

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
MESTRADO EM GEOGRAFIA

Marcelle Gualtieri Honório Pechincha

**QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO ZONEAMENTO DE RISCO A  
OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS NA BACIA DO CÓRREGO  
MATIRUMBIDE, JUIZ DE FORA/MG.**

JUIZ DE FORA

2014

MARCELLE GUALTIERI HONÓRIO PECHINCHA

**QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO ZONEAMENTO DE RISCO A  
OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS NA BACIA DO CÓRREGO  
MATIRUMBIDE, JUIZ DE FORA/MG.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa dinâmicas Sócio-ambientais, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Ricardo Tavares Zaidan

JUIZ DE FORA

2014

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

Pechincha, Marcelle Gualtieri Honório.

Qualidade ambiental a partir do zoneamento de risco a ocorrência de escorregamentos na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora/MG / Marcelle Gualtieri Honório Pechincha. -- 2014.

139 f. : il.

Orientador: Ricardo Tavares Zaidan

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2014.

1. Qualidade Ambiental. 2. Escorregamentos. 3. Matirumbide. 4. SINMAP. I. Zaidan, Ricardo Tavares, orient.  
II. Título.

QUALIDADE AMBIENTAL A PARTIR DO ZONEAMENTO DE RISCO A  
OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS NA BACIA DO CÓRREGO  
MATIRUMBIDE, JUIZ DE FORA/MG

MARCELLE GUALTIERI HONÓRIO PECHINCHA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Área de Concentração Espaço e Ambiente, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 18 / 08 / 2014

BANCA EXAMINADORA



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Mourão Moura (Membro externo)  
Universidade Federal de Minas Gerais



Prof. Dr. Ricardo Tavares Zaidan (Orientador)  
Universidade Federal de Juiz de Fora



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

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente eu agradeço a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, através de sua presença, proporcionando-me saúde e força ao longo desta trajetória.

À Universidade Federal de Juiz de Fora, pela oportunidade de cursar tanto a graduação, quanto a pós-graduação.

Ao Professor Dr. Ricardo Tavares Zaidan, pela orientação, apoio e confiança.

Aos professores que participaram da banca de qualificação, assim como a banca da apresentação final, que contribuíram para melhorias no trabalho.

Aos professores das disciplinas cursadas, nos quais contribuíram na ampliação dos meus conhecimentos.

Aos integrantes do laboratório de Geoprocessamento Aplicado – LGA, pela ajuda e compreensão.

Aos funcionários da Secretaria de Meio Ambiente e da Secretaria de Cadastro Imobiliário da Prefeitura de Juiz de Fora, pelas informações transmitidas, de grande contribuição para a pesquisa.

Aos meus familiares e amigos que estiveram do meu lado me apoiando neste período.

## RESUMO

Atualmente em áreas urbanizadas, pode-se enxergar que a perspectiva dada pela baixa qualidade do ambiente é o reflexo de uma conjuntura histórica de insustentabilidade das cidades, em todos os níveis de participação social. A partir deste contexto, justifica-se a necessidade de se estudar os problemas ambientais nestas áreas, através de uma análise da qualidade ambiental. Análises como estas podem identificar o desequilíbrio entre a sociedade e os recursos naturais, através da caracterização das pressões geradas por fluxos econômicos e humanos. Identifica-se que em Juiz de Fora/MG há algumas áreas em estado de desequilíbrio. A área de estudo da presente pesquisa, a Bacia do Córrego Matirumbide, localizada na zona leste da cidade, caracteriza-se pela presença de expressivo adensamento urbano em áreas de encosta e pouca presença de cobertura vegetal arbórea, além de ser uma área reconhecida por problemas voltados à ocupação inadequada e os recorrentes casos de escorregamentos, principalmente em períodos de maiores níveis de precipitação. Assim, através de visitas a campo, além da utilização de dados secundários, elaborou-se uma série de planos de informação em ambiente SIG que puderam representar os atributos negativos característicos desta bacia: a baixa densidade de cobertura vegetal arbórea, a falta de espaços livres de edificações, a alta densidade populacional, a baixa densidade de renda, e o alto risco a ocorrência de escorregamentos. Estes planos de informação foram sobrepostos de acordo com a metodologia de análise de Qualidade Ambiental proposta por Nucci (1998), pautado na Ecologia da Paisagem e no Planejamento da Paisagem, para que se pudesse chegar ao objetivo central. A inserção do atributo negativo representado pelo risco a ocorrência de escorregamentos, até então, não tinha sido utilizado em pesquisas sobre Qualidade Ambiental. Desta forma, buscou-se a sua análise pela manipulação da modelagem matemática, através do modelo probabilístico SINMAP, no qual viabilizou a representação e criação deste plano de informação para a pesquisa. Identificou-se que a bacia do Córrego Matirumbide é expressivamente urbanizada, com baixa densidade de cobertura vegetal arbórea, além de poucos espaços livres de edificações. Caracterizou-se também a alta densidade populacional relacionada à baixa densidade de renda, encontradas principalmente nas áreas com maiores valores de instabilidade a ocorrência de escorregamentos, indicando estas áreas com alto risco a ocorrência destes eventos. As regiões urbanas onde mostraram pior Qualidade Ambiental foram as regiões Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita, com a presença de até cinco atributos negativos; já as regiões urbanas que mostraram melhor Qualidade Ambiental foram as regiões Bairu e Vale dos Bandeirantes. Concluiu-se que, para a área de estudo, a relação negativa entre a densidade populacional e a densidade de renda juntamente à ocupação inadequada em áreas de encosta (identificadas com alta instabilidade), foi a que apresentou uma condição mais desfavorável à qualidade do ambiente.

**Palavras-chave:** Qualidade Ambiental, Escorregamentos, Matirumbide.

## ABSTRACT

Nowadays in urbanized areas, it is possible to see that the perspective provided by the low quality of the environment is a reflection of a historical situation of unsustainability of cities at all levels of social participation. From this context, justifies the need to study environmental problems in these areas, through an analysis of environmental quality. Analyses such as these can identify the imbalance between society and natural resources, through the characterization of pressures generated by economic and human flows. We find that in Juiz de Fora / MG there are some areas in a state of imbalance. The study area of this research, Watershed of Matirumbide Stream, located on the east side of the city is characterized by the presence of significant urban density in areas of low slope and presence of woody vegetation cover, as well as being an area recognized by problems focused on inadequate occupation and recurrent cases of landslides, especially in periods of higher rainfall. Thus, through field visits, besides the use of secondary data, we prepared a series of coverages in a GIS environment that might represent the characteristic negative attributes of this basin: the low density of woody vegetation cover, lack of open spaces of buildings, high population density, low density of income and high risk to the occurrence of landslides. These coverages were overlaid according to analysis Environmental Quality methodology proposed by Nucci (1998), based on Landscape Ecology and Landscape Planning, so that it could reach the main goal. The insertion of the negative attribute represented by the occurrence of landslide risk, until then, had not been used in research on Environmental Quality. Thus, we sought its analysis by manipulation of mathematical modeling, through the probabilistic model SINMAP, which enabled the creation of this representation and information for the research plan. It was found that the Watershed of Matirumbide Stream is significantly urbanized, with low density of woody vegetation cover, plus a few free spaces of buildings. Also characterized the high population density related to the low density of income, mainly found in areas with higher instability occurrence of landslides, indicating these areas at high risk to the occurrence of these events. Urban regions which showed worse Environmental Quality were the regions Nossa Senhora Aparecida and Santa Rita, attended by up to five negative attributes; urban areas have shown that were the best Environmental Quality were Bairu and Vale dos Bandeirantes regions. It was concluded that the negative relationship between population density and density along with inadequate income occupancy in hillside areas (identified with high instability), showed the most adverse condition the quality of the environment.

**Palavras-chave:** Environmental Quality, Slides, Matirumbide.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Exemplo de um escorregamento rotacional .....	33
<b>Figura 2:</b> Exemplo de um escorregamento translacional.....	34
<b>Figura 3:</b> Modelo esquemático de encosta infinita.....	36
<b>Figura 4:</b> Ilustração esquemática da coesão .....	37
<b>Figura 5:</b> Demonstração do mapa final como síntese de dados a nível analítico .....	50
<b>Figura 6:</b> Localização da bacia do Córrego Matirumbide .....	51
<b>Figura 7:</b> Geologia da Bacia do Córrego Matirumbide.....	52
<b>Figura 8:</b> Risco a escorregamentos de terra em assentamentos precários na bacia do Matirumbide.....	55
<b>Figura 9:</b> Exemplo de vetorização das áreas com cobertura vegetal arbórea para a representação da densidade.....	61
<b>Figura 10:</b> Área da Bacia localizada na RU Progresso com diferentes unidades de paisagem.....	69
<b>Figura 11:</b> Sobreposição de mapas analíticos para a representação da Qualidade Ambiental .....	70
<b>Figura 12:</b> Mapa do uso, ocupação e cobertura da terra da Bacia do Matirumbide .	75
<b>Figura 13:</b> Densidade de Cobertura Vegetal arbórea na bacia do Córrego Matirumbide.....	77
<b>Figura 14:</b> Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Bairu.....	79
<b>Figura 15a e 15b:</b> Caminhada promovida pela Secretaria do Meio Ambiente/PJF ..	80
<b>Figura 16:</b> Entrada do Bosque para as trilhas .....	80
<b>Figura 17:</b> Monumento em formato de calda de Baleia na Praça Prefeito Olavo Costa, RU Bairu .....	81
<b>Figura 18:</b> Praça Pref. Olavo Costa (Baleia) – Visão para oeste.....	81
<b>Figura 19:</b> Praça Pref. Olavo Costa (Baleia) – visão para norte .....	82
<b>Figura 20:</b> Praça Prefeito Olavo Costa (Baleia) – visão para leste.....	82
<b>Figura 21:</b> Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Manoel Honório.....	83
<b>Figura 22:</b> Praça Alfredo Lage – RU Manoel Honório, 1960 .....	84
<b>Figura 23:</b> Praça Alfredo Lage, a leste da Avenida Rio Branco.....	84
<b>Figura 24:</b> Praça Alfredo Lage, a oeste da Avenida rio Branco.....	85
<b>Figura 25:</b> Praça entre as ruas Eugênio Fontainha e Governador Valadares – RU Manoel Honório .....	85



<b>Figura 26:</b> Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Progresso.....	86
<b>Figura 27:</b> Praça Alcides de Almeida. RU Progresso .....	86
<b>Figura 28:</b> Mapa de densidade populacional da Bacia do Córrego Matirumbide .....	88
<b>Figura 29:</b> Mapa de Densidade de renda – Bacia do Córrego Matirumbide.....	89
<b>Figura 30:</b> Classificação de instabilidade gerada original a esquerda e reclassificada a direita .....	90
<b>Figura 31:</b> Classificação de Instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide .....	93
<b>Figura 32:</b> Representação da declividade na bacia do Córrego Matirumbide .....	94
<b>Figura 33:</b> Representação da localização de cicatrizes de escorregamentos sobre o modelo de instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide .....	95
<b>Figura 34:</b> Registro de área com cicatriz duvidosa encontrada em área convexa, não sendo a causa explícita (natural ou antrópica). .....	96
<b>Figura 35:</b> Registro de área com cicatriz natural encontrada em uma área côncava, sem presença de ocupações ou qualquer tipo de intervenção humana.....	97
<b>Figura 36:</b> Registro de área com cicatriz induzida encontrada em área com corte de terreno com acentuada declividade.....	97
<b>Figura 37:</b> Registro de área com cicatriz induzida, por haver influência das ocupações próximas .....	98
<b>Figura 38:</b> Registro de área com cicatriz induzida, devido a influência das ocupações encontradas no topo do morro .....	98
<b>Figura 39:</b> Mapa de Risco a ocorrência de escorregamentos na Bacia do Matirumbide.....	100
<b>Figura 40:</b> Representação das três primeiras sobreposições de atributos ambientais (da esquerda para direita) .....	101
<b>Figura 41:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG.....	105
<b>Figura 42:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Bairu .....	108
<b>Figura 43:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Bonfim.....	110
<b>Figura 44:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Centenário .....	112
<b>Figura 45:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Manoel Honório .....	114

<b>Figura 46:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Nossa Senhora Aparecida .....	116
<b>Figura 47:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Progresso. ....	118
<b>Figura 48:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Santa Rita .....	120
<b>Figura 49:</b> Zoneamento da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Vale dos Bandeirantes.....	122
<b>Figura 50:</b> Classificação da Qualidade Ambiental por região urbana .....	125

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Classificação da estabilidade feita pelo SINMAP .....	38
<b>Tabela 2:</b> Sugestão de índices para espaços livres.....	44
<b>Tabela 3:</b> Classes de uso e cobertura da terra .....	58
<b>Tabela 4:</b> Valores de entrada do modelo SINMAP .....	65
<b>Tabela 5:</b> Parâmetros finais ponderados .....	65
<b>Tabela 6:</b> Valores de classes para a sobreposição e criação do mapa de risco a ocorrência dos escorregamentos .....	67
<b>Tabela 7:</b> Quantificação do impacto da presença dos atributos negativos .....	72
<b>Tabela 8:</b> Atribuição de valores para cada atributo negativo .....	72
<b>Tabela 9:</b> Área total e percentual de áreas livres de edificações.....	78
<b>Tabela 10:</b> Percentual de cicatrizes e área de estudo (Leste) .....	95
<b>Tabela 11:</b> Classificação de cicatrizes da área de estudo .....	96

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Percentual do uso, ocupação e cobertura da terra da bacia do Córrego Matirumbide.....	76
<b>Gráfico 2:</b> Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 2 atributos).....	102
<b>Gráfico 3:</b> Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 3 atributos) .....	102
<b>Gráfico 4:</b> Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 4 atributos).....	103
<b>Gráfico 5:</b> Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 5 atributos).....	105

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
<b>3 EMBASAMENTO TEÓRICO: A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA</b> .....	<b>20</b>
3.1 ECOLOGIA DA PAISAGEM E PLANEJAMENTO DA PAISAGEM .....	20
3.2 QUALIDADE AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA AS POLÍTICAS AMBIENTAIS.....	24
3.3 OPERACIONALIZAÇÃO DOS ESTUDOS SOBRE QUALIDADE AMBIENTAL: USO DE ATRIBUTOS E INDICADORES AMBIENTAIS .....	28
3.4 ATRIBUTOS PARA OS ESTUDOS DE QUALIDADE AMBIENTAL URBANA ....	30
3.4.1 Movimentos de massa em áreas de encosta .....	30
3.4.2 Uso, ocupação e cobertura da terra: aspectos jurídicos .....	39
3.4.3 Indicadores para a representação do uso, ocupação e cobertura da terra: densidade populacional, espaços livres de edificações e densidade de renda.....	42
3.5 QUALIDADE AMBIENTAL URBANA: CONCEITUAÇÃO E REPRESENTAÇÃO	45
3.6 CARTOGRAFIA AMBIENTAL E GEOPROCESSAMENTO .....	48
3.7 ÁREA DE ESTUDO.....	50
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>57</b>
4.1 PARA A ELABORAÇÃO DOS MAPAS DOS ATRIBUTOS AMBIENTAIS.....	58
4.1.1 Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra.....	58
4.1.2 Mapa de densidade de cobertura vegetal arbórea .....	60
4.1.3 Mapa de espaços livres de edificações.....	61
4.1.4 Mapa de densidade populacional e densidade de renda .....	62
4.1.5 Mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos.....	63
4.1.6 Mapa de risco a ocorrência de escorregamentos.....	67
4.2 PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA-SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL...	69
4.3 PARA A ELABORAÇÃO DO MAPA DA QUALIDADE AMBIENTAL POR REGIÃO URBANA .....	71

<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>73</b>
5.1 MAPA DE USO, OCUPAÇÃO E COBERTURA DA TERRA .....	73
5.2 MAPA DE DENSIDADE DE COBERTURA VEGETAL ARBÓREA .....	76
5.3 MAPA DE ESPAÇOS LIVRES DE EDIFICAÇÕES .....	77
5.3.1 Região Urbana Bairu .....	78
5.3.2 Região Urbana Manoel Honório .....	83
5.3.3 Região Urbana Progresso .....	86
5.4 MAPA DE DENSIDADE POPULACIONAL.....	87
5.5 MAPA DE DENSIDADE DE RENDA.....	88
5.6 MAPA DE PROBABILIDADE E DE RISCO A OCORRÊNCIA DE ESCORREGAMENTOS .....	90
5.6.1 Classificação de Instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide: utilização do modelo SINMAP .....	90
5.6.2 Mapa de risco a ocorrência de escorregamentos.....	98
5.7 MAPA-SÍNTESE DA QUALIDADE AMBIENTAL.....	101
5.7.1 Cruzamento dos mapas analíticos .....	101
5.7.2 Mapa final: zoneamento da Qualidade Ambiental da Bacia do Córrego Matirumbide.....	103
5.8 ANÁLISE DA QUALIDADE AMBIENTAL POR REGIÃO URBANA.....	106
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>126</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>138</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a questão ambiental urbana está em pauta devido, assim como outros aspectos, ao grande adensamento populacional em áreas urbanizadas. Nestas áreas podem ser visualizados inúmeros eventos catastróficos, poluição dos recursos naturais e má qualidade de vida da sociedade e que servem de alarme para os grandes ambientes urbanizados no mundo. Considera-se que a perspectiva da questão ambiental é levada por uma conjuntura histórica que perpassa a insustentabilidade das cidades, adquirindo estas uma baixa qualidade ambiental e de vida, de acordo com o aumento de fatores negativos relacionados aos aspectos infraestruturais em uma área urbana (GROSTEIN, 2001).

O crescimento das cidades, de certa forma, deveria ser acompanhado de políticas públicas e de infraestrutura, adequando às necessidades das cidades em razão de seu adensamento, gerando assim melhores condições ambientais e de vida (MOTA, 1999). Porém, devido a grande migração de pessoas para as cidades-pólo, ao longo das últimas décadas, as áreas mais urbanizadas não passaram por um processo infraestrutural adequado. No Brasil, algumas políticas evidenciam, mas não priorizam o equilíbrio do ambiente, ao propor novos loteamentos e edificações em áreas altamente urbanizadas, mesmo sendo garantido constitucionalmente.

A Constituição Federal Brasileira de 1988, como exemplo, identifica que o desenvolvimento urbano deve garantir o bem estar dos seus habitantes e, desta forma, os planos diretores viriam como reflexo de tal garantia, mantendo as políticas de meio ambiente, de forma que as regras de parcelamento do solo pudessem atender às demandas sociais, ao mesmo tempo em que se estruturassem no ambiente de forma a ter um equilíbrio que desenvolvesse uma qualidade de vida social apropriada. Para isso seria necessário nestes planos estudos que tivessem o envolvimento da qualidade do ambiente.

Pesquisar sobre a qualidade ambiental de uma área tem sua significativa importância, pois identificam elementos e análises que podem ser utilizados nas políticas urbanas locais. Tais pesquisas podem ser objetivas – quando se leva em consideração a relação da forma de uso e os impactos sobre o ambiente, como também podem ser subjetivas – quando é levado em conta a percepção e a

participação popular. Alguns diagnósticos sobre qualidade do ambiente são inseridos em planos diretores, nos quais vem com algumas características, como a escala menor para a representação dos mapas, caracterizando a presença da generalização, indicando um panorama geral do município. Às vezes, torna-se necessário caracterizar uma área menor através da qualidade do ambiente.

A presente pesquisa tem como foco a qualidade ambiental. É importante delinear que para esta pesquisa a qualidade ambiental é baseada teórica e metodologicamente na Ecologia da Paisagem e no Planejamento da Paisagem, a partir da perspectiva geográfica, que prioriza a escala detalhada para representação e análise. Conceitualmente, a qualidade ambiental seria o estado das condições do meio ambiente, expressas por variáveis específicas relacionadas com os padrões históricos e físicos (BRASIL, 2008). Estas variáveis podem ser relacionadas com a poluição do ar, a poluição da água, os movimentos de massa e as enchentes, assim como variáveis relacionadas à demografia, à disposição espacial urbana e aos impactos ambientais, que envolvem estritamente o ambiente e sua relação com a sociedade humana e os fluxos econômicos. Com a representação através da cartografia, os atributos e variáveis podem caracterizar a área a ser estudada, dando subsídio a uma posterior interpretação.

Sendo assim, a pesquisa sobre qualidade do ambiente se torna flexível, pois os atributos e variáveis ambientais são escolhidos de acordo com a demanda do recorte espacial pesquisado. Assim, como a análise da qualidade ambiental se mostra aberta a adaptações, podem-se identificar algumas pesquisas aplicadas, dentro da linha da Ecologia e Planejamento da Paisagem que utilizaram diversas variáveis, de acordo com a área estudada, dentre elas o conforto térmico, a densidade de edificações, as áreas de abrigo a lixões, as áreas de risco às enchentes, o uso da terra, o déficit de espaços públicos destinados às áreas verdes, a densidade populacional, a cobertura vegetal arbórea, a exclusão social, a poluição, a verticalidade de edificações, o adensamento urbano e o deslocamento não motorizado no ambiente urbano (NUCCI, 1998; CAMARGO, 2005; 2007; SCHMIDT et al., 2005; BUCCHERI-FILHO, 2006; LIMA, 2007; PEREIRA, 2007; UGEDA-JUNIOR, 2007; VALASKI, 2008; BEZERRA, 2008; SCHMIDT, 2009; MINAKI, 2009; MOURA, 2010; TONETTI, 2010). Até o momento, não foram realizadas pesquisas sobre qualidade ambiental, a partir da perspectiva da Ecologia da Paisagem, que levaram em consideração a variável escoamentos.



Segundo Fernandes e Amaral (2006), os movimentos de massa seriam, assim como outros processos da dinâmica externa terrestre, como a erosão, um processo que modela a paisagem, sendo induzido principalmente pela gravidade. No entanto em áreas adensadas, este processo causa prejuízos à sociedade, através de perdas econômicas e humanas.

Na cidade de Juiz de Fora, há inúmeras ocorrências de escorregamentos, gerados por pressões dadas pela composição urbana. Ao longo dos últimos 100 anos, o município de Juiz de Fora demograficamente teve um significativo crescimento devido a sua característica de pólo regional, concentrando a área industrial e comercial para a cidade. Devido à polarização e ao crescimento populacional ao longo dos anos, muitas áreas em Juiz de Fora foram crescendo sem um planejamento adequado e, assim, as encostas foram sendo ocupadas, aumentando as ocorrências à escorregamentos.

Pode-se identificar que as encostas da zona leste da cidade são visivelmente utilizadas de forma inadequada, e que além da presença de edificações construídas sem um planejamento adequado, é possível verificar a falta de perspectivas educacionais em prol da gestão ambiental coletiva, assim como falta de eficácia de algumas políticas públicas. Justificam-se estes fatos através de noticiários locais, que expõe, principalmente em épocas de intensas precipitações, ocorrências de acidentes ambientais, com perdas econômicas e humanas.

Segundo dados de jornal local (CEREZO, 2007; SILVA, 2009) foram constatados alguns casos em que escorregamentos de pequenas dimensões, de uma maneira geral, condenaram casas em áreas com situação de risco, segundo a Defesa Civil/PJF. Algumas destas áreas foram pesquisadas, a partir da identificação do risco ambiental atrelado a estes processos. Por exemplo, Vargas (2006) deu ênfase, através da ótica urbanista, às áreas dos bairros Marumbi, Progresso, Graminha, Poço Rico, Alto Três Moinhos e Ladeira. Marques (2011) enfatizou o seu trabalho nas áreas prioritárias para redução de riscos a deslizamentos e alagamentos, de acordo com a pesquisa feita pela Defesa Civil/PJF e parcerias, no ano de 2007, nomeada de Plano Municipal de Redução de Riscos - PMRR, que são os bairros Ladeira, Linhares, Santa Rita, Dom Bosco, Santa Cruz, Borboleta, Parque Guarani e Três Moinhos. Nestas duas pesquisas, seis áreas pertencem à zona leste de Juiz de Fora, sendo quatro delas em áreas consideradas pela Defesa Civil/PJF como áreas de alta prioridade para redução de riscos.

Estas recorrentes ocorrências de pequenos escorregamentos em certos períodos do ano na cidade, principalmente na zona leste, indicam uma forte justificativa em retratar e analisar, através de pesquisas, este problema. Como forma de predição a estes processos, algumas metodologias foram desenvolvidas e aplicadas através de inventários, de relatórios estatísticos, de visitas em campo, por mapeamentos de cicatrizes, como também por modelagem matemática destes processos.

A representação dos escorregamentos pode ser considerada como uma variável que daria suporte para a análise da qualidade ambiental. Considerando que visualmente é identificado na área da bacia do Córrego Matirumbide diversos tipos de uso e ocupação inadequados, que diversas ocorrências já foram constatadas de risco a escorregamentos nesta área e ela é uma das regiões de Juiz de Fora que mais apresentou fator de alto risco ambiental, segundo dados preliminares do PMRR de 2007 (MARQUES, 2011), justifica-se a inserção desta variável agravante na análise da qualidade ambiental da área.

Assim, objetivou-se na pesquisa realizar a análise da qualidade ambiental urbana da bacia do Córrego Matirumbide através de adequação da metodologia proposta por Nucci (1998), utilizando como variável ambiental redutora da qualidade ambiental a classificação de risco a ocorrência de escorregamentos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a Qualidade Ambiental Urbana na bacia do Córrego Matirumbide, de acordo com a influência do risco à ocorrência de escorregamentos.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Panorama geral dos tipos de usos da terra, assim como a disposição das ocupações do recorte espacial.
- Representação do estado das condições do ambiente, de acordo com pressões antrópicas como: a densidade da cobertura vegetal arbórea, a presença ou ausência dos espaços livres de edificação, a densidade populacional e a densidade de renda;
- Indicar as áreas com alta, média e baixa instabilidade ao longo do recorte espacial, como subsídio a representação do risco a ocorrência de escorregamentos;
- Representar o risco a ocorrência de escorregamentos, como subsidio parcial para a representação e análise da qualidade ambiental;
- Representar a Qualidade Ambiental para a bacia do Córrego Matirumbide, de acordo com a influência negativa de atributos ambientais;
- Análise e zoneamento da qualidade ambiental por região urbana.

### 3 EMBASAMENTO TEÓRICO: A QUALIDADE AMBIENTAL URBANA

A Qualidade Ambiental, para a presente pesquisa, constitui-se na Ecologia da Paisagem e no Planejamento da Paisagem. Para tanto, alguns pontos serão retratados com o objetivo de identificar a base na qual o tema Qualidade Ambiental se insere, desde o campo teórico – metodológico e as políticas públicas norteadoras, até a caracterização de atributos ambientais (nos quais são operacionalizados pela metodologia aqui utilizada).

#### 3.1 Ecologia da paisagem e Planejamento da paisagem

A Ecologia da Paisagem foi elaborada inicialmente por Carl Troll em 1938 na Alemanha, caracterizando-a através de um enfoque geográfico inspirado na Geografia Humana, na Fitossociologia e na Biogeografia, com o objetivo de subsidiar o planejamento e a gestão territorial, através do auxílio de fotografias aéreas (METZGER, 2001). Segundo Monteiro:

“[Carl Troll] publicou o trabalho ‘Fotointerpretação e Pesquisa Ecológica’ no qual destaca que a fotointerpretação ecológica seria a técnica do futuro na pesquisa de arqueologia, geologia, geomorfologia, prospecção, limnologia, oceanografia, fitogeografia, silvicultura, urbanização e planejamento. Foi nesta publicação de 1938 que Troll empregou pela primeira vez o termo ‘*Landschaftsökologie*’, a ‘Ecologia da Paisagem’” (MONTEIRO, 2001).

Monteiro (2001) afirma que a Ecologia da Paisagem concebida anteriormente tinha o termo “paisagem” carregado com a grande influência dada pela organicidade da ecologia biológica, priorizando as relações entre os elementos abióticos e os bióticos. Deste modo, a paisagem antrópica seria pouco contemplada, uma vez que, além dos fatores físicos e bióticos, compreenderia a esfera da mente, ou noosfera, que contribuiria a entender as relações sócio-espaciais tanto do ambiente urbano, quanto do agrário.

Os estudos geográficos viriam como uma forma de suprir a necessidade de compreender a noosfera (NUCCI, 2007). A Ecologia da Paisagem, com um viés cultural, começou a se relacionar com os estudos voltados à espacialidade das unidades paisagísticas, através do planejamento da terra, que eram subsidiados

com análises, classificações e mapeamentos, que serviriam de base para soluções e recomendações a um melhor uso da terra. O principal objetivo seria compreender o espaço onde o homem estaria interagindo e modificando, de forma positiva ou negativa, de acordo com a escala espacial, a intensidade e a forma de modificação (MONTEIRO, 2001). A Ecologia da Paisagem com abordagem geográfica seria um estudo que abarcaria uma visão holística através da compreensão global da paisagem e do ordenamento territorial. Os principais focos seriam a preocupação com o planejamento do território, os estudos pautados nas paisagens modificadas pelo ser humano, e as análises de macro escalas<sup>1</sup> (METZGER, 2001).

Na década de 1960, a *Teoria da Biogeografia de Ilhas* (MACARTHUR e WILSON, 2001) forneceu importantes subsídios relacionados aos padrões espaciais, e em 1972 foi fundada na Europa a “*Society of Landscape Ecology*”, que era referência para os estudos publicados nesta abordagem (IGARI, s/d). Em 1981, através das definições do 1º Congresso Internacional de Ecologia da Paisagem, na Holanda, definiu-se que a Ecologia da Paisagem devesse ser “considerada como uma ciência bio-geo-humana e com uma abordagem, atitude e pensamento holístico”. Além disso, organizou-se a criação da “*International Association of Landscape Ecology*” (IALE) em 1984 (NUCCI, 2009).

Já a partir de 1980, nos Estados Unidos, foram introduzidas pesquisas que trouxeram uma nova perspectiva para se estudar a Ecologia da Paisagem, que se oporia a que já existia. Esta nova perspectiva, através da abordagem ecológica, tinha influências provenientes dos biogeógrafos e dos ecólogos e priorizavam os ecossistemas, as modelagens e as análises espaciais, com ênfase nas paisagens naturais. Como referência a esta abordagem, cita-se Forman e Godron (1986). A *Teoria das Metapopulações* substituiu as influências provenientes da *Teoria da Biogeografia de Ilhas*, no qual esta nova influência buscava compreender a conservação da diversidade biótica e dos recursos naturais. Foram introduzidos termos como mancha, matriz, corredor, fragmentação, conectividade e métricas, como forma de relacionar as unidades de paisagem (METZGER, 2001). O apoio dado aos produtos aerofotogramétricos alavancou a utilização desta abordagem.

Metzger (2001) propôs uma visão integrada da Ecologia da Paisagem. Com a paisagem definida como um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas,

---

<sup>1</sup> Esta corrente da Ecologia de Paisagem foi utilizada como base para a pesquisa.

a abordagem geográfica subsidiaria a visualização do mosaico através da visão do homem, este como observador de interações em macro escala; assim como, a abordagem ecológica subsidiaria a visualização do mosaico através da espécie biológica estudada, onde o homem seria observador de interações em micro escala, dependendo da espécie.

Assim, como um conjunto, a sociedade e a natureza de forma holística, graças ao apoio das ciências geográficas - dando caráter de horizontalidade, e da Ecologia - dando caráter verticalizado, a Ecologia da Paisagem seria um reconhecimento da interdependência espacial pela taxonomia das unidades de paisagem, através da escala e da heterogeneidade destas unidades de paisagem. Segundo Nucci (2007) seria um casamento entre as “esferas” terrestres tanto no campo físico, no biológico e no da “mente”.

Para o continente europeu, a Ecologia da paisagem tem grande importância, pois criou base de estudos para o planejamento e melhoria da paisagem. No entanto, mesmo tendo uma perspectiva holística, a Ecologia da Paisagem ainda mostra deficiência ao relacionar sociedade e natureza, e de fato a influência dada pela ciência moderna assume a perspectiva de dificultar a visão global da paisagem.

Há várias pesquisas que abordam o problema metodológico pelo qual passam os estudos que tentam ou abordam o holismo. E quando se trata de espaços urbanos o reducionismo muitas vezes se concretiza por condicionar uma paisagem que reflete o homem e a sociedade como algo fora da natureza. Porém, os espaços urbanos ainda continuam sendo paisagens, mas a complexidade se mostra proporcionalmente maior a medida que estes espaços consolidam uma sociedade cada vez mais urbana e complexa, desde a paisagem natural até a paisagem modificada pelo homem: “(...) A derivação antropogênica, de modo geral, significa a alteração dos valores que o homem proporciona à natureza.” (BELÉM, 2012).

O ser humano vem como importante contribuinte dada à modificação da paisagem, e conseqüentemente um agente modificador da sua funcionalidade, tanto em áreas urbanas, quanto em rurais. A influência da sociedade sobre a paisagem traz um desequilíbrio através dos fluxos de entrada e saída do sistema urbano, como também do rural, identificando que a influência humana sobre as paisagens urbanas resulta em maiores dependências das condições abióticas (DOING, 1997).

O Planejamento da Paisagem, assim, viria colocar a perspectiva dada pela Ecologia da paisagem em prática. Da mesma forma que a Ecologia da Paisagem,

essa concepção de planejamento se originou na Alemanha, anteriormente ao final do século XIX devido à estética, mas em razão das práticas industriais e da deterioração originada pela participação alemã na 2ª Grande Guerra Mundial, a questão primordial que envolvia o planejamento da paisagem viria como necessidade do ser humano em conseguir melhorias na qualidade ambiental.

O planejamento da paisagem pode ser definido como: “um processo positivo que pretende acomodar certos usos da terra em áreas que condizem com a capacidade adequada ao uso que se pretende acolher, (...) buscando métodos que buscarem especializar as relações espaciais e verticais da paisagem” (BÉLEM, 2012). Acrescenta-se também que com o planejamento da paisagem “pretende-se evitar a deterioração ou consumo dos recursos naturais, como a terra agrícola e a água de boa qualidade” (NUCCI, 2010).

O documento alemão traduzido por “*Federal Nature Conservation Act*” (Alemanha, 2002; 2009) introduz a concepção de planejamento da paisagem para o país, atentando-se para este planejamento os seguintes pontos:

- i) Identificar o estado atual e previsível da natureza e da paisagem;
- ii) Ter fins específicos na conservação da natureza e na gestão da paisagem;
- iii) Analisar e avaliar a situação existente da natureza e da paisagem;
- iv) Propor exigências e medidas necessárias reduzindo efeitos, adequando potenciais, protegendo e melhorando a qualidade da terra, da água, do ar e do clima, preservando e desenvolvendo a diversidade e a beleza paisagística, além de conservar e desenvolver os espaços abertos em áreas já consolidadas ou não consolidadas<sup>2</sup>.

Todos estes pontos são considerados em análises e avaliações ambientais na Alemanha. Tais avaliações devem conter a descrição do estado atual da natureza e da paisagem, além das medidas relativas à mitigação ou eliminação de impactos, de acordo com o que é especificado pelo documento alemão.

No Brasil, há várias referências de trabalhos voltados ao Planejamento da paisagem. Como forma de exemplificar, a Universidade Federal do Paraná, através da coordenação de Nucci (NUCCI, 1998; 2008; 2010), desenvolve trabalhos

---

<sup>2</sup> Citado do artigo 8º do referido documento “*Federal Nature Conservation Act*” (ALEMANHA, 2009).

voltados à análise da qualidade ambiental urbana, além de outros trabalhos consubstanciados pela perspectiva da Ecologia da paisagem e do Planejamento da paisagem (PECCIOLI FILHO, 2005; BUCCHERI FILHO, 2006; MARQUES, 2007; PEREIRA, 2007; PUGLIELLI, 2008; VALASKI, 2008; SCHMIDT, 2009; MOURA, 2010; TONETTI, 2011; BÉLEM, 2013).

O planejamento da paisagem seria assim um significativo instrumento para a organização do espaço, incorporando os fatores abióticos no planejamento urbano, através de mapeamento dos fatores em escalas grandes e detalhadas. Com o detalhamento, abre-se a possibilidade de analisar a relação do uso e ocupação da terra e a capacidade ou limite do ambiente físico em receber as pressões antrópicas.

Assim, a análise da qualidade ambiental seria um estudo que enxergaria em um primeiro plano a ação antrópica na paisagem. Através de sua sistematização pela Ecologia da Paisagem e pelo Planejamento da Paisagem, a análise da qualidade ambiental relaciona os atributos ambientais de forma a produzir padrões, buscando mostrar problemas de equilíbrio ambiental entre a ação antrópica e os recursos existentes.

### **3.2 Qualidade Ambiental como instrumento para as políticas ambientais**

Atualmente, quando se trata da questão ambiental, parte-se de um caminho em torno de discussões sobre insustentabilidade dado ao uso predatório dos recursos naturais pela sociedade nos últimos séculos. Os diversos estudos que se têm hoje sobre qualidade ambiental, como uma síntese de atributos que representam abstratamente a condição de uma localidade, expressam a importância em conservar o meio ambiente em face ao crescente desenvolvimento econômico.

Em ambientes urbanos, tem-se a grande preocupação em relacionar a demanda ocupacional com as áreas de melhor qualidade ambiental. Esta inserção de preocupações com o meio ambiente se deve ao fato da concretização de políticas ambientais ao longo dos últimos anos. Porém, a real inserção das políticas ambientais no contexto de criação de novas ocupações, nem sempre se concretiza. A relação entre alta qualidade e ocupações compete a uma desequilibrada oferta, onde estes espaços são mais caros, e a população de baixa renda se instala em áreas, na maioria das vezes, com baixa qualidade.



Entende-se por política ambiental um modelo de gestão adotado por agentes, públicos, ou particulares, nos quais procuram manter uma relação equilibrada com o meio ambiente. Assim, um agente que tenha uma política ambiental tende a se preocupar com a execução de suas decisões no escopo da questão ambiental. (MAGRINI, 2001).

O início desta preocupação pelo meio ambiente de qualidade, equilibrado e justo partiu-se de diversas discussões de cunho internacional, nos quais foram influenciando as tomadas de decisões em território nacional. O Brasil, até 1980, não procurava relacionar a questão ambiental nas tomadas de decisões, buscando um desenvolvimento econômico a qualquer custo. Porém, anteriormente a 1980, o Brasil já havia implantado políticas de cunho ambiental, datando o seu início em 1930.

Neste momento da história do Brasil, as políticas ambientais se preocupavam com a proteção e conservação dos recursos naturais como estratégia, não se preocupando com o bem estar da sociedade. As ações governamentais que caracterizam este momento foram o Código das Águas (BRASIL, 1934a), o Código Florestal (BRASIL, 1934b; 1965), o Código de Minas (BRASIL, 1940), além dos decretos-lei que criaram o Parque Nacional do Itatiaia, primeira área de proteção integral a ser definida em lei no Brasil (BRASIL, 1937), como também o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (BRASIL, 1939). Havia uma grande contradição entre o crescimento e a proteção ambiental, tendo o país uma grande resistência a se moldar em parâmetros de proteção ambiental internacional.

No âmbito internacional, a preocupação em se manter o meio ambiente e diminuir o desenvolvimento era uma realidade mal vista pelo Brasil, visto que o país buscava um crescimento econômico de qualquer forma. Porém, as expressivas colocações em discussões que priorizavam o meio ambiente por outros países, principalmente os desenvolvidos, fizeram com que o Brasil tomasse uma posição menos degradadora.

Tais discussões se pautaram em conferências e comissões, a se inicializar com a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na Cidade de Estolcomo, na Suécia, em 1972. Esta conferência permitiu caracterizar as posições em que os governos se colocavam em resposta aos problemas ambientais. Assim, delinearam-se duas respostas, uma proveniente dos países desenvolvidos, que buscavam uma brusca diminuição do desenvolvimento econômico e um efetivo controle do crescimento populacional (crescimento zero); e

uma proveniente dos países em desenvolvimento, nos quais afirmaram que os problemas ambientais seriam efetivamente corrigidos através do desenvolvimento econômico (crescimento a qualquer custo).

A saída do problema gerado pelas duas respostas contraditórias se deu no fato da declaração concebida através desta Conferência abranger a necessidade em priorizar a questão ambiental, relacionando esta temática com a necessidade do desenvolvimento econômico: “a capacidade do homem em transformar o que o cerca, utilizada com discernimento, pode levar a todos os povos os benefícios do desenvolvimento (...)” (UNITED NATIONS, 1972, p. 01).

O Brasil se posicionava a favor do crescimento a qualquer custo, porém para que estivesse em conformidade com o que foi declarado nesta conferência, o país, em resposta, garantiu sua preocupação com as questões ambientais através da criação da lei federal nº 6938 de 1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, o primeiro ato governamental que constituiu a qualidade do ambiente como parte do objetivo principal em garantir um meio ambiente equilibrado. Além disso, tal lei promulgava a criação do Sistema Nacional do Meio Ambiente – o SISNAMA (BRASIL, 1981).

Outro momento que influenciou a tomada de decisões no Brasil foi a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente – CMMAD, onde em 1987 publicou um relatório idealizando a concepção que se conhece por Desenvolvimento Sustentável (CMMAD, 1991). O Brasil em resposta a este relatório inseriu na formulação da Constituição Federal de 1988 um artigo relatando princípios regidos pelo desenvolvimento sustentável no país (BRASIL, 1988). Além disso, instituiu um órgão executor, no qual visava à proteção e qualidade do ambiente, o Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA.

Já em 1992, o Brasil foi sede da Segunda Conferência Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento – a Eco 1992, onde houve a prioridade em se estabelecer os interesses globais frente aos interesses de particulares. Nesta conferência houve grande participação de organizações não governamentais, a inserção do conceito de desenvolvimento sustentável, como a afirmação de vários princípios anteriormente declarados na Conferência de Estocolmo, além da criação do que se intitula por Agenda 21, um programa global para que o desenvolvimento sustentável pudesse ser alcançado (UNITED NATIONS, 1992). O Brasil em resposta a esta conferência determinou a criação do Ministério do Meio ambiente – MMA,

como órgão central do sistema ambiental brasileiro. Pode-se dar significativa importância à criação da lei 9995 de 2000, na qual instituiu o Sistema de Unidades de Conservação.

Em 2002, o evento intitulado de Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio + 10, realizado em Johannesburgo, África do Sul, retratou novamente a importância do desenvolvimento sustentável para a relação harmônica entre economia e meio ambiente (UNITED NATIONS, 2002). O mesmo foco foi visto na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável, a Rio + 20, realizada na cidade do Rio de Janeiro, Brasil (UNITED NATIONS, 2012).

Influenciado pelas perspectivas internacionais em salvaguardar o meio ambiente para as gerações futuras, condicionando o desenvolvimento econômico mundial, o Brasil começou a adotar as políticas ambientais em suas ações, inicialmente de forma centralizada, e atualmente de forma descentralizada, criando um sistema que se exerce como fiscalizador e que padroniza as ações diante das problemáticas ambientais. Porém, na maioria das vezes há uma vantagem do mercado, e as problemáticas ambientais ainda não diminuíram, mesmo com mais de quarenta anos de discussão.

Entende-se que a busca por padrões de qualidade ambiental remete às discussões em todo o mundo e que tal busca se defronta com os problemas inerentes ao desenvolvimento econômico. Quando se trata do uso dos espaços urbanos, os padrões de qualidade ambiental buscam uma harmonia entre a sociedade urbana e os recursos naturais existentes nestes espaços, tendo estes padrões contradições com os interesses das políticas urbanas, que dita regras de infraestruturas e de uso e ocupação da terra. Desta forma, os estudos sobre qualidade ambiental caracterizam as interações entre a sociedade e o meio ambiente e apontam problemas ou eficácias provenientes desta relação. Além disso, como citado, esta temática está inserida nos principais objetivos das políticas ambientais, tanto nacionalmente, quanto internacionalmente, viabilizando a importância desta temática para as questões ambientais.

### **3.3 Operacionalização dos estudos sobre Qualidade Ambiental: uso de atributos e indicadores ambientais**

A qualidade ambiental de um determinado local pode ser diagnosticada através de indicadores que representam abstratamente as características da realidade paisagística. A definição da palavra indicador é confusa e parte de diferentes formas de concepção, como descrito por Gallopin (1997), sendo por vezes: uma variável (CHEVALIER et al., 1992; HOLLING et al., 1978; GALLOPIN, 1997), um parâmetro (OECD, 1993; BAKKES et al., 1994), uma medida (MCQUEEN e NOAK, 1988; WORLD BANK, 1995; DEVER, 1979; HOLLING et al., 1978); uma medida estatística (TUNSTALL, 1992); um padrão de medida (MCQUEEN e NOAK, 1978); um valor (OECD, 1993.; BAKKES et al. 1994), um instrumento de medida, uma proporção de valores (ADRIAANSE, 1993); um índice (HAMMOND et al., 1995); um sub-índice de um índice (OTT, 1978; ADRIAANSE, 1993; HAMMOND et al., 1995); um valor quantitativo singular derivado de uma variável que reflete algum atributo (OTT, 1978); ou um modelo empírico da realidade (HAMMOND et al., 1995).

Quando se considera um indicador como uma “variável”, parte-se da representação de um atributo, repassando a informação da condição que tal atributo se encontra, através de uma mensuração específica ou de um processo de observação. Tais representações podem ser identificadas com real significado ao estudo proposto e, desta forma, estas variáveis podem ser designadas como valores de referências para determinadas análises.

Para a presente pesquisa entende-se o termo “indicador” como uma variável. Por atributo ambiental, considera-se a qualidade real dada a uma área na qual a caracteriza e a singulariza perante outras áreas. Este atributo ao ser operacionalizado, através da sua representação, torna-se uma variável, sendo a variável definida como um apontamento, uma estimativa, que coloca de forma mais perceptível uma tendência ou um fenômeno que não seja imediatamente detectável, ou seja, a medida do comportamento de um sistema em termos de atributos expressivos. Desta forma, para que se possa indicar um fenômeno, parte-se da representação da realidade dada pela sua forma operacional, a variável.

Os indicadores, de maneira geral, teriam como funções: avaliar condições e tendências, comparar lugares e situações, avaliar tendências em relação a

determinados objetivos e metas, providenciar informações de alerta, ou antecipar futuras condições de um local (GALLOPIN, 1997). Como exemplos de indicadores têm-se os indicadores sociais, os econômicos e os ambientais.

Os indicadores ambientais surgiram no Canadá e em alguns países da Europa (CAPPELLI, 2007). Estes indicadores teriam como característica representar componentes de um sistema, sem a intenção inicial de inter-relacioná-los.

Para que os indicadores possam ser expressivos, suas representações devem ser importantes para a tomada de decisão pública. Os indicadores ambientais se mostram de significativa relevância, principalmente ao detectar a emergência dada pela degradação do ambiente, através da falta de coesão das atividades humanas sobre a natureza, principalmente em áreas urbanizadas. Alguns exemplos de indicadores ambientais seriam (JAKOBSEN, 2008):

- i) Indicadores de estado do ambiente: o foco seria a coleta de informações, o que normalmente já se encontram disponíveis. São utilizados em relatórios governamentais, fornecendo um retrato do que está acontecendo com o meio ambiente. No entanto, apenas descrevem a situação, não propondo melhorias. Ex: emissões de gases estufa, emissões de CO<sub>2</sub>, temperatura global.
- ii) Indicadores de sustentabilidade: o foco seria o desenvolvimento sustentável, concentrando sua avaliação em uma série de questões que interferem na dinâmica entre homem e ambiente, sendo mais completa que a anterior. Ex: emissões de CO<sub>2</sub> *per capita*, percentual de reflorestamento, energia renovável consumida x energia total consumida.
- iii) Indicadores de desempenho ambiental: o foco seria o monitoramento feito normalmente por empresas, governos e ONGs, que pesquisam se os objetivos e metas a serem alcançados estão sendo positivos. Neste caso, há a apresentação de relatórios de resultados que indicam propostas de melhorias. Ex: projeção de queda de NO na atmosfera.

As principais funções dos indicadores ou variáveis para uma pesquisa sobre qualidade ambiental vêm da possibilidade de avaliar e comparar condições e tendências entre áreas e situações distintas, além de prover informações de advertência e de antecipar futuras condições do ambiente. Os indicadores podem

ser considerados como modelos da realidade, mas não podem ser considerados como a própria realidade, já que é concebido pela operacionalização de atributos e se retratam como uma representação. Assim, os indicadores devem ser “analiticamente legítimos e construídos dentro de uma metodologia coerente” (VAN BELLEN, 2006).

Os indicadores que representam os atributos ambientais de determinada área podem ser definidos, muitas vezes de forma confusa, pois há falta de clareza e consenso para tal perspectiva. A partir das pesquisas de cunho ambiental, tratando os indicadores ambientais como variáveis que representam atributos parte-se da necessidade de descrever os atributos que compõe o espaço deste ambiente.

Desta forma, para o presente estudo, alguns atributos ambientais serão apresentados, nos quais podem identificar a caracterização da realidade ambiental local e que podem ser operacionalizados para que haja a representação da paisagem e assim a possível análise da qualidade ambiental. Alguns aspectos podem ser influenciados pela má gestão do uso da terra, assim como podem influenciar nas medidas de organização da cidade.

### **3.4 Atributos para os estudos de Qualidade Ambiental Urbana**

#### **3.4.1 Movimentos de massa em áreas de encosta**

Os movimentos de massa podem acontecer por condições naturais, assim como induzidos através do mau uso da terra em áreas que apresentam morfometricamente declividades acentuadas e que tem como principal característica sua ocupação ou uso divergente do estabelecido em normas ou leis. O que singulariza os movimentos de massa em ambientes urbanizados é sua caracterização como possibilidade a acidente<sup>3</sup>, gerando danos e perdas sociais, econômicas e de vida. Segundo o que consta na legislação brasileira, há alguns pontos em que a proteção de encostas é evidenciada, principalmente quando se trata das normas que disciplinam e/ou organizam o crescimento urbano.

---

<sup>3</sup> O termo acidente seria definido quando “a ocorrência de um fenômeno geológico pode gerar perdas e danos materiais e humanos” (CERRI e AMARAL, 1998).

As leis de uso e ocupação da terra e os códigos de obras, em âmbito municipal, objetivam, em regras gerais, coordenar o crescimento urbano, regular o uso da terra, controlar a densidade do ambiente edificado e proteger o meio ambiente, de forma que sobressaia uma boa qualidade de vida da população urbana. Da mesma forma, não somente em áreas urbanizadas, há a evidência de proteção de encostas. Assim, como no antigo Código Florestal, lei nº 4771/1965 (BRASIL, 1965), e na sua atualização, a partir da lei nº 12651/2012 (BRASIL, 2012), as encostas tem papel fundamental quando se trata da preservação da vegetação nativa, principalmente onde o grau de declividade se iguale ou supere a 45° ou 100%.

O atributo escorregamentos, inserido na presente pesquisa, pode ser representado como uma variável que corresponda às áreas de risco a sua ocorrência e definindo se a área tem alta ou baixa qualidade ambiental. Para tanto, mostra-se importante definir o que são os movimentos de massa e sua classificação.

Os movimentos gravitacionais de massa ocorrem quando a força da gravidade supera a coesão (resistência à deformação) dos materiais da encosta. Com esta superação podem ser deslocadas pequenas quantidades de terra, rocha ou mistura de materiais, como também constituir imensos escorregamentos que descarregam toneladas de materiais. Tais movimentos de massa são fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa, que modelam a paisagem da superfície terrestre. O termo movimento de massa inclui todos os processos pelos quais massas de rocha e terra movem-se encosta abaixo sobre a influência da gravidade: é uma das consequências do intemperismo e da fragmentação das rochas, sendo uma parte importante da erosão geral dos terrenos acidentados (PRESS et al, 2006). Os movimentos de massa mudam a paisagem, podendo ser de ordem natural ou antrópica, onde a interferência humana pode levar a sérios efeitos.

O termo deslizamento tem sido comumente usado no sentido de abranger todo e qualquer movimento coletivo de materiais como terra e rocha, independentemente da diversidade de processos, causas, velocidades, formas e demais características. As classificações dos movimentos de massa são feitas a partir do tipo de material, a velocidade e o mecanismo do movimento, o modo de deformação, a geometria da massa movimentada e o conteúdo de água (FERNANDES e AMARAL, 2006).

No meio tropical brasileiro é de conhecimento generalizado a vinculação dos escorregamentos à estação de chuvas, associando-os a episódios de elevada precipitação, mesmo que de curta duração. Porém, existe um grande número de episódios de chuvas, de elevada magnitude, que não geram fenômenos de instabilização de encostas (GUIDICINI, 1983). Sendo assim, as causas dos movimentos de massa podem ser dadas, não somente pela quantidade de água contida nos materiais, mas também pela natureza dos materiais da encosta e pela declividade e instabilidade destas.

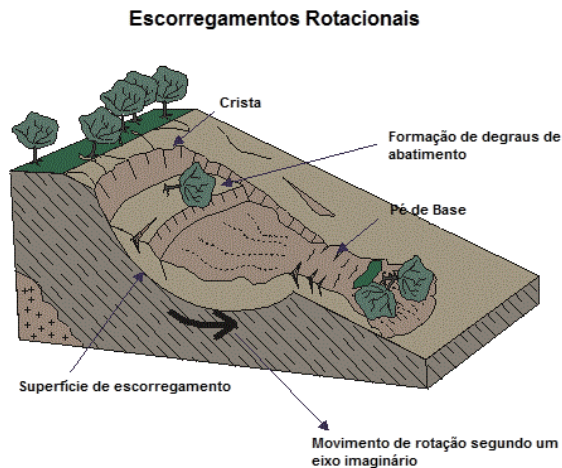
Quando se trata da natureza dos materiais da encosta, identifica-se a dependência dada pelas particularidades da geologia da área de estudo. As encostas de materiais como terra são as mais instáveis de todas e as de materiais como rocha, as mais estáveis. Deste modo, a estabilidade das encostas rochosas depende do intemperismo e do grau de fragmentação do material, sendo mais vulneráveis as áreas de juntas e diaclases, assim como as áreas de esfoliações esferoidais amplas. O ângulo de inclinação do substrato pedregoso é similar ao ângulo de repouso da areia grossa e solta, que é em torno dos  $35^\circ$ . À medida que os fragmentos rochosos se acumulam na encosta, ela gradualmente se torna mais inclinada até exceder o ângulo de repouso (PRESS et al, 2006).

Os movimentos de massa podem ser classificados da seguinte forma: escoamentos - rastejos, corridas, avalanchas - e escorregamentos - rotacionais e translacionais, de rocha ou terra - (GUIDICINI, 1983; IPT, 1991); movimento de massas rochosas e movimento de massas de terra (PRESS et al, 2006); quedas, escorregamentos, corridas, tombamentos e espraiaamentos (FERNANDES e AMARAL, 2006).

Para a presente pesquisa se dá maior ênfase aos escorregamentos, devido a maior frequência de ocorrências de movimentos de massa deste tipo na área de estudo, que seriam movimentos rápidos, com plano de ruptura geralmente bem definido quanto ao seu volume e são de curta duração, tendo distinção entre o material movimentado e não movimentado. O centro de gravidade se desloca para baixo e para fora da encosta. A velocidade máxima do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno. Os escorregamentos podem ser divididos com base no plano de ruptura (translacionais ou rotacionais) e no tipo de material em movimento (rocha, solo ou mistura). Os escorregamentos rotacionais (figura 1) tem a superfície de



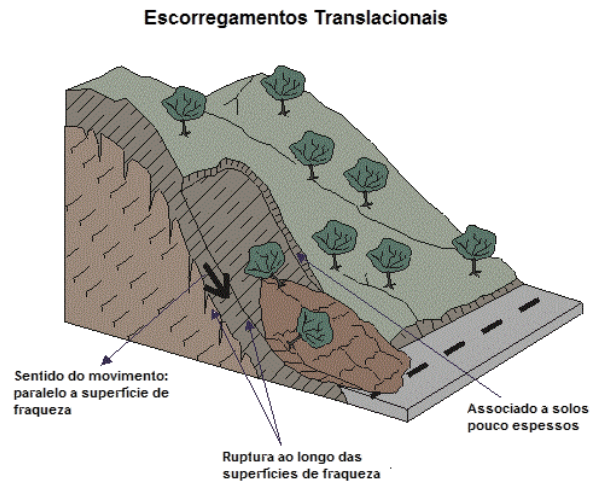
ruptura curva, em solos espessos e homogêneos, originadas em material de alteração argiloso. É um fenômeno que geralmente mobiliza o manto de alteração (GUIDICINI, 1983; FERNANDES e AMARAL, 2006).



**Figura 1:** Exemplo de um escorregamento rotacional.

Fonte: Reis, 2001.

Já os escorregamentos translacionais (figura 2) são considerados os mais frequentes no Brasil. A superfície de ruptura é de forma planar, e acompanha descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas no interior do material. São compridos e rasos e podem ocorrer em encostas mais abatidas, e sendo geralmente extensos. Podem mobilizar rochas, solos e material de mistura. As características morfológicas da encosta e as propriedades hidráulicas dos materiais envolvidos são fatores condicionantes da geração dos escorregamentos translacionais (GUIDICINI, 1983; FERNANDES e AMARAL, 2006).



**Figura 2:** Exemplo de um escorregamento translacional. Fonte: Reis, 2001.

O principal ponto é tratar o risco a ocorrência dos escorregamentos como uma das variáveis que indicariam a qualidade do ambiente. Para tanto, pode-se aferir a probabilidade destes eventos como subsídio ao zoneamento de risco. A situação dada pela probabilidade destes eventos acontecerem diminui efetivamente as condições favoráveis à qualidade ambiental e de vida e, somados ao uso e ocupação da terra, como áreas de ocupação de encosta, potencializam o fator de risco através das ocorrências a escorregamentos.

Para que se tenha em mãos as áreas de previsão a escorregamentos e o posterior zoneamento de risco, pode-se aferir a estabilidade das encostas através de análises espaciais, com o auxílio dos softwares de Geoprocessamento, a partir de modelos matemáticos de base física. O procedimento de utilização de análises espaciais já é utilizado em pesquisas em Geografia e Geologia de Engenharia, dando referência a alguns autores (FERNANDES e AMARAL, 2006; ZAIDAN, 2006; ZAIDAN e FERNANDES, 2009). Identifica-se a importância na representação espacial das áreas de escorregamentos para previsão e medidas de redução dos riscos ambientais.

Esta forma de representar a superfície terrestre através da modelagem matemática tem como uma das ramificações os modelos estatísticos. Os modelos estatísticos fazem do uso da teoria das probabilidades e de outras técnicas que se destinam a lidar com eventos de caráter aleatório. Isso quer dizer que neste tipo de modelagem há um conjunto de valores, nos quais se constituem todos de uma

mesma chance aleatória. Desta forma, um destes valores poderá se mostrar adequado na caracterização da modelagem proposta.

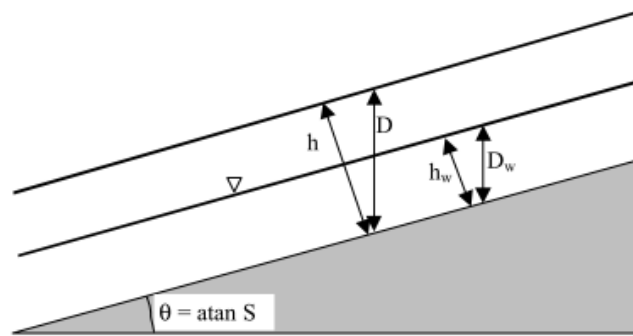
Como exemplo tem-se, a partir de Pack et al (1998), o modelo SINMAP - *Stability Index Mapping*, que é um modelo estatístico baseado na combinação do modelo de estabilidade de encosta (MORGENSTERN & SANGREY, 1978) e no modelo hidrológico de estado uniforme (O'LOUGHLIN, 1986). O programa foi desenvolvido com o propósito de mapear áreas de estabilidade onde há presença de solos rasos. Porém, pode ser aplicada em diversas partes do mundo onde já houve casos de escorregamentos translacionais.

A partir de dados coletados em campo, e a caracterização do solo e do regime pluviométrico local, podem-se construir análises seguras entre a realidade e o que foi gerado pelo modelo, garantindo melhor eficácia e garantia aos resultados finais.

Sua classificação se dá pela variação espacial da declividade e da área de contribuição. Em sua aplicação conta com parâmetros constantes, assim como outros parâmetros que são classificados como incertos e suas variações influenciam diretamente na estabilidade da área.

Assim, os parâmetros de entrada do SINMAP são divididos em duas classes: parâmetros constantes e parâmetros incertos. Os parâmetros constantes são valores únicos, inseridos no modelo antes de sua análise. São:

- i) Profundidade vertical do solo (D): espessura do solo perpendicular à base superficial plana, sem levar em consideração o ângulo de declividade da localidade. É medido em metros (m).
- ii) Profundidade perpendicular do solo (h): neste caso seria a espessura do solo que estaria perpendicular a superfície, considerando o ângulo de declividade, ou inclinação da localidade. É medido em metros (m) (Figura 3).
- iii) Aceleração da Gravidade (g): constante universal, equivalente a 9,81 m/s<sup>2</sup>.
- iv) Densidade da água ( $\rho_w$ ): constante universal, equivalente a 1000 Kg/m<sup>3</sup>.
- v) Densidade do solo úmido ( $\rho_s$ ): com este parâmetro podem ser informadas implicitamente a variabilidade de retenção de água, compactação e infiltração do solo. Este parâmetro é medido em Kg/m<sup>3</sup>.

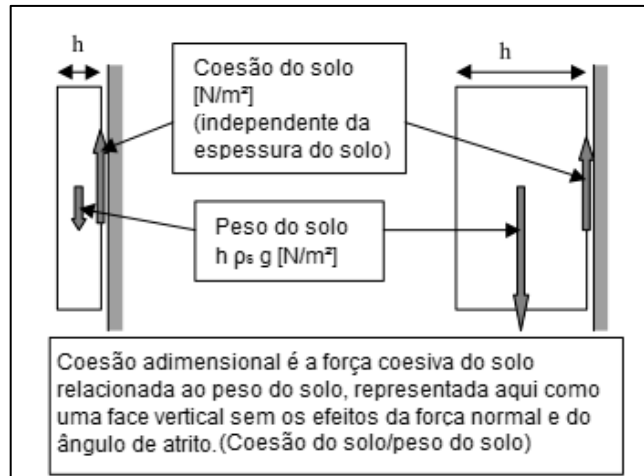


**Figura 3:** Modelo esquemático de encosta infinita.

Fonte: Pack et al, 1998.

Os parâmetros incertos são faixas de valores, entre o mínimo e o máximo, inseridos no modelo antes de sua análise. São:

- i) Relação entre a transmissividade do solo ( $m^2/h$ ) e a recarga de água ( $m^3/h$ ) - ( $T/R$ ): Comprimento de uma vertente plana, não convergente, necessária para desenvolver saturação em período de elevada precipitação. Este parâmetro é medido em metros (m).
- ii) Coesão do solo ( $C$ ): parâmetro adimensional que leva em consideração a capacidade do solo em se manter. Pode ser definida como a resistência ao cisalhamento de um solo quando não há nenhuma pressão externa sobre ele. A resistência pode se dar em função da presença de um cimento natural, que promove a aglutinação das argilas, pelo efeito da pressão exercida pela capilaridade da água, assim como pelo efeito atrativo dos grãos de argila. Esse parâmetro se torna adimensional quando relacionada diretamente ao peso do solo, como ilustrado na figura 4.
- iii) Ângulo de atrito interno do solo ( $\Phi$ ): corresponde à ligação de partículas somente pelas suas formas e pelo atrito gerados entre as mesmas. Quando há coesão entre as partículas, no caso dos solos, a perda de atrito depende de fatores, como a declividade local, a rugosidade, a forma, entre outros. Por ser uma medida angular, os valores devem ser em graus.



**Figura 4:** Ilustração esquemática da coesão. Fonte: Pack et al, 1998.

Devido aos parâmetros incertos, o SINMAP trabalha com limites máximos e mínimos de valores. Os resultados são relacionados ao índice de estabilidade ( $SI$ ) que pode estar relacionado a algum tipo de estabilidade, ou ter alguma probabilidade de escorregamentos.

A elaboração do mapa do índice de estabilidade é considerada como pré-requisito para a elaboração do mapa de risco a ocorrência de escorregamentos. Tal mapa representa de forma qualitativa valores quantitativos encontrados a partir de uma equação estatística que determina a probabilidade ou não de haver fracasso da estabilidade de determinada área.

De acordo com Pack et al (1998) as áreas onde o índice de estabilidade mínimo resultante é menor que 1, há a probabilidade de fracasso, ou seja, aumenta-se a probabilidade de haver escorregamento a medida que o índice se encontra próximo do zero. Quando o índice resulta em valores maiores que 1,0 a área representada é considerada como estável, sendo pouco provável a ocorrência de algum evento.

A classificação de estabilidade feita pelo modelo SINMAP apresenta seis índices ou classes, como demonstrado na tabela 1. Tais classes são divididas de duas formas: as classes com valores de estabilidade acima de 1,0 correspondem a classes que indicam um estado de estabilidade maior, sendo necessários fatores desestabilizadores do terreno, para que qualquer material seja sujeito a movimentação; as classes com valores de estabilidade abaixo de 1,0 correspondem a classes que indicam a presença de instabilidade, indicando que não são

necessários a presença de fatores desestabilizadores para que haja qualquer movimentação de material.

**Tabela 1:** Classificação da estabilidade feita pelo SINMAP.

Condição	Classe	Estado previsto	Parâmetro de Intervalo	Possível influência de fatores
$SI > 1,5$	1	Zona estável	Não pode estar instável	Fatores desestabilizadores significativos são necessários para que haja instabilidade.
$1,5 > SI > 1,25$	2	Zona moderadamente estável	Não pode estar instável	Fatores desestabilizadores moderados são necessários para que haja instabilidade.
$1,25 > SI > 1,0$	3	Zona quase estável	Não pode estar instável	Fatores de desestabilização menores poderiam levar à instabilidade.
$1,0 > SI > 0,54$	4	Zona de baixo limiar de instabilidade	Necessita de condições pessimistas para que haja instabilidade	Os fatores desestabilizadores não são necessários para que haja a instabilidade.
$0,5 > SI > 0,0$	5	Zona de alto limiar de instabilidade	Necessita de condições otimistas para que haja instabilidade	Fatores de estabilização podem ser responsáveis pela estabilidade.
$0,0 = SI$	6	Zona de declividade defendida (instável)	Não pode estar estável	Fatores de estabilização são necessários para a estabilidade.

\* Fonte: Pack et al, 1998.

Considera-se como fatores de desestabilização de encostas o aumento da urbanização e do desenvolvimento em áreas sujeitas a processos, tais como os movimentos de massa, assim como o desflorestamento contínuo destas áreas, e a presença de fortes precipitações.

A precisão dos resultados apresentados pelo modelo, ou seja, o mapeamento das áreas de maior instabilidade é intimamente dependente da qualidade e da resolução do modelo digital de elevação e dos parâmetros de calibração. Desta forma, o inventário de cicatrizes se mostra como uma das peças-chave para calibração do modelo de forma mais concisa, na qual pode interferir nos resultados finais.

A vantagem de utilização do SINMAP para predição de escorregamentos translacionais rasos vem que, além da facilidade de manuseio, possibilita a inserção de diferentes intervalos de parâmetros, resultando assim nas mais variadas simulações. Além da elaboração do índice de estabilidade, o SINMAP pode

representar outras simulações e quadros, como: correções de depressões – onde a presença de depressões pode estar relacionada a erros do modelo digital de elevação, declividade, fluxo de direção da água, assim como a área de contribuição da água. O modelo SINMAP tem como limitação a não aplicação em áreas com presença de escorregamentos rotacionais.

#### 3.4.2 Uso, ocupação e cobertura da terra: aspectos jurídicos

O uso, ocupação e cobertura da terra vêm como um atributo que se pode extrair diversas variáveis que indicam a baixa ou a alta qualidade ambiental. As representações deste atributo identificam variáveis como a densidade de edificações, os espaços livres públicos e a cobertura vegetal e se torna um instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental (IBGE, 2006).

As pesquisas em torno de áreas urbanas colocam a necessidade em dividir a cidade segundo seus diversos tipos de uso, ocupação e cobertura da terra, que segundo Sukopp e Werner (1991) caracterizam a área urbana e exercem grande influência na qualidade ambiental. Esta espacialização é indispensável para que se possa estudar o ambiente e estruturá-lo de forma consistente dentro do planejamento urbano, tornando-se um ponto essencial, pois: “os estudos relacionados à qualidade do ambiente urbano podem subsidiar o planejamento a partir de informações que poderão gerar políticas capazes de tornar o uso e a ocupação da terra nas cidades menos impactantes.” (LIMA, 2007).

Algumas leis representam, classificam e definem políticas para o uso e parcelamento do solo urbano, assim como estipulam diretrizes para um equilíbrio e ordenamento do ambiente urbano, sendo que o equilíbrio do meio ambiente mostra-se evidenciado, tanto em âmbito federal, como também em âmbito municipal. Eis alguns exemplos.

A União dispõe de uma lei geral ao parcelamento do solo urbano, Lei Federal 6.766 de 19 de dezembro de 1979, que tem como característica a classificação do parcelamento do solo em loteamento ou desmembramento, pontuando as infraestruturas que deverão existir nos parcelamentos, como drenagem pluvial, iluminação pública, energia elétrica, esgotamento sanitário, vias de circulação e

abastecimento de água potável. São proibidas algumas áreas para parcelamento do solo, como áreas alagadiças ou sujeitas a inundações, áreas com aterramentos de material nocivo a sociedade, áreas com declividade superior ou igual a 30%, ou áreas de preservação ecológica. Estas características citadas são de ocupação da terra feitas por edificações para fins residenciais, comerciais, institucionais e industriais (BRASIL, 1979). Além disso, algumas resoluções do CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente alteram itens relacionados a lei de parcelamento urbano (BRASIL, 2002;2008).

A primeira política que visou o equilíbrio do meio ambiente seria a lei que dispõe da Política Nacional do Meio Ambiente - PNMA (BRASIL, 1981) que tem como objetivo, assentado no seu art. 1º, “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana”. A partir desta inserção de lei no país, as posteriores políticas urbanas começaram a ter um apelo voltado às questões ambientais.

Por exemplo, considerando as diretrizes dadas pela Política Urbana, exposto no art. 182, dentro da Constituição Federal de 1988, define-se que o desenvolvimento urbano deve garantir o bem estar dos seus habitantes, caracterizando certa preocupação com a qualidade do ambiente, graças à evolução e participação do país em conferências internacionais visando o meio ambiente e a implantação da PNMA (BRASIL, 1988).

Já o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) vem regulamentar o que é proposto nos arts. 182 e 183 da Constituição, descrevendo normas para a ordem pública e o interesse social para os bens coletivos, assim como dos equilíbrios ambientais, mostrando que os interesses do meio ambiente se encontram amalgamados na política urbana. O estatuto da cidade deixa claro que deve ser garantido o direito às cidades sustentáveis, a partir da ordenação e controle do uso da terra, de forma a evitar, assim como vários outros itens, a degradação ambiental e a exposição da população a riscos e desastres. Além disso, é explícito no art. 41, que o plano diretor vem como uma ferramenta aos municípios, nos quais o documento é exigido, para que se possam atender as exigências fundamentais de ordenamento das cidades.

O plano diretor é um documento obrigatório para municípios acima de 20 mil habitantes. Além disso, é obrigatório em casos de o município estar inserido em área



de influência de empreendimentos com significativo impacto ambiental, ser área de apelo turístico, e de o município conter áreas com previsão à ocorrência de movimentos de massa de grande impacto, inundações bruscas ou que convenientemente assista a processos geológicos e hidrológicos, passíveis de acidente.

Os planos diretores, desta forma, pedem um significativo estudo dos aspectos ambientais e das características físicas e sociais do município, devido ao seu objetivo, que vem da necessidade em regulamentar as normas de uso, ocupação e cobertura da terra, já citado, refletindo tais normas com o espaço construído e com o meio ambiente.

Ao se diagnosticar a qualidade do ambiente, considera-se que a escala de representação da paisagem não tem uma definição concreta. Muitas vezes o trabalho a ser executado necessita de uma escala mais detalhada, assim como se pode utilizar por vezes uma escala mais generalizada. Para estudos que necessitam de uma escala com maior detalhe, a generalização mostra ser uma significativa falha na representação das pressões do uso e ocupação da terra em nível local. O detalhamento seria primordial para um diagnóstico adequado (NUCCI, 2008). Para estes tipos de trabalhos os planos diretores escamoteiam, na maioria das vezes, situações críticas dadas à generalização dos elementos da superfície terrestre.

A lei federal 6766/1979 permitiu a criação de normas complementares relativas ao parcelamento do solo municipal para adequar o previsto na lei às peculiaridades regionais e locais. Deste modo, os municípios podem criar sua lei específica. Como exemplo, o Município de Juiz de Fora tem sua própria lei municipal de parcelamento do solo. Tal lei municipal, 6908/1986 (JUIZ DE FORA, 1986) tem como objetivos evitar o adensamento populacional excessivo e ordenar o crescimento da cidade, além de facilitar o uso de equipamentos urbanos e diminuir os gastos de recursos financeiros públicos. As proibições de uso e parcelamento do solo são equivalentes à lei federal 6766/79, com acréscimos dos incisos sobre proibições de parcelamento do solo das áreas com reservas naturais e das áreas de beleza natural paisagística de interesse público.

Porém, o que muito pode ser visto é a falta de cuidado perante o planejamento das cidades e do mau ordenamento do uso, ocupação e cobertura da terra, como áreas com alta declividade, áreas passíveis à inundação, pouca cobertura vegetal, desrespeitos aos recursos hídricos. Além disso, a segregação

espacial é frequente e áreas nobres são notadamente melhores para se viver por estarem próximos aos fragmentos de vegetação ou em áreas estratégicas como o centro econômico. Mesmo com as políticas urbanas regularizadoras, as cidades médias e grandes não priorizam a totalidade da demanda urbana.

### 3.4.3 Indicadores para a representação do uso, ocupação e cobertura da terra: densidade populacional, espaços livres de edificações e densidade de renda

A densidade populacional vem como uma variável que representa o uso e ocupação da terra, no qual contribui a sua existência principalmente aos espaços adensados. Estes espaços adensados são caracterizados, por vezes, devido à presença de maiores pressões proveniente da sociedade sobre os recursos naturais, além da significativa ocupação da terra e, com pouco gerenciamento dado a estas pressões, estes ambientes são mal utilizados, principalmente quando se tratam dos recursos como a água, a terra e o ar. Além disso, há a diminuição da qualidade de se viver nestes ambientes, devido ao desconforto psicológico, além de riscos sociais, ambientais e tecnológicos.

Segundo Nucci (2008), os valores de densidade populacional podem fornecer uma caracterização do meio.

A caracterização do meio se daria através da relação entre uma localidade e a população corretamente definida que utiliza dos recursos desta localidade. Uma população corretamente definida seria uma população caracterizada pelo tamanho, idade, sexo e situação econômica. Muitas vezes há uma densidade populacional alta em determinada localidade, mas que não induz a uma relação negativa com o meio ambiente por se tratar, por exemplo, de uma população com situação econômica privilegiada. Isso remete que cada grupo populacional tem a sua particularidade, além de singulares relacionamentos com o meio ambiente.

A relação entre densidade populacional e uma localidade qualquer caracteriza o potencial de risco, de acordo com a disposição espacial dos equipamentos urbanos, o nível econômico das ocupações, assim como a susceptibilidade ou probabilidade à ocorrência de eventos naturais, como os movimentos de massa, enchentes ou eventos atmosféricos de alto grau.

Esta relação muitas vezes não pode ser compreendida, pois os impactos no ambiente ocasionados pelas pressões sociais não são uniformes, tendo cada grupo social sua forma de pressionar o meio ambiente, assim como de receber as consequências dos processos naturais.

Desta forma, a alta densidade populacional instiga o processo de diminuição da qualidade de vida urbana, em consequência do adensamento não planejado da sociedade em áreas restritas à ocupação. Além disso, o fator dado pela vulnerabilidade social, como a condição econômica domiciliar, acarreta em problemas de risco e pode ser diretamente relacionado a densidade populacional.

Significativa referência a esta variável pode ser dada por Nucci (1998). Segundo o autor, com o adensamento populacional, o cidadão fica sem opção (afastamento psicológico e falta de participação). Quando o ser humano não consegue escapar temporariamente da pressão causada pelo adensamento populacional podem surgir problemas na vida social pela própria vida social, assim como pelo meio físico.

Chegar a um índice ideal para a densidade populacional, atrelada a vulnerabilidade econômica seria uma tarefa muito difícil devido às particularidades culturais, porém os índices de densidade populacional são variáveis que dão subsídios para o fornecimento da caracterização do ambiente. Pode ser considerado que a densidade populacional seria inversamente proporcional à qualidade e custos da infra-estrutura urbana e as melhores condições econômicas da população. Podem ser consideradas como valores redutores da qualidade ambiental urbana taxas acima de 100 hab/ha (NUCCI, 2008).

Os espaços livres de edificações também seriam uma variável que representaria a forma de uso, ocupação e cobertura da terra, inerente a estrutura da paisagem. Esta variável é definida como “áreas não edificadas de propriedade municipal, independente de sua destinação de uso”.

Segundo Cavalheiro et al (1999), padroniza-se os espaços livres de edificações como um sistema inserido na zona urbana, no qual também se constitui pelo sistema de espaços com edificações/construções - caracterizada pelas habitações, áreas industriais, comerciais e de serviços, além do sistema de espaços de integração - como as rodovias e ferrovias. Segundo Preto (2009), o espaço livre seria primordial para estrutura e composição da paisagem urbana, relacionando os espaços edificados ou construídos e caracterizando a fisionomia urbana.

Estes espaços abrangem áreas nas quais podem propiciar conforto à sociedade, de forma a melhorar as condições de vida da população, através do lazer e da melhora na questão psicossocial. Segundo Queiroga (2011), o sistema de espaços livres é de significativa importância dentro da zona urbana, pois seria:

“– fundamental ao desempenho da vida cotidiana; – fundamental na constituição da paisagem urbana, [como] elemento da forma urbana, da imagem da cidade, sua história e memórias; – participa da constituição da esfera de vida pública e da esfera de vida privada” (QUEIROGA, 2011. p. 28).

Tais espaços livres poderiam ser classificados através: da tipologia (particulares, potencialmente coletivos e públicos); das categorias (praças, parques, jardins, etc.); e da disponibilidade ( $m^2/hab.$ , área mínima, distância da residência).

Como exemplo, têm-se a tabela 2 que identifica e sugere índices para espaços livres em áreas urbanas. Segundo Cavalheiro e Del Pichia:

“É importante que se ressalte que os índices existentes não são receitas a serem seguidas, antes eles servem como apoio científico para o planejamento, já que se deve lembrar que a ciência se preocupa com uma acumulação de conhecimento da humanidade e que se deve ter apoio do que já foi gerado” (CAVALHEIRO E DEL PICHIA, 1992, p. 04).

**Tabela 2:** Sugestão de índices para espaços livres.

CATEGORIAS	$m^2/hab.$	ÁREA MIN	DISTÂNCIA DA RESIDÊNCIA	PROPRIEDADE
<u>Parque de vizinhança</u>				
Até 6 anos	0,75	150 $m^2$	até 100 m	Pública ou particular
6 a 10 anos	0,75	450 $m^2$	até 500 m	Pública ou particular
10 a 17 anos	0,75	5000 $m^2$	até 1000 m	Pública
<u>Parque de bairro</u>	6	10 ha	1000 m ou 10 min	Pública
<u>Parque distrital</u>	6,0 - 7,0	100 ha	1200 m ou 30 min	Pública
<u>Parque regional</u>	s/ ref.	200 ha c/água	qualquer parte da cidade	Pública
<u>Cemitério</u>	4,5	s/ ref.	s/ ref.	Pública ou particular
		3,0 - 5,0 ha/1500		
<u>Área para esporte</u>	5,5	hab.	perto de escolas	Pública ou particular
<u>Balneário</u>	1	2 ha	perto de escolas	Pública ou particular
<u>Horta comunitária</u>	12	300 $m^2$	s/ ref.	Pública ou particular
<u>Verde Viário</u>	s/ ref.	s/ ref.	junto ao sistema viário	Pública

\*Fonte: Cavalheiro e Del Picchia (1992); Nucci (1998).

### 3.5 Qualidade ambiental urbana: conceituação e representação

A procura pelos estudos pautados na qualidade ambiental nas cidades vem ligada com a preocupação que se tem do ambiente urbano, em se tratando tanto dos riscos ambientais como da falta da infraestrutura de certos espaços.

Com estes problemas as reflexões sobre a sociedade e o meio ambiente, a partir de uma visão ambientalista, tomou um discurso ecológico. Este discurso ecológico se projeta através de diversas perspectivas que atentam ao padrão de vida urbano incompatível e ao processo de regeneração do meio ambiente, dando uma concepção de contrariedade ao padrão de equilíbrio deste meio. A qualidade ambiental viria neste processo e colaboraria com os estudos que subsidiariam os fenômenos ambientais e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população.

A qualidade ambiental, de certa forma, identifica áreas com bom ou mau planejamento, de acordo com os aspectos positivos ou negativos que a paisagem representa. Segundo Minaki (2009) a baixa qualidade ambiental “muitas vezes não é percebida pela população, que reage positivamente às mudanças paisagísticas de acordo com a modernização do espaço físico”. A qualidade ambiental seria um elemento que caracterizaria o bem-estar coletivo e o equilíbrio do ambiente.

O equilíbrio do ambiente é um fato a ser considerado em áreas urbanas, pois a perda de controle entre as relações sociedade/meio ambiente é característica de cidades, principalmente as de médio porte e os grandes centros metropolitanos (GUIMARÃES, 2004). Whitford (2001) explicita o desequilíbrio ambiental em cidades e identifica a necessidade de melhorias entre a relação sociedade/ambiente, pois em um ambiente urbano há um desequilíbrio ao enxergar os problemas climáticos, hidrológicos e geomorfológicos.

Não há uma definição concreta do que seria a qualidade ambiental, pois há vários vieses que substanciam os estudos, tanto quantitativamente, como qualitativamente. Tal falta de definição seria um problema ao se tratar da qualidade ambiental, porém significativas visões são condicionadas pela formação do pesquisador. Basta que a posição teórico-metodológica esteja concreta e que possa dar caminhos objetivos para que a análise da qualidade ambiental possa representar o recorte espacial escolhido.

A qualidade ambiental traz dois enfoques metodológicos, sendo um objetivo – através da caracterização da paisagem por variáveis ambientais, que são

representações operacionais de um atributo físico – e um subjetivo – onde é considerada a participação popular. Este amplo limite em se operacionalizar os estudos sobre qualidade ambiental parte da falta, ou inexistência concreta de uma sistematização.

Ao se tratar da conceituação da qualidade ambiental, vários autores e órgãos podem ser apontados. Em uma perspectiva internacional, através do *Glossary of Environment Statistics*, que teve como objetivo ser uma ferramenta para referência na definição de termos voltados ao meio ambiente, determina que a qualidade ambiental possa ser conceituada como o estado das condições ambientais nos meios, expressa em termos de indicadores ou índices relacionados a normas de qualidade ambiental (UNITED NATIONS, 1997).

Esta perspectiva vem das necessidades do ambiente urbano nos países desenvolvidos como nos países em desenvolvimento, porém em países desenvolvidos há uma infraestrutura urbanística mais apropriada e planejada onde as maiores preocupações são inerentes ao conforto e ao aspecto paisagístico. A OECD, *The Organisation for Economic Co-operation and Development*, encarregou-se de ditar, de forma global, os principais indicadores ou variáveis que possam correlacionar com o fator da qualidade ambiental e da sustentabilidade. Ao analisar os relatórios emitidos pela OECD (1994) é possível enxergar a grande importância em se manter a qualidade dos recursos hídricos.

Para aferir a qualidade ambiental, o mesmo órgão criou um modelo de avaliação integrada que preserva todos os fatores que se relacionam no ambiente, desde as pressões exercidas, afetando o estado do ambiente, até reconhecerem políticas de respostas para melhoria do meio. Este modelo foi muito difundido e modificado para atender a ambientes diferentes. Já em uma perspectiva nacional, a qualidade ambiental toma outros vieses, não excluindo o anteriormente citado.

Algumas conceituações sobre a qualidade ambiental podem ser exemplificadas. Hogan (1995) explicita que o termo qualidade ambiental remete muito às questões voltadas à poluição atmosférica e à poluição sonora, evidenciando no seu texto a grande influência das perspectivas internacionais da época.

Já Morato et al (2012) em seu trabalho conceitua a qualidade ambiental como parte do processo de avaliação da qualidade de vida, onde qualidade de vida seria o somatório da qualidade ambiental, do nível sócio-econômico e da educação. Assim

como para Martinelli (2004), a qualidade ambiental seria uma variável ambiental da qualidade de vida: “o meio ambiente, conforme as propriedades dos seus elementos produz uma qualidade ambiental que pode ser benéfica ou maléfica para a nossa vida”.

Para Luengo (2013), a qualidade ambiental seria as condições ideais que regem o comportamento do espaço de vida em termos de conforto associado ao ecológico, biológico, econômico, sociocultural, tipológico, tecnológico e estético em suas dimensões espaciais. Assim, a qualidade do ambiente seria o “produto de extensão da interação dessas variáveis para a formação de um habitat saudável, confortável e capaz de atender aos requisitos básicos de sustentabilidade da vida humana individual e interação social no urbano”.

Cordeiro et al (2006) coloca que a qualidade ambiental está inserida em um contexto teórico-metodológico que ainda está por se construir, pois abarca a problemática ambiental, induzindo um estudo integrado da sociedade e da natureza. A mesma autora mostra a dependência dos diversos campos do saber como condição para estudos neste ramo, pois ao se tratar de espaços urbanos, a qualidade ambiental identifica componentes da paisagem urbana e componentes de percepção social.

Alva (1997) conceitua qualidade ambiental como resultante da interação entre sociedade e natureza, o que inclui questões sociais, religiosas, econômicas e políticas, sempre em mudança, e fatores naturais, como o clima, o relevo e os solos. “A qualidade ambiental é percebida e qualificada em primeiro lugar numa dimensão pessoal, baseada em preferências individuais e familiares, que é forçada a se compor com valores sociais através do comportamento e organização coletiva”.

A partir da perspectiva dada pela paisagem, a qualidade ambiental viria como uma forma de síntese da representação das unidades paisagísticas e que serviria de apoio ao planejamento da paisagem. Ao se tratar do planejamento da paisagem o pesquisador tende a construir o todo paisagístico através da intrínseca relação dos fatores ambientais, dando ênfase ao desequilíbrio do sistema urbano.

Para Nucci (2008), a qualidade ambiental se mostra como um instrumento que tem como base geral os estudos realizados em ecologia e planejamento da paisagem, onde há a possibilidade de se verificar o limite dos ambientes encontrados e a possível regulamentação do uso da terra. Partindo da conceituação exposta por Nucci, a qualidade ambiental está intimamente ligada à qualidade de

vida através da relação de equilíbrio entre o meio ambiente e as atividades que envolvem a vida do ser humano e o fator social é evidenciado de forma secundária, mas não excludente do trabalho e do processo de avaliação.

Tonetti (2010) enfatiza que a definição usualmente é enquadrada em uma linha teórica e metodológica de trabalho, o que prejudicaria a mobilidade teórico-metodológica de uma pesquisa que tende amalgamar diversas concepções teóricas, tanto no campo objetivo, quanto no campo da percepção. Sendo assim, a qualidade ambiental é delimitada a partir da base teórico-metodológica do pesquisador.

### **3.6 Cartografia Ambiental e Geoprocessamento**

A Cartografia pode ser considerada como uma produção da representação espacial, através da dinâmica entre a sociedade e a natureza. Correlaciona-se esta representação a ciência geográfica, uma vez que esta ciência necessita da apreensão do espaço. Ambas as ciências, cartográfica e geográfica, competem em uma união através das semelhanças de estudos do mesmo objeto: uma representa o espaço, outra explica e discute sobre o espaço. Desta forma, entende-se que a Cartografia é essencial aos estudos geográficos. Tais estudos podem refletir ora nas dinâmicas entre sociedade-espaço e ora nas dinâmicas entre sociedade-natureza, de forma a possibilitar nesta última às questões inerentes ao meio ambiente.

Alia-se a Cartografia ambiental ao que se denomina Cartografia Temática. Esta parte da cartografia busca coletar dados, analisá-los e interpretá-los, de forma que possam ser representados em mapas-base, sendo que estas representações das informações devem estar geograficamente especializadas na superfície terrestre (FURLAN, s/d).

Identificam-se na Cartografia Ambiental alguns vieses temáticos, como compilado por Souza (2009): o primeiro seria constituído por análises e predições ecológicas, em nível analítico; o segundo seria uma Cartografia voltada aos aspectos da paisagem, de forma a garantir a representação de unidades de mapeamento; outro viés seria a Cartografia voltada aos aspectos naturais da superfície terrestre. Ambos os vieses representam informações que levam reflexões ao modo como a natureza é apropriada.



A importância da Cartografia ambiental e do Geoprocessamento para a análise da qualidade ambiental vem da perspectiva fundamental de representação integrada da paisagem. O Geoprocessamento viria como uma ferramenta que possibilitaria a espacialização da informação, a partir de uma maior acessibilidade, precisão e agilidade. A partir dos sistemas de informações geográficas pode se obter um caminho para elaborar um mapa-síntese, onde há a ausência de componentes isolados, a partir da fusão qualitativa de elementos temáticos.

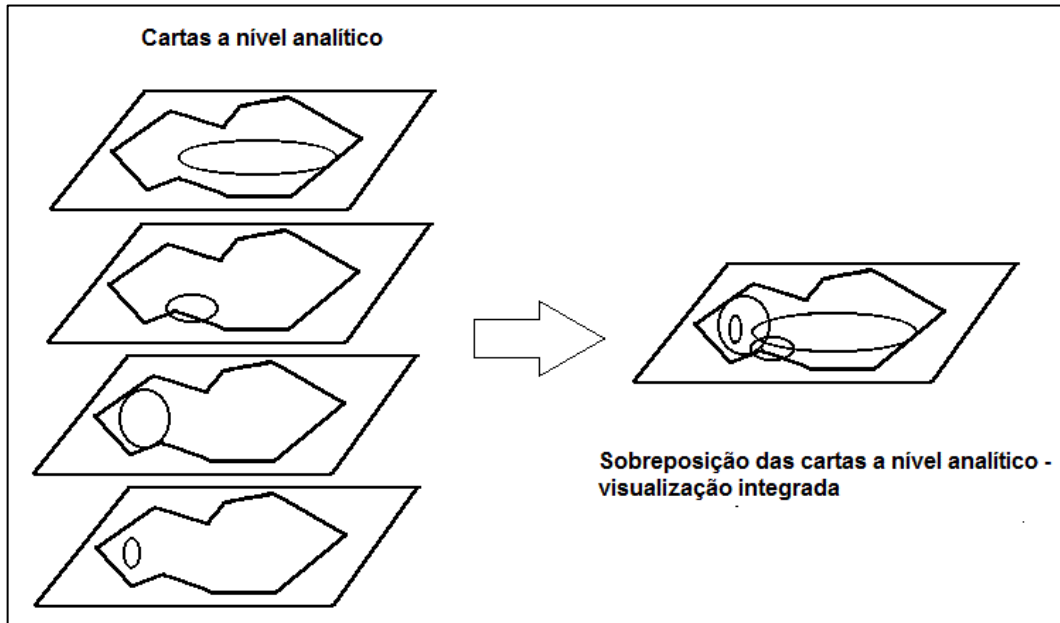
A inovação tecnológica permitiu o avanço das representações cartográficas na ciência geográfica, dando impulso aos mapas de cunho específico, aumentando a importância da Cartografia temática. A representação cartográfica é de grande valia para a interpretação de fatos geográficos, desempenhando um papel importante no mapeamento de variáveis ambientais, subsidiando, assim, os estudos pautados na qualidade ambiental (MINAKI, 2009).

Para que se tenha a aplicação da cartografia para os estudos ambientais, podem-se identificar como concretização da sua funcionalidade três vieses: i) o registro de informações; ii) o processamento dos dados; iii) a denúncia de distorções, apresentando os resultados. A finalidade da cartografia na perspectiva ambiental viria da revelação, sem ambiguidades, da informação representada.

Atualmente, há duas correntes que permeiam na teoria cartográfica: a sistêmica e a semiológica e estas podem ser fundamentadas através da perspectiva da cartografia ambiental. Tal ramo da cartografia é concebido com a mesma indefinição, nos quais todos os ramos ambientais se caracterizam, porém a importância na delimitação escalar se mostra como ponto chave para a representação dos fenômenos paisagísticos, pois dependendo da escala escolhida, o fenômeno pode ser camuflado. Em meio a várias classificações metodológicas para a cartografia ambiental, a maior parte emerge-se na perspectiva de uma cartografia de síntese dos fenômenos paisagísticos. A principal característica da representação de síntese viria da fusão de elementos da paisagem em conjuntos espaciais, através da manipulação de atributos ou variáveis (MARTINELLI, 1994).

O grande cuidado em utilizar a Cartografia Ambiental viria da relação entre o mapa e o texto. Esta relação deveria abordar o conteúdo da informação, através de uma crítica reflexão sobre o assunto. Para a representação da qualidade ambiental, pode-se citar Nucci (1998), no qual em sua pesquisa demonstrou a análise da

dinâmica dos fenômenos paisagísticos, por meio da representação cartográfica conjunta de variáveis, através do nível de síntese da representação (Figura 5).



**Figura 5:** Demonstração do mapa final como síntese de dados a nível analítico.

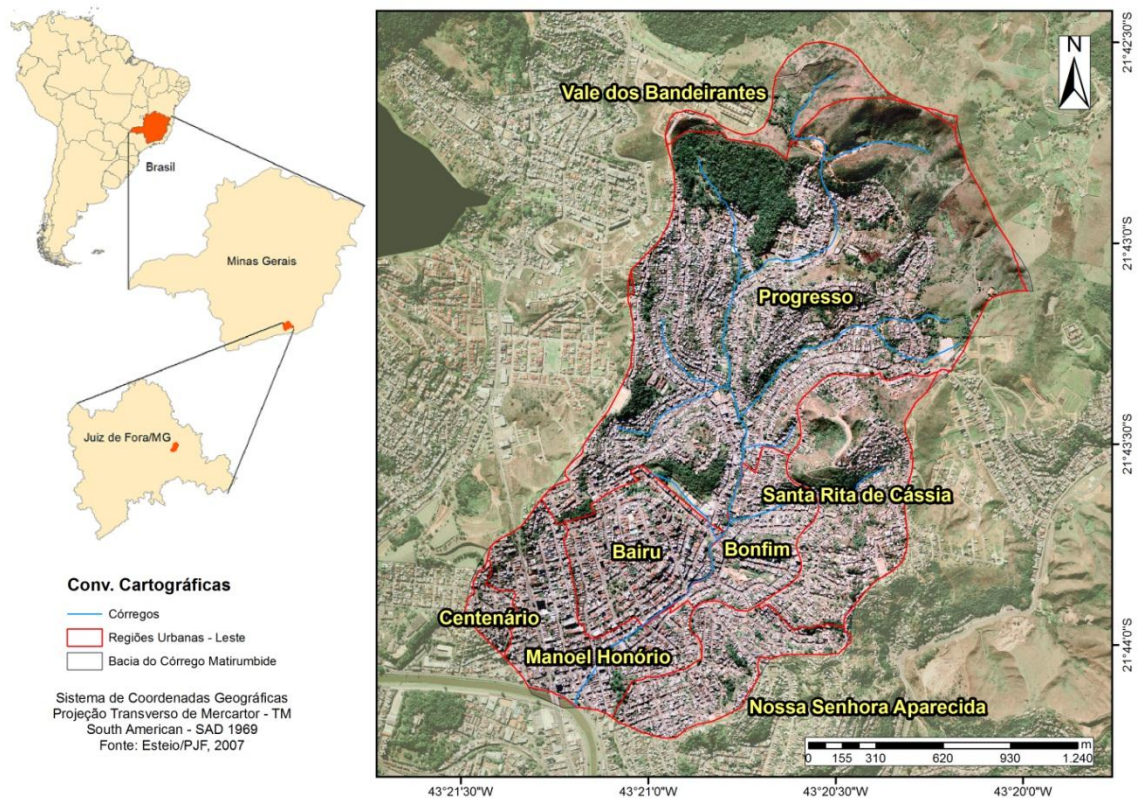
Adaptação: do autor.

Com os avanços tecnológicos o Geoprocessamento vem como uma ferramenta na qual subsidia os estudos pautados na representação paisagística, através de análises espaciais e sobreposição de elementos cartografados. Desta forma, não há mais a necessidade de utilização de ferramentas analógicas para o processamento de dados espaciais, dando maior agilidade nos trabalhos e pesquisas.

### 3.7 Área de Estudo

A bacia do Córrego Matirumbide está localizada entre as coordenadas geográficas 43°21'30" W – 43°20'30" W e 21°44'30" S – 21°42'30" S, zona leste, dentro do perímetro urbano do município de Juiz de Fora/MG. A área é contemplada por oito regiões<sup>4</sup> urbanas, compreendendo 4,42 Km<sup>2</sup> (Figura 6).

<sup>4</sup> A palavra "Região", neste contexto, não está dando sentido ao conceito geográfico, mas sim através da nomenclatura considerada pela Prefeitura de Juiz de Fora para designar as sub-áreas de planejamento municipais.



**Figura 6:** Localização da bacia do Córrego Matirumbide.

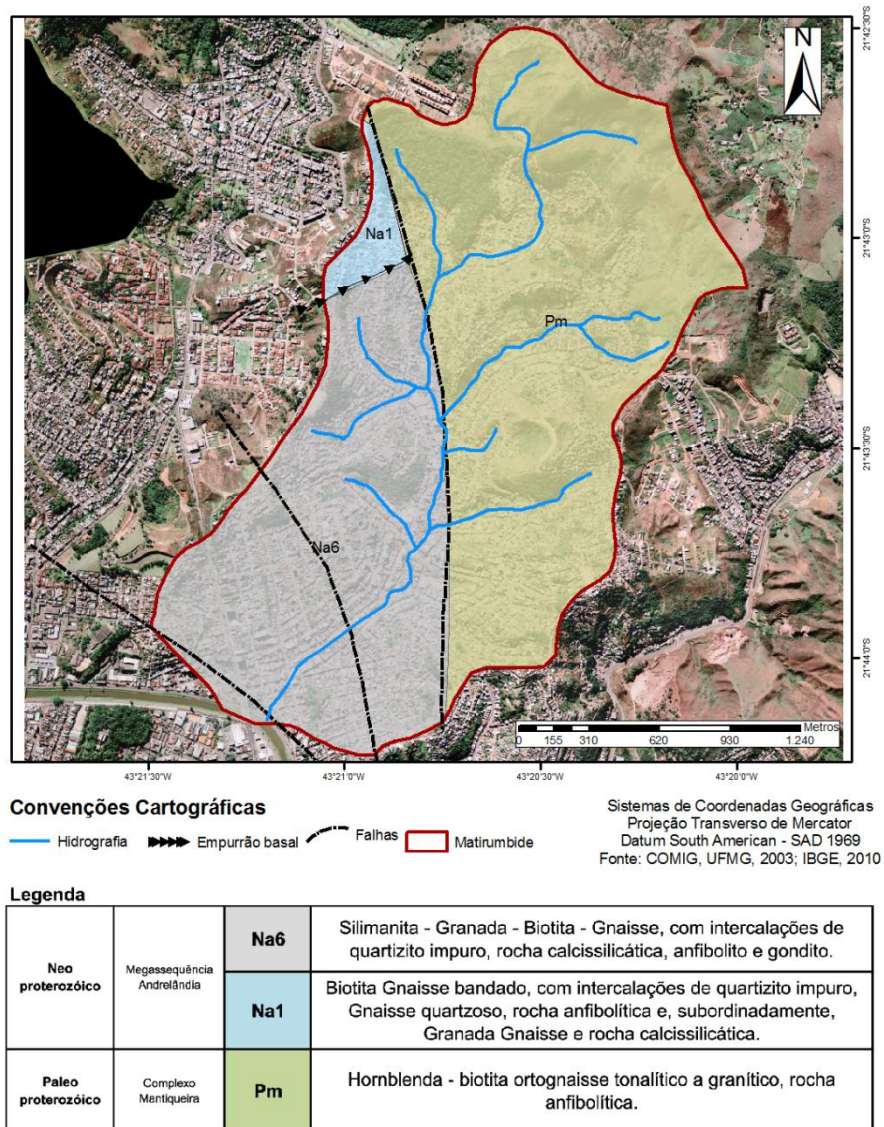
As oito regiões urbanas são: RU Bandeirantes, RU Progresso, RU Santa Rita, RU Bairu, RU Nossa Senhora Aparecida, RU Bonfim, RU Centenário e RU Manoel Honório, todas elas inseridas na Região de Planejamento (RP) do Grama, zona leste de Juiz de Fora.

O município está localizado em uma área compreendida pelas faixas de dobramentos remobilizados das Serranias da Zona da Mata Mineira, na região da Mantiqueira Setentrional, sendo uma região caracterizada pelo relevo ondulado, com ocorrências de morros, além de uma representatividade menor de colinas e serras. O principal rio da cidade é o Rio Paraibuna, que corta o município sentido NW-SE. A bacia do Córrego Matirumbide é um dos afluentes diretos deste rio.

A bacia do Córrego Matirumbide é constituída geologicamente por rochas provenientes do Paleoproterozóico (Complexo da Mantiqueira), assim como por rochas provenientes do Neoproterozóico (Megassequência Andrelândia), como pode ser visualizado pela figura 7 (MINAS GERAIS, 2003).

Além disso, os solos desta área são caracterizados por serem Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa e Latossolo Amarelo distrófico de

textura muito argilosa, sendo estas classificações encontradas em uma proporção 60%, 40%, respectivamente<sup>5</sup> (MINAS GERAIS, 2010).



**Figura 7:** Geologia da Bacia do Córrego Matirumbide. Adaptado de: Minas Gerais, 2003.

O regime pluviométrico da região, influenciado pelo clima da região Cwa, tropical de inverno seco, com temperaturas inferiores a 18°C e verão quente, com temperaturas superiores a 22°C, é concentrado nos meses de outubro a março e,

<sup>5</sup> Vale ressaltar que, a escala da representação dos dados de solos, 1:650000, pode ter escamoteado outras classificações, como Cambissolos. Porém, seguiram-se as classificações para o trabalho de acordo com a representação do documento analisado.

que segundo Ferreira (2012), justifica 84% de precipitações anuais em toda a cidade de Juiz de Fora, totalizando em média 1302,16mm.

Há na bacia do Córrego Matirumbide a presença de dois pequenos fragmentos de cobertura vegetal denominados Mata do Progresso e Bosque Bairu. A pequena densidade de cobertura vegetal vem da brusca ocupação em que a Zona da Mata mineira passou, onde ocasionou uma intensa transformação da paisagem, devido às ações antrópicas como a cafeicultura, a pecuária e a urbanização, principalmente em Juiz de Fora, foco econômico da Zona da Mata. Juiz de Fora passou por um processo de crescimento populacional, devido a sua polarização regional, através dos setores da indústria, do comércio e dos serviços. Em 1910, Juiz de Fora apresentava uma população 87.329 habitantes, crescendo ao longo dos anos, e atualmente apresenta 517.872 habitantes, sendo que mais de 99% da população vive em área urbana (IBGE, 2010).

É interessante destacar também o processo histórico de ocupação, pois é com ele que se pode identificar a transformação da paisagem local. Porém, remete-se neste caso ao próprio processo de transformação da cidade de Juiz de Fora.

O processo de ocupação da cidade se deu em um primeiro momento nas áreas planas do vale próximo ao Rio Paraibuna. A reorganização do espaço juiz-forano, no final do século XIX, já municipalizada, foi caracterizada pelo deslocamento do fluxo de crescimento da cidade para a margem direita do Paraibuna. Mas, anterior a este momento, a região (onde localiza o município) se consolidou pelo trânsito de minerais no Caminho Novo, à margem esquerda do Paraibuna, onde se localiza a bacia do Córrego Matirumbide. O Caminho Novo, ou também conhecido como Caminho Garcia Rodrigues Paes, consolidou-se como rota alternativa de minerais preciosos, ligando a então cidade do Rio de Janeiro (portuária) ao interior de Minas Gerais (sede dos minerais), para a retirada e comercialização destes minerais pelos portugueses, no século XVIII. A região onde atualmente é Juiz de Fora, tangenciando o Caminho, consolidou as primeiras roças de hospedagens para viajantes, transitantes da região (JUIZ DE FORA, 2012).

Essas primeiras roças foram construídas, por sesmarias<sup>6</sup>, localizando-se às margens do Rio. Um século depois a região de trânsito de tropeiros foi nomeada

---

<sup>6</sup> Pedação de terra devoluta ou cuja cultura fora abandonada, que os reis de Portugal entregavam a sesmeiros, para que o cultivassem (BUENO, 1999).

como Santo Antônio do Paraibuna, ainda considerada como povoado. Aos poucos a região foi sendo parcelada e apropriada pelo sistema de concessão de terras (SILVA, 2010).

Neste ponto, a margem esquerda do Rio Paraibuna se mostrava com potencial valorização, principalmente dada pelo Caminho Novo, que percorria paralelamente ao rio Paraibuna. Porém, a efetiva ocupação do que seria a então cidade de Juiz de Fora, pólo regional, deu-se com o desenvolvimento da margem direita do Rio Paraibuna, após a consolidação de uma Estrada Nova para o então Caminho Novo. Um dos propósitos existentes para escolha da margem direita ser o palco da apropriação e do desenvolvimento urbano vem da disposição morfoestrutural do leito de inundação do Rio Paraibuna.

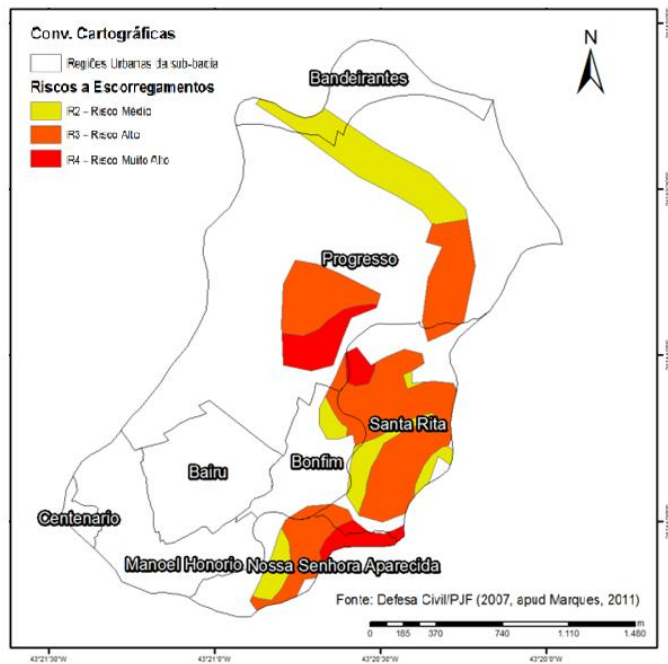
Ao longo do crescimento urbano da cidade, a margem esquerda do Paraibuna foi sendo ocupada por residências, e em sua maioria, nas áreas de encosta, principalmente por populações mais humildes, não restringindo apenas a essas. O centro econômico de Juiz de Fora se constituiu na outra margem do rio principal da cidade.

À jusante da bacia há um maior adensamento da ocupação, ganhando diferentes usos à medida que vai para montante. Esta área adensada tem como característica ocupações que ganharam espaço nas encostas íngremes, principalmente quando se trata de famílias de renda média a renda baixa. Tal bacia é predominantemente residencial, sendo a RU Manoel Honório, à jusante, o sub-centro econômico. Além da ocupação residencial, há a presença de comércios e pequenas indústrias, principalmente a jusante da bacia (JUIZ DE FORA, 2000).

Os bairros que são considerados de alto padrão infraestrutural, além da diferença social dada pelo padrão da renda, são os que estão contidos na RU Bairu. As RU's Santa Rita, Nossa Senhora Aparecida e Progresso são as que concentram a população de renda mais baixa e que ocupam visivelmente as encostas íngremes (JUIZ DE FORA, 2000).

A zona leste de Juiz de Fora, que fica na margem esquerda do rio principal da cidade, por sua ocupação inadequada, é palco de inúmeras ocorrências de escorregamentos de pequenas proporções, sendo os bairros Nossa Senhora Aparecida, Santa Rita e Progresso os mais afetados. Justifica-se através de algumas imagens e noticiários de jornais locais ao longo dos anos, em anexo (CEREZO, 2007; SILVA, 2009).

Todos os eventos que ocorreram e que ainda ocorrem em Juiz de Fora deram subsídios para uma pesquisa, ainda em andamento, feita pela Defesa Civil/PJF. Com os primeiros resultados, concebeu-se o Primeiro Plano Municipal de Redução de Riscos de Juiz de Fora (MARQUES, 2011). Este plano resultou em um mapa onde são identificados 42 áreas de risco ambiental, e destas 42, oito áreas são prioritárias a redução de riscos, devido à precariedade das residências. Quatro dessas se encontram na zona leste de Juiz de Fora, nos bairros que sempre são noticiados (figura 8).



**Figura 8:** Risco a escorregamentos de terra em assentamentos precários na bacia do Matirumbide. Fonte: Marques (2011).

Além dos problemas dados aos escorregamentos, esta área da cidade tem uma significativa densidade demográfica. Segundo Vargas (2006), a zona leste, que compreende em torno de 6% de toda a área do município abriga aproximadamente 90 mil habitantes.

A área da bacia do Matirumbide foi palco de algumas pesquisas. Cristóvão (2006; 2008) realizou uma pesquisa na área da bacia do Matirumbide, focando primeiramente sobre a educação ambiental, e posteriormente na qualidade das águas dos mananciais ali presentes. Em seu trabalho, a autora identifica a significativa degradação ambiental, devido ao mau uso e ocupação da terra. Além disso, Machado (2011) realizou um trabalho, hidrográfico, na bacia do Matirumbide, identificando a alta degradação do córrego principal, também devido à má utilização

e ocupação da terra. Pechincha (2012) realizou uma pesquisa sobre a evolução da ocupação da terra em áreas de preservação permanente também na bacia do Córrego Matirumbide, identificando que as áreas de preservação permanente de vegetação nativa estão sendo degradadas ao longo dos anos.



## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa se pauta em avaliar a qualidade ambiental, onde é feito um estudo de análise integrada da paisagem, através do método sistêmico, dos atributos ambientais previamente diagnosticados, de acordo com o recorte espacial. A metodologia se pauta na Ecologia da paisagem e no Planejamento da paisagem, proposta por Nucci (1998), através da abordagem sistêmica de dados cartografáveis. Tal pesquisa se baseou em um primeiro momento em bibliografia e posteriormente na aplicação dos procedimentos metodológicos.

Algumas adaptações na metodologia de Nucci foram necessárias, devido às particularidades da área de estudo: “a análise da qualidade ambiental tem que levar em consideração a realidade da área de estudo e a representatividade de cada variável ambiental” (LIMA, 2007).

As variáveis ambientais escolhidas foram: o uso, ocupação e cobertura da terra, enfatizando as áreas com espaços livres de edificações, densidade da cobertura vegetal arbórea, além da alta densidade populacional e da baixa densidade de renda, e a probabilidade a escorregamentos. Foi considerada apenas a influência negativa de cada variável para o sistema, na qual pôde estabelecer a relação de que há uma diminuição da qualidade ambiental. Esta representação dada pelas variáveis foi feita por ferramentas de Geoprocessamento, através de caracterizações e análises espaciais.

A pesquisa foi executada com base nas regiões urbanas (RU) existentes na área da bacia, complementadas com os setores censitários (IBGE, 2010). A bacia foi considerada apenas como uma unidade funcional, para a elaboração e concretização de informações que levam como base um sistema.

A escolha da área de estudo se deveu a alguns pontos relevantes para que se analise a qualidade ambiental: o processo de ocupação não planejado ao longo do tempo; a posição contra o vetor de desenvolvimento econômico da cidade, caracterizando a área com algumas ocupações mais frágeis e com uma população de menor rendimento; as particularidades dos aspectos físicos da área, que ajudou no aumento das ocupações em áreas de encostas; a área ser palco de recorrentes ocorrências de eventos e acidentes naturais; a área ser identificada com algumas

áreas de alto risco ambiental prioritário; a bacia, devido ao seu pequeno porte, auxiliar no melhor detalhamento de informações; a bacia, inserida por completo na área urbana, ter o seu curso d'água principal como um dos mais poluídos da cidade, identificando a falta de gerenciamento.

#### 4.1 Para a elaboração dos mapas dos atributos ambientais

##### 4.1.1 Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra

Para tal mapa ser elaborado foi feita uma interpretação visual através das imagens aerofotogramétricas feitas pela empresa ESTEIO em 2007, cedidas pela Defesa Civil/PJF juntamente com visitas a campo, para conferências e algumas atualizações (nas regiões urbanas contidas na bacia do Córrego Matirumbide). A imagem aerofotogramétrica foi mosaicada, através da ferramenta de mosaico de imagens raster no ArcGIS. Cada imagem possui resolução espacial de 0,2 metro.

Parte-se do princípio que a análise desta variável possa indicar as relações possíveis entre a dinâmica de ocupação da sociedade com os aspectos físicos. Para que haja baixa qualidade ambiental foi considerado o mau uso e ocupação da terra dado pela característica física da área. Para tanto convencionou a classificação de uso, ocupação e cobertura da terra de acordo com o proposto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2006), como demonstrado na tabela 6, seguindo algumas adaptações para a área de estudo e para a escala a ser utilizada.

**Tabela 3:** Classes de uso e cobertura da terra

NÍVEL I	NÍVEL II
1. Áreas antrópicas não agrícolas	1.1 Área residencial
	1.2 Área comercial
	1.3 Área industrial
2. Áreas antrópicas agrícolas	2.1 Cultura
	2.2 Pastagem
3. Áreas de vegetação natural	3.1 Florestal
4. Água	4.1 Corpos d'água continentais

\*Fonte: IBGE, 2006.

Desta forma, a classificação do uso, ocupação e cobertura da terra foi padronizada a partir da metodologia proposta pelo IBGE (2006), que leva em consideração a escala de mapeamento, a natureza da informação básica e a unidade de mapeamento. Desta forma, utilizou-se a definição da menor área a ser mapeada na escala em que se encontra a representação. Organizou-se a classificação a partir de três níveis:

- i) Nível I: classes de usos que sobrevivem à distinção da cobertura terrestre em áreas antrópicas, naturais e corpos d'água continentais e costeiros. Desta forma, estabelece a distinção das classes em: área antrópica agrícola, área antrópica não agrícola; área natural florestal, área natural campestre; corpos d'água continentais e corpos d'água costeiros.
- ii) Nível II: subclasses de usos encontradas pelo detalhamento das classes do nível I. Assim, tem-se: áreas urbanizadas, áreas de extração mineral, culturas temporárias e permanentes, pastagem, floresta, corpos d'água continentais ou costeiros.
- iii) Nível III: contempla a menor unidade de paisagem homogênea adotada pela metodologia, como, por exemplo: Unidade de conservação, edificações domésticas, estabelecimentos comerciais, complexos industriais.

Para o presente estudo conservou o detalhamento dado pela classificação Nível III para a área urbanizada. Porém, as demais classes, como pastagens, florestas e áreas degradadas, foram representadas a partir da classificação em Nível II, pois não houve a necessidade de se estabelecer uma unidade de mapeamento menor. Adequou-se as classes denominadas pastagem e floresta para Vegetação rasteira e Vegetação arbórea, respectivamente. A transição entre estas duas classes foi classificada como Vegetação mista. As áreas sem vegetação foram denominadas áreas com solo exposto.

#### 4.1.2 Mapa de densidade de cobertura vegetal arbórea

Para a criação deste mapa foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas, já citadas, e o limite da bacia. Através da ferramenta Densidade de Kernel<sup>7</sup>, no ArcGIS, atribuiu-se a densidade de vegetação arbórea ao longo do limite da bacia, gerando valores espacializados.

O mapa de densidade de cobertura vegetal arbórea prevê a representação de qualquer espaço vegetado, dando real atenção à densidade da vegetação de determinada área. Este mapa foi produzido através da interpolação de pontos em ambiente SIG.

Para que a densidade de cobertura vegetal arbórea pudesse ser representada, identificaram-se as áreas de cobertura vegetal arbórea, tanto pública quanto privada, nas quais mostraram uma densidade visual significativa. Segundo Nucci (2008), para tal análise seriam considerados qualquer tipo de cobertura que pudessem ser representadas em fotografias aéreas na escala 1:10000. Consideraram-se apenas unidades de mapeamento significativas zonalmente, utilizando como referência as imagens aerofotogramétricas.

Como apontado por Oke (1973, apud Nucci, 2008), o ideal para a densidade de cobertura vegetal seria a área ter pelo menos 30% de seu ambiente vegetado, de forma homogênea. Este percentual traria certos benefícios ao ambiente urbano, como sombreamento, equilíbrio e conforto climático.

A estatística proveniente da ferramenta utilizada leva em consideração apenas a concentração de pontos. Os pontos caracterizaram as áreas com vegetação arbórea, sendo contemplada a arborização das ruas. Quanto mais pontos ocorrem em uma área, maior é a densidade. Desta forma, pode-se identificar a concentração de vegetação arbórea, porém não se usa dados areais a partir desta representação. Por se tratar de uma análise geoestatística, os resultados são definidos através da visualização espacial.

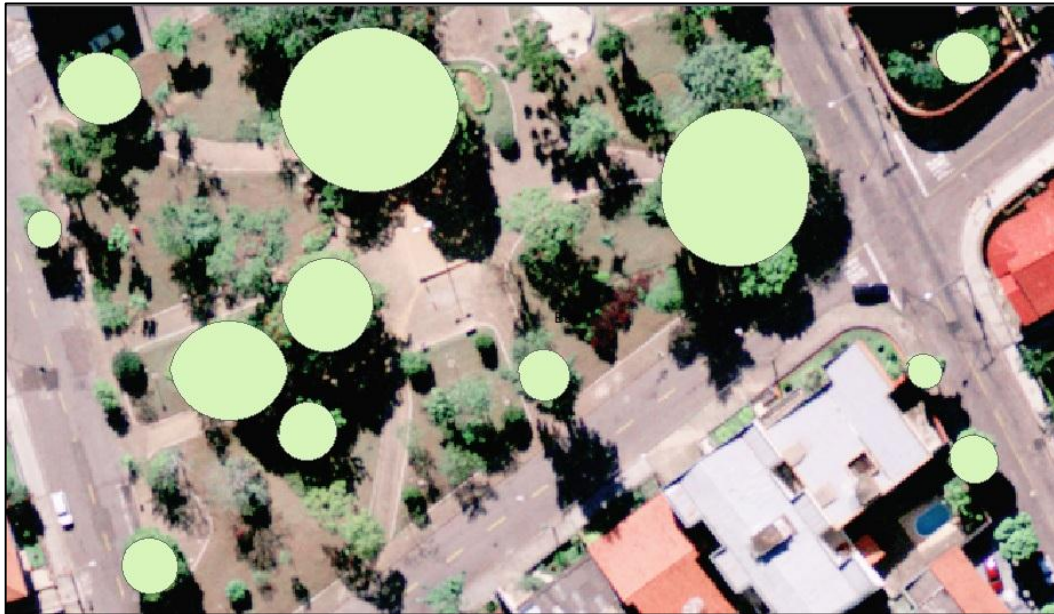
A diferença entre a representação da cobertura vegetal arbórea feita pela classificação do uso, ocupação e cobertura da terra e a feita para o mapa de densidade da cobertura vegetal arbórea, seria que na primeira representação optou-

---

<sup>7</sup> A densidade de Kernel tem como “objetivo é obter uma estimativa suavizada da densidade de eventos por unidade de área, uma propriedade de grande relevância para a análise do comportamento de um processo estocástico espacial” (SANTOS e ASSUNÇÃO, 2003).

se pela generalização de certas classificações, a partir do tamanho da unidade de mapeamento. Assim, as unidades de vegetação arbóreas mais significativas concebem uma maior influência no microclima, aumentando a questão do conforto, devido a maior densidade das copas das árvores. Já na segunda representação, a utilização da arborização das ruas se tornou importante, pois o método de Kernel trabalha com a influência de vizinhança. Desta forma, muitas vezes uma única arborização pode beneficiar residências muito próximas a ela, mesmo que em uma visão escalar maior não tenha muita influência.

Para a elaboração dos pontos para posterior análise espacial, houve a vetorização das copas das árvores, com o auxílio de imagem aerofotogramétrica do recorte espacial, como exemplificado na figura 9.



**Figura 9:** Exemplo de vetorização das áreas com cobertura vegetal arbórea para a representação da densidade.

#### 4.1.3 Mapa de espaços livres de edificações

Para a criação do mapa de espaços livres de edificações foram utilizadas as imagens aerofotogramétricas, já citadas, os limites das regiões urbanas e o auxílio de visitas a campo. A representação das áreas com vegetação foi contemplada. Não foram levadas em conta as áreas de movimentações de automóveis, como estradas vicinais ou rodovias. De acordo com Nucci (1998) o ideal seria 5m<sup>2</sup> de espaço livre

por habitante, trabalhando com a existência ou não destes espaços, além de sua presença significativa para a população. A análise foi visual, através das imagens aerofotogramétricas.

Para a elaboração do mapa de espaços livres de edificações foram consideradas, em um primeiro momento, a distinção entre os espaços com edificações, os espaços livres de edificações e os espaços de integração, (CAVALHEIRO et al, 1999). Previamente foi necessária a análise do mapa de uso, ocupação e cobertura da terra. Para os espaços com edificações foram considerados todos os espaços construídos e ocupados por domicílios, estabelecimentos comerciais e indústrias. Os espaços de integração foram considerados as vias públicas de circulação, como rodovias e ferrovias.

Já para os espaços livres de edificações foram consideradas, primariamente, a caracterização de todos os espaços nos quais não há qualquer tipo de adensamento de domicílios, estabelecimentos comerciais e indústrias, além de vias públicas e que estejam inseridos na zona urbana da cidade. Destes espaços foram detalhados apenas os que são públicos, abertos a população.

#### 4.1.4 Mapa de densidade populacional e densidade de renda

Para que fosse feito o mapa de densidade populacional e da situação econômica domiciliar, a partir da densidade de renda, foram utilizados os limites das regiões urbanas e os dados secundários dos domicílios e populações residentes, de acordo com os dados do Censo Demográfico de 2010 feitos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A alta densidade se mostraria como uma variável negativa ao ambiente, assim como a baixa condição econômica domiciliar, através da baixa densidade de renda. Os valores de densidade populacional utilizado como ideais foram os considerados abaixo de 100 hab/ha.

A representação da densidade populacional foi efetuada seguindo o critério estabelecido por Nucci (2008). Foi utilizada a contagem populacional do censo de 2010 dos setores censitários que estão inseridos na bacia do Matirumbide. A densidade populacional foi calculada de acordo com a área da Região Urbana nas quais os setores censitários estariam inseridos.

As áreas das regiões urbanas consideradas para o cálculo abrangeram toda a superfície, incluindo ruas, cobertura vegetal, praças, entre outros. A partir de todas essas áreas, onde não há ocupação da população por domicílios, a densidade populacional seria diluída, diminuindo valores que poderiam ser mais altos. Entretanto, Nucci (2008) salienta em seu trabalho que não há limites de restrição em se estabelecer qual área a ser considerada para o cálculo de densidade populacional.

Já a representação da situação econômica domiciliar através da densidade de renda foi feita segundo sua representatividade ao longo da bacia. As áreas com maiores valores de rendimentos mensais por domicílios foram consideradas áreas com melhores condições infraestruturais, assim como as áreas com menores rendimentos mensais com piores condições infraestruturais. Estas duas representações geraram um mapa no qual pôde indicar a influência da infraestrutura sobre a densidade da população<sup>8</sup>.

#### 4.1.5 Mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos

Para a criação do mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos foram utilizados como base as curvas de nível da área de estudo, com equidistância de 1m, obtidas pelo perfilhamento a laser LIDAR feitas pela empresa ESTEIO em 2007 e cedidas pela Defesa Civil/PJF; as imagens aerofotogramétricas, já citadas, dados primários coletados por GPS e auxílio de visitas a campo.

Através do uso de um modelo de previsão a ocorrência de escorregamentos probabilísticos ou estatísticos, como o SINMAP (PARK et al, 1998), programado no ArcGIS, através da equação (01), gerou-se a análise de instabilidade.

$$SI = FS = \frac{c_a + \cos \theta \left[ 1 - \min\left(\frac{R \times a}{T \times b \times \sin \theta}, 1\right) \times r \right] \tan \phi}{\sin \theta} \quad (01)$$

Onde:

$c_a$  = forma adimensional da coesão;

---

<sup>8</sup> Uma outra possibilidade para elaboração de um mapa que pudesse representar a densidade de renda seria a representação do índice de Gini para as regiões urbanas.

$r$  = é a relação entre a densidade da água e a densidade do solo úmido ( $\rho_w =$  Densidade da água;  $\rho_s =$  Densidade do solo úmido);

$\phi$  = Ângulo de atrito interno do solo;

$\theta$  = Declividade da encosta;

R/T = comprimento de vertente plana não saturada;

a = Área de contribuição;

b = Comprimento de contorno.

Primeiramente foi feita a interpolação das curvas nível para a geração do modelo digital do terreno. Este MDT serviu como uma das bases de entrada no SINMAP, um modelo de base física probabilístico de previsão à ocorrência de escorregamentos (PARK et al, 1998), programado no software ArcGIS. A representação da declividade na área da bacia foi utilizada como apoio a análise.

O SINMAP, que está relacionado a fatores hidrológicos e a fatores relacionados à fragilidade do solo, teve que ser alimentado por parâmetros de entrada relacionados à precipitação da região, ao tipo de solo e ao relevo. Condicionado às características da área de estudo como o clima, utilizou-se dados pluviométricos dos dias 10/12/2013 e 25/12/2013, nos quais foram considerados os dias mais críticos do ano de 2013, totalizando 59,4mm e 87,2mm, respectivamente. Já os parâmetros relacionados aos solos, foram condicionados a valores encontrados em pesquisas feitas em ambiente similar à área de estudo, nas quais se mostrou a compatibilização do tipo de solo, nos quais tiveram resultados satisfatórios e adequados para a inserção nesta pesquisa. Foram utilizados como valores de entrada do modelo medidas já calculadas e publicadas. Foram escolhidos valores de parâmetros relacionados a um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, LVAd (ROCHA et al, 2002; SILVA, 2013), assim como a um Latossolo Amarelo Distrófico, LAd (SILVA e CARVALHO, 2007; SILVA, 2013). Estes valores inseridos no modelo foram discriminados na tabela 4, para cada tipo de solo encontrado na área de estudo.



**Tabela 4:** Valores de entrada do modelo SINMAP. Fonte: vários autores.

Parâmetros do SINMAP	Valores:		Referências utilizadas
	LVAd (60%)	LAd (40%)	
Densidade da água (Kg/m <sup>3</sup> )	1 x 10 <sup>3</sup>	1 x 10 <sup>3</sup>	Constante universal
Ângulo de atrito interno do solo (°)	11,3	36	Rocha et al (2002); Silva e Carvalho (2007).
C = Coesão adimensional	0,54	0,57	Rocha et al (2002); Gibertoni et al (2011); Carvalho et al (2010)
$\rho_s$ = densidade do solo (kg/m <sup>3</sup> )	1,31 x 10 <sup>3</sup>	1,35 x 10 <sup>3</sup>	Rocha et al (2002).
g = aceleração da gravidade (m/s <sup>2</sup> )	9,81	9,81	Constante universal
T/R (m)	52 303	52 303	Silva (2013); INMET (2013).

Os dados apresentados na tabela 4 mostraram os valores de entrada para cada tipo de solo. Estes solos são encontrados em proporções diferenciadas na área de estudo e, assim, os valores dos parâmetros foram ponderados de acordo com o percentual de cada solo. Para os parâmetros com entrada dupla (máximo e mínimo), consideraram-se os distintos valores de cada solo. Desta forma, a tabela 5 indica os valores finais nos quais foram utilizados como entrada no modelo.

**Tabela 5:** Parâmetros finais ponderados.

Parâmetros de entrada do SINMAP	Valores
Densidade da água [Kg/m <sup>3</sup> ]	1 x 10 <sup>3</sup>
Ângulo de atrito interno do solo [°]	Mín. 12
	Máx. 36
C = Coesão adimensional	Mín. 0,54
	Máx. 0,57
$\rho_s$ = densidade do solo [kg/m <sup>3</sup> ]	1,32 x 10 <sup>3</sup>
g = aceleração da gravidade [m/s <sup>2</sup> ]	9,81
T/R [m]	Mín. 52
	Máx. 303

Os resultados gerados pelo SINMAP foram apresentados através de seis classes automaticamente elaboradas, sendo três classes indicando favorabilidade à estabilidade (estável, moderadamente estável, quase estável), e outras três classes

indicando favorabilidade à instabilidade (baixo limiar de instabilidade, alto limiar de instabilidade, instável).

Segundo a classificação resultante do SINMAP, o fator de segurança menor do que 1 adequaria a uma maior favorabilidade a instabilidade, pois a presença de fatores desestabilizadores já não seriam mais necessários para que houvesse instabilidade, bastando a combinação de características do terreno para que a instabilidade ocorresse. Assim, seriam necessários fatores estabilizadores para que não houvesse eventos ocasionados pela instabilidade do terreno. Já a condição inversa aconteceria quando o fator de segurança ultrapassasse o valor de 1.

Convencionou-se reclassificar o mapa gerado pelo SINMAP em três classes, de modo a representar o grau de instabilidade, de acordo com o fator de segurança<sup>9</sup>: baixa instabilidade (valores acima de 1, indicando as classes com favorabilidade a estabilidade), média instabilidade (valores entre 0,1 e 1, indicando valores de baixo e alto limiar de instabilidade) e alta instabilidade (valores iguais a 0, indicando a classe instável).

Após a geração do mapa com a inserção dos parâmetros relatados acima, considerou-se a posterior validação do modelo através do mapeamento das pequenas cicatrizes de escorregamentos, a partir das análises de levantamento aerofotogramétrico, além dos levantamentos em campo. A validação dos resultados gerados pelo SINMAP aconteceria se os pontos de cicatrizes coincidissem com as áreas classificadas pelo SINMAP com o fator de segurança menor que um (baixo limiar de instabilidade, alto limiar de instabilidade e instável).

As cicatrizes coletadas em campo foram classificadas de três formas: naturais, quando se julgou que o evento foi ocasionado por condições naturais; induzidas, quando se julgou que o evento foi ocasionado por uso antrópico; e duvidosas, quando não se soube qual a origem do evento. Esta classificação deu suporte a uma melhor validação do modelo, já que se tem maior confiabilidade nas cicatrizes que foram ocasionadas de forma natural, indicando uma melhor relação com as áreas de maior instabilidade. Considerou-se o modelo validado através da presença de um percentual satisfatório de cicatrizes que se encontraram em áreas

---

<sup>9</sup> Através da concepção de estabilidade representada por Gerscovich (2012), entende-se que ocorre estabilidade de uma encosta quando o fator de segurança, determinado pela relação entre forças de ruptura do solo e forças de coesão do solo, é maior que 1, ou seja, as forças de coesão do solo sobressaem às forças de ruptura. Quando o fator de segurança se iguala ou é menor que 1, considera-se o terreno instável.

com valores de fator de segurança menor que 1, ou seja, com probabilidade a instabilidade.

#### 4.1.6 Mapa de risco a ocorrência de escorregamentos

Para a criação do mapa de riscos a ocorrência de escorregamentos foram utilizadas o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra e o mapa de probabilidade a escorregamentos, sendo feito um cruzamento dos mapas através da ferramenta de sobreposição ponderada disponível no ArcGIS. A ponderação dos mapas na sobreposição se deu em 50% para cada uma delas. Já as classes de valores encontradas nas legendas de cada mapa receberam valores distintos. A heterogeneidade de valores foi necessária, uma vez que para gerar distintas classes para o mapa sobreposto seria necessário pontuar as classes a serem sobrepostas de forma que o novo mapa tivesse a influência dada pelos valores.

O software ArcGIS disponibiliza várias escalas de avaliação para atribuição de valores para classes de mapas a serem sobrepostos: escala de 1 a 9, 1 a 5, 1 a 3, -1 a 1, -5 a 5 e -10 a 10. Para o presente estudo, convencionou-se a avaliação da sobreposição a partir da escala de 1 a 9, pois as classes de uso, ocupação e cobertura da terra são no total de sete classes. Na tabela 6, podem ser visualizados os valores de ponderação dados para cada classe, tanto para o mapa de probabilidade de escorregamentos, quanto para o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra. Os valores foram arbitrados por equipe, levando em consideração a influência e o desencadeamento para o risco.

**Tabela 6:** Valores de classes para a sobreposição e criação do mapa de risco a ocorrência dos escorregamentos.

Mapa	Classes	Valores Ponderados
Instabilidade	Alta Instabilidade	9
	Média Instabilidade	8
	Baixa instabilidade	7
Uso, ocupação e cobertura da terra.	Corpos D'água	1
	Área Edificada	9
	Vegetação Rasteira	3
	Solo Exposto	7
	Vegetação Arbórea	1
	Vegetação Mista	1
	Uso Agrícola	5

Entendeu-se que para o mapa de probabilidade a ocorrência de escorregamentos as classes seriam pontuadas com o mínimo de discrepância possível, porém a discrepância não foi descartada. Desta forma, as classes de alto, médio e baixo risco receberam pontuação 9, 8 e 7, respectivamente. Já para o mapa de uso, ocupação e cobertura da terra, entendeu-se que as áreas mais adensadas e povoadas seriam mais pontuadas, de acordo com o grau de risco. Assim, as áreas com ocupações urbanas receberam maior nota. Assim como, áreas inseridas nos aglomerados urbanos, como solo exposto, também receberam notas mais altas. Uma vez que estas áreas estão sujeitas aos eventos e estão próximas de áreas ocupadas, elas condicionam risco à população local. Isso quer dizer que usos que estão distantes de aglomerados urbanos receberam notas menores. Áreas com cobertura vegetal e corpos d'água não canalizados receberam notas pequenas, uma vez que não surte alto risco por não haver aglomerados urbanos e por não condicionar quadro ao processo de movimentação de massa.

Convencionaram-se os tipos de uso manipulados ou não pelo homem, próximos às áreas edificadas podem influenciar de alguma forma as áreas urbanizadas gerando algum acidente, o que foi pertinente ao estudo, já que toda a bacia se encontra no perímetro urbano e contém a maior parte de sua superfície urbanizada. Por exemplo, a figura 10 ilustra uma área da bacia com diferentes unidades de paisagem. Parte da superfície é urbanizada com edificações e parte não é urbanizada, caracterizada por uma vegetação rasteira. Desta forma, algum evento atrelado a um movimento de massa que pode ocorrer nesta encosta caracterizada pela vegetação rasteira pode gerar perdas nas proximidades onde há edificações construídas, acarretando em um acidente.



**Figura 10:** Área da Bacia localizada na RU Progresso com diferentes unidades de paisagem.

Já áreas de vegetação mais densa e corpos d'água teriam menores chances de ter algum risco à ocorrência de escorregamentos, devido a maior estabilidade dada as circunstâncias de coesão aparente da cobertura vegetal e dos locais com menores valores de declividade, diminuindo as chances de perda da resistência ao cisalhamento, devido ao peso do solo e ao peso da gravidade, como encontrados nas várzeas. As áreas de ocupações urbanas seriam as mais dispostas a terem algum acidente relacionado às ocorrências de escorregamentos, gerando risco.

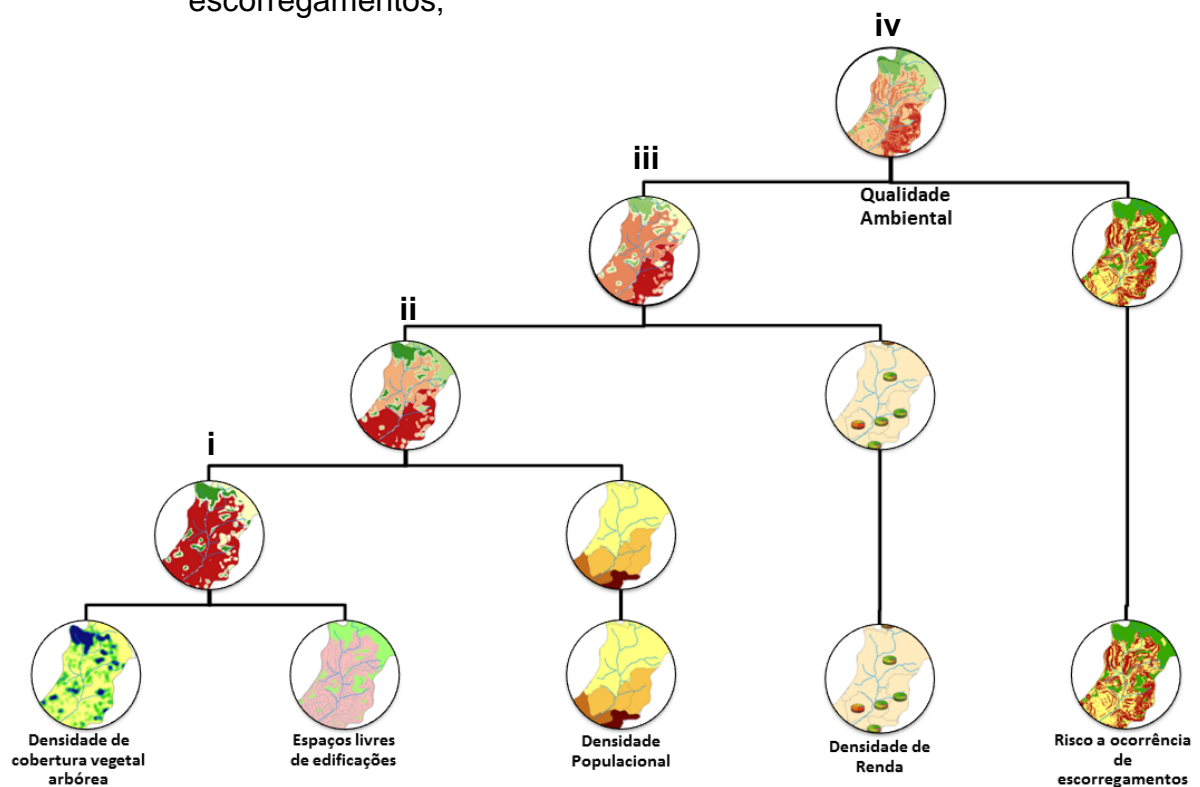
#### **4.2 Para a elaboração do mapa-síntese da Qualidade Ambiental**

Para a elaboração do mapa-síntese da Qualidade Ambiental foi necessária a utilização dos mapas nos quais representam os atributos ambientais: densidade de cobertura vegetal, espaços livres de edificações, densidade populacional, densidade de renda e risco a ocorrências dos escorregamentos.

Para que o mapa síntese pudesse ser feito utilizou-se do procedimento de sobreposição dos cinco mapas analíticos, através do software ArcGIS. Esta sobreposição se deu através da soma dos atributos negativos. Assim, quanto maior a quantidade de atributos negativos de uma região, menor seria a qualidade do

ambiente. Essa sobreposição foi feita por pares de mapas<sup>10</sup>, como estabelecido pela metodologia de Nucci (1998). Desta forma, instituíram-se os seguintes pares de sobreposição (figura 16):

- i) Mapa de densidade de cobertura vegetal x Mapa de espaços livres de edificações;
- ii) Mapa da primeira sobreposição (Mapa de densidade de cobertura vegetal x Mapa de espaços livres de edificações) x Mapa de densidade populacional;
- iii) Mapa da segunda sobreposição (Mapa da primeira sobreposição x Mapa de densidade populacional) x Mapa de densidade de renda;
- iv) Mapa da terceira sobreposição (Mapa da segunda sobreposição x Mapa de densidade de renda) x Mapa de risco a ocorrência dos escorregamentos;



**Figura 11:** Sobreposição de mapas analíticos para a representação da Qualidade Ambiental.

O mapa final gerou uma legenda, na qual informou a quantidade de atributos de cada área da bacia, desde nenhum atributo até cinco atributos, indicando respectivamente a alta qualidade ambiental até a baixa qualidade ambiental.

<sup>10</sup> Não se descarta a utilização da sobreposição através de multicritérios. Porém, convencionou-se trabalhar da forma com que a metodologia foi elaborada.

### 4.3 Para a elaboração do mapa da qualidade ambiental por região urbana

Para que pudesse ser feita a classificação da qualidade ambiental por região urbana foi necessária a utilização do mapa-síntese da qualidade ambiental de toda a bacia e os limites das regiões urbanas (RU). Foi feita a identificação e análise de cada classe gerada pelo mapa final da qualidade ambiental em todas as regiões urbanas, separadamente.

A avaliação dos níveis de qualidade ambiental se deu a partir da caracterização das unidades de paisagem delimitadas em cada região urbana. As unidades de paisagem foram delimitadas de acordo com a homogeneidade, estrutura e funcionalidade dos usos e ocupação da terra. Para que as unidades de paisagem pudessem ser encontradas foi necessário visitas a campo e delimitações em ambiente SIG.

A classificação da qualidade ambiental de cada região urbana se deu a partir da relação entre o padrão da infraestrutura, a forma de uso e ocupação e a sujeição do local ao risco. Os atributos onde tais características fossem encontradas juntas mostrariam menores valores de qualidade ambiental. Constatou-se que cada atributo ambiental teria as seguintes características:

- i) Densidade de Cobertura vegetal arbórea: forma de uso e ocupação;
- ii) Espaços Livres de Edificações: forma de uso e ocupação e infraestrutura;
- iii) Densidade Populacional: forma de uso e ocupação, infraestrutura e sujeição ao risco;
- iv) Densidade de Renda: forma de uso e ocupação, infraestrutura e sujeição ao risco;
- v) Risco a ocorrência dos escorregamentos: forma de uso e ocupação, infraestrutura e sujeição ao risco.

Desta forma, as regiões urbanas que identificaram áreas representadas por atributos como a densidade populacional, a densidade de renda e o risco a ocorrência dos escorregamentos teriam pesos maiores na classificação da qualidade ambiental.

Primeiramente, fez a quantificação dos atributos negativos para cada região urbana, a partir do percentual de área atingida por todos os atributos negativos. Quanto mais atingida for a área por determinado atributo negativo em percentual menor será o seu valor (tabela 7).

**Tabela 7:** Quantificação do impacto da presença dos atributos negativos.

Percentual de área atingida	Valor
0 - 25%	4
25 - 50%	3
50 - 75%	2
75 - 100%	1

Depois, foram atribuídos valores, através da média aritmética dos atributos negativos, para cada região urbana, sendo encontrado o percentual de qualidade ambiental (tabela 8). Quanto maior a média final, maior seria o percentual de qualidade ambiental. Considerou-se que valores acima de 70% condicionaria uma alta qualidade ambiental; valores entre 70 e 51% indicariam uma alta/média qualidade ambiental; valores entre 50% e 30% indicariam uma média baixa qualidade ambiental; valores abaixo de 30% indicariam uma baixa qualidade ambiental.

**Tabela 8:** Atribuição de valores para cada atributo negativo

Regiões Urbanas	Atributos negativos						Média	% Média	Nível QA
	DCVA	EsLE	DP	DR	RMM				
<b>Bairu</b>	2	3	2	4	4	3,0	75,00000	Alta	
<b>Bonfim</b>	1	1	2	1	2	1,3	32,40823	Média/Baixa	
<b>Centenário</b>	1	1	2	4	2	1,9	47,40823	Média/Baixa	
<b>Manoel</b>									
<b>Honório</b>	1	2	1	4	4	2,4	60,00000	Alta/média	
<b>N. S.</b>									
<b>Aparecida</b>	1	1	1	1	2	1,1	27,40823	Baixa	
<b>Progresso</b>	3	2	2	3	3	2,2	54,98734	Alta/média	
<b>Santa Rita</b>	1	1	1	1	2	1,1	27,40823	Baixa	
<b>V. dos</b>									
<b>Bandeirantes</b>	4	4	3	4	4	3,2	79,31646	Alta	

\* DCVA – Densidade de cobertura vegetal arbórea; EsLE – Espaços livres de edificações; DP – Densidade populacional; DR – Densidade de Renda; RMM – Risco a ocorrência dos escorregamentos.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Mapa de uso, ocupação e cobertura da terra

Foram encontrados sete tipos de classes de uso, ocupação e cobertura da terra: corpos d'água, área edificada (praças, edificações, ruas), vegetação rasteira, solo exposto, vegetação arbórea, vegetação mista e área de uso agrícola (cultura de alimentos).

Pôde-se observar que a bacia do córrego Matirumbide tem a maior parte da sua superfície utilizada por área edificada. Foi a partir deste aspecto que pôde se atentar para a necessidade de se estabelecer também um maior detalhamento das classes das áreas urbanizadas, utilizando-se do nível III de classificação, segundo o IBGE (2006). Este nível contempla classes como: edificações, praças e vias públicas (figura 12).

As edificações de uso doméstico contemplam áreas onde há o predomínio de ocupações familiares como casas, sobrados e apartamentos. Mesmo havendo a presença de alguns estabelecimentos comerciais, compreende-se que tais estabelecimentos se encontram nas mesmas localidades que as demais edificações de uso doméstico. Desta forma, condicionou-se a generalização a partir do tipo de uso urbano mais recorrente. Esta classe compreende a maior parte da bacia, com maior homogeneização à jusante, próxima à área central da cidade de Juiz de Fora.

Outras formas de ocupação como áreas ou loteamentos onde a destinação era confusa, sendo caracterizada por terrenos, casas abandonadas ou áreas de fundo de lotes, nos quais caracterizavam uso divergente do estabelecido, também foram consideradas como edificações de uso doméstico.

As vias públicas, de modo geral, mostram certa simetria à jusante da bacia, em conformidade com a homogeneização das edificações de uso doméstico e sua proximidade ao centro urbano da cidade. A principal via pública da cidade intercepta a bacia a sudoeste, na região urbana economicamente ativa da bacia, onde se encontram os principais estabelecimentos comerciais, a RU Manoel Honório.

As praças encontradas no perímetro da bacia foram poucas, estando em sua maioria à jusante. As áreas contempladas pela classe vegetação rasteira são as

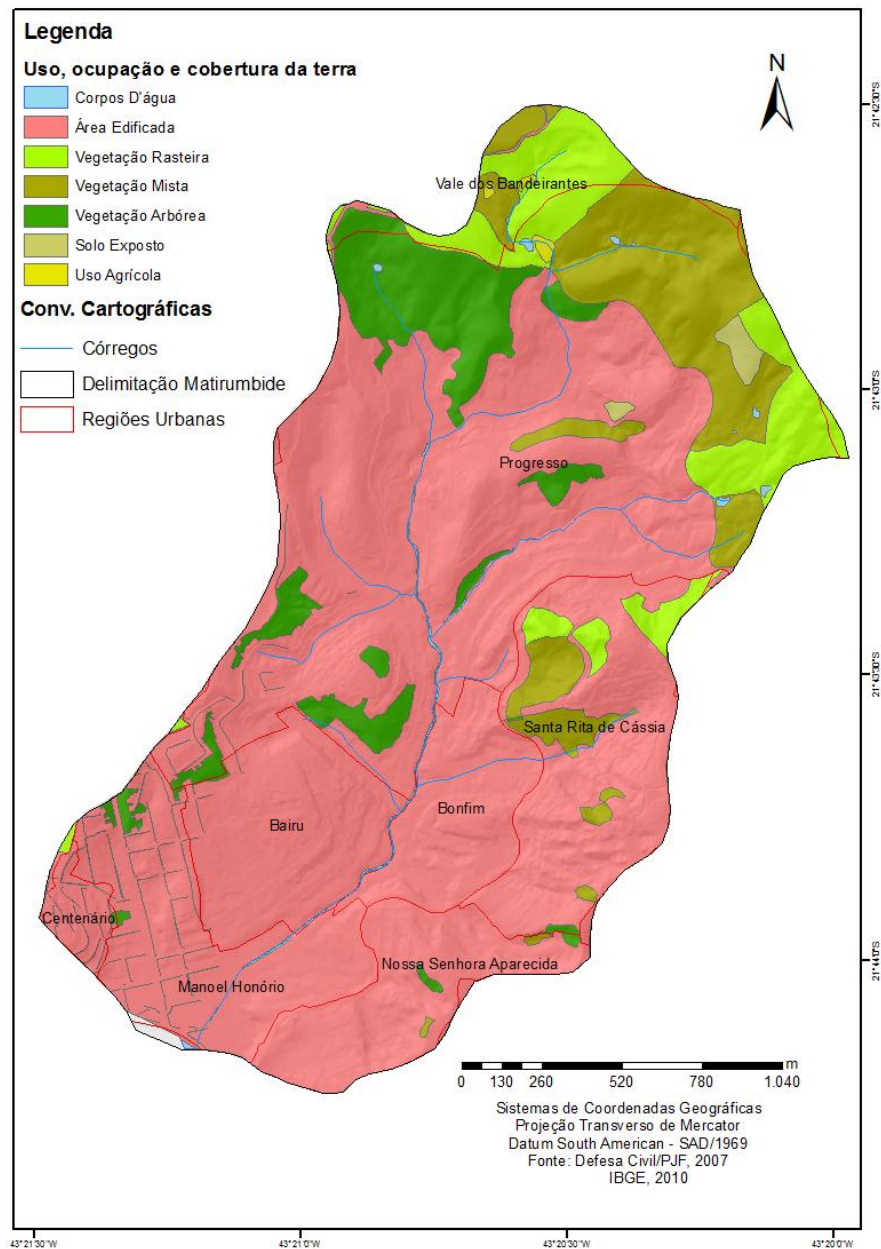
áreas onde há gramíneas, mesmo sem o efetivo uso para o gado. São áreas onde não há edificações e adensamento urbano, e há uma homogeneidade das gramíneas. Estas áreas estão ao norte da bacia, predominantemente, com exceção em algumas áreas a leste.

Foram consideradas áreas de solo exposto localidades com ausência de vegetação de qualquer porte, devido a diversos fatores como, por exemplo, a erosão, ou a retirada de vegetação de forma antrópica, incitando alguma modificação na região. Foram encontradas duas áreas, sendo uma ao norte e uma à leste.

As áreas com vegetação arbórea foram classificadas de acordo com a densidade de árvores, não importando primariamente com o tipo de mata que pode estar consolidada nestas áreas, como matas com vegetação nativa ou matas com vegetação exótica, por exemplo. Foram encontrados quatro fragmentos de vegetação arbórea de maior proporção e outros fragmentos menores, ao longo da bacia, sendo o fragmento maior localizado a montante da bacia. Este fragmento é denominado, segundo o Plano diretor de Juiz de Fora, de Mata do Progresso, sendo parte de uma área particular (JUIZ DE FORA, 2000).

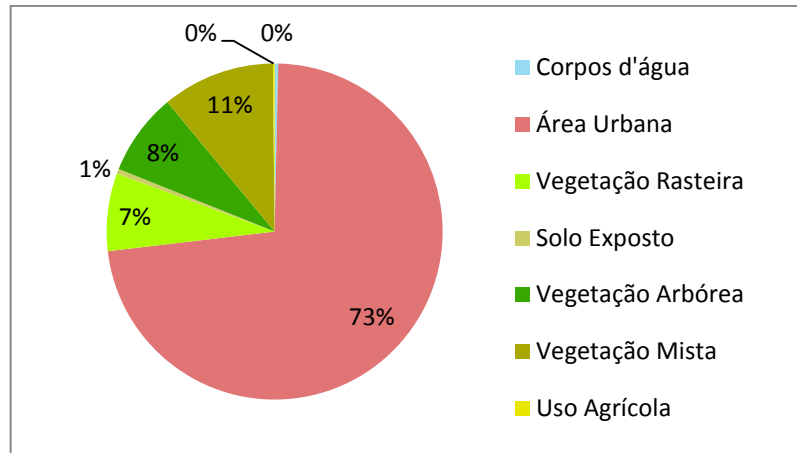
As áreas de vegetação mista são áreas classificadas a partir da presença em menor densidade de vegetação arbórea, sendo permeada por vegetação rasteira como as gramíneas. Estas áreas foram encontradas principalmente ao norte da bacia e em alguns pontos a leste.

Já as áreas de uso agrícola foram consideradas aquelas nos quais puderam ser identificadas algumas plantações de alimentos hortifrutigranjeiros. Poucas áreas foram contempladas por esta classificação sendo encontradas duas ao norte da bacia.



**Figura 12:** Uso, ocupação e cobertura da terra da Bacia do Matirumbide.

A classe área edificada compreendeu um total de 73% da área total da bacia, sendo os demais usos totalizando 27%: vegetação mista (11%), vegetação arbórea (8%), vegetação rasteira (7%), solo exposto (1%). As demais classes como os corpos d'água, as praças e o uso agrícola para alimentos compreendem menos que 1% da área total da bacia (gráfico 1).



**Gráfico 1:** Percentual do uso, ocupação e cobertura da terra da bacia do Córrego Matirumbide.

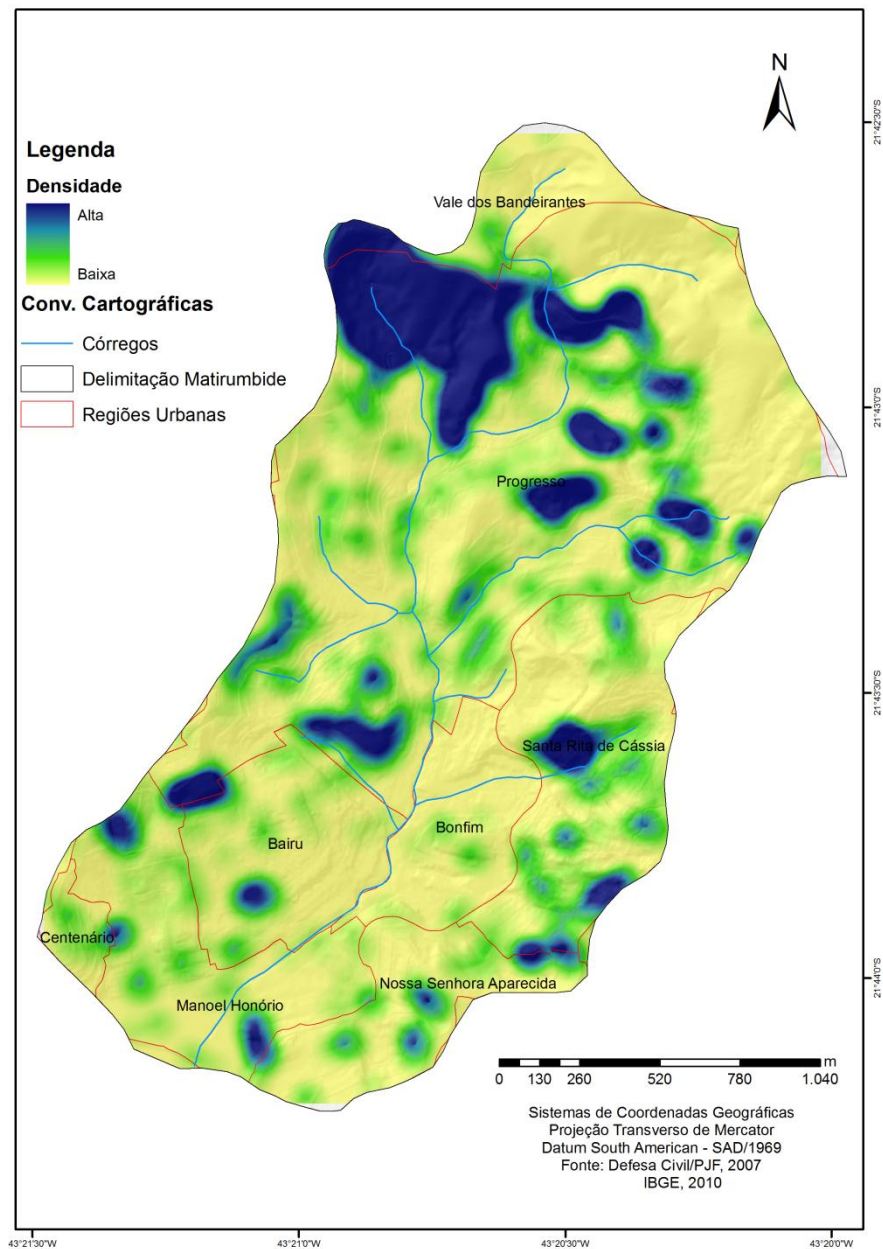
O detalhamento do uso, ocupação e cobertura da terra deu subsídios à caracterização e discussão dos mapas de densidade de cobertura vegetal arbórea, espaços livres de edificações, densidade populacional e densidade de renda.

## 5.2 Mapa de densidade de cobertura vegetal arbórea

De acordo com o levantamento do uso, ocupação e cobertura da terra, identificou-se um percentual de 7,89% de cobertura vegetal, caracterizando as áreas com presença de vegetação arbórea (sem considerar a arborização de rua) em toda a bacia do Matirumbide. O baixo percentual caracteriza a bacia do Matirumbide como deficiente quando se trata da cobertura vegetal arbórea.

Como representado pela figura 13, percebeu-se que as áreas com maiores concentrações foram as áreas que se apresentaram em tons azuis e as com menores concentrações as áreas que se apresentaram em tons de amarelo.

A densidade de Kernel traduz o zoneamento dos pontos a partir da proximidade entre eles. Assim na RU Progresso, identificaram-se maiores concentrações. Em algumas RUs, como, por exemplo, RU Bonfim e RU Centenário há pouca presença deste tipo de cobertura vegetal.



**Figura 13:** Densidade de Cobertura Vegetal arbórea na bacia do Córrego Matirumbide.

### 5.3 Mapa de espaços livres de edificações

Nem todas as áreas de vegetação representadas anteriormente são públicas. A maior parte delas é particular e não podem ser visitadas e utilizadas pelos habitantes da região. Esta questão influenciou a representação dos espaços livres de

edificações, pois a principal característica destes espaços seria a sua função pública para entretenimento e lazer dos habitantes.

Desta forma, foram encontrados seis espaços livres de edificações para toda a bacia. Como podem ser visualizados na tabela 9, estes espaços são pequenos e, com as respectivas áreas somadas, constituem 1,44 ha.

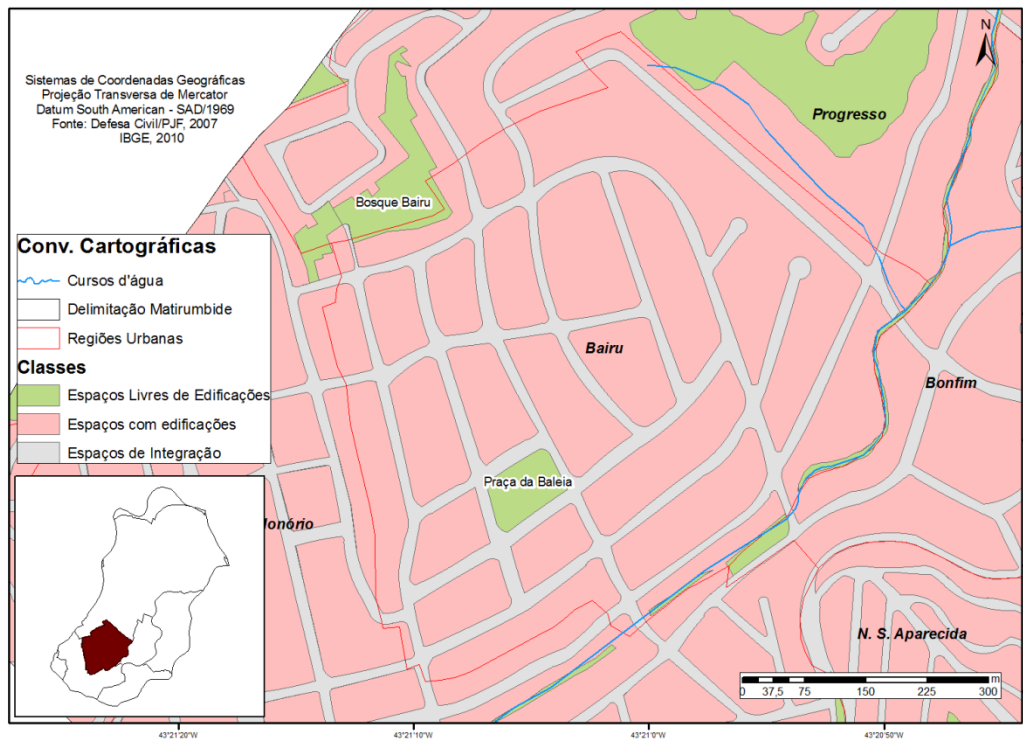
**Tabela 9:** Área total e percentual de áreas livres de edificações.

<b>Região Urbana</b>	<b>Área livre de edificação (ha)</b>	<b>Área Total RU (ha)</b>
Bairu	<b>1,34</b>	<b>35,44</b>
	3,78%	100%
Manoel Honório	<b>0,13</b>	<b>41,81</b>
	0,31%	100%
Progresso	<b>0,17</b>	<b>229,15</b>
	0,08%	100%

Devido à escala reduzida, mostrou-se pertinente a representação destes espaços por região urbana. As regiões urbanas contempladas com estas áreas foram a RU Bairu, RU Manoel Honório e RU Progresso.

### 5.3.1 Região Urbana Bairu

A RU Bairu é representada por dois espaços livres de edificações, como pode ser visualizado na figura 14. Ao norte da RU, tem-se a área livre denominada Bosque do Bairu. A outra área livre é denominada de Praça Prefeito Olavo Costa, mais conhecida por Praça da Baleia.

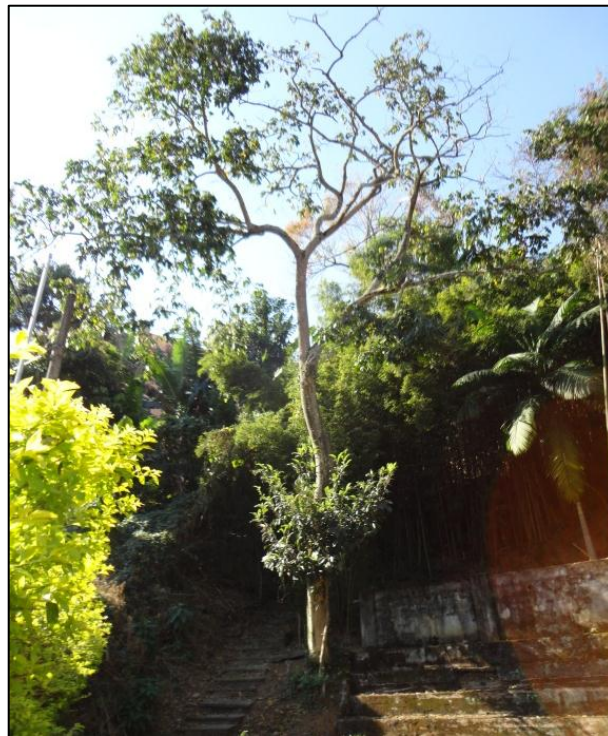


**Figura 14:** Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Bairu.

A área livre de edificação constituída pelo Bosque Bairu foi considerada como área de preservação permanente (APP) a partir de lei municipal número 7016 de 1986 (JUIZ DE FORA, 1986). Esta área tem aproximadamente 0,7 ha, murada, e é gerenciada pela prefeitura, além do auxílio de manutenção efetivada pelo Grupo de escoteiros “Frederico Ozanan”, cujos integrantes já utilizavam esta área antes de se tornar APP. É permitida a visitação para caminhadas, estudos e lazer contemplativo (JUIZ DE FORA, 1996). Anteriormente a efetivação de APP, o Bosque Bairu era constituído por bambus e vegetação arbórea, com pouco gerenciamento. Desde sua efetivação como APP, a área, com 0,5 ha, regenerou parte da vegetação arbórea (figura 15a, 15b e 16).



**Figura 15a e 15b:** Caminhada promovida pela Secretaria do Meio Ambiente/PJF. Fonte: PJF, 2013.



**Figura 16:** Entrada do Bosque para as trilhas. Fonte: PJF, 2013.

A outra área livre encontrada nesta RU seria a Praça Prefeito Olavo Costa. Esta praça foi planejada e construída na década de 1950, sendo revitalizada no ano



de 2000. Recebe o nome de Praça da Baleia devido ao monumento construído na área (figura 17).



**Figura 17:** Monumento em formato de calda de Baleia na Praça Prefeito Olavo Costa, RU Bairu. Fonte: Netto, 2011.

Esta praça tem aproximadamente 0,6 ha, com presença de algumas árvores e grande parte de sua área é constituída por gramíneas (figura 18, 19, 20). Esta praça é muito utilizada pela população da região.



**Figura 18:** Praça Pref. Olavo Costa (Baleia) – Visão para oeste.



**Figura 19:** Praça Pref. Olavo Costa (Baleia) – visão para norte.

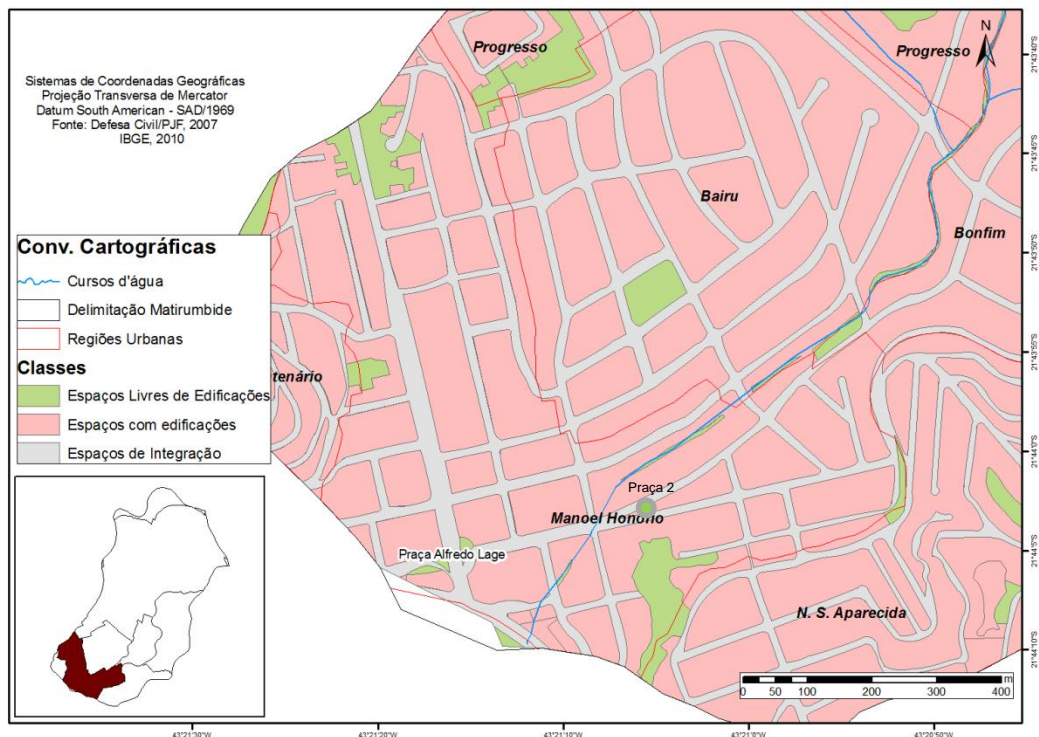


**Figura 20:** Praça Prefeito Olavo Costa (Baleia) – visão para leste.

Esta praça também sofre com a má utilização. Monumentos estão pichados, há presença de lixo no chão. Tal descaso já foi alvo de noticiários de jornais locais (TRIBUNA, 2012).

### 5.3.2 Região Urbana Manoel Honório

A RU Manoel Honório é representada por duas áreas livres de edificações, como pode ser visualizado na figura 21. Ao sul da RU, tem-se a área livre denominada Praça Alfredo Lage. A outra área livre é considerada como praça, através de projeto feito pela prefeitura municipal na década de 1960, localizada entre as ruas Eugênio Fontainha e Governador Valadares, sem nome específico.



**Figura 21:** Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Manoel Honório.

A praça Alfredo Lage é a principal área livre da RU Manoel Honório. Entre os anos de 1997 e 1998 a praça foi dividida para a retificação de trecho da principal via urbana da cidade, a Rua Barão do Rio Branco. Anteriormente a este evento, a praça era circular, com um monumento central e algumas árvores, como pode ser identificado na figura 22.



**Figura 22:** Praça Alfredo Lage – RU Manoel Honório, 1960. Fonte: Lemos, 2013.

Atualmente, a praça é dividida pela Avenida Barão do Rio Branco e rodeada por estabelecimentos comerciais. Normalmente a praça é visitada por diversas pessoas, servindo como ponto de encontro de populações de bairros mais distantes, inseridos na bacia, pois a RU Manoel Honório é a mais próxima da região central da cidade. A maior parte da praça é impermeabilizada, tendo alguns canteiros com árvores (figura 23 e 24).



**Figura 23:** Praça Alfredo Lage, a leste da Avenida Rio Branco.



**Figura 24:** Praça Alfredo Lage, a oeste da Avenida rio Branco.

A outra área livre encontrada nesta RU estaria entre as ruas Eugênio Fontainha e Governador Valadares. Ela é considerada praça pela prefeitura municipal, porém não tem equipamentos urbanos necessários para que se torne um atrativo para entretenimento da população. Atualmente, a área abriga um posto policial e contém somente uma árvore e um assento público (figura 25).



**Figura 25:** Praça entre as ruas Eugênio Fontainha e Governador Valadares – RU Manoel Honório.

### 5.3.3 Região Urbana Progresso

A RU Progresso é representada por uma área livre de edificação, como pode ser visualizado na figura 26, denominada Praça Alcides de Almeida (figura 27).

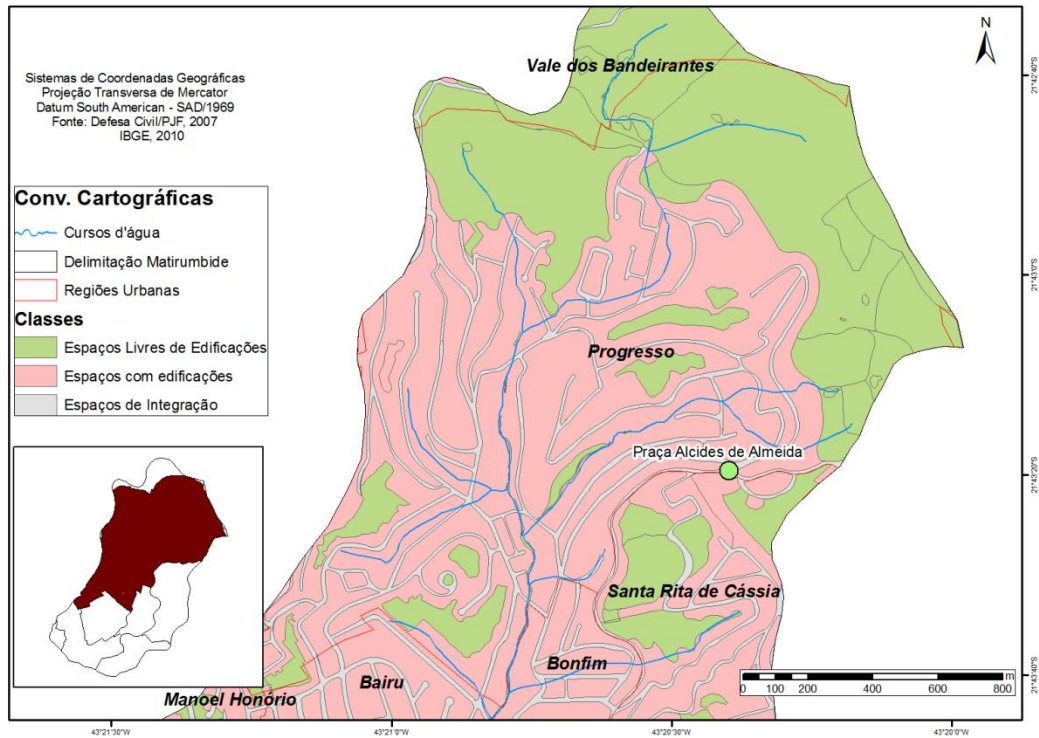


Figura 26: Uso, ocupação e cobertura da terra: RU Progresso.



Figura 27: Praça Alcides de Almeida. RU Progresso.

#### 5.4 Mapa de densidade populacional

Os setores censitários que estão contidos na bacia do Matirumbide possuem 16.050 domicílios ocupados, abrigando 46.621 pessoas. Esta área representa 9% da população de Juiz de Fora, que no último censo foi diagnosticada com 516.247 habitantes, onde 95% residem na área urbana (IBGE, 2010).

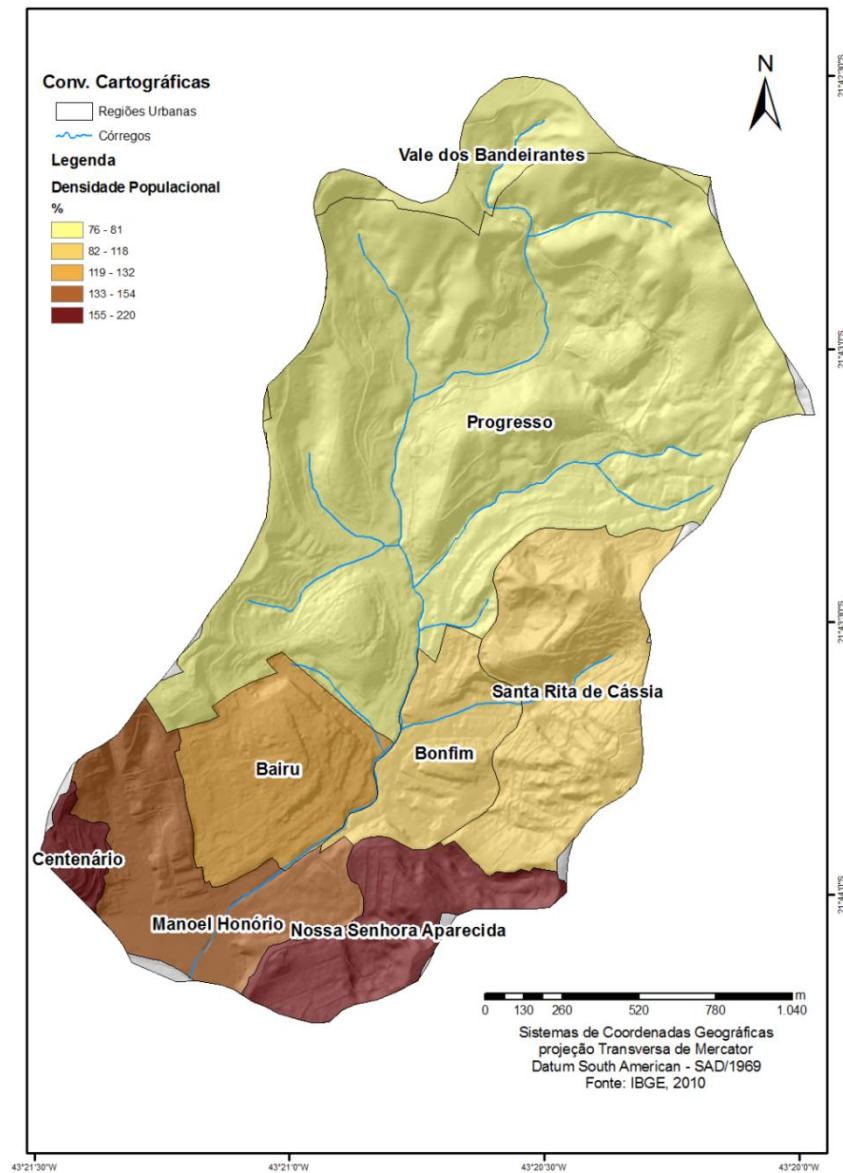
A densidade populacional da bacia é de 106,29 hab/ha. Segundo os valores ideais, que seria abaixo de 100 hab/ha, a bacia do Matirumbide não estaria enquadrada em valores satisfatórios.

Ao analisar a densidade populacional por Região Urbana foi visível a concentração da população em algumas áreas. Pôde-se identificar que as regiões no sul da bacia são as que têm mais domicílios, como a RU Centenário e a RU Nossa Senhora Aparecida, com valores acima de 65 domicílios/ha. A proximidade com a área central de Juiz de Fora pode ser um dos motivos de haver uma maior concentração de domicílios nestas áreas.

Já no norte da bacia é possível enxergar uma menor densidade de domicílios, como na RU Progresso e RU Vale dos Bandeirantes.

A densidade populacional das regiões urbanas seguiu o mesmo padrão de densidade de domicílios, mostrando uma maior densidade à jusante da bacia e uma menor densidade a montante da bacia (figura 28).

A alta densidade seria um dos fatores nos quais condicionariam uma baixa qualidade do ambiente, pois traz desconforto para a população residente e, muitas vezes, falta de infraestrutura urbana, devido a aglomeração de domicílios. Do mesmo modo, as áreas com pouca população residente também seria insatisfatória, pois seriam áreas onde as instalações e as manutenções de infraestrutura urbana se tornariam onerosas e, assim, a população residente não seria beneficiada de forma correta.



**Figura 28:** Mapa de densidade populacional da Bacia do Córrego Matirumbide.

## 5.5 Mapa de Densidade de Renda

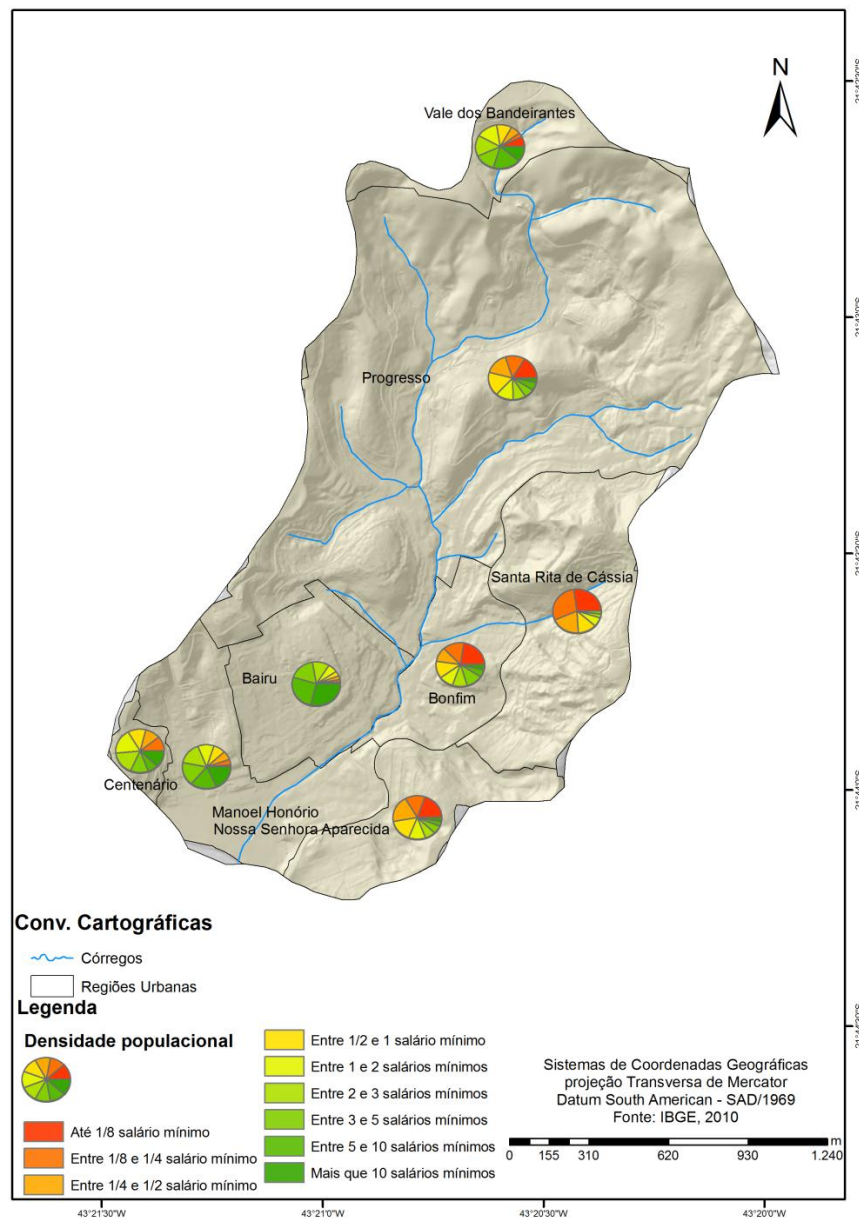
O mapa de Densidade de renda pode ser identificado pela figura 29. A partir de dados do IBGE, constatou-se faixa de valores de renda, desde 1/8 do salário mínimo vigente até 10 salários mínimos vigente, de acordo com o ano da coleta do Censo Demográfico de 2010.

Constatou-se que, ao longo da bacia, há maiores níveis de renda nas regiões urbanas que foram localizadas ao sul e menores níveis de renda nas regiões



urbanas ao norte. Além disso, constatou-se que as regiões situadas à leste foram as que mostraram menores valores de renda. A classificação das faixas de renda pode refletir também no padrão infraestrutural da região, assim como nas condições das moradias.

As regiões urbanas Bonfim, Progresso, Santa Rita e Nossa Senhora Aparecida mostraram que quase 25% da população residente vivem com 1/8 de salário mínimo, o que indica uma fragilidade social destas áreas. Já as regiões urbanas Bairu, Manoel Honório e Centenário mostraram um percentual elevado da população com renda mais alta. O Bairu mostrou o maior percentual, constatando mais de 50% da população com renda acima de cinco salários mínimos.

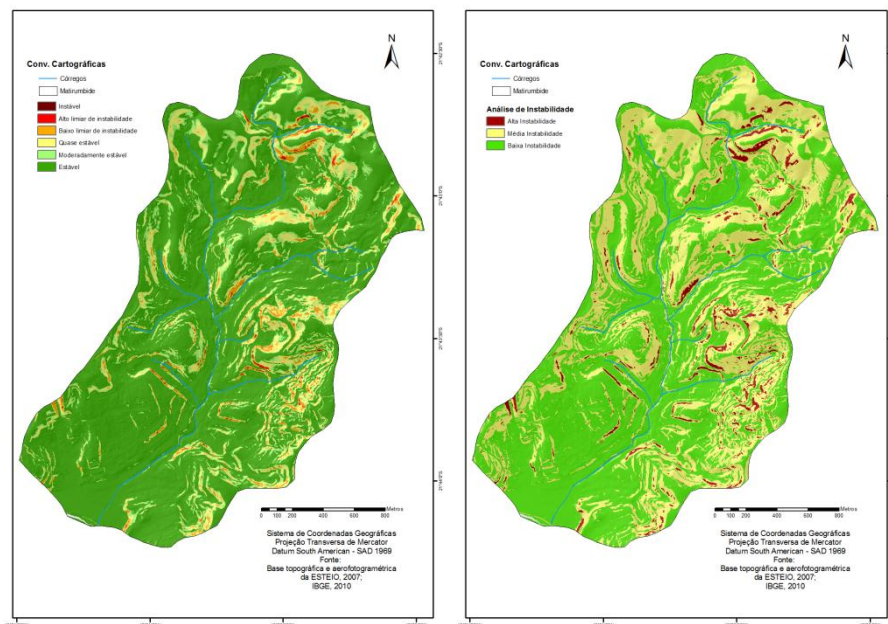


**Figura 29:** Mapa de Densidade de renda – Bacia do Córrego Matirumbide.

## 5.6 Mapa de probabilidade e de risco a ocorrência de escorregamentos

### 5.6.1 Classificação de Instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide: utilização do modelo SINMAP

A figura 30 representa o mapa gerado pelo SINMAP (a esquerda) e sua reclassificação (a direita). O mapa que representa a análise de instabilidade teve suas classes originais agrupadas da seguinte forma: as áreas consideradas com baixa instabilidade são as áreas com valores de instabilidade acima de 1,0, correspondendo à cor verde escura. Nesta classe foram agrupadas as classes geradas pelo SINMAP nos quais tinham fator de segurança maior do que 1,0 (estáveis, moderadamente estáveis e quase-estáveis). As áreas consideradas com média instabilidade são áreas com valores de instabilidade menor ou igual a 1 e maior que 0, representada pela cor amarela. Nesta classe foram agrupadas as classes geradas pelo SINMAP nos quais tinham fator de segurança entre 0 e 1 (baixo limiar de instabilidade e alto limiar de instabilidade). As áreas consideradas com alta instabilidade são as áreas com valores de instabilidade iguais a 0,0, representada pelo mapa através da cor vermelho escuro. Esta classe foi relacionada com a classe gerada pelo SINMAP “instável”, com fator de segurança igual a 0.



**Figura 30:** Classificação de instabilidade: original a esquerda; e reclassificada a direita.

O mapa reclassificado pode ser visualizado com maior detalhe na figura 31. A classe mais recorrente foi a caracterizada pelas áreas de baixa instabilidade (60%), seguido pelas áreas de média instabilidade (37%), e as áreas de alta instabilidade (3%).

Identificou-se que as áreas com maiores níveis de instabilidade estavam contidas na porção leste e norte da bacia. Estas áreas são caracterizadas por maiores valores de declividade, o que identificou a importância deste aspecto no resultado da análise de instabilidade gerada pelo modelo. A porção norte da bacia mostrou ser uma área com poucas ocupações urbanas, identificando áreas instáveis em usos da terra como vegetação rasteira e mista. Já a porção leste é caracterizada por um maior adensamento de ocupações urbanas, apontando áreas de instabilidade em regiões de moradias.

Alguns pontos relacionados ao resultado gerado pelo modelo são citados a seguir. De acordo com a metodologia do SINMAP, a coesão do solo está relacionada com o peso do solo. Intitula-se essa relação de coesão adimensional, sendo ilustrada pela figura 4 (PACK et al, 1998). Para o modelo, o peso do solo é calculado de acordo com a espessura do solo, o peso específico do solo e a gravidade. Já a coesão seria a soma da coesão aparente com a coesão real. Neste sentido, a soma da coesão se mantém independente da espessura do solo, porém o peso do solo se mostra variável de acordo com a espessura do solo utilizada. Assim, a coesão adimensional, calculada pelo modelo, influenciará a presença de alta instabilidade se seu resultado for próximo ao zero. Caso contrário, o seu resultado será próximo de 1. Se na relação com a soma da coesão o peso do solo se mostra com menor influência, o cálculo indicará valores próximos ao 1.

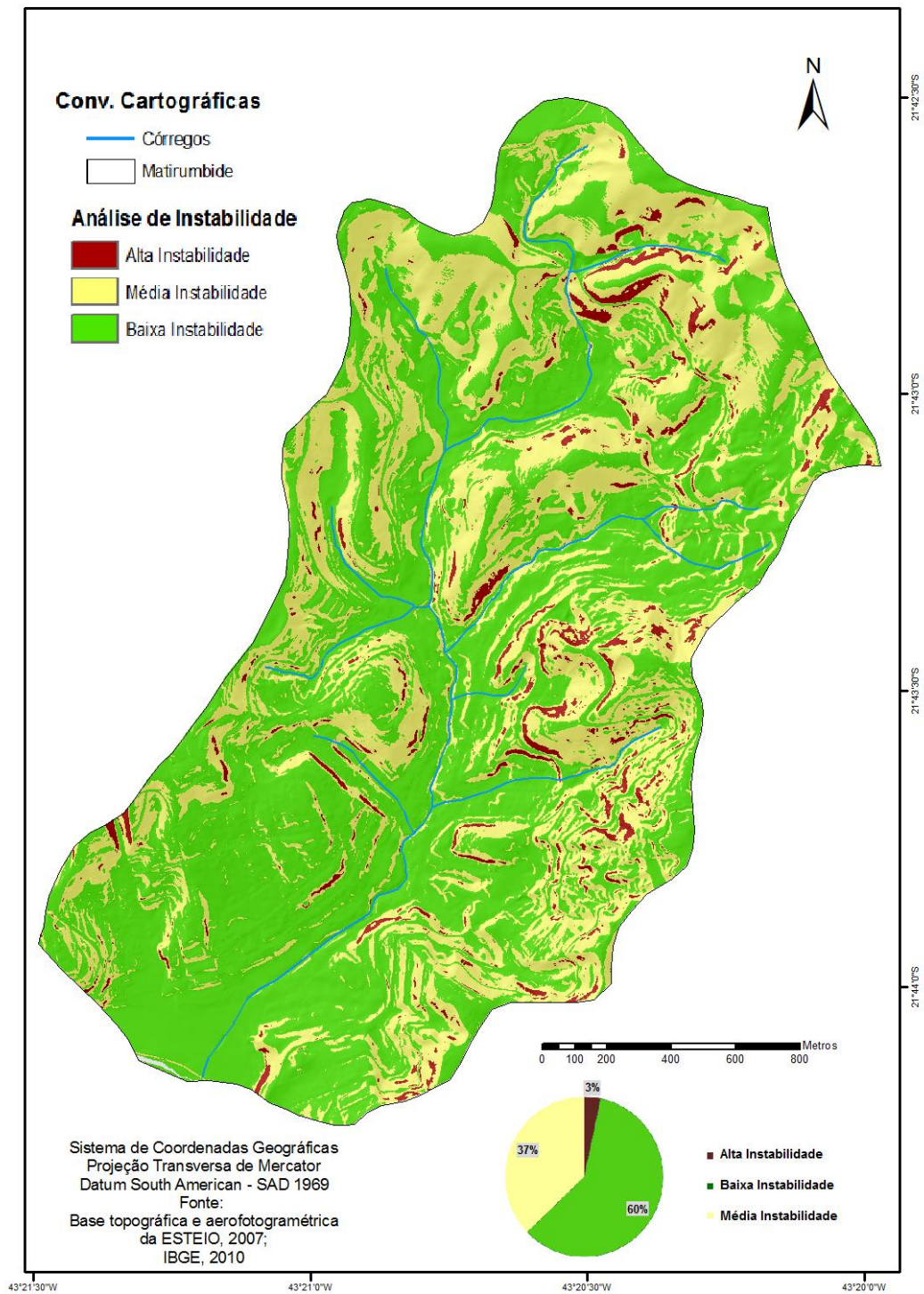
Desta forma, consideraram-se alguns pontos referentes a esta relação. Entendeu-se que o parâmetro relacionado à profundidade do solo teve significativa influência no resultado, pois no cálculo feito pelo modelo através da coesão, a profundidade do solo estaria diretamente relacionada ao peso do solo. Desta forma, quanto maior fosse a profundidade, maior seria o peso do solo e, conseqüentemente, esta característica da área seria uma das causas para a perda da resistência do solo e a diminuição da coesão, principalmente em épocas de intensas precipitações.

Além do parâmetro relacionado à profundidade do solo, o parâmetro relacionado à declividade também influenciou no resultado da análise de

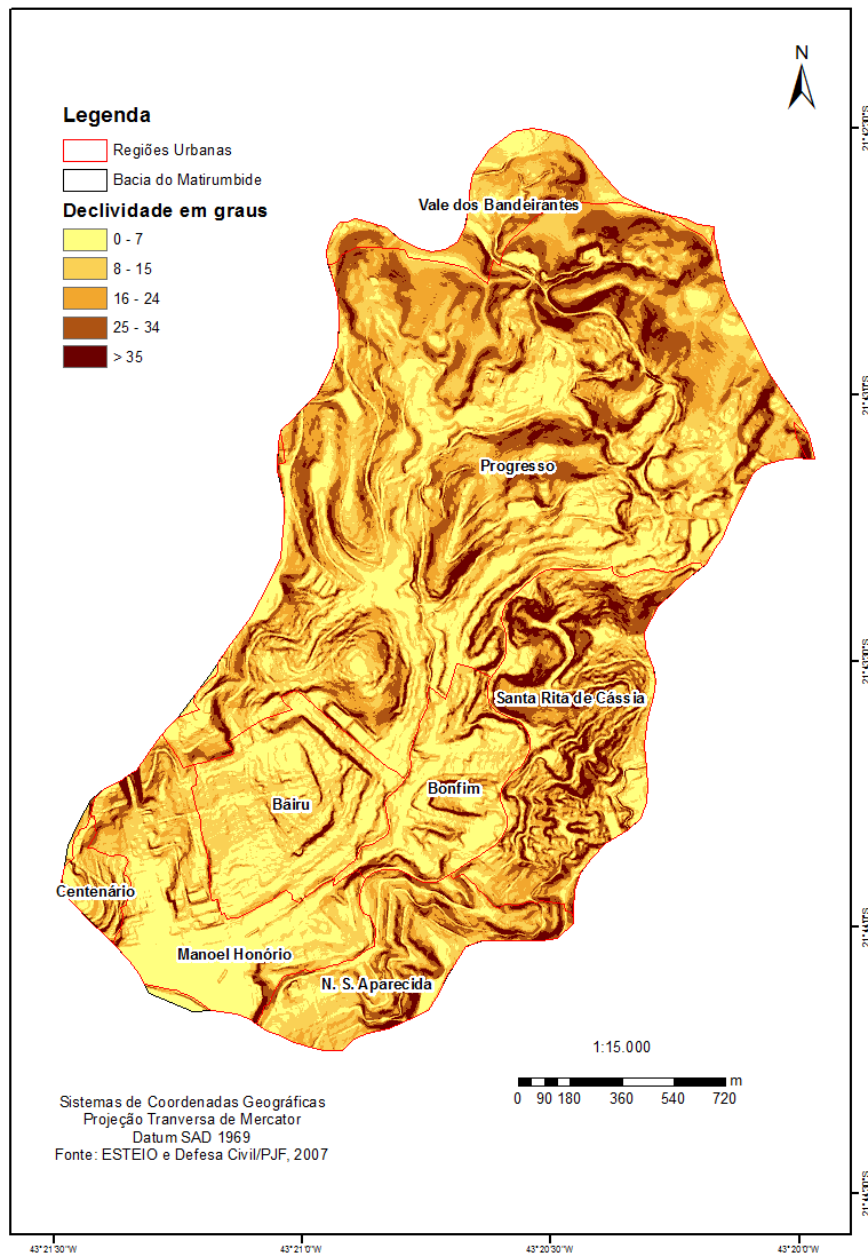
instabilidade. As áreas com maiores níveis de instabilidade foram as áreas onde ocorreram maiores graus de declividade. Estas áreas foram encontradas principalmente na porção norte e leste da bacia (figura 32).

As áreas à jusante foram caracterizadas como as áreas com baixa instabilidade, correspondendo ao nível mais recorrente da bacia. O próprio tipo de solo justificou a maior recorrência deste nível de instabilidade da região. Os Latossolos são solos com altas taxas de coesão real, principalmente nos horizontes A e B, quando secos. Quando úmidos, diminuem a coesão real, porém aumentam a coesão aparente, caracterizada pela ligação intergranular. Isto significa que os possíveis escorregamentos desta região são ocasionados principalmente quando o solo ultrapassa seu limite de saturação. Isso quer dizer que quando o solo ultrapassa seu limite de saturação perde-se a força da coesão aparente, que existe somente quando o solo está úmido, e perde-se a coesão real, pois aumenta o peso do solo e, conseqüentemente, a força da gravidade supera a resistência ao cisalhamento.

Desta forma, além da espessura do solo e da declividade, os períodos de elevadas precipitações caracterizou uma maior vulnerabilidade para este tipo de solo nesta região.

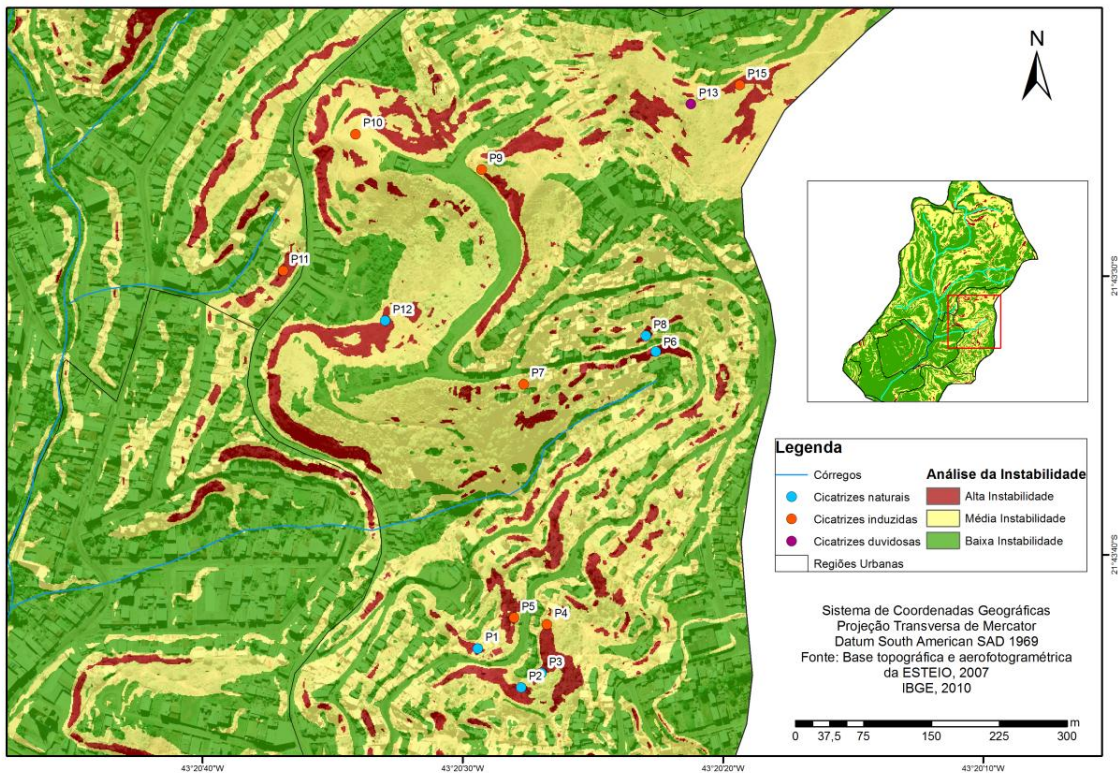


**Figura 31:** Classificação de Instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide.



**Figura 32:** Representação da declividade na Bacia do Córrego Matirumbide.

Alguns pontos de cicatrizes de escorregamentos foram coletados em campo, nas regiões com maiores frequências de escorregamentos, contabilizadas por noticiários locais e outras mídias, para que os resultados gerados pelo modelo pudessem ser validados. Devido a expressiva presença de ocupações ao longo da superfície da bacia, foram encontradas algumas cicatrizes na porção leste da bacia, onde estão localizados as Regiões Urbanas Santa Rita e Progresso (figura 33).



**Figura 33:** Representação da localização de cicatrizes de escorregamentos sobre o modelo de instabilidade da Bacia do Córrego Matirumbide.

Foram marcados 14 pontos com cicatrizes, através de visitas a campo, na porção leste da bacia. Destes 14 pontos, a maior parte se localizou em áreas de alta instabilidade com 11 pontos, seguido em áreas de média instabilidade com 3 pontos e nenhum ponto em áreas de baixa instabilidade. Tais resultados foram representados através da tabela 10.

**Tabela 10:** Percentual de cicatrizes e área de estudo (Leste).

	Baixa Instabilidade	Média Instabilidade	Alta Instabilidade	Total
Área (Km <sup>2</sup> )	2,63	1,64	0,148	4,42
% da região	59,50	37,14	3,36	100
n <sup>o</sup> cicatrizes	0	3	11	14

A classificação das cicatrizes de escorregamentos pode ser identificada na tabela 11. A partir dela, constatou-se que, ao considerar o total de quatorze cicatrizes, todas elas foram localizadas em classes de instabilidade, tanto alta,

quanto média (baixo limiar de instabilidade, alto limiar de instabilidade e instável). Desta forma, houve um acerto de 100%, considerando que tais classes podem ser classificadas com baixo fator de segurança, menor que 1. Mesmo com a retirada das cicatrizes duvidosas, como da retirada das cicatrizes induzidas, o acerto também foi de 100%, pois as cicatrizes naturais estavam todas localizadas em classes de alta instabilidade, onde o fator de segurança é igual a 0.

**Tabela 11:** Classificação de cicatrizes da área de estudo.

Classes estabilidade	Área % da região	Classificação das cicatrizes		
		Naturais	Induzidas	Duvidosas
Baixa Instabilidade	59,501	0	0	0
Média Instabilidade	37,142	0	2	1
Alta Instabilidade	3,356	6	5	0

Alguns pontos de cicatrizes foram registrados através de fotos, (figuras 34, 35, 36 37 e 38). Estes pontos podem ser localizados também na figura 33.

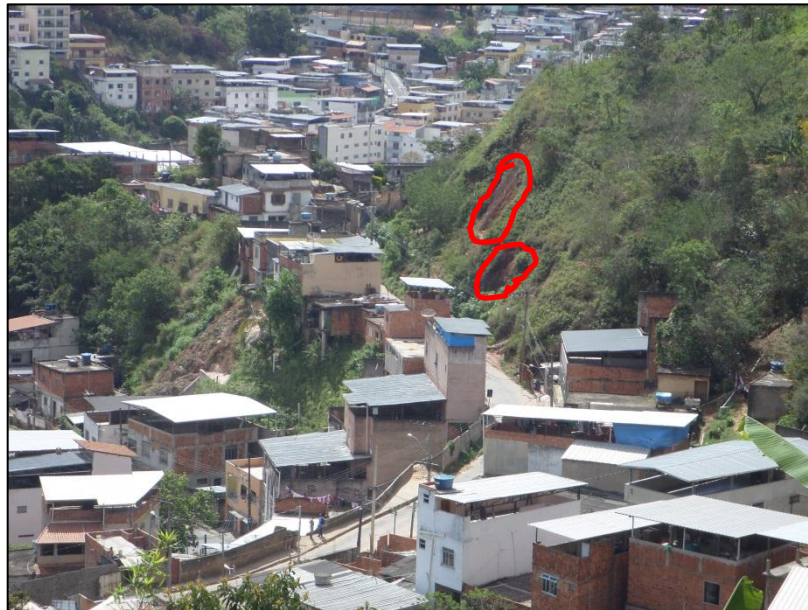


**Figura 34:** Registro de área com cicatriz duvidosa encontrada em área convexa, não identificada causa explícita (natural ou antrópica).





**Figura 35:** Registro de área com cicatriz natural encontrada em uma área côncava, sem presença de ocupações ou qualquer tipo de intervenção humana.



**Figura 36:** Registro de área com cicatrizes induzidas encontradas em área com corte de terreno com acentuada declividade.



**Figura 37:** Registro de área com cicatriz induzida, por haver influência das ocupações próximas.



**Figura 38:** Registro de área com cicatriz induzida, devido a influência das ocupações encontradas no topo do morro.

### 5.6.2 Mapa de risco a ocorrência de escorregamentos

O mapa de risco a ocorrência de escorregamentos pode ser visualizado na figura 39. A classe de alto risco a ocorrência de escorregamentos é caracterizada

pela cor vermelho escuro. A classe de médio risco é caracterizada pela cor amarela. A classe de baixo risco é caracterizada pela cor verde.

A classe correspondente ao médio risco a ocorrência dos escorregamentos foi preponderante, constituindo 49% de toda a área da bacia. A classe de baixo risco correspondeu a 27% de toda a área da bacia, seguida da classe de alto risco, correspondendo a 24% da bacia.

A área da bacia onde há maior representatividade do alto risco foi a parte leste da bacia, já identificada com maiores níveis de instabilidade. A porção norte da bacia encontrou-se baixo risco, devido ao menor grau de ocupação desta área e também da presença significativa de cobertura vegetal (arbórea, mista e rasteira).

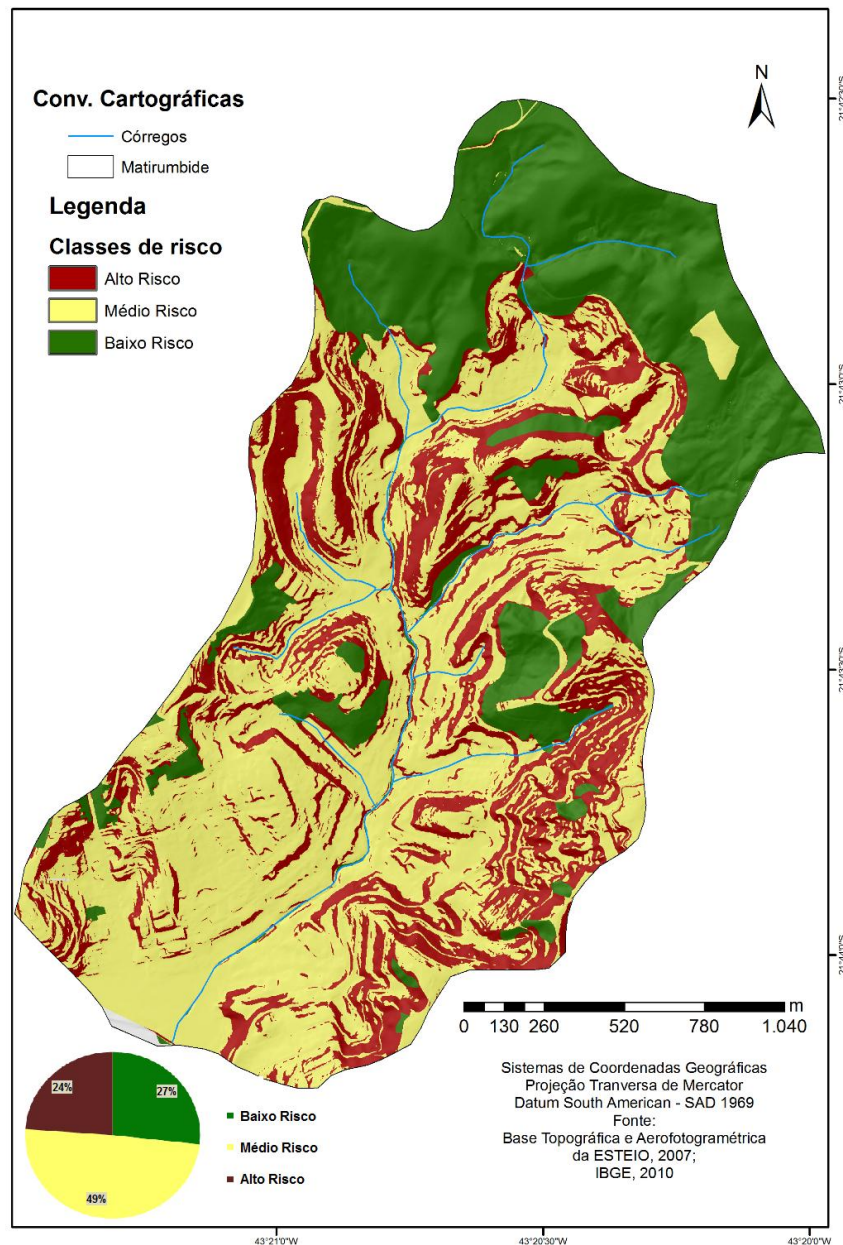
Ao correlacionar os resultados do mapa de risco com os níveis de instabilidade, identificou-se que parte das áreas de baixa instabilidade condicionaram em áreas de médio risco, assim como parte das áreas de média e alta instabilidade condicionaram em áreas de alto risco.

As classificações de alta e média instabilidade correspondem às três classes de maiores níveis de instabilidade gerados pelo SINMAP (instável – alta instabilidade; alto limiar de instabilidade e baixo limiar de instabilidade – média instabilidade). Na sobreposição ponderada, feita conjuntamente ao mapa de uso, ocupação e cobertura da terra, pontuaram-se com maiores valores estas duas classes, já que a favorabilidade ao processo de movimentação de massa seria um dos condicionantes ao risco. Assim, pontuou-se com menor valor o nível de baixa instabilidade, no qual corresponderia aos níveis menos instáveis (estável, moderadamente estável e quase estável – baixa instabilidade).

Deu-se maior pontuação a classe “área edificada” no mapa de uso, ocupação e cobertura da terra. Desta forma, as áreas edificadas sobrepostas ao mapa de instabilidade entre as classes de média e alta instabilidade condicionaria ao alto risco. Já as áreas com baixa instabilidade sobrepostas às áreas edificadas tenderiam a uma situação de médio risco, devido a influência da alta pontuação das áreas edificadas. Uma vez que a baixa instabilidade não exclui qualquer hipótese de haver o processo de movimentação, estas áreas ainda tenderiam a um significativo risco.

Desta forma, as áreas de baixo risco a ocorrência de escorregamentos seriam aquelas com baixa instabilidade ou média instabilidade encontradas em áreas onde há qualquer tipo de uso ou cobertura vegetal, divergente da ocupação urbana

consolidada. Como a área de estudo se encontra totalmente em área urbanizada, as áreas de baixo risco são poucas, com percentuais aproximados aos percentuais de alto risco e bem menores quando comparadas às áreas de médio risco. Estas áreas de baixo risco corresponderiam a áreas com proporções não significativas de acidentes, devido a ausência total ou parcial de perdas econômicas e humanas.



**Figura 39:** Mapa de Risco a ocorrência de escorregamentos na Bacia do Matirumbide.

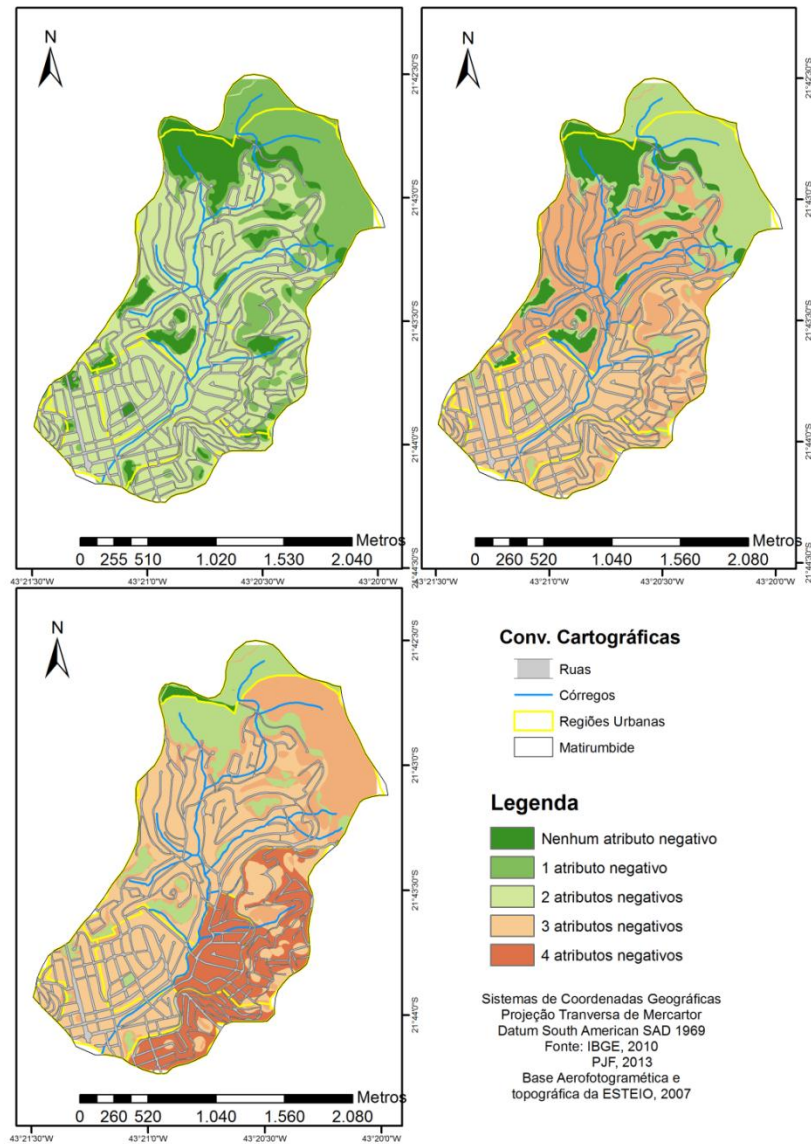
Desta forma, este mapa pôde traduzir que as áreas com alto risco são as que correspondem a uma baixa qualidade ambiental, de acordo que a possibilidade de

acidentes condicionados aos processos morfodinâmicos, como os escorregamentos, seriam maiores nestas áreas e, portanto seria maior o desconforto gerado pelo risco.

## 5.7 Mapa-síntese da Qualidade Ambiental

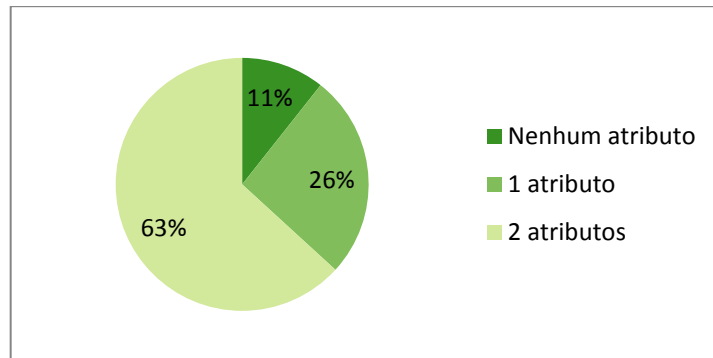
### 5.7.1 Cruzamento dos mapas analíticos

Visualizam-se os resultados dos cruzamentos dos mapas na figura 40, de acordo com a soma dos atributos negativos, a partir da sobreposição por pares.



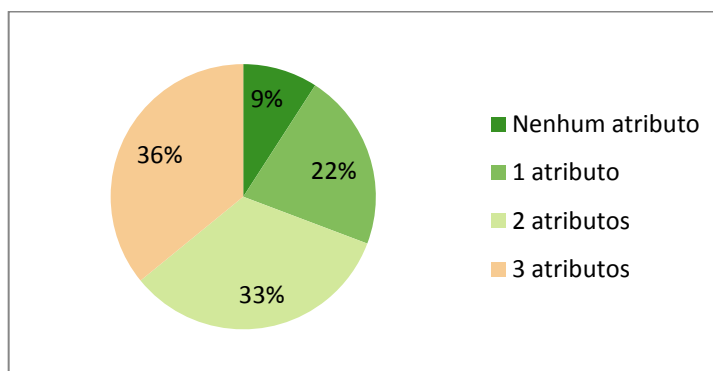
**Figura 40:** Representação das três primeiras sobreposições de atributos ambientais (da esquerda para direita).

A primeira sobreposição seria resultado do cruzamento do mapa de densidade vegetal arbórea com o mapa de espaços livres de edificações. Identificou-se que 63% da área da bacia se mostrou com dois atributos negativos referentes a estes mapas. Já 26% da bacia foi caracterizada com pelo menos um destes atributos e 11% foi caracterizado com nenhum atributo (gráfico 2).



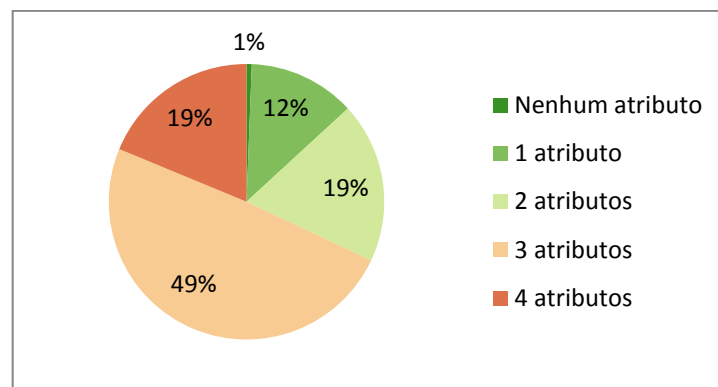
**Gráfico 2:** Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 2 atributos).

A segunda sobreposição, através do cruzamento da primeira sobreposição com o mapa de densidade populacional teve o percentual de ocorrência dos três atributos concomitantes de 36%. Já a ocorrência de pelo menos dois atributos negativos foi de 33%. A ocorrência de apenas um atributo negativo correspondeu a 22% da bacia. Já a presença de nenhum atributo negativo correspondeu a 9% do total da bacia (gráfico 3).



**Gráfico 3:** Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 3 atributos).

A terceira sobreposição, através do cruzamento da segunda sobreposição com o mapa de densidade de renda identificou que 19% da área da bacia correspondeu à ocorrência dos quatro atributos concomitantes. Já 49% da área da bacia foi representada por três atributos concomitantes. As áreas que corresponderam pelo menos dois atributos foram representadas por 19% do total da bacia. As áreas que corresponderam pelo menos a um atributo negativo foram representadas por 12% do total da bacia. Já as áreas sem nenhum atributo negativo foram representadas por 1% do total da bacia (gráfico 4).



**Gráfico 4:** Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 4 atributos).

### 5.7.2 Mapa final: Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide

A última sobreposição, caracterizada pela terceira sobreposição e o mapa de riscos a escorregamentos, teve como resultado a classificação da qualidade ambiental de toda a bacia. A figura 41 pôde ilustrar esta classificação. As áreas correspondentes à cor verde escura indicam áreas nas quais não houve presença de atributos negativos.

As áreas representadas pela cor verde são as áreas que apresentaram pelo menos um atributo negativo, entre eles: baixa densidade vegetal arbórea, a falta de espaços livres de edificações, a alta densidade populacional, a baixa densidade de renda, e o alto risco a ocorrência dos escorregamentos.

As áreas representadas pela cor verde claro são áreas que tiveram a presença de dois atributos negativos concomitantes, entre pares.

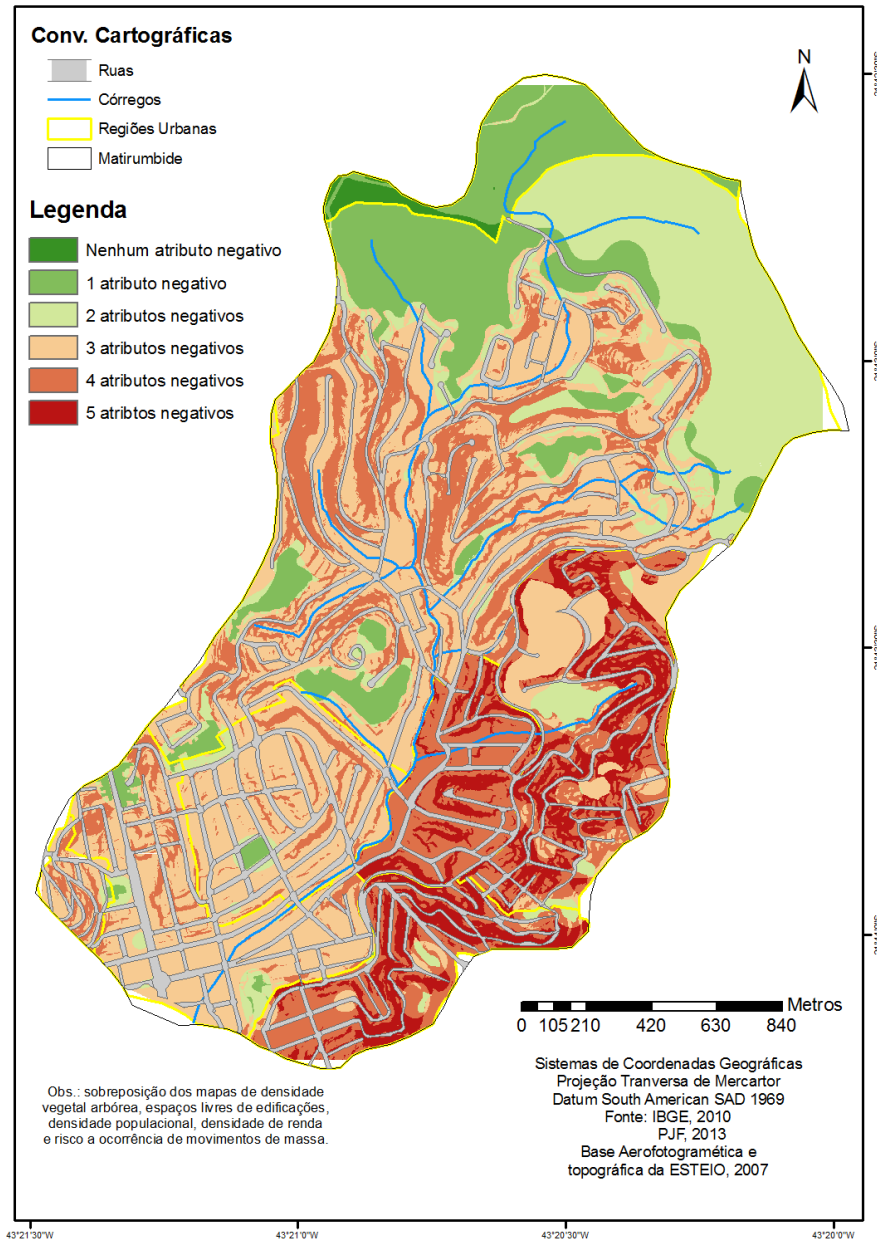
As áreas identificadas pela cor rosa claro são as áreas que foram caracterizadas com três atributos negativos, entre trios, combinando os cinco atributos negativos.

A cor rosa escuro identificou as áreas onde estão representados quatro atributos simultaneamente, a partir das possíveis combinações feitas com os cinco atributos. Já a cor vermelha identificou que estas áreas são caracterizadas pela presença de todos os atributos negativos.

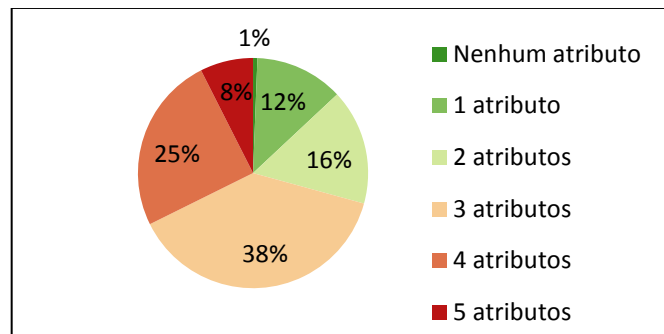
Identificou-se que 8% da área de estudo foi caracterizada por conter todos os atributos negativos; 25% da área foi caracterizada por ter quatro atributos negativos; 38% da área foi caracterizada por ter três atributos negativos, 16% da área foi caracterizada por ter a presença de dois atributos negativos, 12% da área foi caracterizada por ter a presença de pelo menos um atributo negativo e 1% de toda a bacia foi caracterizado por apresentar ausência de atributos negativos (gráfico 5).

É importante destacar que os 8% de área com cinco atributos negativos está incluso em três regiões urbanas: RU Bonfim, RU Nossa Senhora Aparecida e RU Santa Rita. Já as áreas com menos atributos negativos foram encontradas ao norte da bacia, principalmente na RU Vale dos Bandeirantes.





**Figura 41:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG.



**Gráfico 5:** Percentual de atributos negativos da Bacia do Matirumbide (até 5 atributos).

## 5.8 Análise da qualidade ambiental por região urbana

Para melhor visualização e avaliação dos resultados, mostrou-se pertinente a identificação dos resultados por região urbana. A bacia engloba oito regiões urbanas, nas quais obtiveram valores diferenciados de qualidade ambiental. Estes valores foram influenciados pela composição estrutural de cada região urbana a partir da infraestrutura, assim como atrelada aos aspectos físicos, como o relevo, por exemplo.

A região urbana Bairu foi caracterizada por áreas com até quatro atributos negativos, sem áreas com atributos positivos. A contribuição da presença de pelo menos um atributo negativo se deve ao fato desta região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos, sendo uma área residencial.

Identificaram-se três unidades de paisagem nesta região (figura 42): a primeira identificou-se uma área residencial com boas condições de infraestrutura urbana. A segunda se caracterizou com uma unidade de paisagem de função pública recreativa, a partir da presença da praça. A terceira unidade de paisagem se caracterizou como uma área com funções comerciais e área residencial com maior densidade de prédios.

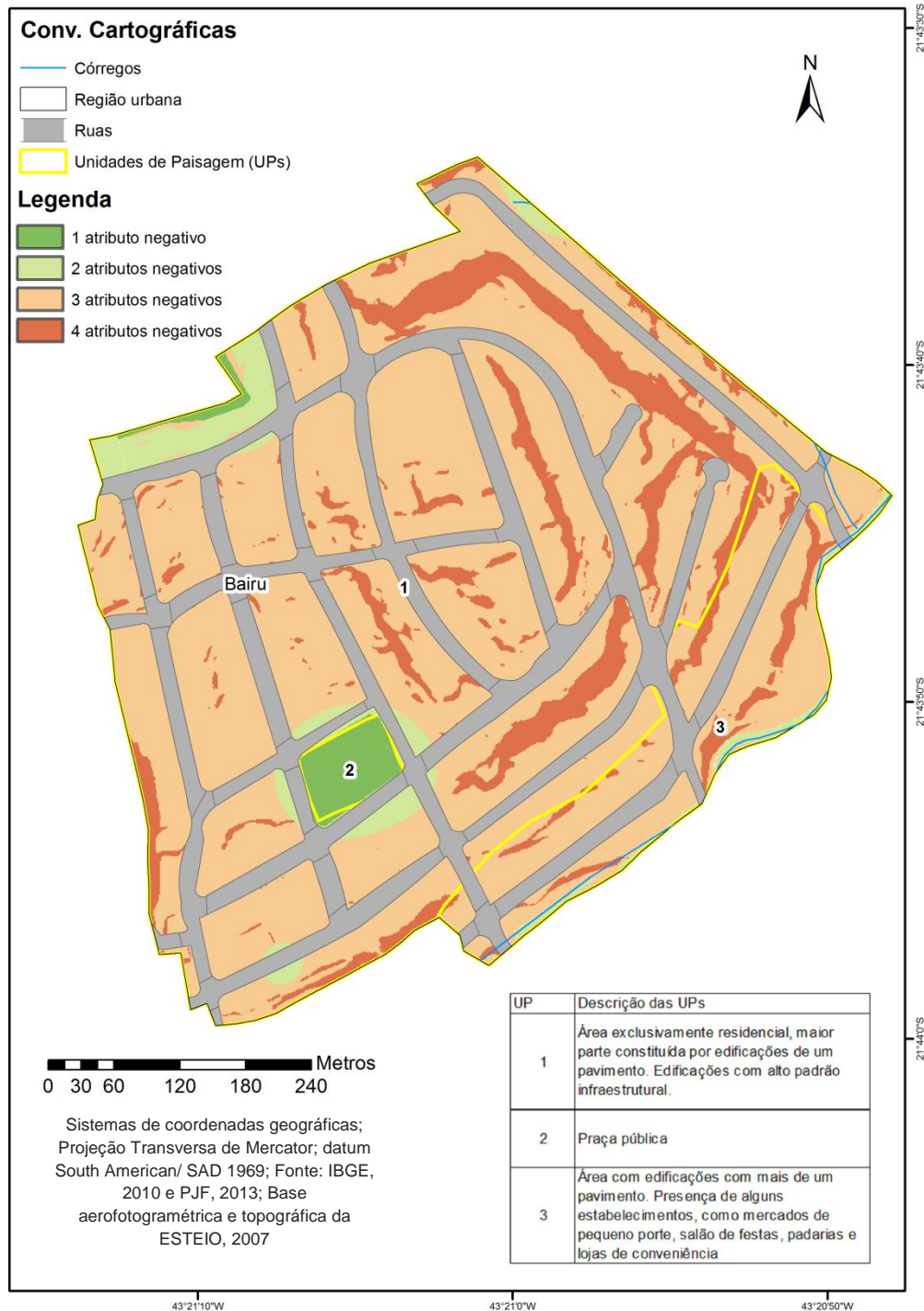
Nesta RU, as edificações são caracterizadas por casas com alta padronização de infraestrutura. Nesta área foram encontrados locais desde um até quatro atributos. A área com apenas um atributo negativo foi identificada na segunda unidade de paisagem, a praça pública. A relação desta área com apenas um atributo negativo se deve ao fato da alta densidade populacional desta área, computada homogeneamente para toda a área. O cálculo de densidade populacional foi feito de acordo com a área total de todas as RUs. Portanto, acrescentou-se este atributo na praça pública por ela estar contida na região urbana. Outro aspecto que seria primordialmente encontrado como positivo nesta área seria a alta densidade de renda. Caso esta região fosse caracterizada por condições de renda baixa, a área da praça teria dois atributos negativos, já que o cálculo de densidade renda foi feita da mesma forma que o cálculo de densidade populacional. No entanto, esta região urbana é a área onde a população residente tem as melhores condições de renda da bacia em questão.

As áreas com dois atributos negativos foram as áreas que se localizaram no entorno da praça principal e no entorno da área de preservação permanente. Os atributos de áreas livres de edificações e com alta densidade de cobertura vegetal mostraram influência na caracterização de melhor qualidade ambiental destas áreas. Estas áreas, por serem livres de edificações, não sofreram influência de atributos relacionados à composição urbana, como a alta densidade populacional e a baixa densidade de renda.

As áreas com três atributos negativos caracterizaram a maior parte desta unidade de paisagem. Isto se deve ao fato de que houve a presença de construções, suprimindo as áreas livres e, conseqüentemente, diminuindo a densidade de vegetação arbórea. Porém estas áreas não sofreram a influência da baixa densidade de renda, nem pelo alto risco a ocorrência dos escorregamentos.

O atributo negativo relacionado ao alto risco a ocorrência dos escorregamentos foi intrinsecamente relacionado às áreas que contiveram quatro atributos negativos. Este atributo negativo está relacionado basicamente à estrutura do relevo da área. O principal aspecto seria a declividade, que se mostra um dos principais pontos na modelagem de instabilidade, além dos fatores hidrológicos. Nesta área os níveis de declividade mais acentuados não ultrapassam 61%.

A região urbana, mesmo com alguns aspectos que diminuem sua qualidade ambiental pôde ser considerada como uma região urbana com qualidade ambiental alta, já que os padrões infraestruturais adequados e a pouca presença de áreas declivosas com construções diminuiriam o fator de risco e, conseqüentemente, a qualidade do ambiente e seu relacionamento com a sociedade melhoraria.



**Figura 42:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Bairu.

A região urbana Bonfim foi caracterizada desde três atributos até cinco atributos. A contribuição de ter áreas com mais de três atributos negativos se deve ao fato desta região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos, sem nenhum tipo de área livre, sendo o terreno

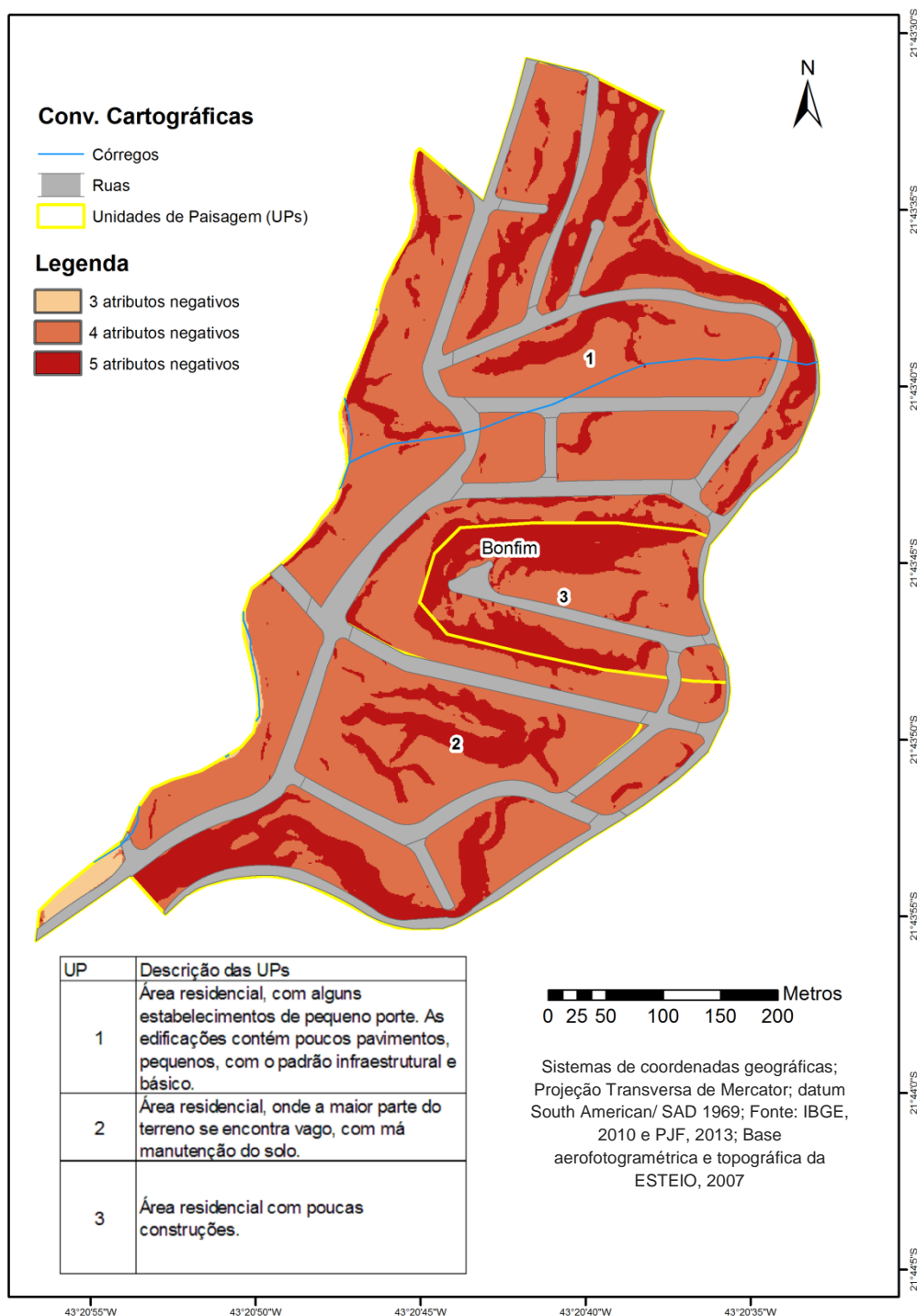
praticamente todo constituído por construções. Desta forma, esta área tem seu nível de qualidade ambiental menor devido à falta de cobertura vegetal arbórea e a falta de espaços livres de edificações (figura 43).

Foram encontradas três unidades de paisagem nesta área. A primeira unidade de paisagem foi característica da maior parte desta região urbana, como sendo uma área residencial, com pequenos estabelecimentos comerciais, onde as casas são, na maioria, pequenas, com até três pavimentos, com padrão infraestrutural abaixo do que é encontrado na RU Bairu. A segunda unidade foi caracterizada também por ser residencial, porém há a presença de poucas construções e as áreas vagas se mostraram com má manutenção do solo, na maior parte exposto. A terceira unidade de paisagem seria uma área residencial com poucas construções.

As áreas onde mostraram três atributos negativos foi uma pequena área, no extremo sul de região. Compete estes atributos principalmente às condições provenientes da urbanização desta área, como a alta densidade populacional, além da falta de espaços livres de edificações e a baixa renda da população residente. Por ser uma área sem edificações, há a presença de cobertura vegetal arbórea, diferenciando esta área das outras encontradas nesta região.

As áreas com quatro atributos negativos conformam a maior parte desta região, identificando somente a ausência de alto risco a ocorrência dos escorregamentos. Os demais atributos negativos foram encontrados. Mesmo tendo algumas áreas com poucas construções, houve a presença da alta densidade populacional atrelada ao baixo nível de renda. Esta relação pode mostrar um padrão na caracterização da composição urbana desta área, uma vez que esta região se mostra adensada por lotes menores e a presença de alguns prédios próximos à via central para acesso à região.

As áreas com cinco atributos negativos foram caracterizadas com a presença do alto risco à ocorrência dos escorregamentos. Estas áreas foram condicionadas com a alta declividade desde 50% até, algumas, com 90%. O fator relacionado ao alto risco foi preponderante para esta região urbana, na qual mostrou o risco como fator de diminuição da qualidade ambiental.



**Figura 43:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Bonfim.

A região urbana Centenário é a menor região urbana em área contida na bacia do Matirumbide, sendo caracterizada desde um atributo até quatro atributos. Não houve áreas sem presença de atributos negativos. A contribuição de ter áreas

com mais de um atributo negativo se deve ao fato desta região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos.

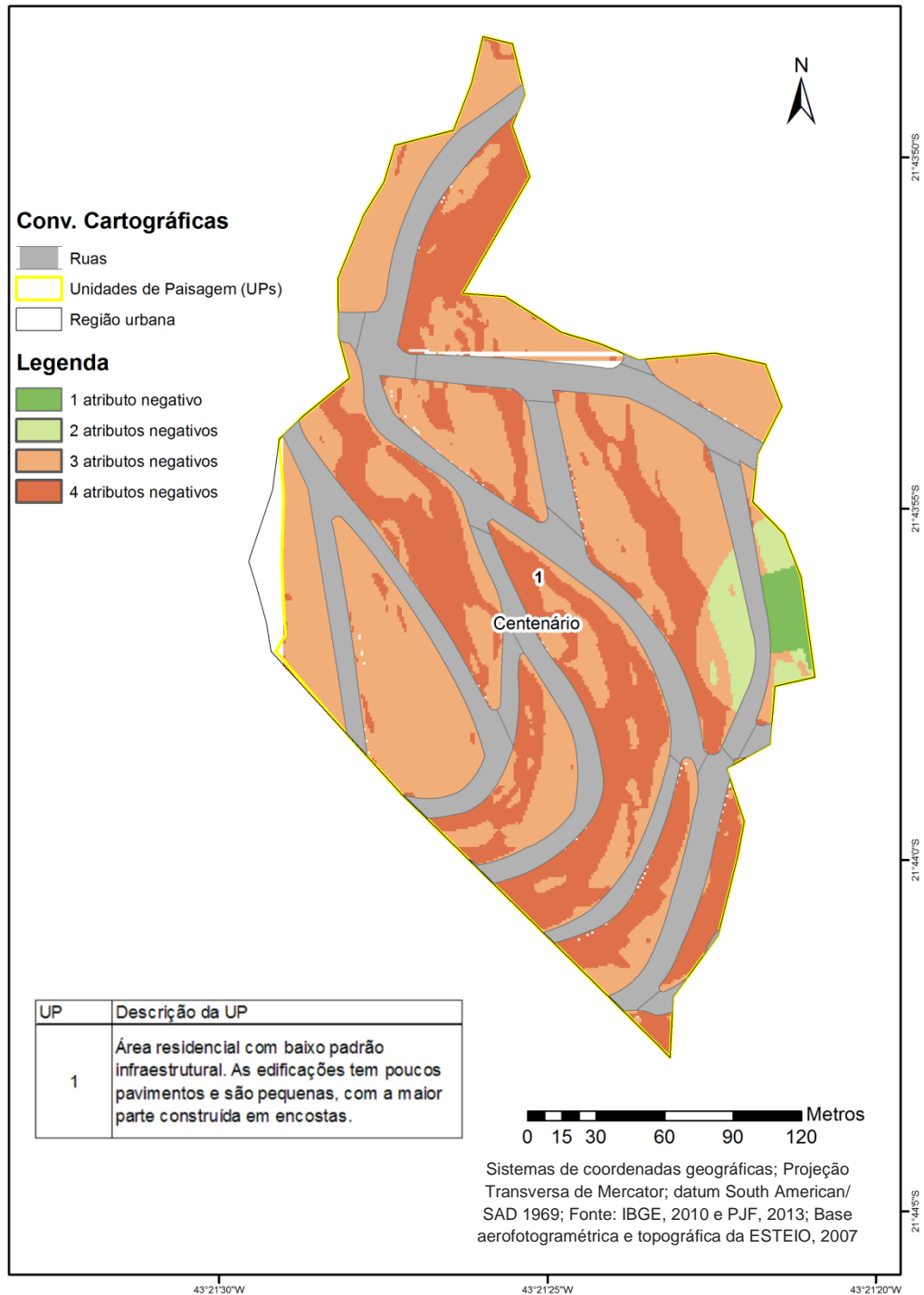
Esta região foi caracterizada com uma unidade de paisagem, exclusivamente residencial com lotes pequenos e baixo padrão infraestrutural, sendo as casas construídas ao longo de encostas (figura 44).

A área com menor quantidade de atributos negativos seria uma área vaga caracterizada pela alta densidade populacional, além da alta declividade, com presença de vegetação arbórea, livre de construção, com baixo risco, devido a ausência de pessoas e baixa densidade de renda. Mesmo sendo uma área com padrões baixos de infraestrutura urbana, a área tem uma população residente com média a alta renda.

A área com dois atributos negativos se encontrou no entorno da área vaga com apenas um atributo negativo. Esta área além da alta densidade populacional tem construções o que a caracterizou como um espaço construído.

As áreas com três atributos negativos compreenderam a maior parte da região urbana e foi caracterizado pela alta densidade populacional, pela falta de espaço livre de edificações, além da baixa densidade de vegetação arbórea.

As áreas com quatro atributos negativos atrelam também o alto risco a ocorrência dos escorregamentos. Estas áreas são todas construídas, sem vegetação arbórea, o que indica o favorecimento do risco para a perda da qualidade ambiental.



**Figura 44:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Centenário.

A região urbana Manoel Honório foi caracterizada desde um atributo até quatro atributos. Não houve áreas sem presença de atributos negativos. A contribuição de ter áreas com mais de um atributo negativo se deve ao fato desta



região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos, o que a classifica através da pouca presença de espaços livres de edificações.

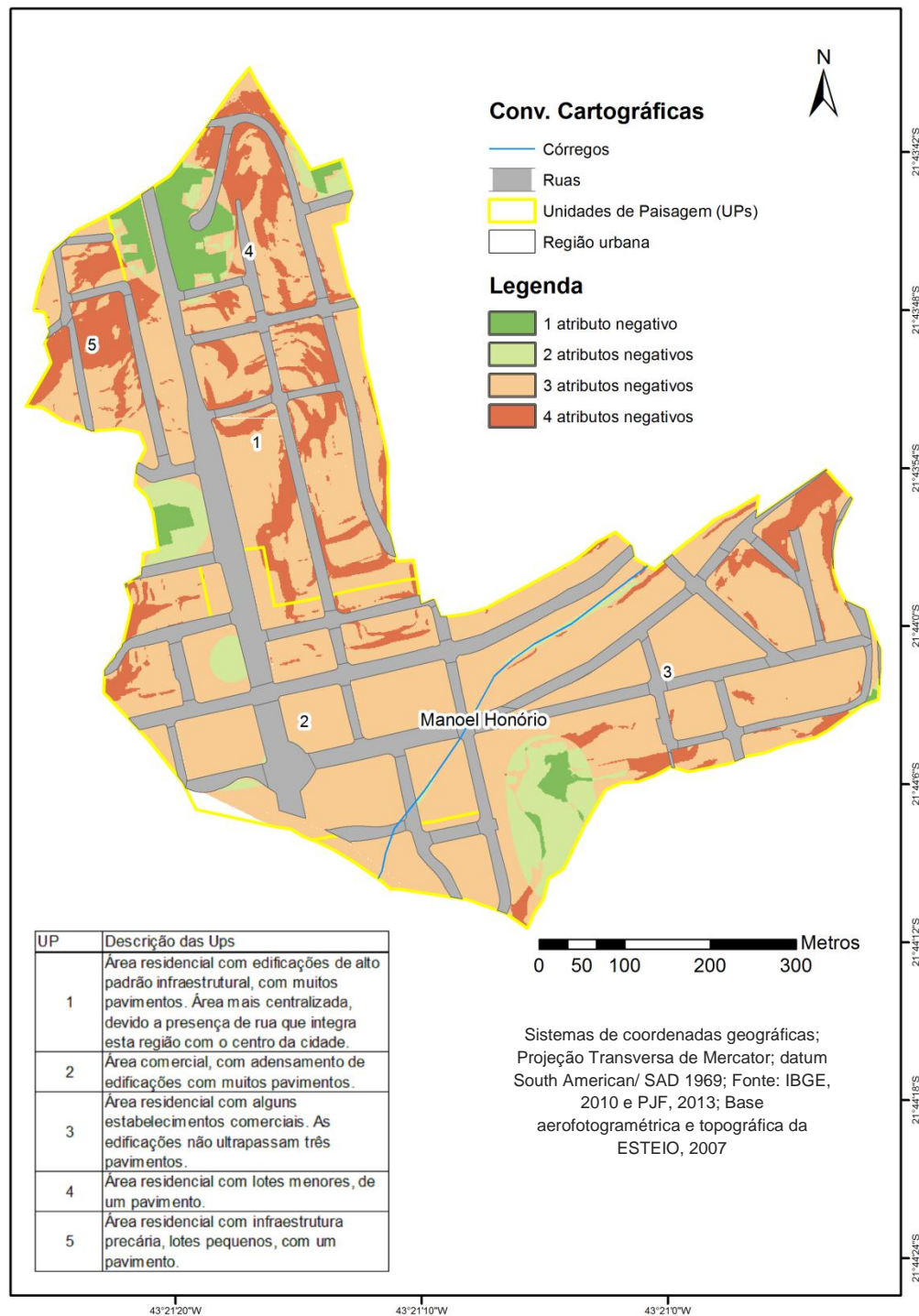
Esta região tem cinco unidades de paisagem distintas (figura 45). A primeira seria caracterizada por ser uma área residencial com edificações de alto padrão infraestrutural, na maioria prédios. Seria uma área mais centralizada, devido a presença da via principal que integra esta região com o centro da cidade de Juiz de Fora. A segunda seria uma área comercial, com adensamento de edificações, na maioria prédios. A terceira seria uma área residencial com alguns estabelecimentos comerciais, onde as edificações não ultrapassam três pavimentos. A quarta seria uma área residencial com lotes menores, na maioria casas. A quinta seria uma área residencial com infraestrutura mais precarizada desta região, com lotes pequenos, na maioria casas.

As áreas onde houve a presença de somente um atributo negativo foram identificadas por não serem áreas com construções, que de alguma forma mostrou uma densidade de vegetação arbórea considerável, além do baixo risco a escorregamentos, através da falta da população residente nestes locais e da baixa declividade. A região urbana foi caracterizada por altos índices de renda, devido a sua característica de ser centralizada e conter uma maior diversidade de equipamentos urbanos, constatando apenas a alta densidade populacional como fator negativo e que contribuiu para a perda da qualidade ambiental destes locais.

As áreas com dois atributos negativos são as áreas no entorno das áreas com apenas um atributo e se justificam, além da alta densidade populacional, com a falta dos espaços livres de edificações.

Já as áreas com três atributos negativos constitui a maior parte da bacia e caracterizou as áreas com baixa densidade de vegetação, falta de espaços livres e alta densidade populacional.

As áreas com quatro atributos já envolveriam o alto risco a ocorrência dos escorregamentos, demonstrando poucas áreas. Esta característica se deve a localização desta região urbana estar à jusante da bacia, possibilitando um relevo mais aplainado, tendo algumas elevações quando há proximidade com outras regiões urbanas ao norte.



**Figura 45:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Manoel Honório.

A região urbana Nossa Senhora Aparecida foi caracterizada desde dois atributos até cinco atributos. Não houve áreas sem presença de atributos negativos. A contribuição para estas áreas se deve ao fato desta região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos, o que a classificou como uma

região com ausência de espaços livres de edificações, além da baixa densidade de cobertura vegetal arbórea.

Foram delimitados três unidades de paisagem nesta região (figura 46). A primeira identificou área residencial com densidade média de lotes pequenos, de infraestrutura média a baixa. A segunda unidade de paisagem foi caracterizada por ser uma área residencial com infraestrutura precária, onde os lotes são pequenos, construídos em encostas com alta declividade. A terceira unidade de paisagem seria uma área residencial pouco povoada, com poucos lotes construídos.

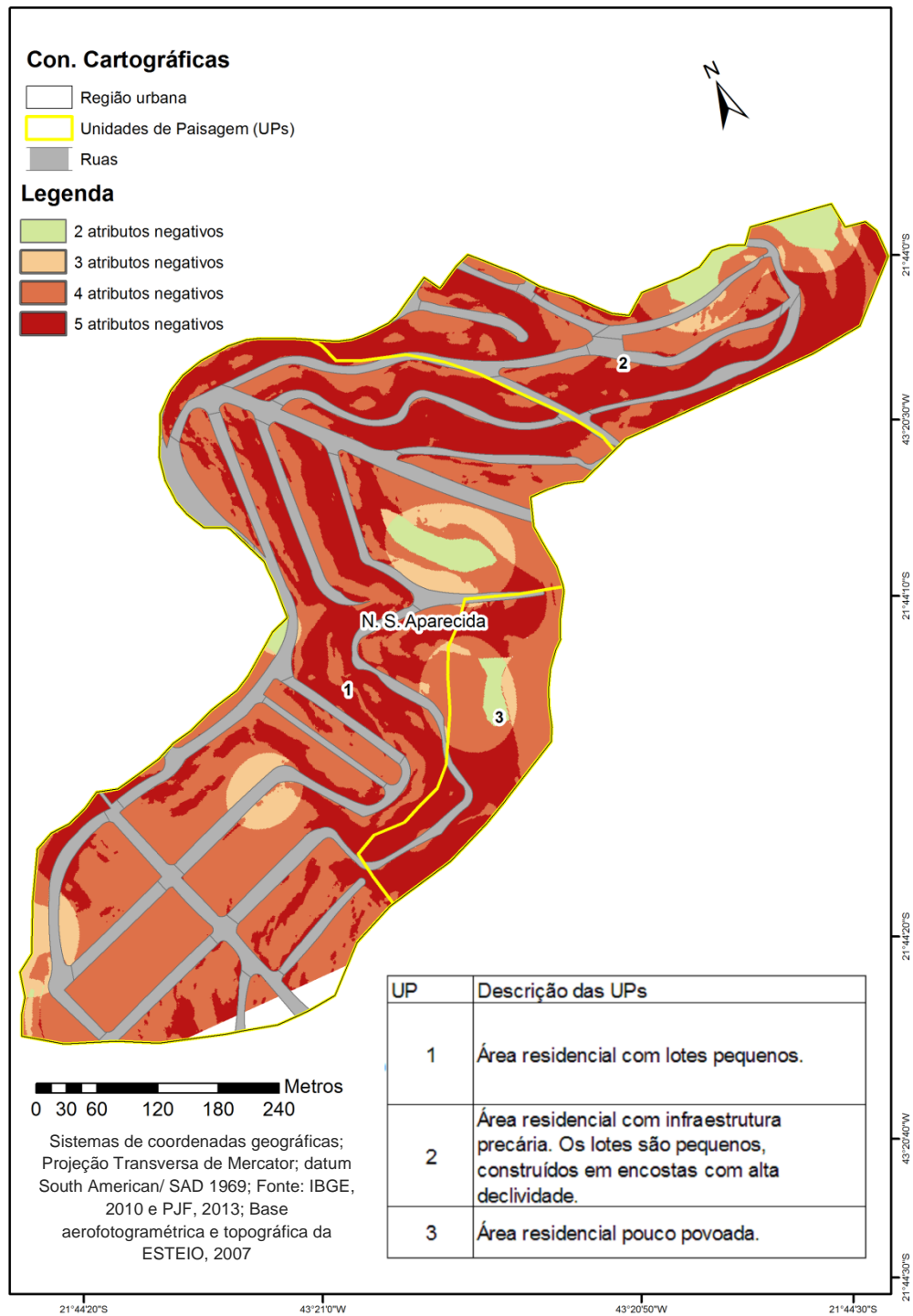
As áreas com dois atributos negativos seriam áreas que puderam caracterizar os atributos que envolvem toda a área da região: a alta densidade populacional e baixa densidade de renda. Os atributos relacionados ao risco, à cobertura vegetal e aos espaços livres foram considerados como positivos para estas áreas, nas quais somaram uma pequena parcela de toda a região.

As áreas com três atributos negativos, encontradas em poucas áreas, constituem-se pela falta de espaço livre ou pela baixa densidade de vegetação arbórea, possibilidades nas quais estão relacionadas a presença de área construída.

As áreas com quatro atributos foram caracterizadas pela presença conjunta, além dos atributos nela identificados, da falta de espaço livre e pela baixa densidade de vegetação arbórea.

Nas áreas onde foram constatados cinco atributos negativos, o alto risco a ocorrência dos escorregamentos apareceu nas áreas claramente delimitadas pela alta declividade somadas a alta densidade populacional, a baixa densidade de renda, a falta de espaços livres e a baixa cobertura vegetal arbórea.

Somados estes atributos em uma área com frágeis fatores infraestruturais, identificou-se que os valores de qualidade ambiental desta região urbana são baixíssimos, constatando altas probabilidades de risco.



**Figura 46:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Nossa Senhora Aparecida.

A região urbana Progresso foi caracterizada desde nenhum atributo negativo até quatro atributos negativos. Por abranger a maior parte da bacia, esta região urbana engloba vários bairros e, necessariamente, constituiu um maior número de unidades de paisagem (figura 47). A primeira unidade de paisagem seria

caracterizada por ser uma área residencial com pequenos estabelecimentos, onde as edificações são pequenas, sendo a maioria casas, com infraestrutura média a baixa. A segunda seria considerada uma área particular com vegetação arbórea densa. A terceira seria caracterizada por ser uma área não residencial, com predomínio de vegetação rasteira. A quarta unidade de paisagem seria caracterizada por ser uma área de preservação permanente, criada por lei específica. A quinta e a sexta unidades de paisagem seriam caracterizadas por serem áreas particulares destinadas à recreação.

As áreas que não tiveram a presença de nenhum atributo negativo foram as áreas limítrofes a região urbana Vale dos Bandeirantes, tendo valor zonal com praticamente nenhum significado para a região urbana Progresso.

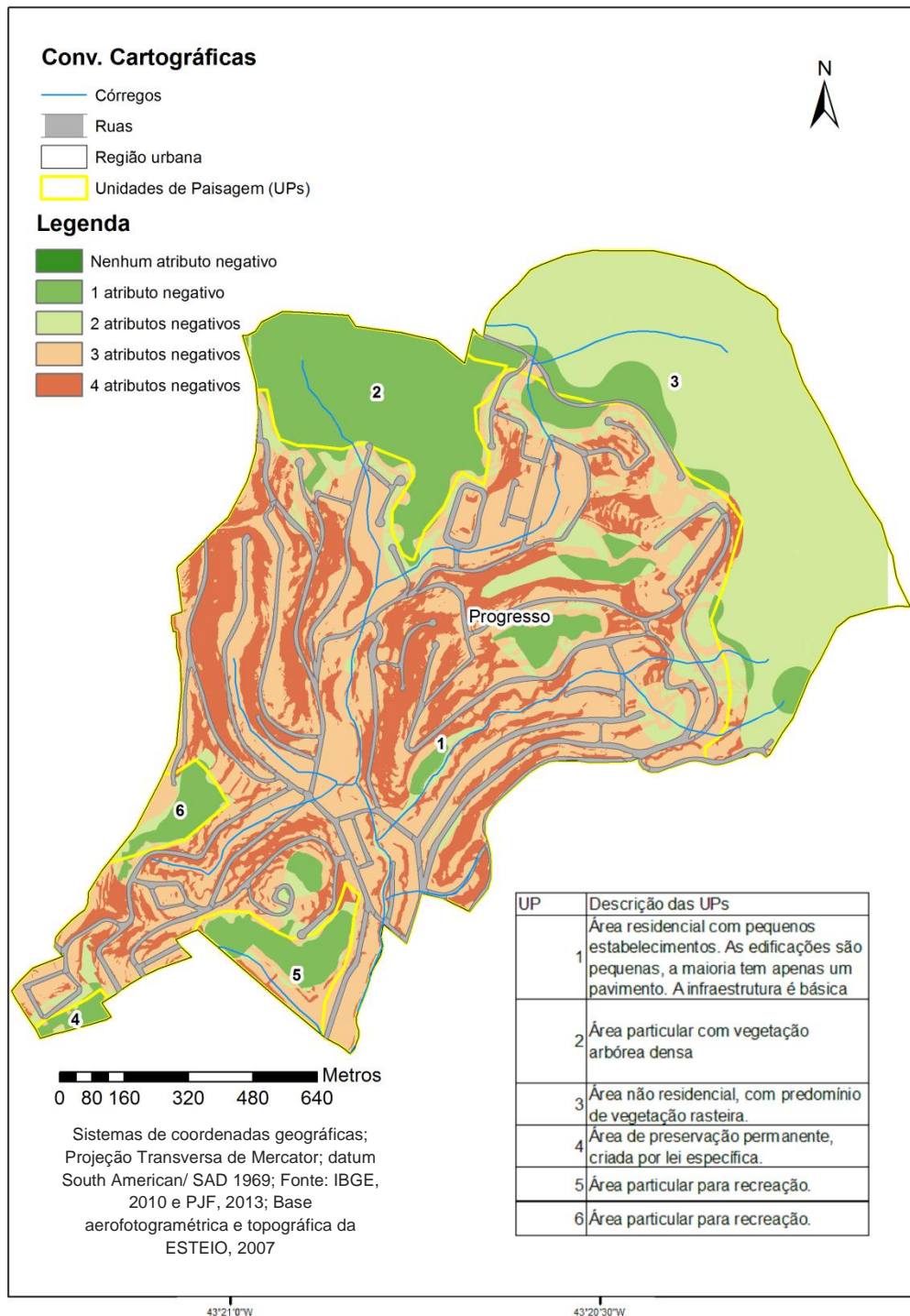
As áreas que tiveram um atributo negativo foram as áreas com caracterização dada apenas pela alta densidade populacional. Estas áreas são constituídas de vegetação arbórea densa, livre de edificações, porém não sendo públicas.

Já as áreas identificadas com dois atributos negativos são áreas livres de edificações, porém a presença de vegetação arbórea seria ausente, sendo caracterizado por áreas com vegetações rasteiras e arbustivas. Ao sul desta região urbana, as áreas com dois atributos negativos foram caracterizadas pela presença da alta densidade populacional e pela falta de espaços livres de edificações, já que estas áreas ao sul são espaços construídos.

As áreas identificadas com três atributos negativos seriam as áreas que apresentaram alta densidade populacional, baixa densidade de cobertura vegetal arbórea e falta de espaços livres de edificações. Esta região urbana seria constituída em sua maior parte pela influência destes três atributos, o que identificou uma baixa qualidade ambiental.

Além disso, o atributo de alto risco pode ser encontrado nas áreas onde houve a presença de quatro atributos negativos. Nestas áreas houve o predomínio de casas construídas em áreas declivosas, o que surge a idéia de perda da qualidade ambiental com a sujeição ao risco.

Mesmo sendo uma área com grandes locais com poucos atributos, as áreas onde há a presença populacional foram as que teriam maior perda da qualidade do ambiente.



**Figura 47:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Progresso.

A região urbana Santa Rita foi caracterizada desde dois atributos até cinco atributos. Não ocorreram áreas sem a presença de atributos negativos. A contribuição de ter áreas com mais de dois atributos negativos se deve ao fato desta região urbana ser uma área exclusivamente ocupada por equipamentos urbanos, o

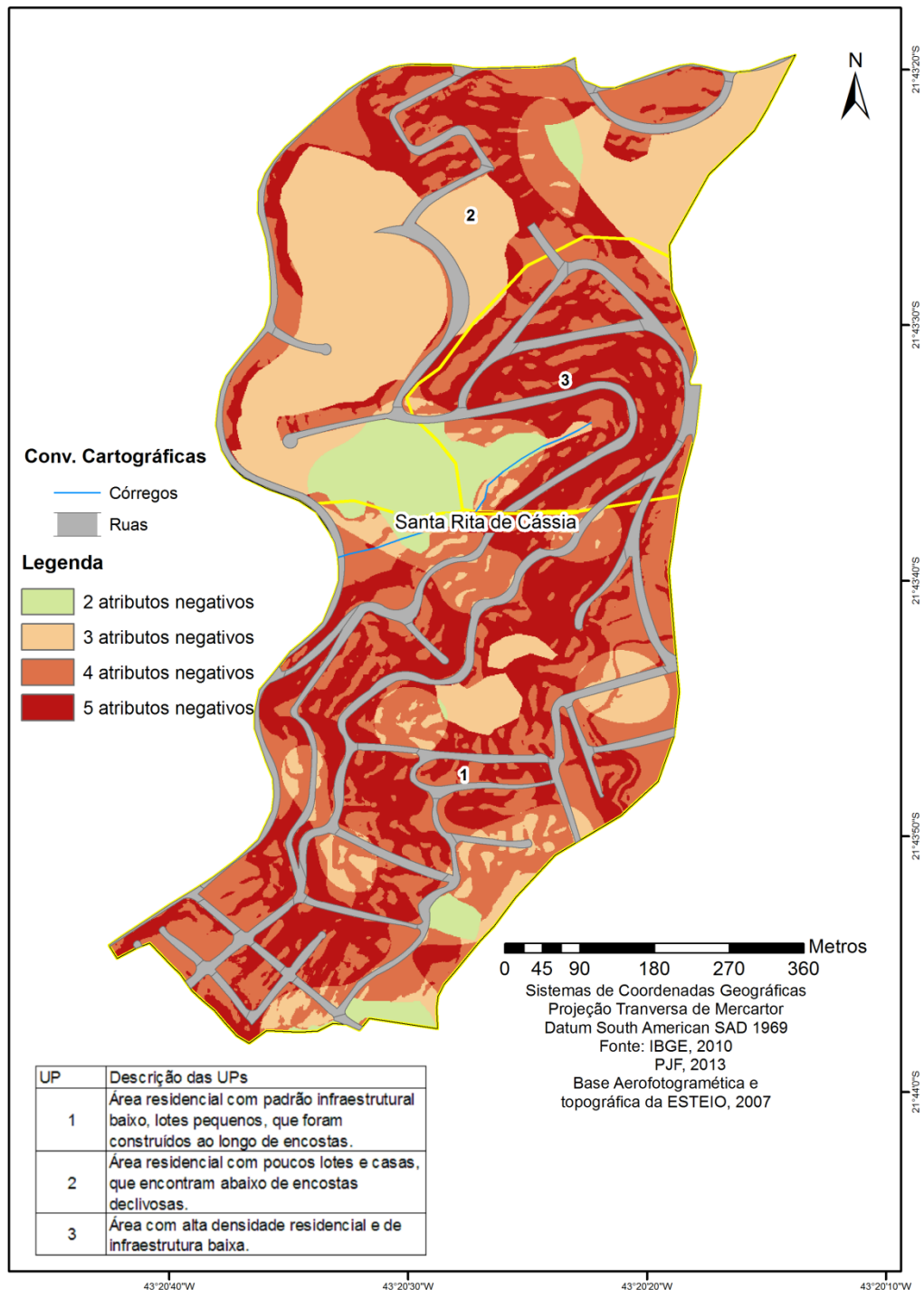
que a classificou através da ausência de espaços livres de edificações, além da baixa densidade de cobertura vegetal arbórea.

Foram delimitadas três unidades de paisagem nesta região urbana (figura 48). A primeira seria uma área residencial com padrão infraestrutural baixo, lotes pequenos, que foram construídos ao longo de encostas. A segunda seria uma área residencial com poucos lotes e casas, que se encontram no sopé de encostas declivosas. A terceira seria uma unidade de paisagem caracterizada por ser uma área com alta densidade residencial e com padrões de infraestrutura baixa.

Algumas áreas não construídas e com presença de vegetação arbórea, fora das áreas de risco, foram as que tiveram dois atributos negativos, através da presença da alta densidade populacional e da baixa densidade de renda. Estas áreas ao serem comparadas com toda a área desta região urbana seriam muito pequenas.

As áreas que tiveram três atributos negativos foram as áreas que não teriam a presença de cobertura vegetal, não teriam construções ou estariam em áreas de risco. Seriam áreas encontradas principalmente ao norte desta região, onde mostraria ser menos povoado.

As áreas que tiveram quatro atributos negativos foram as áreas que mostraram a existência de construções, além dos outros atributos já citados. Estas áreas são poucas ao se comparar com as áreas de cinco atributos negativos, pois esta região se encontraria em uma área muito declivosa (acima de 70%), o que caracterizou a significativa presença do atributo negativo relacionado ao risco à ocorrência de escorregamentos.



**Figura 48:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Santa Rita.

A região urbana Vale dos Bandeirantes foi caracterizada desde nenhum atributo negativo até três atributos negativos. Por ser a região urbana que está a montante da bacia, caracterizou-se pela baixa densidade de construções e pela baixa densidade populacional. Esta região foi caracterizada com apenas uma



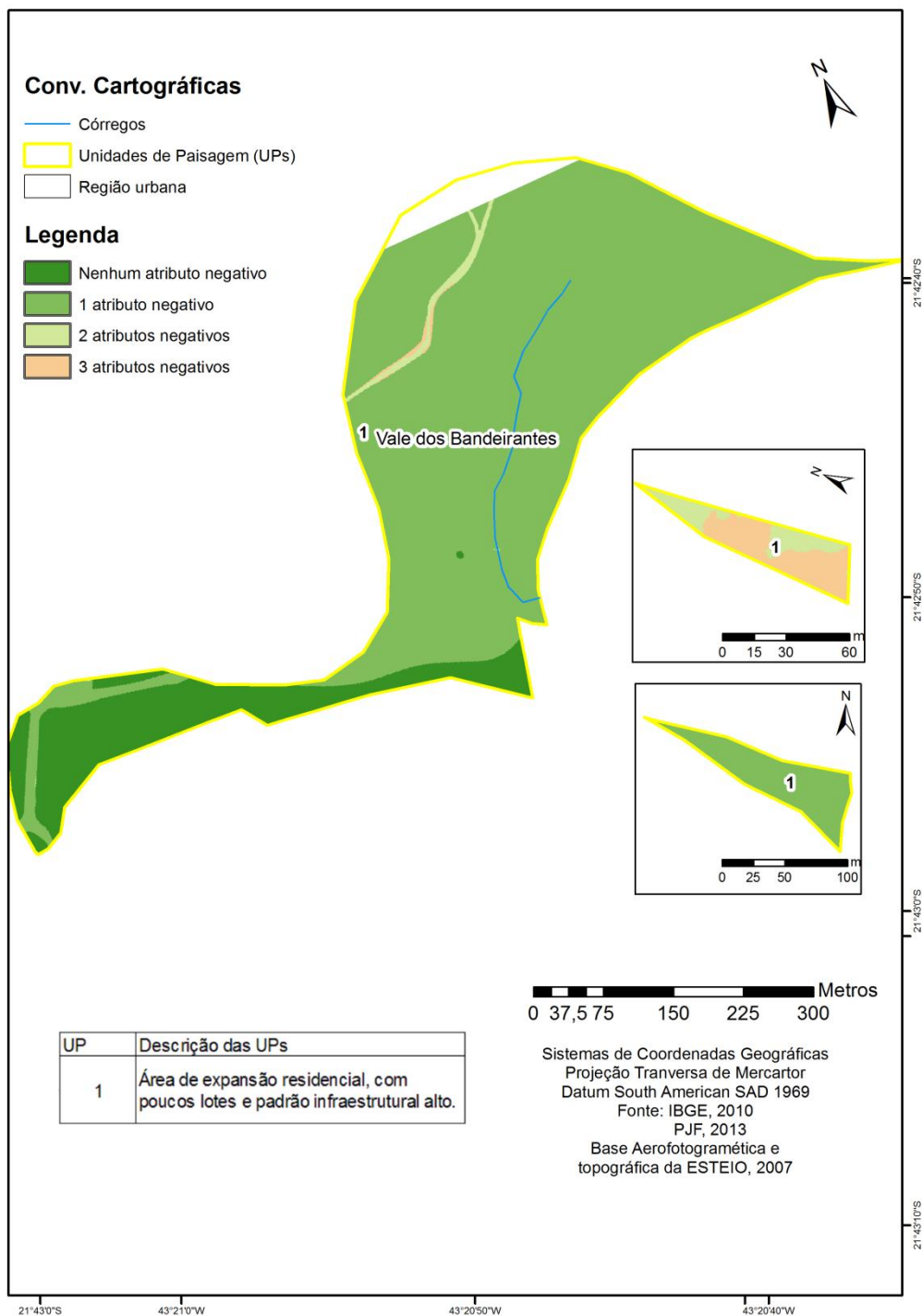
unidade de paisagem, onde mostrou ser uma área com potencial a expansão residencial (figura 49).

Esta seria uma área de possível adensamento urbano, com poucos lotes construídos, sendo os poucos lotes construídos de alto padrão infraestrutural, o que caracterizou esta região com alta renda domiciliar, não afetando esta região com o atributo negativo de baixa densidade de renda.

As áreas com um atributo negativo foram relacionadas a baixa densidade de vegetação arbórea, identificando que as áreas que seriam consideradas sem nenhum atributo negativo, conteria uma densidade considerável de vegetação arbórea.

Foram consideradas com dois atributos negativos as áreas que não mostraram a presença de cobertura vegetal arbórea e que estariam em vias de acesso. Ao classificar os espaços urbanos, identificou-se que não somente os espaços construídos, mas também os espaços de integração como ruas, poderiam diminuir a qualidade ambiental, sendo um fator negativo para a análise.

A pequena área onde há a presença de três atributos negativos identificou a influência de uma área de risco. Esta influência ocorreu, pois ao considerar o espaço de integração como fator negativo e contrário a um espaço livre, a sobreposição entre ambos os mapas analíticos – risco e espaços livres – mostrou ser uma área ocupada. Porém, esta relação não indicaria risco, uma vez que não há pessoas residentes nessa pequena faixa.



**Figura 49:** Classificação da Qualidade Ambiental na Bacia do Córrego Matirumbide, Juiz de Fora, MG – RU Vale dos Bandeirantes.

A análise da qualidade ambiental feita para cada região urbana pôde dar subsídios para que fosse feita um zoneamento da qualidade ambiental da bacia por região urbana. Desta forma, buscaram-se identificar os valores de qualidade

ambiental a partir da relação entre as oito regiões urbanas. A figura 50 ilustra tal classificação.

Identificaram-se os menores índices de qualidade ambiental nas regiões urbanas Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita. Os maiores índices de qualidade ambiental foram encontrados na região urbana Bairu e Vale dos Bandeirantes. A região urbana Bonfim foi classificada com baixa a média qualidade ambiental, enquanto que as regiões urbanas Manoel Honório e Progresso classificaram com média a alta qualidade ambiental. A região urbana Centenário foi classificada com média Qualidade Ambiental. Seria necessário entender que um atributo negativo já seria suficiente para geração de desagradáveis consequências à população, porém entendeu-se que a relação entre estes atributos criaria um quadro com inúmeras possibilidades para diminuição ou aumento da qualidade ambiental, o que caracterizou cada região urbana com distintas condições.

A região urbana Vale dos Bandeirantes teve alta qualidade ambiental principalmente por sua característica de pouco adensamento de ocupações urbanas. Por ser uma área pouco adensada, computaram-se poucas áreas de risco, uma vez que o risco só existiria se houvesse probabilidade a acidentes naturais. Mesmo assim esta região foi caracterizada por ser uma área com valores de declividade elevados.

A região urbana Manoel Honório mostrou ser uma área com altos índices de densidade populacional e com poucos espaços livres, porém se classificou como uma área com média a alta qualidade ambiental. Isso seria proveniente da caracterização do terreno e do padrão de vida da população, nos quais viabilizaram a qualidade proveniente da renda e o baixo padrão de risco a ocorrência escorregamentos. A caracterização do terreno não excluiu a possibilidade de ocorrer algum evento natural, possibilitando outros eventos em caráter de acidente.

A região urbana Centenário, com média qualidade ambiental, pode ser identificada ainda com uma qualidade menor, uma vez que a infraestrutura urbana não tem um padrão desejado, dificultando a relação da população com o ambiente. As ocupações se encontram em um ambiente declivoso e há dificuldade para locomoção de veículos de transporte grandes.

A região urbana Progresso caracterizou a sua média a alta qualidade ambiental principalmente a sua extensão, o que possibilitou uma maior diversidade de usos em seus limites. Esta heterogeneidade, entretanto, não seria difusa ao

longo da área. O uso e ocupação seriam aglutinados, correspondendo a uma maior densidade de ocupações ao sul da região e uma menor densidade ao norte.

A região urbana Bonfim foi caracterizada com uma média a baixa qualidade ambiental através da influência do adensamento urbano, da condição de renda e da caracterização do terreno. Porém, identificou-se que esta região a oeste mostrou melhor qualidade ao se tratar da condição de renda e da caracterização do risco, uma vez que o adensamento ocupacional seria significativo na maior parte da bacia.

As regiões com valores mais discrepantes, ao relacionar a qualidade ambiental, seriam as regiões Bairu, Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita. A região Bairu se mostrou com a melhor qualidade ambiental. O alto padrão da infraestrutura urbana e a menor probabilidade ao risco de escorregamentos qualificaram esta região com excelente qualidade. Além disso, ela foi uma das poucas regiões que apresentou espaço livre de edificação pública. Claramente pode-se enxergar uma melhor qualidade neste ambiente, o que traduz a melhor condição de renda da população local, uma vez que, tendo condições para escolher o local de moradia, o cidadão buscará os melhores locais.

Já o bairro Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita foram identificados com os menores padrões de qualidade ambiental. O terreno declivoso, a baixa condição de renda, a alta densidade populacional e a pouca presença de espaços livres foram os principais atributos nos quais contribuíram para este quadro. Tais atributos fazem parte de um ciclo onde a falta de escolha dada pela condição de renda contribui para que certa população possa buscar locais menos apropriados para se viver. Ao mesmo tempo, a falta de escolha contribui com o adensamento urbano, afetando os espaços livres, como também, aumentando a densidade populacional.

A caracterização do terreno seria condição primordial para uma melhor relação entre a população e o ambiente, uma vez que condicionaria a intensidade do risco. Entretanto, a intensidade do risco também estaria atrelada a infraestrutura, uma vez que melhores padrões infraestruturais diminuiria a intensidade de risco.

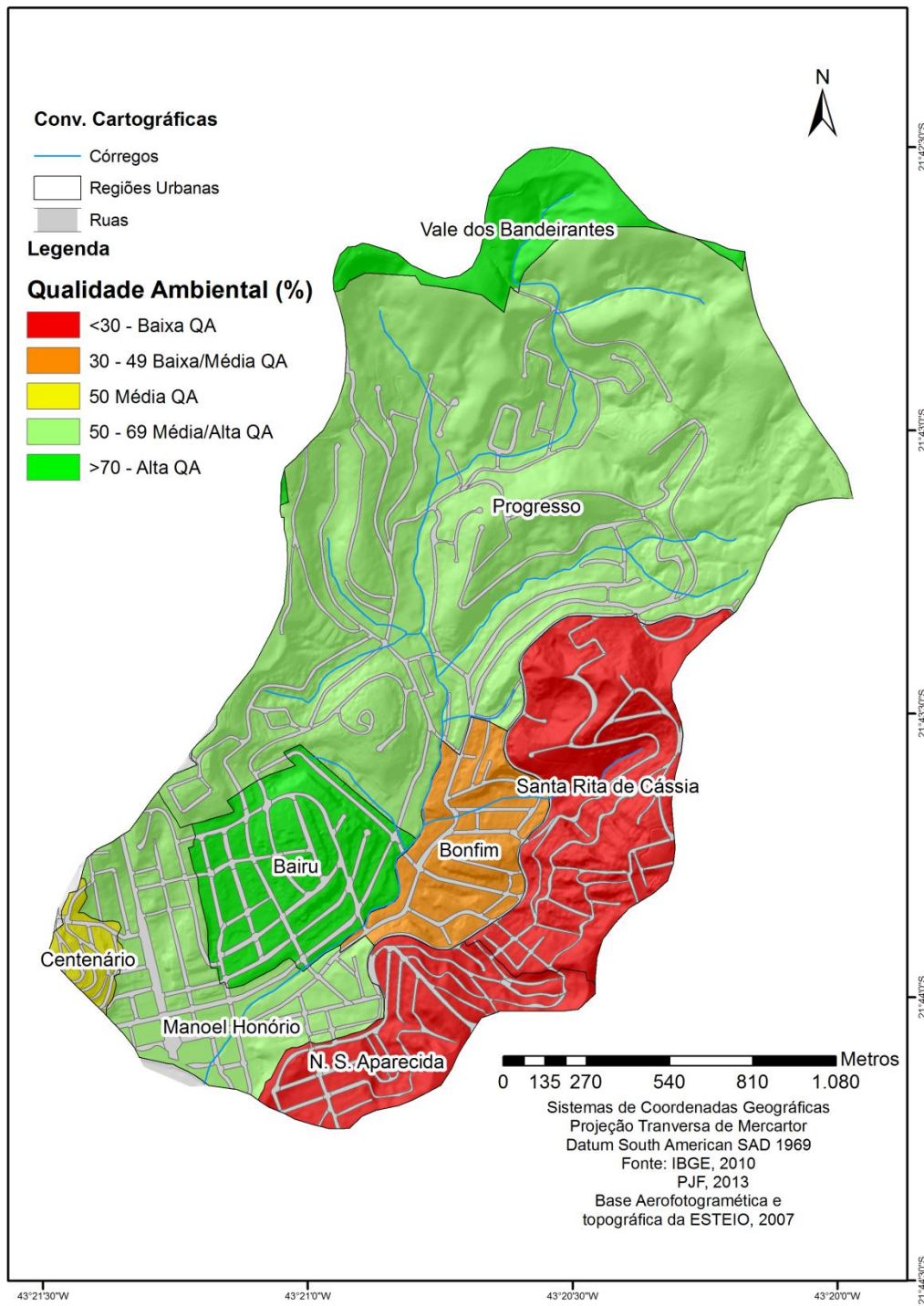


Figura 50: Zoneamento da Qualidade Ambiental por região urbana.

## 6 CONCLUSÕES

Quanto à representação do uso, ocupação e cobertura da terra, mostrou-se que a maior parte da bacia é constituída por ocupações e equipamentos urbanos. Já as áreas que não tinham ocupações, a minoria, foram representadas por áreas de vegetação arbórea, mista e rasteira, uso agrícola e solo exposto. Desta forma, conclui-se que a bacia analisada se apresentou essencialmente urbanizada. Essa representação pôde dar subsídios às variáveis relacionadas às dinâmicas urbanas superficiais.

Quanto à análise da densidade de cobertura vegetal arbórea, foram identificadas poucas áreas com densidade significativa de cobertura vegetal, devido a extensa ocupação e presença de equipamentos urbanos ao longo da bacia, sendo a região urbana Bonfim a mais prejudicada pela falta de cobertura vegetal arbórea. Esta relação se mostrou inversa, uma vez que as áreas arborizadas deveriam ter significativa presença nos ambientes adensados para que pudesse haver equilíbrio e conforto para a população, ou seja, ter qualidade ambiental mais satisfatória. Porém, concluiu-se que, a situação encontrada é o resultado do processo de expansão de áreas urbanas sem a adoção de um devido planejamento. A solução para o aumento das áreas com cobertura vegetal viria com a implantação de espaços livres de edificações com a finalidade de ser um bem público para lazer e proporcionar pontos de equilíbrio ambiental.

A presença de espaços livres de edificações públicos em algumas áreas da bacia identifica a situação da infraestrutura urbana local. Uma vez que é necessária a presença destes espaços em áreas urbanizadas, a falta deles mostra a insuficiência de equipamentos urbanos recreativos no local. Somente as regiões urbanas Bairu, Manoel Honório e Progresso apresentaram espaços livres públicos, porém alguns sub-utilizados, como a região urbana Progresso. A pouca presença de espaços livres não foi relacionada com a presença de ocupações urbanas, o que se conclui é que estes não foram previstos num processo de planejamento adequado. Assim, a falta deles mostrou um tratamento impróprio à infraestrutura local.

Quanto à densidade populacional, a bacia se mostrou significativamente adensada. As áreas com maior densidade foram localizadas em algumas áreas que

não mostraram a presença de espaços livres públicos, assim como em algumas áreas que estavam mais próximas à área central da cidade de Juiz de Fora. Isso identificou que a população, em geral, busca moradias próximas as intermediações centrais da cidade, como forma de estarem mais próximas de equipamentos urbanos, mais complexos. Da mesma forma, identificou-se que a população que reside mais próxima às áreas centrais foram as que mostraram maiores níveis de renda. A região urbana Bairu foi a que apresentou maior densidade de renda e também mostrou espaços livres públicos com maior qualidade e utilização. Concluiu-se então que a população residente nas áreas com melhor infraestrutura urbana e que possui maiores possibilidades de escolha, seria a com melhor condição de renda.

Quanto à representação do relevo para a utilização do modelo SINMAP, o material utilizado, proveniente de levantamento LIDAR, apresentou resultados surpreendentes, visto que, apesar do número reduzido de cicatrizes de registros pretéritos de escorregamentos, devido ao alto percentual de ocupação da bacia, e sua comparação com os resultados do modelo de previsão de ocorrência de escorregamentos SINMAP, resultou num acerto de 100%.

As áreas com maior probabilidade a ocorrência de escorregamentos foram encontrados onde há acentuada declividade. Quanto à probabilidade, a área de estudo foi considerada parcialmente instável, uma vez que apenas as áreas com alta declividade condicionaram a uma alta instabilidade. De maneira geral, o SINMAP mostrou resultado satisfatório para a pesquisa. Além de se apresentar como um modelo de baixo custo e rapidez operacional.

Quanto à análise do risco a ocorrência de escorregamentos, a bacia mostrou 24% do total da sua área com alto risco. As áreas com maior representatividade foram às situadas a leste da bacia, nas regiões urbanas Bonfim, Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita. Concluiu-se que as áreas caracterizadas pelo alto risco foram as que apresentaram maior grau de declividade, além do expressivo adensamento populacional.

Quanto à análise da Qualidade Ambiental da bacia do Córrego Matirumbide, 38% da área total mostrou pelo menos três atributos negativos. Concluiu-se que a bacia mostrou níveis de qualidade ambiental parcialmente positiva.

Já a partir da análise da qualidade ambiental por região urbana, identificou-se que as regiões urbanas Bairu e Vale dos Bandeirantes foram as que apresentaram

qualidade ambiental satisfatória. Já as regiões urbanas Nossa Senhora Aparecida e Santa Rita apresentaram qualidade ambiental insatisfatória. O principal ponto de contrariedade entre as regiões de melhor e pior qualidade ambiental está atrelada a condição de renda. Identificando que a condição de renda está relacionada ao poder para escolher locais de moradia, conclui-se que houve discrepância no resultado da qualidade ambiental por região urbana devido à condição de renda e a escolha de áreas com melhores condições para se viver.

Portanto, a inserção de um atributo ainda não utilizado em trabalhos anteriores de Qualidade Ambiental, como o risco a ocorrência de escorregamentos, atrelada a outros atributos, como a densidade populacional e a densidade de renda, assim como a presença de cobertura vegetal e de espaços livres, mostrou viabilidade no diagnóstico de padrões espaciais nos quais podem interferir na qualidade do ambiente.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIAANSE, A. **Environmental Police Performance Indicators**. SDV Publishers, The Hague, 1993.

ALEMANHA, **Federal Nature Conservation – translation**. Julho de 2009. Disponível em: [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/bnatschg\\_en\\_bf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/english/pdf/application/pdf/bnatschg_en_bf.pdf). Acesso em 02 Maio 2013.

ALEMANHA, **Federal Nature Conservation – translation**. Março de 2002. Disponível em: <http://www.elaw.org/system/files/de.nature.conserv.eng.pdf>. Acesso em: 02 Maio 2013.

ALVA, E. N. **Metrópoles (In) sustentáveis**. Rio de Janeiro, Relume Dumará, 1997.  
BAKKES, J.A., VAN DEN BORN, G.J., HELDER, J.C., SWART, R. J., HOPE, C.W., PARKER, J.D.E. **An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives**. UNEP/EATR, 1994.

BELÉM, Ecologia da paisagem e planejamento da paisagem: aproximações teóricas e subsídios para aplicação no contexto urbano. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V. 1, N.4, p.23 – 32, 2012.

BEZERRA, A. F.. **Qualidade ambiental urbana do distrito de Baeta Neves, São Bernardo do Campo (SP)**. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas de São Paulo/SP. 2008. Disponível em [www.teses.usp.br/](http://www.teses.usp.br/). Acesso em 01 Jun 2013.

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. In: **Diário Oficial da União de 05/10/1988, p. 1**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em 02 Maio de 2013.

BRASIL, Decreto-lei de 29 de março de 1940. Decreta o Código de Minas. In: **Coleção das leis do Brasil, 1940, v. 1, p. 40**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del1985.htm). Acesso em 09 Nov 2013.

BRASIL, Decreto número 1713 de 14 de junho de 1937. Cria o Parque Nacional do Itatiaia. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 18/06/1937. p. 13141**. Disponível em: <http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto:1937-06-14;1713>. Acesso em 09 Nov 2013.

BRASIL, Decreto número 23793 de 23 de janeiro de 1934 (a). Aprova o Código Florestal que com este baixa (revogado pela lei 4771 de 1965). In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 09/02/1934. p. 2882**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/d23793.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d23793.htm). Acesso em 09 Nov 2013.

BRASIL, Decreto número 24643 de 10 de julho de 1934 (b). Decreta o Código de Águas. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 20/07/1934. p. 14738**. Disponível em: <http://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/91582/codigo-de-aguas-decreto-24643-34>. Acesso em 09 Nov 2013.

BRASIL, Decreto-lei número 1822 de 30 de novembro de 1939. Cria o Parque Nacional da Serra dos Órgãos. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 02/12/1939. p. 27736**. Disponível em:

<http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto.lei:1939-11-30;1822>. Acesso em 09 Nov 2013.

BRASIL, Lei 12651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a preservação da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União de 28/05/2012, p. 1**. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm). Acesso em 15 jun 2012.

BRASIL, Lei 4771/1965. Dispõe sobre o Código Florestal e dá outras Providências. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 16/09/1965. p. 9529**. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm). Acesso em 05 Set 2012.

BRASIL, Lei 6766, de 19 de Dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 20/12/1979. p. 19457**. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6766.htm). Acesso em 05 Set 2012.

BRASIL, Lei 6938 de 31 de Agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 02/09/1981. p. 16509**.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em 15 Jun 2013.

BRASIL, Lei número 10257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. In: **Diário Oficial da União. Seção 1. 11/07/2001. p. 1**.

Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso em: 09 Nov 2013.

BRASIL, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos - SPI. **Estudo da Dimensão Territorial para o Planejamento: Volume IV - Estudos Prospectivos - Escolhas Estratégicas**. Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. Brasília:

MP, 2008. 288 p. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br>. Acesso em: 18 Out 2012.

BUCCHERI FILHO, A. T. **Qualidade ambiental no Bairro Alto da XV, Curitiba/PR**. 80 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2006. Disponível em

[www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php). Acesso em 01 Jun 2013.

BUENO, S. **Dicionário da língua portuguesa**. São Paulo: Didática Paulista, 1999.

CAMARGO, C. E. S.. **Qualidade ambiental e adensamento urbano na cidade de Presidente Prudente/SP**. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista - Julho De Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2007. Disponível em [www.unesp.br/cgb/int\\_conteudo\\_sem\\_img.php](http://www.unesp.br/cgb/int_conteudo_sem_img.php).

Acesso em 01 Jun 2013.

- CAMARGO, C.E.S.; AMORIM, M. C. C. T. . **Qualidade Ambiental e adensamento urbano na cidade de Presidente Prudente/SP**. In: VII Coloquio Internacional de Geocrítica, 2005, Santiago do Chile. [www.ub.es/geocrit/7-colcamargo.htm](http://www.ub.es/geocrit/7-colcamargo.htm). Santiago do Chile : Instituto de Geografía - Pontificia Universidad Católica de Chile, 2005. p. 1-13.
- CAPPELLI, S. **Indicadores de aplicação e cumprimento da norma ambiental para o ar, água e vegetação no Brasil**. Santiago, CEPAL/Nações Unidas, 2007.
- CAVALHEIRO, F.; DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: **Encontro nacional sobre arborização urbana**, Vitória - ES, anais I e II, 1992. (p. 29-38).
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. In: **Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana** (jul-ago-set), 1999. (p.7).
- CEREZO, A. O. Chuvas em Juiz de Fora: número de registros é o maior nos últimos 10 anos na Defesa Civil. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 19 de janeiro de 2007. Caderno Geral, p. 4.
- CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. Riscos Geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. **Geologia de Engenharia**. São Paulo, Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998.
- CHEVALIER, S., CHOINIERE, R., BERNIER, L. **User Guide to 40 Community Health Indicators**. Community Health Division, Health and Welfare Canada, Ottawa, 1992.
- CHUVA torrencial castiga cidade. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 21 de outubro de 2009. Caderno geral, p. 5.
- CMMAD, Conferência mundial do meio ambiente. **Nosso Futuro Comum**. 2 Ed. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1991.
- CORDEIRO, R. C. A.; MORAIS, L. R. S.; BORJA, P. C.; SANTANA, M. J. A. Qualidade Ambiental Urbana de Salvador: uma avaliação por meio de pesquisa de Opinião. In: **Revista VeraCidade** – Ano I - nº 01 – Dezembro de 2006.
- CRISTÓVÃO, E. C. **Caracterização Ambiental da bacia hidrográfica do Matirumbide – Juiz de Fora/MG, como subsídio à gestão e planejamento urbano e ambiental**. (monografia) Departamento de Geociências – UFJF, 2008 (100p.).
- CRISTÓVÃO, E. C. **Cartilha: uma proposta de educação ambiental para a bacia do Córrego Matirumbide – Juiz de Fora/MG**. (monografia) Departamento de Geociências – UFJF, 2006 (111p.).
- DEVER, G.E.A. **Community Health Analysis**. Aspen Systems Corporation. Germantown, Marytown, 1979.
- DIETRICH, W. E.; MONTGOMERY, D. R. **SHALSTAB: A Digital Terrain Model for Mapping Shallow Landslide Potential**. National Council for Air and Stream Improvement. February 1, 1998. p.26.
- DOING, H. The landscape as an ecosystem. **Elsevier: Agriculture, ecosystems and environment**, número 63, 1997 (p. 221 – 225).
- FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de Massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 6ª Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2006.

- FERREIRA, C. C. M. Estudo do comportamento do período chuvoso em Juiz De Fora – MG: eventos extremos e impactos hidro meteorológicos. In: **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.953 – 963, 2012.
- FORMAN, R. T. T., M. GODRON. Patches and structural components for a landscape ecology. **BioScience**, 1981.
- FURLAN, S. A. **Cartografia Ambiental**. Notas de Aulas. Universidade de São Paulo, disponível em:  
[http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio\\_Sueli/2s2012/Aula\\_01-2012\\_Cartografia\\_Ambiental-Conceituacao.pdf](http://www.geografia.fflch.usp.br/graduacao/apoio/Apoio/Apoio_Sueli/2s2012/Aula_01-2012_Cartografia_Ambiental-Conceituacao.pdf). Acesso em 18 Out 2013.
- GALLOPIN, G. C. Indicators and Their Use: Information for Decision-making. In: MOLDAN, B.; BILLHARZ, S. **Sustainability Indicators: report of the project on indicators of sustainable development**. SCOPE 58, 1997.
- GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de Taludes**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Texto, 2012. v. 1. 158p
- GIBERTONI, R.C.; PINTO, R. B.; FIGUEIRA, I. F. R.; KAN, A.; DARU, R. L.; VERONEZ, O. Avaliação da estabilidade de bordas de reservatório - Aprimoramento dos resultados através da inserção de informações de campo. In: **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, novembro de 2011. Disponível em:  
<http://www.acquacon.com.br/xixsbrh/>. Acesso em: 08 Jan 2014.
- GROSTEIN, M. A. MetrÓpole e expansão urbana: a persistência de processos insustentáveis. **São Paulo em Perspectiva**, 15-01, 2001 (p. 13 – 20).
- GUIDICINI, G. **Estabilidade de taludes naturais e de escavação**. São Paulo, 2<sup>a</sup> ed, Edgard Blucher, 1983.
- GUIMARÃES, M. F. **Contribuição Metodológica para a avaliação da qualidade ambiental urbana sob uma perspectiva cultural**. (dissertação) UFBA, 2004 (136p.).
- HAMMOND, A., ADRIAANSE, A., RODENBURG, E., BRYANT, D., WOODWARD, R. **Environmental Indicators: A systematic approach to measuring and reporting on environmental policy performance in the context of sustainable development**. World Resources Institute, Washington, D.C., 1995.
- HOGAN, D. J. A qualidade ambiental urbana: oportunidades para um novo salto. **São Paulo em perspectiva**, 09-03, 1995. Disponível em:  
[http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v09n03/v09n03\\_03.pdf](http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v09n03/v09n03_03.pdf). Acesso em 10 Jun 2012.
- HOLLING, C.S; JOHN WILEY, S.; CHICHESTER. **Adaptive Environmental Assessment and Management**, 1978.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 2<sup>a</sup> ed. Manuais técnicos em Geociências, número 7. Rio de Janeiro, 2006.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades – 2007**. Rio de Janeiro, 2008.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sinopse do Censo Demográfico de 2010**. Disponível em:  
[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default\\_sinopse.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_sinopse.shtm). Acesso em 18 Out 2012.

IGARI, A. T. **Ecologia da Paisagem**. (s/d). Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://www.ib.usp.br/~delitti/projeto/alexandre/Capa.htm>. Acesso em 15 Out 2013.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos de Juiz de Fora**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br>. Acesso em: 08 Jan 2014.

IPT, Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Manual - Ocupação de Encostas**. São Paulo: IPT, 1991.

JAKOBSEN, S. **Environmental indicators**. (2008) Disponível em: <http://www.eoearth.org/view/article/152625>. Acesso em 30 set 2013.

JUIZ DE FORA, Lei Municipal 6908 de 31 de maio de 1986. **Dispõe sobre o parcelamento do solo no Município de Juiz de Fora**. Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/sarh/legislacao.php>. Acesso em 05 Set 2012.

JUIZ DE FORA, Lei número 7016 de 15 de dezembro de 1986. **Considera de preservação permanente a área que menciona**. Disponível em: <http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br>. Acesso em 18 Out 2013.

JUIZ DE FORA, Lei número 8918 de 11 de setembro de 1996. **Dá nova redação à lei número 7016 de 15 de dezembro de 1986 (lei de preservação permanente do bosque Bairu)**. Disponível em: <http://www.jflegis.pjf.mg.gov.br>. Acesso em 18 Out 2013.

JUIZ DE FORA, Prefeitura Municipal de Juiz de Fora. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora - 2000**. Disponível em: <http://www.pjf.mg.gov.br/pddu/>. Acesso em: 18 Out 2011.

JUIZ DE FORA. **Análise Física e Sócio econômica**. Acesso em 2012, disponível em Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora.: [www.pjf.mg.gov.br](http://www.pjf.mg.gov.br). Ano: 1996.

LEMOS, M. J. Av. Rio Branco, Bairro Manoel Honório , final da década de 1960 ( arquivo doado à Maria do Resguardo). **Maria do Resguardo**, 16 de Fevereiro de 2011. Disponível em: <http://www.mariadoresguardo.com.br/2011/02/av-rio-branco-bairro-manoel-honorio.html>. Acesso em 02 Jan 2014.

LIMA, V. **Análise da Qualidade Ambiental na cidade de Oswaldo Cruz/SP** (Dissertação) Unesp, 2007 (148p.).

LUENGO, G. **Elementos para la definición y evaluación de la calidad ambiental urbana: una propuesta teórico-metodológica**. Disponível em: [http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL\\_A4.pdf](http://www.perfilciutat.net/fitxers/IVSL_A4.pdf). Acesso em 01 Abril 2013.

MACARTHUR, R. H.; WILSON, E. O. **The theory of Island Biogeography**. Princeton University Press, 2001.

MACHADO, P. O. Qualidade das águas urbanas em Juiz de Fora. In: **Revista de Geografia – PPGeo**, volume 1, número 1, 2011 (p. 1 – 7).

MAGRINI, A. Política e gestão ambiental: conceitos e instrumentos. **Revista Brasileira de Energia** Vol. 8 | N o 2 . 2001. Disponível em: <http://www.sbpe.org.br/rbe/revista/17/>. Acesso em 17/10/2013.

MARQUES, A. C. **Planejamento da Paisagem da Floresta Nacional de Três Barras (Três Barras - SC): subsídio ao Plano de Manejo**. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, 2007.

- MARQUES, J. A. P. **Estudo de metodologia de avaliação de risco a escorregamento de terra em área urbana: o caso do município de Juiz de Fora.** (dissertação). Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, 2011. (146 p.).
- MARTINELLI, M. **Cartografia Ambiental: uma cartografia diferente?** Revista do Departamento de Geografia, USP, volume 7, 1994.
- MARTINELLI, P. **Qualidade Ambiental Urbana em cidades médias: proposta de modelo de avaliação para o estado de São Paulo.** (dissertação). Unesp, 2004 (141p.).
- MCQUEEN, D., NOAK, H. Health Promotion Indicators: Current status, issues and problems. **Health Promotion** 3, 117-125. (MWCD), 1988.
- METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens? In: **Biota Neotrópica**, volume 1, número 1, 2001 (p. 1 – 9).
- MINAKI, C. **Qualidade ambiental urbana em Guararapes/SP.** Dissertação de Mestrado. Univesidade Estadual Paulista – Presidente Prudente, 2009 (164 p.).
- MINAS GERAIS, **Projeto Sul de Minas** – mapeamento geológico (2003). Disponível em:  
[http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento\\_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=50&filhold=54](http://www.codemig.com.br/site/content/parcerias/levantamento_aerogeofisico.asp?id=30&idSubPrj=50&filhold=54). Acesso em 10 dez 2013.
- MINAS GERAIS, Sistema Estadual do Meio Ambiente. **Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais - Legenda Expandida**, 2010. Disponível em:  
<http://www.dps.ufv.br/docs/Legenda%20expandida-Mapa%20de%20Solos.pdf>. Acesso em 05 set 2012.
- MONTEIRO, C. A. F. **Ecologia da Paisagem: da geografia para a ciência interdisciplinar.** Rio Claro, 26 (1), p. 103 – 108. Abril, 2001.
- MONTGOMERY, D. R.; DIETRICH, W. E. Landscape dissection and drainage area-slope thresholds. In: KIRKBY, M.J. **Process Models and Theoretical Geomorphology.** Booknews. Reino Unido, 1994.
- MORATO, R. G.; KAWAKUBO, F. S.; MARTINES, M. R.; FERREIRA, R. V. e LUCHIARI, A. **Mapeamento da Qualidade de Vida Urbana no Município de Osasco/SP.** Belém 2012. Disponível em:  
<http://www.anppas.org.br/encontro6/index.php?p=gruposanais>. Acesso em 10 Jun 2013.
- MORGENSTERN, N. R. e SANGREY, D. A. Methods of Stability Analysis. In: SCHUSTER, R. L. e KRIZEK, R. J. (Ed.). **Landslides: Analysis and Controls.** Washington D.C., 1978. (p.155-171).
- MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente.** Rio de Janeiro: ABES, 1999.
- MOURA, A. R. **Qualidade ambiental urbana no bairro de Santa Cecília (centro de São Paulo/SP): estudo comparativo e de monitoramento dos anos de 1992 e 2008.** 213f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.
- NUCCI, J. C. Metodologia para a determinação da qualidade ambiental urbana. **Revista do departamento de Geografia**, número 12, 209 – 224, 1998.
- NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da ecologia e da ecologia da paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.77-99, jan./jun. 2007.
- NUCCI, J. C. **Planejamento da Paisagem como subsídio para a participação popular no desenvolvimento urbano. Estudo aplicado ao bairro de Santa**

**Felicidade – Curitiba/PR.** Organização de João Carlos Nucci. Curitiba: LABS/DGEOG/UFPR, 2010. 277p.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP).** Curitiba: do autor, 2008.

OECD. **Environmental indicators.** Paris: Organisation For Economic Co-Operation And Development, 1994. [www.oecd.org](http://www.oecd.org). Acesso em 10 Fev 2013.

O'LOUGHLIN, E. M. Prediction of Surface Saturation Zones in Natural Catchments by Topographic Analysis. In: **Water Resources Research**, 1986 (p. 794-804).

OTT, W.R. **Environmental Indices: Theory and Practice.** Ann Arbor Science, Michigan, 1978.

PACK R.T., TARBOTON D.G., GOODWIN C.N.. **Terrain stability mapping with SINMAP, technical description and users guide for version 2.00.** Report Number 4114-0, Terratech Consulting Ltd., Salmon Arm, Canada, 1998. (68 p.).

PECCIOLI FILHO, R. C. **Planejamento da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Palmital - RMC/PR: delimitação de unidades de paisagem como suporte ao planejamento urbano.** (dissertação) Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2005 (127p.)

PECHINCHA, M. G. H. **Análise do uso e ocupação das áreas de preservação permanente entre 1985 e 2011: estudo de caso nas bacias do Córrego Matirumbide e Ribeirão Yung, Juiz de Fora, MG.** (monografia) Faculdade de Engenharia – UFJF, 2012 (70p.).

PEREIRA, S. I.. **Análise da qualidade ambiental urbana do bairro Hugo Lange, em Curitiba-PR.** 52 f. Monografia (Especialização) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2007. Disponível em [www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php). Acesso em 01 Jun 2013.

PRESS, F.; SIEVER, R.; JORDAN, T.; GROTZINGER, J. **Para entender a Terra.** 4<sup>a</sup> ed, Bookman, 2006.

PRETO, M. H. F. **Sistema de espaços livres públicos: uma contribuição ao planejamento local.** (dissertação). Universidade de São Paulo – USP, 2009 (273 p.).

PUGLIELLI NETO, H. F. **Análise da fragmentação da cobertura vegetal como subsídio ao planejamento da paisagem em áreas urbanizadas : aplicação ao bairro de Santa Felicidade, Curitiba – PR.** (dissertação). Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2008 (174p.)

QUEIROGA, E. F. Sistemas de espaços livres e esfera pública em metrópoles brasileiras. In: **Revista Resgate**, volume XIX, número 21 (jan – jun), 2011 (p. 25-35).

REIS, F. A. G. V. **Curso de Geologia Ambiental via internet**, 2001. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/interacao/inter09.html#2>. Acesso em: 25 Maio 2013.

ROCHA, W. W.; DIAS JUNIOR, M. S.; LIMA, J. M.; MIRANDA, E. E. V.; SILVA, A. R. Resistência ao cisalhamento e grau de intemperismo de cinco solos na região de Lavras (MG). In: **Revista Brasileira de Solos**, volume 26, 2002 (p. 297-303).

SANTOS, A. A. C.; ASSUNÇÃO, R. M. Aplicação de Estruturas de Dados Espaciais Eficientes na Estimativa de Intensidade de Processos Pontuais. In: **Anais do V**

**Simpósio brasileiro de Geoinformática, 2003.** Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/08.29.14.24/doc/54.pdf>. Acesso em 18 Jan 2014.

SCHMIDT, E. ; BUCCHERI FILHO, A. T.; KRÖKER, R.; NUCCI, J. C. . Método para mapeamento da qualidade ambiental urbana. In: **XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2005**, São Paulo. Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza. São Paulo: Departamento de Geografia - USP, 2005.

SCHMIDT, E. **Avaliação da qualidade ambiental urbana do bairro Santa Felicidade, Curitiba/PR.** 115 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009. Disponível em <http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/handle/1884/18536> . Acesso em 01 Jun 2013.

SILVA, A. J. N.; CARVALHO, F. G. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um latossolo amarelo de tabuleiro costeiro. In: **Revista Brasileira de Solos**, volume 31, 2007 (p. 853 – 862).

SILVA, J. Cidades arrasadas pelas chuvas contabilizam prejuízos. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 20 de dezembro de 2008. Caderno Geral, p. 4.

SILVA, R. L. **Famílias, direito, normas e poder: os diversos relacionamentos familiares em Juiz de Fora, MG (1980 - 1920).** Acesso em 2012, disponível em UFSJ. Ano: 2010.

SILVA, T. M. G. **Caracterização do sistema aquífero parecis na região centro-norte do estado de Mato Grosso: subsídios para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos.** (dissertação). Universidade de Brasília – Unb, 2013 (98 p.).

SOARES, M. S.; DAL'AVA, P. B.; BIAS, E. S.; ANDRADE, R. M. T.; BARBOSA, F. L. R. Análise das Áreas Susceptíveis à Erosão na Microbacia do Córrego do Urubu, Lago Norte (Distrito Federal, Brasil). In: **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física.** Universidade de Coimbra, 2010.

SOUZA, M. C. S. **As propostas metodológicas para a Cartografia Ambiental: uma revisão.** (dissertação). Universidade de São Paulo – USP, 2009. (122 p.).

SUKOPP, H.; WERNER, P. **Naturaleza en las ciudades.** Madri, 1991.

TONETTI, E. L. **Potencialidades de adensamento populacional por verticalização das edificações e qualidade ambiental urbana no município de Paranaguá, Paraná, Brasil.** (tese). Ciências da terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011. 235p.

TRIBUNA. Sujeira e depredação na Praça da Baleia. **Tribuna de Minas**, Juiz de Fora, 14 de julho de 2012. Caderno Vida Urbana.

TUNSTALL, D. Developing Environmental Indicators: Definitions, framework and issues. (Draft paper). **Background Materials for the World Resources Institute. Workshop on Global Environmental Indicators**, Washington, D.C., December 7-8, 1992.

UGEDA JUNIOR, J. C.. **Qualidade Ambiental e Planejamento da Paisagem na cidade de Jales/SP.** 243 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geografia da Universidade Estadual Paulista - Julho De Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2007. Disponível em [www.unesp.br/cgb/int\\_conteudo\\_sem\\_img.php?conteudo=562](http://www.unesp.br/cgb/int_conteudo_sem_img.php?conteudo=562) Acesso em 01 Jun 2013.



UNITED NATIONS, From our origins to the future. In: **Johannesburg Declaration on sustainable development**. Johannesburg, 2002.

UNITED NATIONS, **Glossary of environment statistics**. Número 96. Nova York, 1997. Disponível em: [http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF\\_67E.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_67E.pdf). Acesso em: 02 Maio 2013.

UNITED NATIONS, **Report of the United Nations Conference on environment and development**. Rio de Janeiro, 1992.

UNITED NATIONS, **Report of the United Nations Conference on environment and development**. Stolcolm, 1972.

UNITED NATIONS, The future we want. In: **United Nations Conference on sustainable development**. Rio de Janeiro, 2012.

VALASKI, S. **Avaliação da qualidade ambiental em condomínios residências horizontais com base nos princípios do planejamento da paisagem. Estudo de caso: bairro Santa Felicidade – Curitiba/PR**. 138 f. Dissertação (Mestrado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2008. Disponível em [www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php). Acesso em 01 Jun 2013.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2ª ed – Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

VARGAS, M. A. R. **Construção social da moradia de risco: trajetórias de despossessão e resistência – a experiência de Juiz de Fora/MG**. (dissertação). Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2006 (160 p.).

WHITFORD, V; ENNOR, A. R.; HANDLEY, J. F. City and natural process – indicators for the ecological performance of urban areas and their application to Mersey side, UK. **Elsevier: Landscape and urban planning**, número 5, 2001. (p. 91 – 103).

WORLD BANK, The. **Monitoring Environmental Progress**. The World Bank, Washington, D.C, 1995.

XAVIER-DA-SILVA, J. e CARVALHO-FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. **Análise Ambiental: Estratégias e ações - CEAD - UNESP**, p.329-346, 1993a.

XAVIER-DA-SILVA, J. e CARVALHO-FILHO, L. M. Sistema de Informação Geográfica: uma proposta metodológica. **IV Conferência Latinoamericana sobre Sistemas de Informação Geográfica e II Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento**. São Paulo: EDUSP, 1993b. p.609-628.

ZAIDAN, R. T. **Riscos de escorregamentos numa bacia de drenagem urbana no município de Juiz de Fora – MG**. (tese). Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, 2006 (113 p.).

ZAIDAN, R. T.; FERNANDES, N. F. Zoneamento de susceptibilidade a escorregamentos em encostas aplicado à bacia de drenagem urbana do Córrego do Independência - Juiz de Fora (MG). In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 10, n. 2, 2009 (57 – 76).

## **ANEXOS**

### Anexo 1: Casos de escorregamentos na área de estudo.

i) Na figura 1, identifica-se o patrulhamento policial em uma área no bairro N. Sr<sup>a</sup>. Aparecida que, no dia anterior, ocorreu um escorregamento devido à alta pluviosidade. Este patrulhamento tinha como objetivo impedir o retorno de famílias para casas condenadas pela Defesa Civil.



**Figura 1:** Escorregamento no bairro Nossa Senhora Aparecida. Fonte: Cerezo, 2007.

ii) Na figura 2, tem-se o caso em que ocorreu um escorregamento no bairro São Tarcísio de uma encosta de 12 metros, condenando as casas da rua acima.



**Figura 2:** Escorregamento no São Tarcísio. Fonte: Tribuna, 2008.

iii) Na figura 3, tem-se um episódio de escorregamento no bairro Nossa Senhora Aparecida, que acabou soterrando um idoso de 75 anos por algumas horas e que condenou casas que se encontravam no perímetro.



**Figura 3:** Escorregamento no Bairro Nossa Senhora Aparecida. Fonte: Silva, 2009.