

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL URBANA DA BACIA DE CONTRIBUIÇÃO DA REPRESA DE SÃO PEDRO – MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA (MG)

Pedro Antônio Campos\*  
Christian Ricardo Ribeiro  
(orientador do Trabalho)\*\*

## RESUMO

Com o aumento do processo de urbanização das cidades, gerado de forma vertiginosa, trazendo consequências no uso e ocupação do solo, assim como a complexidade dos seus problemas, faz-se necessário o conhecimento e a análise da qualidade ambiental urbana, sendo ferramenta de grande relevância para o planejamento, pois contribui para a qualidade de vida da população, afinal trata-se de um indicador de qualidade do ar, das águas, do saneamento, da contaminação, bem como quaisquer elementos importantes para a garantia e qualidade da vida. A utilidade do planejamento urbano é crescente, na medida que a degradação do meio ambiente prejudica as condições de vida, afinal a relação entre o homem e o meio ambiente é determinante para a qualidade do meio ambiente urbano. A metodologia AHP (*Analytic Hierarchy Process*) integrada ao geoprocessamento surge como ferramenta para monitoramento de maneira remota, obtendo resultados visuais de fácil compreensão dos fatores que causem a diminuição da qualidade ambiental da área estudada. A avaliação da qualidade urbana serve como indicador para análise dos problemas ambientais encontrados na região assim como parâmetro para minimização ou redução dos problemas ambientais urbanos.

**Palavras-chave:** Qualidade Ambiental. Urbanização. Juiz de Fora.

## ABSTRACT

With the increase in the urbanization process of the cities, generated in a vertiginous way, bringing consequences in the use and occupation of the soil, as well as the complexity of its problems, it is necessary the knowledge and the analysis of the urban environmental quality, being a great tool relevance for planning, as it contributes to the quality of life of the population, after all it is an indicator of air quality, water, sanitation, contamination, as well as any important elements for the guarantee and quality of life. The utility of urban planning is growing, as the degradation of the environment affects living conditions, after all, the relationship between man and the environment is decisive for the quality of the urban environment. The AHP (*Analytic Hierarchy Process*) methodology integrated with geoprocessing emerges as a tool for remote monitoring, obtaining visual results that are easy to understand the factors that cause the decrease in the environmental quality of the studied area. The evaluation of urban quality serves as an indicator for the analysis of environmental problems found in the region as well as a parameter for minimizing or reducing urban environmental problems.

**Keywords:** Environmental Quality. Urbanization. Juiz de Fora.

\* Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora – pedro.toyotajf@gmail.com | – graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária (qualificação do autor)

\*\* Rede de Ensino Doctum – Unidade Juiz de Fora - christianribeiro@doctum.edu.br(orientador do trabalho)

## 1. Introdução

A urbanização é um fenômeno mundial recente e crescente. De acordo com os dados da ONU (2019), em meados do século XIX a população mundial urbana era equivalente a 1,7% da população mundial total. Um século depois, em 1960, já representava 25%, chegando ao ano de 2000 com quase 50%.

A urbanização no Brasil intensificou-se no século XX, devido ao processo de industrialização, gerando um grande deslocamento de pessoas das áreas rurais para as cidades (êxodo rural), em busca de trabalho e de melhores condições de vida. Até o ano de 1950, o Brasil era um país com predominância da população rural. Neste período, a urbanização se impulsionou devido ao incentivo da industrialização nos governos Getúlio Vargas (1930 a 1945) e Juscelino Kubitschek (1956 a 1961).

Conforme Santos (1993), o avanço da população urbana no Brasil aconteceu nos últimos 60 anos. Em 1940, a taxa de urbanização era de 26,35%, vindo para 77,13% em 1991, chegando a 84,36% em 2010. De acordo com o censo do IBGE, nota-se uma grande concentração da população nos grandes centros urbanos; porém, com constância de queda dessa população nesses locais. Enquanto em 1980 a população dessas regiões representava 19,50% da população total do país, em 2010 essa fatia caiu para 17,9%, refletindo uma tendência de crescimento em outras cidades, fora das grandes capitais, como é o caso da cidade de Juiz de Fora.

Conforme Lombardo (1985), o aumento da urbanização gera uma preocupação em todos os profissionais ligados às questões ambientais; afinal, o crescimento rápido e sem planejamento das cidades colabora para uma deterioração do espaço urbano. O intenso e desordenado processo de urbanização, com o inchaço das cidades, aliado à falta de planejamento urbano socioambiental, trouxe uma série de problemas urbanos, com consequências econômicas e sociais, principalmente nos países em desenvolvimento, devido à carência de infraestrutura urbana e às modificações no meio ambiente, alterando as suas características.

Nessas circunstâncias, o estudo da vida na cidade se torna importante, devido às alterações causadas pelas ações antrópicas no meio ambiente e ao surgimento de novos padrões de vida decorrentes do processo de urbanização. Como consequência do crescimento desordenado da população e da falta de infraestrutura, temos a degradação de qualidade ambiental urbana e dos atributos relacionados, tais como o clima, o solo, a água e a vegetação. O planejamento urbano surge, mesmo

que contraditoriamente, como uma medida corretiva para sanar os problemas já estabelecidos. Os centros urbanos têm sido muito impactados com o aumento não planejado da população, sendo tal fenômeno diretamente relacionado ao desequilíbrio ambiental; afinal, a urbanização é caracterizada pela transformação dos ambientes naturais em artificiais, de modo a atender as necessidades sociais da população.

De acordo com Mascaró e Mascaró (2002), a cidade, como consequência da relação entre homem e o meio, é um dos temas mais importantes a serem avaliados como condição para o alcance do desenvolvimento sustentável urbano. Diante do cenário atual de crescente urbanização, faz necessária uma intervenção, visto que as cidades avançam rapidamente e sem planejamento adequado, contribuindo para uma deterioração do espaço urbano. Logo, as abordagens sobre a qualidade ambiental urbana são bastante relevantes para tratar sua degradação, como uma das mais relevantes consequências do modelo econômico atual.

O Município de Juiz de Fora possui uma área de 1.435,749 km<sup>2</sup> e a sua população estimada, segundo o IBGE (2019), é de 568.876 habitantes, sendo 99% em área urbana. De meados do século XIX até a primeira década do século XX, foi considerada cidade de grande notoriedade, tanto no aspecto de produção de café como no pioneirismo de industrialização, vindo a ser denominada a “Manchester Mineira”, tornando-se o município mais importante do estado. Sua urbanização aconteceu, inicialmente, nas várzeas do Rio Paraibuna, estendendo-se posteriormente para os vales secundários formados pelos afluentes deste rio. Atualmente, cresce em suas vertentes, de forma desordenada, provocando profundas alterações no espaço urbano. A cidade, seguindo a tendência de tantos outros centros urbanos, sofre as consequências da falta de planejamento urbano, que deveria ser implementado no sentido de garantir que o adensamento urbano se dê em conformidade com as limitações do meio físico, sem prejuízo para a qualidade ambiental e viabilizando a manutenção e a melhoria da qualidade de vida.

Assim, o objetivo geral do trabalho foi ao de avaliar a qualidade ambiental urbana da Bacia de Contribuição da Represa São Pedro, localizada no Município de Juiz de Fora. Os objetivos específicos foram: i. elaborar as cartas temáticas básicas: uso e cobertura da terra, hipsometria e declividade; ii. elaborar as cartas temáticas derivadas a partir da reclassificação ou do cruzamento das cartas temáticas básicas: risco de inundação, cobertura vegetal, espaços livres de edificação e fontes

potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso; iii. elaborar e analisar a carta-síntese de qualidade ambiental urbana da Bacia de Contribuição da Represa São Pedro, resultante do cruzamento das cartas temáticas derivadas.

## 2. Referencial teórico

O processo de urbanização, iniciado na segunda metade do século XX, além da ocupação desordenada dos espaços, gerada pelo êxodo rural, causa uma competição de recursos naturais, principalmente do solo e da água. Nos países subdesenvolvidos, como é o caso do Brasil, este processo ocorreu de uma forma despreparada ou sucedendo um planejamento urbano ineficiente, contribuindo para o surgimento de problemas sociais, econômicos e, principalmente, ambientais.

Assim, tem-se um encadeamento de fatores que sinalizam para a perda da qualidade ambiental nos espaços urbanos. Nesses ambientes, a relação entre o homem e o ambiente natural é um fator determinante para a qualidade do meio, visto que durante a evolução da urbanização surgem os desequilíbrios no meio ambiente e, conseqüentemente, os seus impactos. Nas cidades, os distúrbios ambientais sucedem da falta de critérios apropriados para utilização do meio, não considerando a capacidade de suporte do ambiente.

De acordo com Coelho (2001), a urbanização transforma a sociedade e os seus impactos são alavancados pelas aglomerações urbanas, causando transformações nas características naturais e sociais. Mota (1999, p.17), por sua vez, ressalta que “o aumento da população e desenvolvimento das cidades deveria vir sempre associado do crescimento de toda a infraestrutura urbana, de forma a propiciar aos habitantes uma mínima condição de vida”. Por isso mesmo, o autor destaca ainda que o ordenamento deste crescimento se torna uma necessidade, de modo que a sua possível influência sobre o meio ambiente não seja prejudicial aos habitantes da cidade. A esse respeito, acrescenta-se que:

A urbanização gera enormes problemas, deteriora o ambiente urbano, provoca a desorganização social, com carência de habitação, desemprego, problemas de higiene e de saneamento básico. Modifica a utilização do solo e transforma a paisagem urbana. A solução desses problemas obtém-se pela intervenção do poder público, que procura transformar o meio ambiente e criar novas formas urbanas. Dá-se então a urbanização, processo deliberado de correção da urbanização, ou na criação artificial de núcleos urbanos [...] (SILVA, 1997, p.21).

Fica claro que o processo de urbanização gera impactos; no entanto, esses impactos podem ser evitados ou abrandados por meio de um processo eficaz de planejamento urbano. Segundo Mota (1999, p.22), “o planejamento deve ser realizado baseado no conceito de desenvolvimento sustentável, interpretado como aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a oportunidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades”. Diante disso, o planejamento da paisagem constitui-se como um princípio para a análise do planejamento urbano, servindo como complemento e sendo favorável para a contribuição da melhoria da qualidade ambiental e, conseqüentemente, da qualidade de vida. Sobre o planejamento da paisagem, o mesmo consiste em:

[...] uma contribuição ecológica e de *design* para o planejamento do espaço, onde se procura uma regulamentação dos usos do solo e dos recursos ambientais, salvaguardando a capacidade dos ecossistemas e o potencial recreativo da paisagem, retirando-se o máximo proveito do que a vegetação pode oferecer para a melhoria da qualidade ambiental (NUCCI, 2008, p. 1).

Entende-se que o processo de urbanização deva vir acompanhado do crescimento de toda a infraestrutura urbana, garantindo a qualidade de vida da população. Lamentavelmente, esse crescimento acontece sem a devida preocupação com a infraestrutura necessária, acontecendo de forma desordenada e não levando em consideração as características do meio. Este crescimento desordenado traz como conseqüências: condições sanitárias precárias, ocupações em locais inadequadas e em condições precárias, dano aos recursos ambientais, dentre outras. Contemporaneamente, o planejamento urbano visa justamente reparar os problemas já existentes, com o desenvolvimento de ações corretivas e não preventivas no que se refere ao uso dos espaços físicos.

As questões ambientais vêm sendo abordada há um tempo, com relação ao planejamento urbano, ainda que de forma limitada em relação aos assuntos relacionados ao saneamento. Contudo, seu conceito é muito mais amplo, envolvendo os aspectos sociais, econômicos, físicos, ecológicos e sociais. Nesse contexto está inserido o conceito de qualidade ambiental urbana. Para entender esse conceito, é necessário abordar previamente algumas noções correlatas.

Conforme Orth (2001), o meio ambiente urbano não pode ser compreendido apenas como o aspecto físico, mas como um emaranhado de elementos culturais, políticos, espaciais, etc., por representar o produto das relações de uma sociedade. Oliveira e Herrmann (2001) ressaltam que o meio ambiente urbano é o espaço no qual

se operam as modificações ambientais inculcidas pela humanidade, criando estruturas, padrões e contingências que ultrapassam os limites da cidade. O autor ressalta também que a avaliação da qualidade ambiental nas cidades está relacionada à qualidade do habitat, à qualidade da infraestrutura, à qualidade do ar, à qualidade da água e à qualidade da paisagem. Orth (2001), por sua vez, define a qualidade ambiental como a adequação e a utilização dos recursos naturais através da sua correta distribuição, de forma proveitosa à vida dos seres que ali habitam.

Para Klias (2002), a qualidade ambiental urbana é uma característica do meio urbano, que garante a vida da população dentro dos padrões de qualidade, tanto nos aspectos biológicos (condições de habitação, saneamento, qualidade do ar, etc.) quanto nos aspectos socioculturais (preservação, recreação, percepção ambiental, etc.). Segundo Oliveira (1983), apesar da dificuldade de estabelecer padrões de qualidade de vida e qualidade ambiental, pode-se adotar a percepção como um fator fundamental para a determinação do padrão. Afinal, as premissas de qualidade ambiental são subjetivas, podendo ser positivas ou negativas, de acordo com as condições da sociedade a ser avaliada e com a sua relação e percepção do meio.

De acordo com Mazzeto (2000), a qualidade ambiental urbana pode ser entendida como a combinação entre todos os aspectos físicos, químicos, biológicos, sociais, políticos, econômicos e culturais que concedam a promoção equilibrada da vida. O conhecimento sobre a qualidade ambiental urbana é de grande relevância para o planejamento, visto que engloba o conceito de qualidade de vida, sendo este considerado como uma análise da presença ou não de condições saudáveis de domicílio, nas questões humanas, sociais, econômicas e ambientais; entretanto, é subjetivo, pelo menos em parte, pois os diferentes arranjos de seus elementos naturais e artificiais podem reforçar o gosto ou a repulsa do ambiente, de acordo com o ponto de vista de cada cidadão.

Conforme Lima (2014), os problemas ambientais têm sido observados com expressividade nas cidades; logo, os assuntos relacionados à qualidade do ambiente urbano podem contribuir com o planejamento e a geração de políticas que levem em consideração o equilíbrio entre as partes, de forma a aprimorar a qualidade de vida da população. Nucci (2001), por sua vez, considera que a qualidade ambiental pode ser compreendida também como a busca pelo equilíbrio entre os diversos elementos físicos (terra, água e ar) e a forma de uso e ocupação do solo. Esse indicador pode ser agravado na medida em que as cidades se ampliam sem um planejamento

adequado e sem atentar-se para a inter-relação dos elementos da paisagem, bem como a sua capacidade de suporte.

De acordo com Lima (2014), a questão ambiental é, atualmente, destaque em grandes discussões políticas e acadêmicas, em virtude da intensa degradação do meio ambiente, associada à vertiginosa modernização tecnológica ocorrida nos últimos anos. Em virtude disso, é sabido que toda alteração no meio ambiente interfere na qualidade do ambiente urbano, por conseguinte, na qualidade de vida das pessoas. A falta de infraestrutura urbana, atrelada ao planejamento inadequado e à falta de consciência de preservação das áreas, contribuem para a diminuição da qualidade ambiental nas cidades. A maioria desses impactos procede do somatório de vários impactos pontuais. Por consequência, a redução da qualidade ambiental torna-se cada mais vertiginosa e o meio ambiente não consegue reter tais impactos, ainda que se regenerasse na mesma intensidade.

No modelo de desenvolvimento capitalista hegemônico no mundo nunca prevaleceu a qualidade de vida e do meio ambiente, ao contrário, houve a piora das questões sociais e ambientais, indo de encontro ao desenvolvimento sustentável, que une dois conceitos: a sustentabilidade e o desenvolvimento. Na conjuntura atual, verifica-se que “a humanidade enfrentará os efeitos negativos dos últimos duzentos anos de crescimento populacional e econômico que provocaram o desequilíbrio ecológico e a degradação do meio ambiente físico e social” (MAZZETO, 2000, p.29).

Assim sendo, a discussões sobre a qualidade ambiental torna-se um ponto de bastante destaque para o século XXI, em virtude da existência de uma sociedade de consumo intensificado, na qual a degradação do meio ambiente ganha um propósito como umas das mais graves consequências do sistema econômico atual.

### **3. Procedimentos metodológicos:**

Este trabalho se baseia na aplicação da metodologia utilizada por Schmidt e Nucci (2010), bem como na bibliografia disponível sobre o tema, de modo a permitir reflexões sobre o planejamento da paisagem como contribuição para o planejamento urbano. A metodologia consiste em combinar o máximo de dados cartográficos para o subsequente cruzamento e elaboração de um diagnóstico ambiental, expresso em uma carta-síntese de qualidade ambiental urbana. Posto isto, são elaboradas várias cartas temáticas, como as cartas de cobertura vegetal, de espaços livres de

edificação, de riscos de inundações e de fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso, que são posteriormente cruzadas para gerar a carta-síntese.

Concluída a elaboração da carta de qualidade ambiental urbana, chega-se ao diagnóstico ambiental, apontando as áreas com maior incidência de problemas ambientais, bem como aquelas mais adequadas para realização da ocupação como orientador de expansão urbana. A seguir, tem-se a descrição dos procedimentos metodológicos adotados na elaboração de cada uma das cartas.

### **3.1. Cartas temáticas básicas**

#### **3.1.1. Carta de uso e cobertura da terra**

A carta de uso e cobertura da terra foi elaborada a partir da interpretação visual da imagem utilizada do *World Imagery*, disponibilizada no *software* ArcGis 10.8 (ESRI), com uma resolução espacial de 0,31 m e datada de 06/01/2020. Nesta carta foram identificadas as seguintes classes de uso e cobertura da terra: água, área edificada, estrada, solo exposto, pastagem e mata.

#### **3.1.2. Carta de hipsometria**

A carta de hipsometria foi elaborada a partir do modelo digital de elevação (MDE) obtido no sítio eletrônico *ASF Data Search*, tendo-se utilizado as imagens do sensor ALOS PALSAR, com uma resolução espacial de 12,5 m. O arquivo foi inserido no *software* ArcGIS 10.8 e reclassificado em oito faixas de altitude com uma amplitude de 29 m, levando-se em conta a variação altimétrica entre 845 e 1.077 m.

#### **3.1.3. Carta de declividade**

A carta de declividade foi elaborada a partir do modelo digital de elevação (MDE) utilizado na geração da carta de hipsometria. A carta também foi elaborada através do *software* ArcGIS 10.8, tendo-se recorrido, para tanto, à ferramenta *Slope*. Foram definidas seis classes de declividade, com distintos valores de amplitude, conforme a proposição de EMBRAPA (1979): 0-3% (relevo plano), 3-8% (relevo suavemente ondulado), 8-20% (relevo ondulado), 20-45 (relevo fortemente ondulado), 45-75% (relevo montanhoso) e >75% (relevo fortemente montanhoso).

### 3.2. Cartas temáticas derivadas

#### 3.2.1. Carta de risco de inundações

Para o mapeamento da carta com riscos de inundações foi utilizada a técnica AHP (*Analytic Hierarchy Process*), desenvolvida por Saaty (1977), através do cruzamento entre as cartas de hipsometria, declividade e uso e cobertura da terra.

O modelo AHP de Saaty (1977) é um processo de escolha baseada na lógica de comparação par a par, no qual diferentes fatores que influenciam na tomada de decisão são organizados hierarquicamente e comparados entre si, e um valor de importância relativa (peso) é atribuído ao relacionamento entre estes fatores, conforme uma escala pré-definida que expressa a intensidade com que um fator predomina sobre outro em relação à tomada de decisão (SILVA e NUNES, 2009). Através desse método é possível assegurar-se que todos os julgamentos realizados foram coerentes, gerando resultados mais confiáveis.

Os elementos foram classificados de acordo com a sua tendência de influenciar ou agravar as inundações, conforme apresentado nas tabelas 1, 2 e 3.

**Tabela 1 - Notas estabelecidas para a hipsometria segundo a suscetibilidade à inundação**

Hipsometria (m)	Nota
845 – 874	10
874 – 903	10
903 – 932	5
932 – 961	4
961 – 990	3
990 – 1.019	1
1.019 – 1.048	0
1.048 – 1.077	0

Fonte: autor (2020).

**Tabela 2 - Notas estabelecidas para a declividade segundo a suscetibilidade à inundação**

Declividade (%)	Nota
0 – 3	10
3 – 8	9
8 – 20	8
20 – 45	5
45 – 75	3
> 75	1

Fonte: autor (2020).

**Tabela 3 - Notas estabelecidas para o uso e cobertura da terra segundo a suscetibilidade à inundação**

Uso e Cobertura	Nota
Água	10
Área edificada	8
Estrada	8
Solo exposto	5
Pastagem	3
Mata	1

**Fonte:** autor (2020).

Este modelo adota o processo de álgebra de mapas, através da ferramenta de análise espacial (*Spatial Analyst Tools*) do *software* ArcGIS 10.8. Para isso, deve-se realizar a reclassificação dos mapas que irão compor o resultado final pelo *menu Spatial Analyst*, com a ferramenta *Reclassify*. Este processo foi realizado para cada uma das cartas temáticas básicas (hipsometria, declividade e uso e cobertura da terra), de acordo com as notas estabelecidas para cada atributo com relação a sua suscetibilidade a inundações, conforme tabelas 1, 2 e 3.

Após a reclassificação foi aplicado o método AHP, através do cruzamento de cada critério e da atribuição de seus respectivos valores de importância. A tabela 4 apresenta a organização dos elementos e os seus cruzamentos.

**Tabela 4 - Pares de critérios a serem avaliados**

	Uso e cobertura da terra	Hipsometria	Declividade
Uso e cobertura da terra	Uso e cobertura da terra / Uso e cobertura da terra	Uso e cobertura da terra / Hipsometria	Uso e cobertura da terra / Declividade
Hipsometria	Hipsometria / Uso e cobertura da terra	Hipsometria / Hipsometria	Hipsometria / Declividade
Declividade	Declividade / Uso e cobertura da terra	Declividade / Hipsometria	Declividade / Declividade

**Fonte:** autor (2020)

Para a aplicação da técnica AHP, foram definidos os pesos de acordo com os resultados obtidos na tabulação cruzada. Estes pesos foram aplicados às combinações, tendo sido definido qual dos fatores é mais importante e quanto cada um deles é mais importante que cada um dos outros, conforme as tabelas 5 e 6.

**Tabela 5 - Matriz de nível hierárquico de Saaty**

Valores	Importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito mais fortemente importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Saaty (1977)

**Tabela 6 - Matriz de comparação pareada dos critérios avaliados**

	Uso e cobertura da terra	Hipsometria	Declividade
Uso e cobertura da terra	1	1/3	1/5
Hipsometria	3	1	1/3
Declividade	5	3	1
Soma	9	4,33	1,53

Fonte: autor (2020).

A tabela 7 apresenta a normalização relativa dos pesos, obtida através da divisão de cada elemento pelo somatório dos elementos da coluna correspondente.

**Tabela 7 - Cálculo dos pesos para cada variável**

	Uso e cobertura da terra	Hipsometria	Declividade
Uso e cobertura da terra	$1 \div 9$	$1/3 \div 4,33$	$1/5 \div 1,53$
Hipsometria	$3 \div 9$	$1 \div 4,33$	$1/3 \div 1,53$
Declividade	$5 \div 9$	$3 \div 4,33$	$1 \div 1,53$

Fonte: autor (2020).

A tabela 8 apresenta o peso específico de cada variável, representado pela média aritmética de cada linha, assim com o percentual de contribuição daquele elemento, denominado autovetor.

**Tabela 8 - Normalização do autovetor**

	Uso e cobertura da terra	Hipsometria	Declividade	Pesos	Autovetor (%)
Uso e cobertura da terra	0,111	0,077	0,131	0,106	10,6
Hipsometria	0,333	0,231	0,218	0,261	26,1
Declividade	0,555	0,693	0,653	0,634	63,4

Fonte: autor (2020).

O resultado do autovetor indica que o uso e cobertura da terra contribui com 10,6% para o risco de inundações, a hipsometria com 26,1% e a declividade, de forma mais destacada, com 63,4%.

A análise da consistência dos julgamentos, com o objetivo de avaliar se os pesos calculados para o modelo são aceitáveis, se dá através da multiplicação da matriz de comparação pareada com os pesos identificados na tabela 8.

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & 0,333 & 0,2 \\ 3 & 1 & 0,333 \\ 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,106 \\ 0,261 \\ 0,634 \end{bmatrix}$$

$$(1 \times 0,106) + (0,333 \times 0,261) + (0,2 \times 0,634) = 0,320$$

$$(3 \times 0,106) + (1 \times 0,261) + (0,333 \times 0,634) = 0,790$$

$$(5 \times 0,106) + (3 \times 0,261) + (1 \times 0,634) = 1,947$$

O cálculo do índice de consistência se dá pela fórmula abaixo, onde o  $\lambda_{\max}$  é  $1/n$ , enquanto o  $n$  é o número de atributos a serem considerados.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{3} \times \left( \frac{0,320}{0,106} + \frac{0,790}{0,261} + \frac{1,947}{0,634} \right)$$

$$\lambda_{\max} = 3,04$$

$$IC = \left( \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \right)$$

$$IC = (3,04 - 3)/(3 - 1)$$

$$IC = 0,02$$

A razão de consistência das avaliações (RC) é a divisão entre o índice de consistência (IC) e o índice de consistência aleatório (CA), apresentado na tabela 9.

**Tabela 9- Valores de consistência aleatória (CA) em função da ordem da matriz (n)**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Saaty (1980 *apud* Faria e Filho, 2013)

$$RC = IC/IR = 0,02/0,58 = 0,03 < 0,10$$

O resultado de RC deve ser menor ou igual a 0,10 ( $RC \leq 0,10$ ). Valores acima de 0,10 apresentam inconsistência de julgamento e devem ser revistos, tornando o método AHP contraditório.

Dessa forma, a equação asguir expressa o modelo matemático para o cenário descrito e que foi inserida no *software* ArcGIS 10.8 através do *menu Spatial Analyst*, com a utilização da ferramenta *Raster Calculator*, para a geração do mapa de risco.

$$\text{Risco de inundação} = (0,634 \times \text{Declividade}) + (0,261 \times \text{Hipsometria}) + (0,106 \times \text{Uso e cobertura da terra})$$

### **3.2.2 Carta de cobertura vegetal**

A carta de cobertura vegetal foi elaborada a partir da reclassificação da carta de uso e cobertura, dando origem às seguintes classes: i. cobertura vegetal arbórea, caracterizada pela presença de cobertura vegetal de grande porte e correspondente à classe “mata” da carta original; ii. cobertura vegetal herbácea, caracterizada pela presença de cobertura vegetal rasteira e correspondente à classe “pastagem” da carta original; iii. desertos florísticos, caracterizada pelas áreas com ausência de cobertura vegetal e correspondente às classes “área edificada”, “estrada” e “solo exposto” da carta original.

### **3.2.3. Carta de espaços livres de edificação**

A carta de espaços livres de edificação foi elaborada a partir da reclassificação da carta de uso e cobertura da terra, contendo as seguintes classes: i. espaços livres de edificação, caracterizados pela ausência de áreas construídas e correspondente às classes “mata”, “pastagem” e “solo exposto” da carta original; ii. espaços edificados, caracterizado pelas áreas construídas e correspondente à classe “área edificada” da carta original; iii. espaços de integração viária, caracterizados pelas rodovias e correspondente à classe “estrada” da carta original.

### **3.2.4. Carta de fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso:**

A carta de fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso foi elaborada por meio do *software ArcMap 10.8* e do *Google Earth*. Este último permitiu a identificação e o mapeamento dos empreendimentos potencialmente poluidores localizados na área da bacia. Na atribuição de notas relacionadas à suscetibilidade a

inundações, foi considerado um raio de influência de 50 m para cada um desses empreendimentos. Também foram mapeadas as vidas de tráfego intenso.

### 3.3. Carta temática de síntese:

As cartas de cobertura vegetal, espaços livres de edificação, risco de inundações e fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso) indicam os atributos que colaboram com a diminuição da qualidade ambiental e que, ao serem cartograficamente cruzadas, acabam por fornecer a carta-síntese de qualidade ambiental urbana. Da mesma forma que na carta de risco de inundações, a elaboração da carta-síntese foi baseada na aplicação da metodologia AHP.

Os elementos foram classificados de acordo com a sua tendência de influenciar ou agravar a qualidade ambiental, conforme apresentado nas tabelas 10, 11, 12 e 13.

**Tabela 10 - Notas estabelecidas para o potencial poluidor e o tráfego intenso segundo a qualidade ambiental urbana**

Classes	Notas
Fonte pontual	10
Estrada	10

Fonte: autor (2020).

**Tabela 11 - Notas estabelecidas para o risco de inundações segundo a qualidade ambiental urbana**

Classes	Notas
Baixíssimo – baixo risco	2
Baixo – médio risco	4
Médio risco	6
Médio – alto risco	8
Alto – altíssimo risco	10

Fonte: autor (2020).

**Tabela 12 - Notas estabelecidas para a cobertura vegetal segundo a qualidade ambiental urbana**

Classes	Notas
Água	0
Arbórea	0
Herbácea	5
Desertos florístico	10
Espaços de integração viária	10

Fonte: autor (2020).

**Tabela 13 - Notas estabelecidas para os espaços livres de edificação segundo a qualidade ambiental urbana**

<b>Classes</b>	<b>Notas</b>
Água	0
Espaços edificados	10
Espaços livres	0
Espaços de integração viária	10

**Fonte:** autor (2020).

Este modelo adota o processo de álgebra de mapas, através da ferramenta de análise espacial (*Spatial Analyst Tools*) do *software* ArcGIS 10.8. Para isso, deve-se realizar a reclassificação dos mapas que irão compor o resultado final pelo *menu Spatial Analyst*, com a ferramenta *Reclassify*. Este processo deverá ser realizado para cada uma das cartas (fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso, risco de inundações, cobertura vegetal e espaços livres de edificação), de acordo com as notas estabelecidas para cada atributo com relação a sua influência na qualidade ambiental urbana, conforme tabelas 10, 11, 12 e 13.

Após a reclassificação, foi aplicado o método AHP, através do cruzamento de cada critério e da atribuição de seus respectivos valores de importância.

**Tabela 14 - Pares de critérios a serem avaliados**

	<b>Potencial poluidor e tráfego intenso</b>	<b>Risco de inundações</b>	<b>Espaços livres de edificação</b>	<b>Cobertura vegetal</b>
<b>Potencial poluidor e tráfego intenso</b>	Potencial poluidor e tráfego intenso / Potencial poluidor e tráfego intenso	Potencial poluidor e tráfego intenso / Risco de inundações	Potencial poluidor e tráfego intenso / Espaços livres de edificação	Potencial poluidor e tráfego intenso / Cobertura vegetal
<b>Risco de inundações</b>	Risco de inundações / Potencial poluidor e tráfego intenso	Risco de inundações / Risco de inundações	Risco de inundações / Espaços livres de edificação	Risco de inundações / Cobertura vegetal
<b>Espaços livres de edificação</b>	Espaços livres de edificação / Potencial poluidor e tráfego intenso	Espaços livres de edificação / Risco de inundações	Espaços livres de edificação / Espaços livres de edificação	Espaços livres de edificação / Cobertura vegetal
<b>Cobertura vegetal</b>	Cobertura vegetal / Potencial poluidor e tráfego intenso	Cobertura vegetal / Risco de inundações	Cobertura vegetal / Espaços livres de edificação	Cobertura vegetal / Cobertura vegetal

**Fonte:** autor (2020).

Para a aplicação da técnica AHP, foram definidos os pesos de acordo com os resultados obtidos na tabulação cruzada. Estes pesos foram aplicados às combinações, tendo sido definido qual dos fatores é mais importante e quanto cada

um deles é mais importante que cada um dos outros, conforme as tabelas 15 e 16.

**Tabela 15 - Matriz de nível hierárquico de Saaty**

Valores	Importância mútua
1/9	Extremamente menos importante que
1/7	Muito fortemente menos importante que
1/5	Fortemente menos importante que
1/3	Moderadamente menos importante que
1	Igualmente importante a
3	Moderadamente mais importante que
5	Fortemente mais importante que
7	Muito mais fortemente importante que
9	Extremamente mais importante que

Fonte: Saaty (1977).

**Tabela 16 - Matriz de comparação pareada dos critérios avaliados**

	Potencial poluidor e tráfego intenso	Risco de inundações	Espaços livres de edificação	Cobertura vegetal
Potencial poluidor e tráfego intenso	1	1/3	1/5	1/7
Risco de inundações	3	1	1/3	1/5
Espaços livres de edificação	5	3	1	1/3
Cobertura vegetal	7	5	3	1
Soma	16	8,33	4,53	1,68

Fonte: autor (2020).

A tabela 17 apresenta a normalização relativa dos pesos, obtida através da divisão de cada elemento pelo somatório dos elementos da coluna correspondente.

**Tabela 17 - Cálculo dos pesos para cada variável**

	Potencial poluidor e tráfego intenso	Risco de inundações	Espaços livres de edificação	Cobertura vegetal
Potencial poluidor e tráfego intenso	$1 \div 16$	$1/3 \div 8,33$	$1/5 \div 4,53$	$1/7 \div 1,68$
Risco de inundações	$3 \div 16$	$1 \div 8,33$	$1/3 \div 4,53$	$1/5 \div 1,68$
Espaços livres de edificação	$5 \div 16$	$3 \div 8,33$	$1 \div 4,53$	$1/3 \div 1,68$
Cobertura vegetal	$7 \div 16$	$5 \div 8,33$	$3 \div 4,53$	$1 \div 1,68$

Fonte: autor (2020).

Na tabela 18 temos o peso específico de cada variável, representado pela média aritmética de cada linha, assim com o percentual de contribuição daquele

elemento, denominado autovetor.

**Tabela 18 - Normalização do autovetor**

	Potencial poluidor e tráfego intenso	Risco de inundações	Espaços livres de edificação	Cobertura vegetal	Pesos	Autovetor (%)
Potencial poluidor e tráfego intenso	0,062	0,040	0,044	0,085	0,058	5,8
Risco de inundações	0,187	0,120	0,073	0,119	0,125	12,5
Espaços livres de edificação	0,312	0,360	0,221	0,198	0,273	27,3
Cobertura vegetal	0,437	0,600	0,662	0,595	0,573	57,3

Fonte: autor (2020).

Os valores dos autovetores indicam que o potencial poluidor e tráfego intenso contribui com 5,8% para a qualidade ambiental, o risco de inundações com 12,5%, os espaços livres de edificação com 27,3% e a cobertura vegetal com 57,3%.

A análise da consistência dos julgamentos, para avaliar se os pesos calculados para o modelo são aceitáveis, se dá através da multiplicação da matriz de comparação pareada com os pesos identificados na tabela 18.

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & 0,333 & 0,2 & 0,143 \\ 3 & 1 & 0,333 & 0,2 \\ 5 & 3 & 1 & 0,333 \\ 7 & 5 & 3 & 1 \end{bmatrix} x \begin{matrix} 0,058 \\ 0,125 \\ 0,273 \\ 0,573 \end{matrix}$$

$$(1 \times 0,058) + (0,333 \times 0,125) + (0,2 \times 0,273) + (0,143 \times 0,573) = 0,236$$

$$(3 \times 0,058) + (1 \times 0,125) + (0,333 \times 0,273) + (0,2 \times 0,573) = 0,505$$

$$(5 \times 0,058) + (3 \times 0,125) + (1 \times 0,273) + (0,333 \times 0,573) = 1,129$$

$$(7 \times 0,058) + (5 \times 0,125) + (3 \times 0,273) + (1 \times 0,573) = 2,423$$

O cálculo do índice de consistência se dá pela fórmula abaixo, onde o  $\lambda_{\max}$  é  $1/n$ , enquanto o  $n$  é o número de atributos a serem considerados.

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{4} x \left( \frac{0,236}{0,058} + \frac{0,505}{0,125} + \frac{1,129}{0,273} + \frac{2,423}{0,573} \right)$$

$$\lambda_{\max} = 4,12$$

$$IC = \left( \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \right)$$

$$IC = (4,12 - 4)/(4 - 1)$$

$$IC = 0,04$$

A razão de consistência das avaliações (RC) é a divisão entre o índice de consistência (IC) e o índice de consistência aleatório (CA), apresentado na tabela 19.

**Tabela 19- Valores de consistência aleatória (CA) em função da ordem da matriz (n)**

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CA	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Saaty (1980 apud Faria e Filho, 2013)

$$RC = IC/IR = 0,04/0,90 = 0,04 < 0,10$$

O resultado de RC deve ser menor ou igual a 0,10 ( $RC \leq 0,10$ ). Valores acima de 0,10 apresentam inconsistência de julgamento e devem ser revistos, tornando o método AHP contraditório.

A equação a seguir expressa o modelo matemático para o cenário descrito e que foi inserida no *software* ArcGIS 10.8, através do *menu Spatial Analyst*, com a utilização da ferramenta *Raster Calculator*, para a geração da carta-síntese.

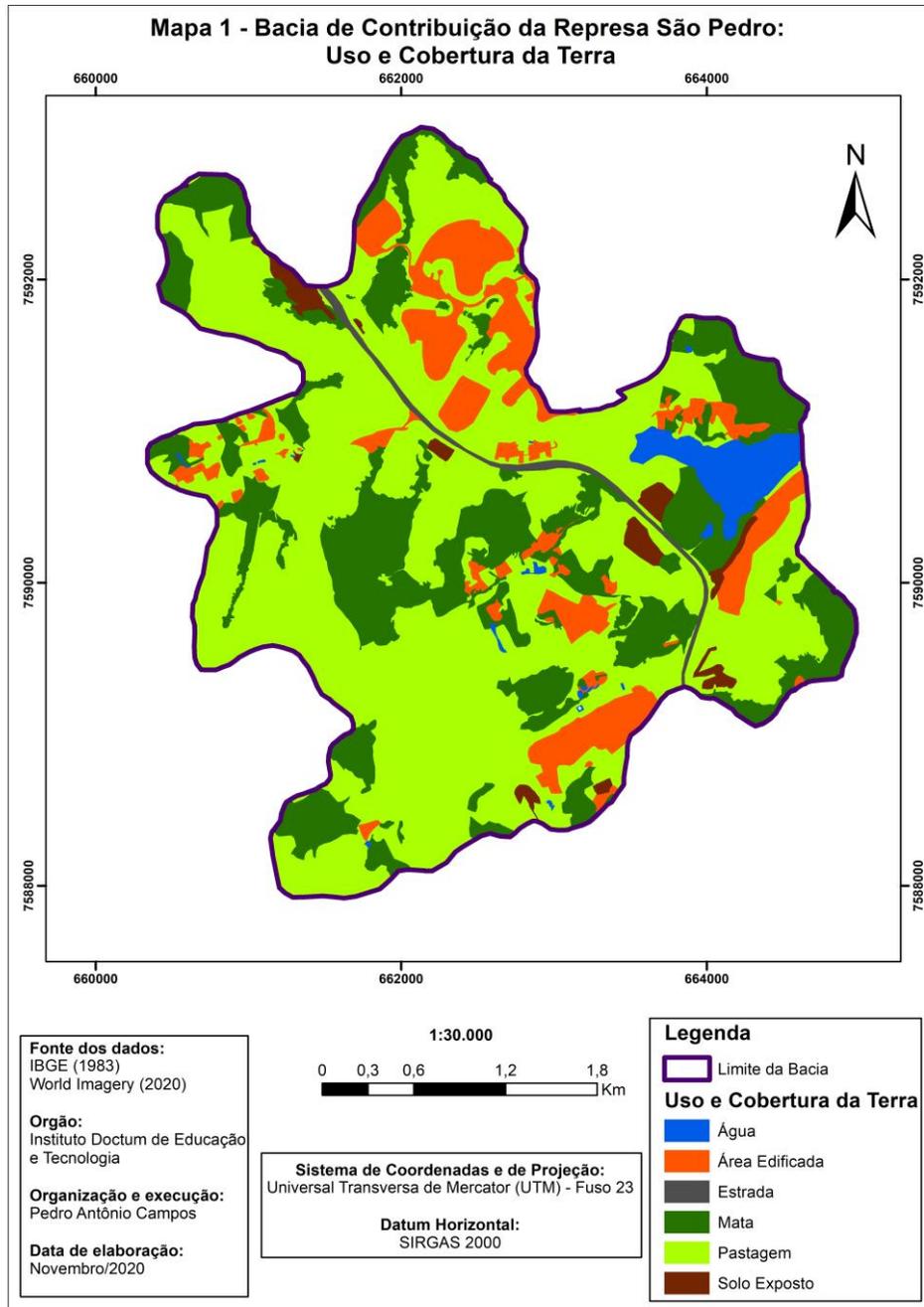
$$\text{Qualidade Ambiental Urbana} = (0,058 \times \text{Fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso}) + (0,125 \times \text{Risco de inundações}) + (0,273 \times \text{Espaços livres de edificação}) + (0,573 \times \text{Cobertura vegetal})$$

#### 4. Resultados e discussão:

A carta de uso e cobertura da terra demonstra que a maior parte da área da bacia é constituída por áreas de pastagem (7,63 km<sup>2</sup>, 58%), 25% por áreas de mata (3,33 km<sup>2</sup>), 11% de áreas edificadas (1,52 km<sup>2</sup>), 3% de corpos d'água (0,37 km<sup>2</sup>) e 2% de solo exposto (0,25 km<sup>2</sup>).

As informações relativas ao uso do solo foram utilizadas na avaliação da qualidade ambiental; afinal representa o modo com que a cidade utiliza e se organiza no espaço. De acordo com Nucci (1996, p.17) "a utilização da carta de uso do solo pode ser uma importante, às vezes única, ferramenta para o estudo da área. Através

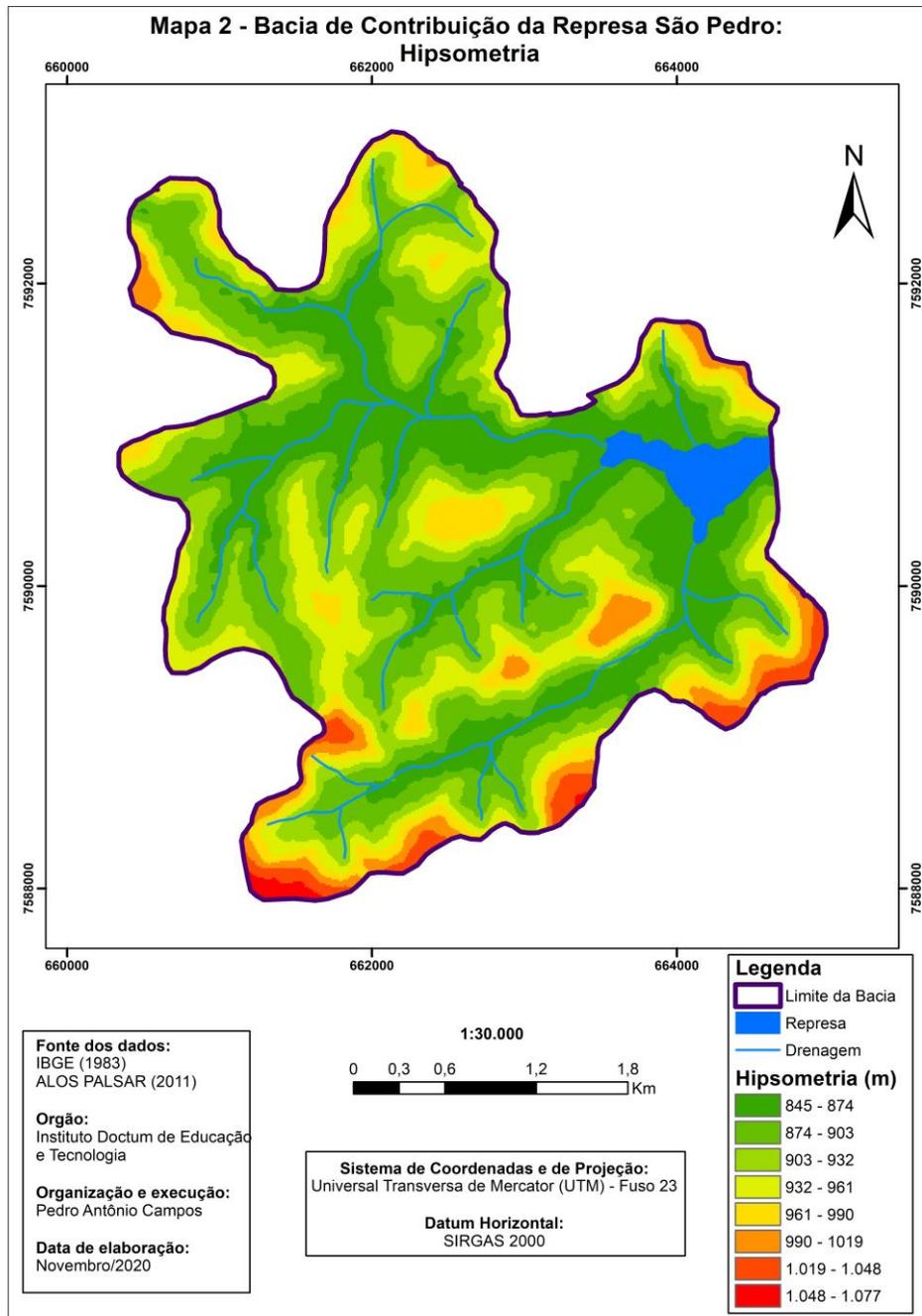
dela pode-se fazer inferências, já que uma boa parte da qualidade ambiental está relacionada ao tipo de utilização do solo".



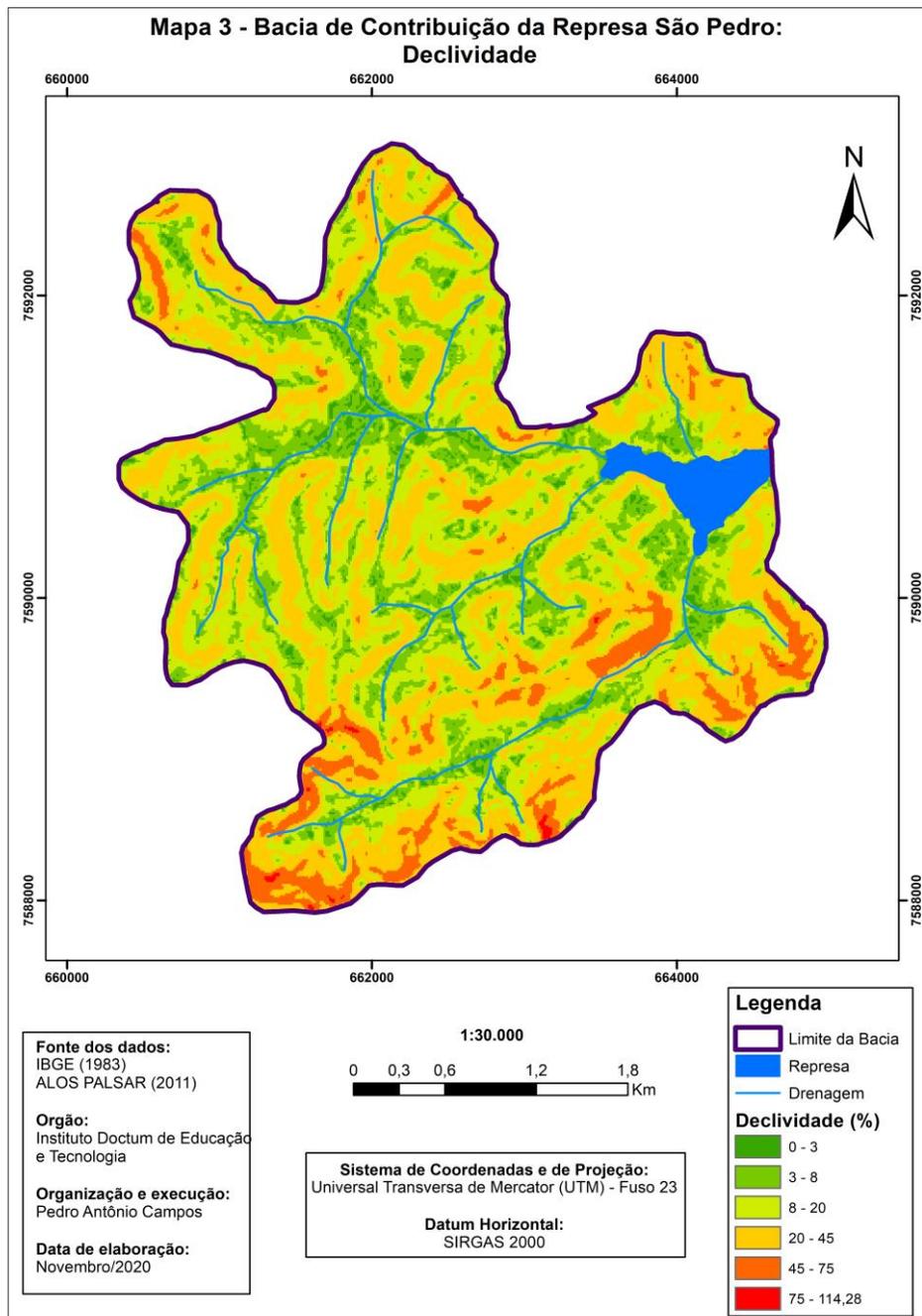
Na análise de carta de hipsometria podemos ver a existência predominante de regiões de baixa altitude (845 a 903 m), sendo os pontos de maior elevação presentes apenas em algumas extremidades, próximo aos divisores de água, o que contribui consideravelmente com o risco de inundações.

De acordo com Rodrigues *et al.* (2020), “a carta hipsométrica é um documento robusto e essencial, caracterizado por informar a altimetria de uma dada área, que

propicia ao usuário uma visão ampla do relevo e do rebaixamento do terreno”.

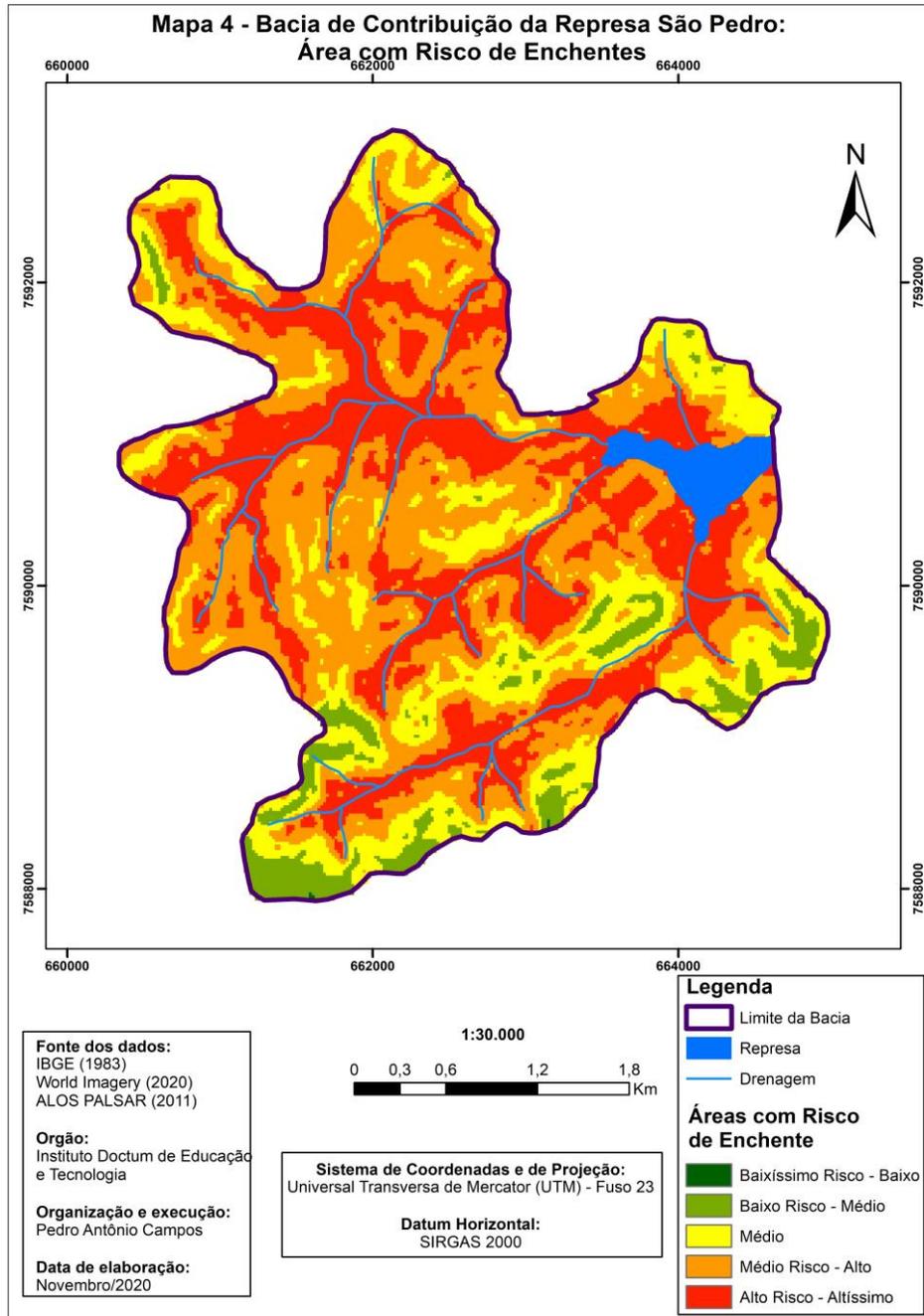


A análise da carta de declividade demonstra que nas áreas marginais aos cursos d'água tem-se uma baixa inclinação do terreno, caracterizando o relevo de plano a ondulado, conforme classificação da EMBRAPA (1979) e tornando o ambiente suscetível ao risco de inundações. As inclinações superiores a 45° são encontradas apenas nas extremidades da bacia, junto aos divisores de água.

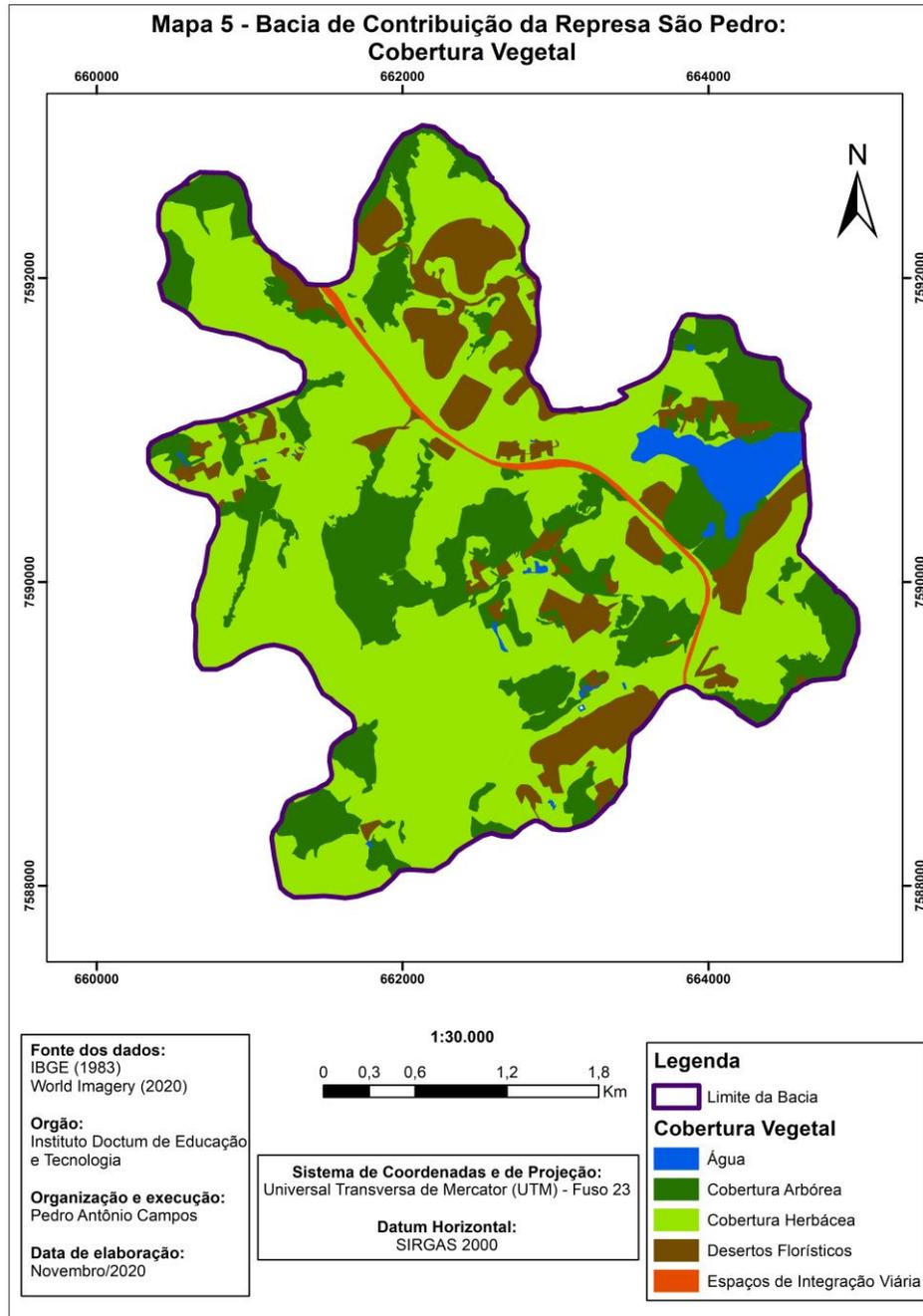


Através da declividade, em conjunto com a carta de hipsometria, obtém-se uma visão do relevo, caracterizando as suas áreas de planícies aluviais e das demais formas do relevo, conforme ressaltam Soares e Piroli (2019 *apud* Rodrigues *et al.*, 2020).

Como consequência dos fatores acima elencados, as áreas com maior risco de inundações estão localizadas nas proximidades dos corpos d'água em detrimento da predominância de pastagem, baixas altitudes e reduzida inclinação do terreno.

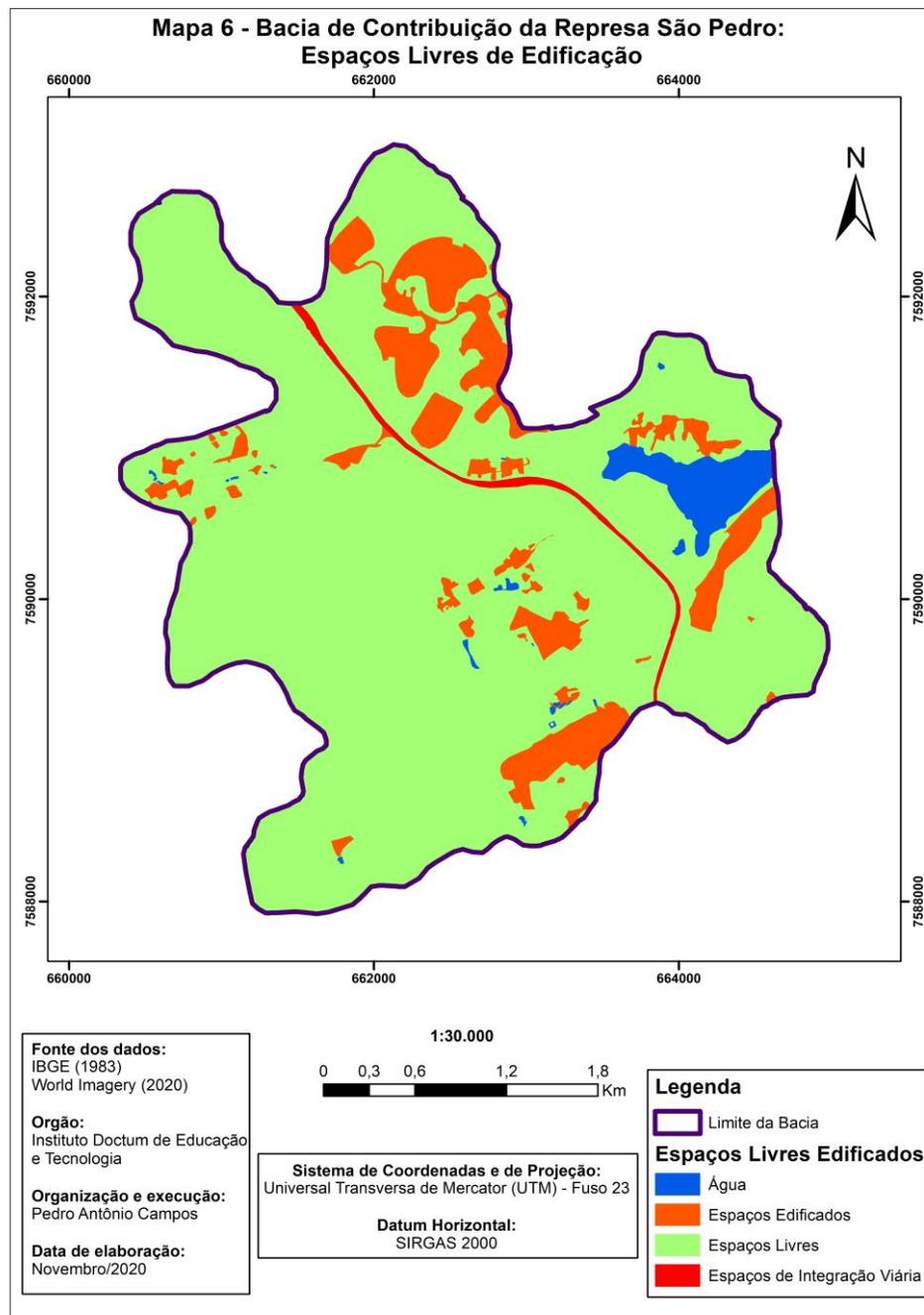


A cobertura vegetal abrange uma área de 10,96 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 83% da área total da bacia. De acordo com Oke (1973 *apud* Silva *et al.*, 2020), índices de cobertura superiores a 30% são considerados propícias para um adequado balanço térmico em áreas urbanas, enquanto que índices inferiores a 5% se assemelham a desertos florísticos (NUCCI, 2008).

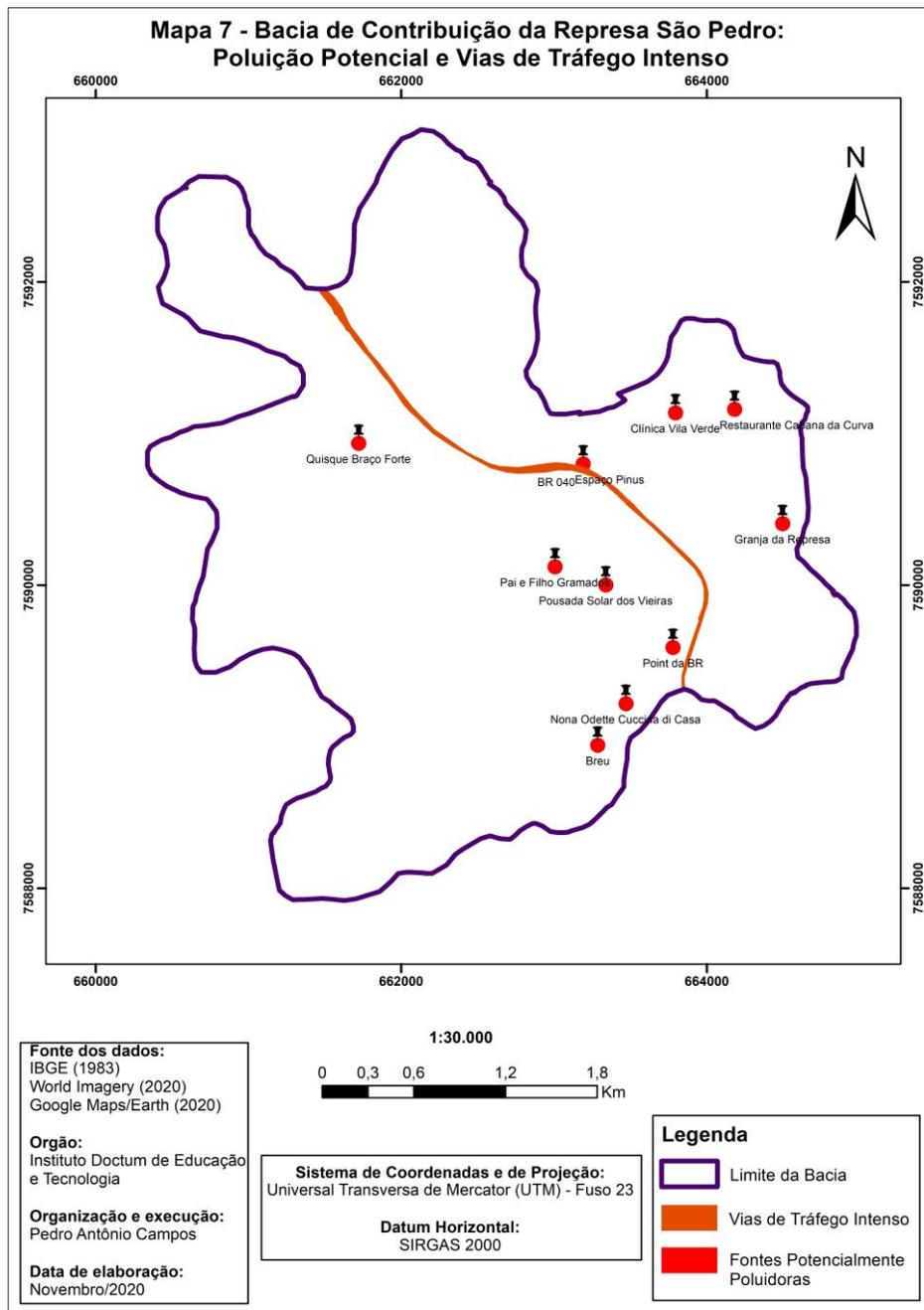


Na carta de espaços livres de edificação, foi identificada a predominância de espaços livres, com representatividade de 84,5% da área total, como um fator de contribuição para a qualidade ambiental da área de estudo. De acordo com Klias (1967 *apud* Nucci, 2008, p.32), “os espaços livres são as áreas não edificadas, de propriedade municipal, independentemente de sua destinação de uso. Quando estes se destinam a áreas verdes, são denominados espaços verdes”. Entretanto, conforme ressalta Nucci (2008), não se pode concluir que espaços com menos de 5% de cobertura vegetal a qualidade ambiental seja precária, para isso, deve-se avaliar todos

os demais atributos.

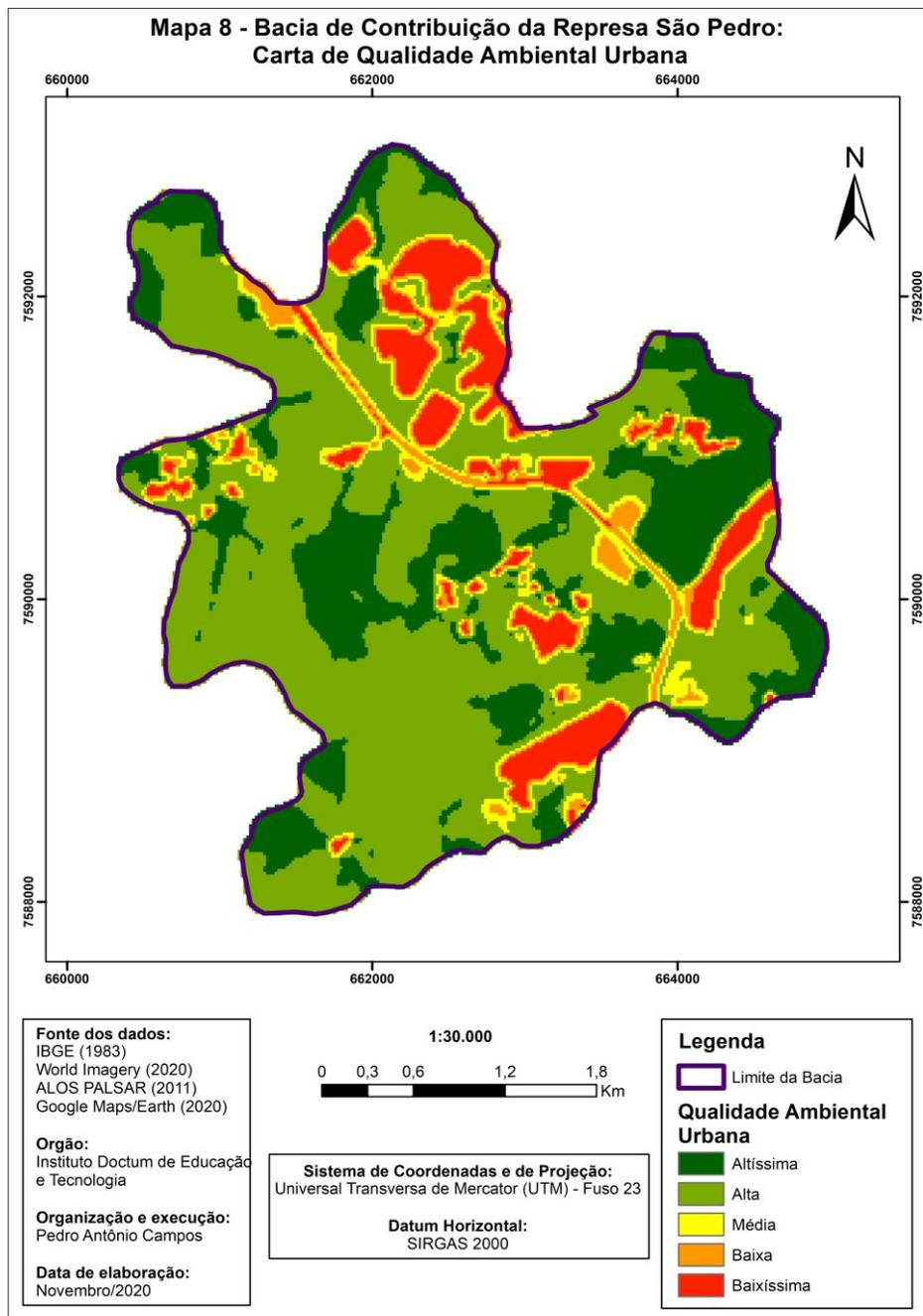


Na carta de uso potencialmente poluidores e vias de tráfego intenso, além da Rodovia BR-040, foram identificados dez empreendimentos de pequeno porte, que contribuem igualmente para a redução da qualidade ambiental da área de estudo.



A carta-síntese de qualidade ambiental urbana foi o resultado do cruzamento e da integração dos atributos espaciais previamente mapeados (risco de inundações, cobertura vegetal, espaços livres de edificação e fontes potencialmente poluidoras e vias de tráfego intenso), considerando os aspectos negativos de cada um na redução da qualidade ambiental. A carta-síntese demonstra que 83% da área da bacia (10,96 km<sup>2</sup>) apresenta uma qualidade ambiental urbana classificada como alta a altíssima. As áreas de baixa qualidade ambiental aparecem associadas principalmente às áreas urbanizadas e sem cobertura vegetal, além das vias de tráfego intenso de veículos.

Entretanto, conforme aponta Nucci (2008), o fato de uma determinada área apresentar uma baixa qualidade ambiental não significa que o indicador naquela região seja ruim, mas apenas que é pior em relação a outras.



## 5. Considerações finais

A Represa de São Pedro, localizada na região oeste do Município de Juiz de Fora, está localizada em uma área particular, cedida através de contrato para a

exploração parcial pela Companhia de Saneamento Municipal (CESAMA) para o abastecimento público de água. A represa, cuja bacia de contribuição ocupa uma área de 13 km<sup>2</sup>, possui uma localização privilegiada, em uma região de topografia elevada e de grande importância paisagística. Apesar de uma grande parte da bacia se caracterizar por uma qualidade ambiental satisfatória, conforme demonstrou o presente trabalho, este foi o manancial de abastecimento público de água de Juiz de Fora que mais sofreu com o avanço da ocupação urbana em sua bacia de contribuição nos últimos anos. Por isso mesmo, devem ser realizados novos estudos, em escalas de maior detalhamento, para subsidiar o poder público municipal na elaboração e na implementação de políticas públicas de ordenamento do território que garantam a proteção do manancial e de toda a sua bacia de contribuição e, conseqüentemente, a manutenção de uma boa qualidade ambiental.

A análise da qualidade ambiental urbana a partir da associação de múltiplos atributos espaciais indica que os aspectos físicos do ambiente, muitas vezes, não são considerados no planejamento urbano. Assim, os problemas decorrentes da falta de equilíbrio entre os indicadores relacionados à utilização do espaço e o desenvolvimento da sociedade acabam resultando na retirada da cobertura vegetal, na poluição dos recursos hídricos, na ausência de critérios adequados para orientar a urbanização, etc., interferindo diretamente na qualidade ambiental das cidades.

A metodologia AHP, juntamente com as técnicas de geoprocessamento, torna a realização deste e de outros estudos viáveis, com resultados objetivos e de fácil compreensão. Este estudo pode ser fonte de informação para diversas aplicações, devido à possibilidade de inclusão de infinitas variáveis; além de ser uma excelente ferramenta de monitoramento e de tomada de decisão para um melhor planejamento urbano, como um orientador para o direcionamento de usos sustentáveis das cidades. Pode, finalmente, se constituir em um apoio poderoso para a definição de intervenções públicas que tenham como objetivo a melhoria da qualidade ambiental urbana nas áreas onde este indicador apresentar-se como baixo ou inadequado.

## **Referências bibliográficas**

BARBOSA, Yuri Amaral. **O processo urbano de Juiz de Fora–MG: aspectos econômicos e espaciais do caminho novo ao ocaso industrial**. 2013. 135 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de

Fora, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: [http://www.ufjf.br/latur/files/2011/07/O-PROCESSO-URBANO-DE-JUIZ-DE-FORA-\\_MG.pdf](http://www.ufjf.br/latur/files/2011/07/O-PROCESSO-URBANO-DE-JUIZ-DE-FORA-_MG.pdf). Acesso em: 20 abr. 2020.

CESAMA. **Represa de São Pedro**. Disponível em: <http://www.cesama.com.br/mananciais/represa-de-sao-pedro-2>. Acesso em 27/11/2020.

CHAVES, Souza Telma. **Estudo de caso - a cidade de Juiz De Fora MG - Sua centralidade e problemas sócio-econômicos**. Geomae, Campo Mourão, v. 2, p. 155-170, jul. 2011. Disponível em: [http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/150/pdf\\_33](http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/viewFile/150/pdf_33). Acesso em: 20 abr. 2020

COELHO, M. C. N. **Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.) Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

FERRAZ, R. F. D. A. **Urbanização x Meio Ambiente: Os dois lados do planejamento urbano**. *EcoDebate*. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2015/03/02/urbanizacao-x-meio-ambiente-os-dois-lados-do-planejamento-urbano-artigo-de-rafael-fernando-de-almeida-ferraz/>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FORESTI, C. e HAMBURGER, D. S. **Informações texturais e índices de vegetação obtidos de imagens orbitais como indicadores de qualidade de vida urbana**. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. Indicadores Ambientais. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 205-211.

GOMES, M. A. S; SOARES, Beatriz Ribeiro. **Reflexões sobre qualidade ambiental urbana**. Estudos Geográficos, Rio Claro, 2004 -. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/252/208>. Acesso em: 25 abr. 2020.

IBGE. **Censo Demográfico**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=resultados>. Acesso em: 10 abr. 2020.

JATOBÁ, S. U. S. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. IPEA: **Boletim regional, urbano e ambiental**, p. 141-148, jun./2011. Disponível em: [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU\\_n05\\_urbanizacao.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5567/1/BRU_n05_urbanizacao.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

JUNIOR, J. C. U. **Urbanização brasileira, planejamento urbano e planejamento da paisagem**. Disponível em: <http://www.ambiente-augm.ufscar.br/uploads/A2-151.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

KLIASS, Rosa Grena. **Qualidade Ambiental Urbana**. 2ª Reunião do Clube das Idéias (Palestra do dia 23/01/1995) 2002

LIMA, Valéria. **Análise da qualidade ambiental urbana: O exemplo de Osvaldo Cruz/SP**. Geografia em questão v. 07, n. 02, p. 29-46, fev./2017. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/9385/7672>. Acesso em: 25 abr. 2020.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MACHADO, L. M. C. P. **Qualidade Ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos**. In: MARTOS, H. L. e MAIA, N. B. Indicadores Ambientais. Sorocaba: Bandeirante Ind. Gráfica S.A, 1997, p. 15-21.

MASCARÓ, Lucia R. de; MASCARÓ, Juan Luis. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: FINEP: UFRGS, 2002.

MAZZETO, F. A. P. **Qualidade de vida, qualidade ambiental e meio ambiente urbano: breve comparação de conceitos**. In: Sociedade e Natureza (Revista do Instituto de Geografia da UFU). Uberlândia: EDUFU, Ano 12, n 24 – Jul/dez 2000, p. 21-31.

MINAKI, Cíntia; AMORIM, Margarete C. De. COSTA. T. **Espaços urbanos e qualidade ambiental – um enfoque da paisagem**. Revista Formação. 2007;1(14):67-82.

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 353p.

NUCCI, J.C. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de planejamento da paisagem do distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2001. 229p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

NUCCI, J.C. **Um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2008. FABESP, Curitiba.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano**. São Paulo: Humanistas/FFLCH-USP, 2001. 236p.

OLIVEIRA, L. de. **A Percepção da Qualidade Ambiental**. in: Ação do Homem e a Qualidade Ambiental. Rio Claro. 1983

OLIVEIRA, M. A. T.; HERRMANN, M. L. P. **Ocupação do Solo e Riscos Ambientais na Área Conurbada de Florianópolis**. In: Impactos Ambientais Urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001

ORTH, D. **Apostila Didática - Qualidade do Ambiente Urbano**. Florianópolis, 2001.

PINHEIRO, Clebio Rodrigues; SOUZA, Danilo Diego de. **A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 6, p. 67-82, set. 2017.

PREFEITURA DE JUIZ DE FORA. **História da Cidade**. Disponível em: <https://www.pjf.mg.gov.br/cidade/historia.php>. Acesso em: 25 abr. 2020.

RIBEIRO, Bárbara Maria Giacom; MENDES, Carlos André Bulhões. **Índice de Qualidade Ambiental Urbano: uma proposta metodológica aplicada a áreas urbanas de ocupação irregular**. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, João Pessoa, p. 6550-6557, abr. 2015. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1421.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2020.

RODRIGUES, Gilberto; CARLETO, Nivaldo; SANTOS, Gilmar. **Geração de um mapa hipsométrico da bacia hidrográfica de Taquaritinga/SP**. São Paulo. Interface Tecnológica – v. 17 n. 1 (2020)

ROGGERO, Marília Araujo; LUCHIARI, Ailton. **Qualidade ambiental urbana X Qualidade de vida urbana**. XVII Encontro Nacional de Geógrafos, Presidente Prudente, p. 1-9, jul. 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/267923662\\_Qualidade\\_ambiental\\_urbana\\_X\\_Qualidade\\_de\\_vida\\_urbana/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/267923662_Qualidade_ambiental_urbana_X_Qualidade_de_vida_urbana/citation/download). Acesso em: 25 abr. 2020.

SAATY, T. L., **A scaling method for priorities in hierarchical structures**. Journal of Mathematical Psychology, v. 15, pp. 234-281, 1977.

SANTOS, Alexandre Rosa dos; LOUZADA, Franciane Louzada Rubini de Oliveira; EUGÊNIO, Fernando Coelho. **ArcGIS 9.3 Total: Aplicações para Dados Espaciais**. 2. ed. Alegre: Mundo da Geomática, 2010.

SANTOS, M. **A Urbanização brasileira**. 3 ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155p.

SEWELL, G. H. **Administração e controle da qualidade ambiental**. São Paulo: EDUSP, CETESB, 1978. 295p.

SILVA, C. A. da; NUNES, F. P. **Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE**. In: Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, INPE, 2009

SILVA, J. A. da. **Direito Urbanístico Brasileiro**. 2ª ed. Rev. At. 2ª tiragem. São Paulo: MALHEIROS EDITORES, 1997, 421p.

SIMONATO, Thiago Cavalcante; MAGALHÃES, Aline Souza; DOMINGUES, Edson Paulo. **Urbanização, economia e mineração em Minas Gerais: Aspectos contemporâneos de conflitos históricos**. *ENANPUR*, 2017, n. 17, mai. /2017. Disponível em: [http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR\\_Anais/ST\\_Sessoes\\_Tematicas/ST%204/ST%204.8/ST%204.8-14.pdf](http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessoes_Tematicas/ST%204/ST%204.8/ST%204.8-14.pdf). Acesso em: 20 abr. 2020.

UNITED NATIONS. **Population**. Disponível em: <https://www.un.org/en/sections/issues-depth/population/index.html>. Acesso em: 25 abr. 2020.