

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

GABRIEL DE ALMEIDA COUTINHO MELO

**A UTILIZAÇÃO DE SIGS NA ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO URBANO: o caso
do trecho Santo Antônio, em Viçosa (MG) – Teixeiras (MG).**

VIÇOSA (MG)

2021

GABRIEL DE ALMEIDA COUTINHO MELO

A UTILIZAÇÃO DE SIGS NA ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO URBANO: o caso do trecho Santo Antônio, em Viçosa (MG) – Teixeiras (MG).

Monografia apresentada como uma das exigências da disciplina GEO 484 (Monografia) para obtenção do título de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal de Viçosa.

Orientador: Prof. Dr. Edson Soares Fialho

Coorientador: MSc. Altair Carrasco de Souza

VIÇOSA (MG)

2021

SUMÁRIO

SUMÁRIO	2
RESUMO	3
1.1 Problema	6
1.2 Hipótese	6
1.3 Objetivos	6
1.4 Justificativa	6
2. Fundamentação Teórica	7
2.1. O Processo de Urbanização por uma ótica geográfica	7
2.2. Urbanização no Brasil	8
2.3. Constituição urbana do município de Viçosa (MG)	9
3. Os Sistemas de Informação Geográfica e o Planejamento Urbano	13
3.1 Análise Multicritério	13
4. Metodologia	14
4.1 Legislação e Histórico	14
4.2 Geoprocessamento	15
4.2.1 Delimitação da Área de Estudo	17
4.2.2 Elaboração dos Mapas de Critérios	17
4.2.3 Normalização dos Critérios	22
4.2.4 Ponderação dos Critérios	23
4.2.5 Combinação dos Fatores	23
5. Proposta de Zoneamento	25
6. Conclusão	27
7. Possibilidades para a pesquisa	27
8. Referências	28

RESUMO

A expansão urbana é um fenômeno que continua ocorrendo de forma crescente em várias regiões do Brasil. No caso do município de Viçosa (MG), um dos novos vetores de crescimento vem se dando na direção nordeste, em direção ao município de Teixeira (MG), tendo como um dos principais motivos a implementação de uma área de mineração. Este trabalho busca especializar as melhores áreas, no sentido ambiental e social, para acomodar as novas locações provenientes desse processo de expansão, visando amenizar ou evitar a ocupação das áreas de risco. Para isto foi feita uma linha temporal do crescimento da cidade de Viçosa para contextualizar e entender melhor a continuidade do processo, e foram utilizadas ferramentas SIG associadas a análise multicritério para, de forma eficiente e menos custosa, obter as áreas mais apropriadas para o crescimento. Foi possível definir as áreas mais apropriadas para a expansão, assim como um zoneamento preliminar para guiar o ordenamento do uso do solo.

Palavras-chave: expansão urbana, sistemas de informação geográfica, análise multicritério.

ABSTRACT

Urban expansion is a phenomenon that continues to occur increasingly in several regions of Brazil. In the case of the municipality of Viçosa (MG), one of the new growth vectors has been occurring in the northeast direction, towards the municipality of Teixeira (MG), having as one of the main reasons the implementation of a mining area. This work seeks to specialize the best areas, in the environmental and social sense, to accommodate new leases from this expansion process, aiming to mitigate or avoid the occupation of risk areas. For this, a timeline of the growth of the city of Viçosa was made to contextualize and better understand the continuity of the process, and GIS tools associated with multicriteria analysis were used to efficiently and less costly obtain the most appropriate areas for growth. It was possible to define the most appropriate areas for expansion, as well as preliminary zoning to guide land use planning.

Keywords: urban expansion, geographic information systems, multicriteria analysis

1.Introdução

O crescimento das áreas urbanas remonta à Revolução Industrial, e influenciou o modelo da expansão urbana brasileira, seguindo uma tendência progressista e espontânea, assumindo que os recursos naturais são inesgotáveis e que deveriam ser utilizados para o desenvolvimento das cidades. No Brasil, o processo é mais recente, tendo seu início datado por volta da década de 1930, com a formação dos primeiros aglomerados urbanos e, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), registrando uma população urbana maior que a rural somente nos anos setenta do mesmo século.

Tal tipo de interação em um espaço marcado por relações conflituosas acarretaram problemas como cidades mal planejadas e conseqüentemente desorganizadas, que ignoram as condições no meio físico, comprometendo o bem-estar e a qualidade de vida das populações urbanas. Esse modelo deixa passar ao largo também a implementação de infraestruturas básicas para o estabelecimento de populações, principalmente nas áreas mais periféricas, ampliando os potenciais problemas e diminuindo ainda mais a possibilidade de reversão de um quadro negativo, além de agravar o contexto segregacional entre as populações com diferentes níveis de poder aquisitivo.

Pode-se dizer que o espaço urbano, é resultado de um processo histórico moldado pelos vários agentes sociais ali inseridos. Podendo citar Santos (1986), Corrêa (2000) e Gottdiener (2010), que dizem que as cidades são construções históricas e que sua forma atual é resultante da sobreposição dessas várias construções.

O modelo de crescimento das áreas urbanas no Brasil não levou em consideração os aspectos de prevenção de riscos geológicos/geotécnicos e hidrológicos, gerando transtornos e prejuízos à sociedade e ao meio-ambiente. As políticas de planejamento devem evitar o aparecimento desses problemas, considerando as várias vertentes do meio urbano e buscando soluções a longo prazo.

A expansão urbana na história recente propiciou um movimento de demanda de imóveis que exigiu uma atenção para a criação de leis para ordenar a construção destes, no entanto em sua maioria, essas leis descartam fatores que influenciam essa ocupação, seja por desconhecimento da realidade da população que já reside no local ou por falta de um estudo mais aprofundado sobre as condições físicas do espaço e das relações já existentes. E para Carvalho (2000), a legislação urbana não tem acompanhado a realidade em que está inserida e se torna defasada em suas

regulações, sendo necessária uma constante avaliação por parte dos legisladores sobre os instrumentos jurídicos, ponderando a necessidade de inovações. Nesse sentido, o Estatuto da Cidade criado em 2001 veio para normatizar e dar diretrizes sobre a política urbana.

Na área de estudo, localizada na região norte da sede do município já existe uma ocupação antiga que vai do bairro Santo Antônio até o bairro Silvestre, apresentando alguns vazios urbanos, mas que ganhou novas dimensões desde a instalação da Univiçosa no início do século XXI e vem aumentando exponencialmente principalmente ao longo da rodovia BR-120, com novos empreendimentos imobiliários e comerciais sendo implementados, visando o desenvolvimento da região. Um novo evento que deve impulsionar a expansão da área é o início da exploração de magnetita na comunidade Nossa Senhora Aparecida, município de Teixeira, que iniciou suas atividades no ano de 2019 e aguardava os trâmites legais para a expansão da operação para os municípios vizinhos de São Miguel do Anta, Coimbra, São Geraldo, Visconde do Rio Branco e Ubá, e a rodovia federal é a principal ligação entre os municípios de Viçosa e Teixeira. Estes municípios inclusive estão diretamente ligados à Viçosa, grandemente pela presença da Universidade Federal, além de outras particulares de prestígio na região, atraindo pessoas de todo o país e de outros países, tornando Viçosa não só um polo educacional, mas também econômico. Após o bairro Silvestre até a entrada do município de Teixeira existe um grande espaço para a instalação de moradias, comércios e equipamentos urbanos, possibilitando um crescimento ordenado e saudável.

No cronograma desta pesquisa estava previsto a realização de visitas a campo e entrevistas presenciais com moradores da área, mas com o contexto de pandemia de COVID-19 e a necessidade de um distanciamento social, houve a necessidade de alteração da metodologia utilizada. Nesse sentido, o estudo será voltado para uma análise multicritério de imagens dos satélites Landsat-5 e Landsat-8 utilizando ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e de Sensoriamento Remoto como os softwares QGIS, que é uma ferramenta livre e gratuita, para espacializar as áreas que serão mais impactadas pela expansão urbana, além das que são mais indicadas para a instalação de novos empreendimentos imobiliários, apontando as áreas mais apropriadas para essa expansão

1.1 Problema

Onde são os melhores espaços para a expansão advindos do crescimento do trecho urbano da rodovia MG-120 no município de Viçosa-MG em direção ao município de Teixeiras-MG e como esse território pode ser organizado para que sejam implementadas políticas públicas adequadas às zonas definidas?

1.2 Hipótese

O crescimento eminente do eixo norte-nordeste do município de Viçosa (MG) em direção ao município de Teixeiras (MG) poderá trazer diversos pontos positivos para a região, como melhoria da infraestrutura urbana, assim como implementação de equipamentos urbanos carentes na região, além do desenvolvimento de setores como imobiliário e comercial. Em contrapartida poderão surgir aspectos negativos, como o encarecimento de moradia, através da especulação imobiliária, assim como aumento da poluição, tanto atmosférica, como sonora e hídrica. Esses fatores devem ser elencados e organizados através de políticas públicas para que sejam minimizados e revertidos em favor da população

1.3 Objetivos

O objetivo principal deste estudo é especializar, utilizando ferramentas do Sistema de Informação Geográfica, as áreas mais propícias, analisando os aspectos socioambientais envolvidos no processo de expansão urbana no município de Viçosa (MG) em direção ao município de Teixeiras, suas motivações, e consequências no bem-estar da população residente nos bairros influenciados por esse crescimento.

Também, traçar um histórico da ocupação e do desenvolvimento urbano brasileiro e do município de Viçosa.

Além disso, elaborar uma proposta de zoneamento da área para ordenar o processo de expansão.

1.4 Justificativa

O município de Viçosa historicamente teve sua expansão urbana ligada à Universidade Federal de Viçosa. Para Ribeiro Filho (1997, p20), “a presença da Universidade Federal de Viçosa fez com que a cidade de Viçosa (MG) adquirisse uma nova dinâmica espacial, social, econômica e política, diferenciando-a das demais

idades da região”. No entanto, a da década de 2000, o crescimento de outra universidade na cidade, a Univiçosa, além de outros empreendimentos presentes na região norte-nordeste do município, acentuadas pelo início da operação da ZMM (Zona da Mata Mineração), que desde 2015 manifestou intenção de atuar na região, criou um novo eixo de expansão urbano que aparentemente está se dando de forma desordenada, podendo causar impactos irreversíveis de diversas espécies para o município e para a população residente na área.

2. Fundamentação Teórica

2.1. O Processo de Urbanização por uma ótica geográfica

Um dos objetos de estudo da Geografia é o espaço, que engloba também o espaço urbano, e seu crescimento através da urbanização, sendo parte integrante do espaço social e atuando na sua constante reconfiguração. Duarte (1999, p.13) afirma que a cidade é a sobreposição de histórias, culturas, formas urbanas e arquitetônicas que tramam e organizam a fruição humana no cotidiano urbano. A cidade também é expressa como locais de junções de grupos em que as necessidades criadas pelos conjuntos, que se desdobra em ideias de moradia, mobilidade, trabalho e função social. O conceito de cidade varia para cada sociedade conforme seu contexto social e cultural, mas de acordo com Corrêa (2000)

O espaço urbano capitalista – Fragmentado, articulado, reflexo, condicionante social, cheio de símbolos e campo de lutas – é um produto social, resultado de ações acumuladas através do tempo, e engendradas por agentes que produzem e consomem espaço. São agentes sociais concretos, e não um mercado invisível ou processos aleatórios atuando sobre um espaço abstrato. A ação destes agentes é complexa, derivando da dinâmica de acumulação de capital, das necessidades mutáveis de reprodução das relações de produção, e dos conflitos de classe que dela emergem. A complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infra-estrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade.

Nesse contexto surge a cidade, num espaço fragmentado que apresenta possibilidades de melhoria de vida e um bem-estar que não é presente na área rural, no entanto esse espaço também é excludente, pois a posse da terra é dos mesmos detentores do capital, gerando uma relação de interesses entre os atores produtores do espaço urbano típica do capitalismo moderno, onde os trabalhadores vendem sua força de trabalho para os detentores do capital. Harvey (1980) identifica os seguintes

grupos: os usuários de moradia; os corretores de imóveis; os proprietários; os incorporadores e construtores; as instituições financeiras; e as instituições governamentais. O capital se reproduz no espaço e a partir daí movimenta o sistema gerando industrialização, urbanização, metropolização, segregação e exclusão socioespacial. A cidade é um excludente, com cenários totalmente diferentes a classes antagônicas.

2.2. Urbanização no Brasil

A urbanização brasileira é um fenômeno relativamente recente, tendo seu início a partir dos anos de 1940, quando se começa a observar o crescimento das taxas de urbanização no país.

Neste momento, a maioria da população brasileira era eminentemente rural. Já na década de 1970, de acordo com o censo realizado pelo IBGE, ocorreu a histórica mudança mostrando a população brasileira mais urbana e, a partir de então, chegando a icônica taxa de 81% no ano 2000, como demonstram os resultados obtidos pelo IBGE através do censo do mesmo ano. No final dos anos 2010, já se fala em uma taxa de urbanização de 83 a 84%, a partir das estimativas de crescimento populacional no Brasil.

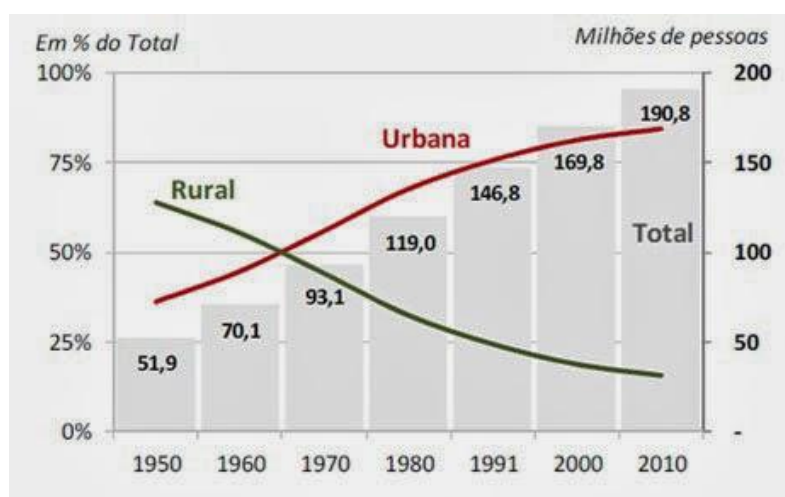


Figura 1: Evolução da população brasileira

Fonte: IBGE, 2010

O urbanismo seguia a ideia de que “as características da cidade moderna e bem planejada refletem sua funcionalidade na época em que ela é moderna” (SILVA, 2004).

Um exemplo é a cidade de Belo Horizonte, que em 1897 foi inspirada na capital dos Estados Unidos, Washington, em que Gadret (1969, p.83) diz que “o erro de Belo Horizonte foi seguir um padrão geométrico rígido num terreno acidentado e os resultados foram ruas com forte inclinação”. Este exemplo ilustra a falta de contextualização da prática de planejamento no Brasil.

2.3. Constituição urbana do município de Viçosa (MG)

O município de Viçosa é um dos mais importantes da Zona da Mata de Minas Gerais. Possui coordenadas geográficas 20° 45'54”S e 45° 52'54”W e está a 649 metros acima do mar. A área total do município é 299 Km². E como é possível observar na Figura 2, limita-se ao norte com os municípios de Teixeiras e Guaraciaba; ao sul com os municípios de Paula Cândido e Coimbra; a Leste com os municípios de Cajuri e São Miguel do Anta; e a oeste com o município de Porto Firme (IBGE, 2010).

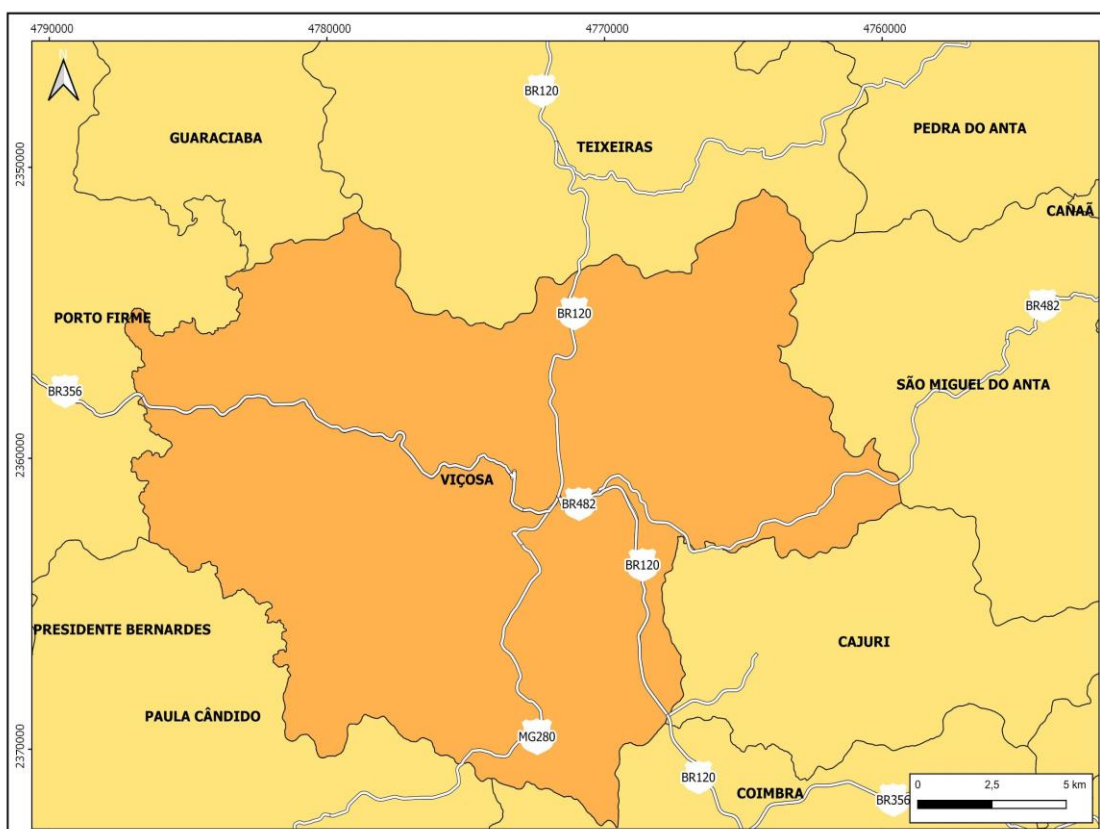


Figura 2: Localização dos Municípios
Fonte: o Autor

O município iniciou sua história no final do século XVIII, durante o Ciclo do Ouro. Em 1693, tem-se o primeiro registro da passagem dos Bandeirantes por terras da região, seguindo em direção ao rio Tripuí, em Ouro Preto, em busca de ouro nas Minas

Gerais. Mais tarde, com o esgotamento das jazidas em Mariana, Piranga e Ouro Preto e a crescente falta de alimentos, os pioneiros que lá se estabeleceram vieram em busca de terras férteis para agricultura e pecuária. Surgem, em decorrência desses fatores, as primeiras sesmarias na Zona da Mata.

Alencar (1959) data dessa época o surgimento do povoado que daria origem à cidade de Viçosa, quando vieram, em razão da decadência das zonas auríferas, os primeiros colonizadores das margens do Rio Turvo.

Em 8 de março de 1800, foi conseguida licença para construção de uma capela em nome de Santa Rita. Em 20 de agosto de 1805, foi doada à Igreja pelo Senhor Manoel Cardoso Machado e esposa uma gleba de terra, que constituiu o Patrimônio de Santa Rita. A capela foi erguida na região onde hoje se localiza a Capela dos Passos, na Rua dos Passos, próxima ao ribeirão São Bartolomeu, afluente do rio Turvo. Viçosa foi elevada à categoria de Vila em 30 de setembro de 1871 e à categoria de cidade em 3 de junho de 1876.

Já no século XX várias capitais do Brasil passavam por reformulação, ganhando grandes avenidas projetadas, que pretendiam modernizar o traçado colonial vigente. Viçosa sofreu influência dessa nova visão acerca do desenho das cidades, que refletia também, influência do urbanismo sanitarista. As vias projetadas seguindo esses preceitos eram largas e arborizadas, de forma que permitisse a circulação de ar e a entrada de luz natural. O desenho da Avenida Santa Rita foi traçado segundo esses moldes e dos bulevares franceses, unindo a Rua do Cruzeiro (atual Rua Padre Serafim) ao caminho que levava à fazenda da Conceição (Ribeiro Filho, 1997). Na segunda década do século XX, a transferência da primeira estação ferroviária, que ficava fora do núcleo urbano, a aproximadamente 6 km, na fazenda do “Tico-Tico”, na Viçosa, foi outro fator que impulsionou o crescimento da cidade. A estrada de ferro chamada “The Leopoldina Railway” foi inaugurada em 1884, com o objetivo de transportar café.

A nova estação ferroviária, localizada próximo à praça Silviano Brandão (Centro), foi inaugurada em 29 de março de 1914, sendo que o tráfego regular de trens pelo centro da cidade só foi iniciado em 31 de agosto do mesmo ano. No novo percurso criado, foi também construída uma parada no então distrito de Silvestre, responsável pelo início da ocupação daquela região (ALENCAR, 1959).

Na década de 1920, o vice-presidente em exercício, Dr. Eduardo Carlos Vilhena do Amaral, de acordo com a Lei nº 761, de 6 de setembro de 1920, criou a Escola Superior de Agricultura e Veterinária do Estado de Minas Gerais (ESAV), pelo decreto

nº 6.053, de 0 de março de 1922. Por influência do presidente Arthur da Silva Bernardes, a escola foi construída na cidade de Viçosa. A ESAV, atual Universidade Federal de Viçosa, viria a ser o principal elemento a impulsionar o desenvolvimento de Viçosa (PANIAGO, 1990).

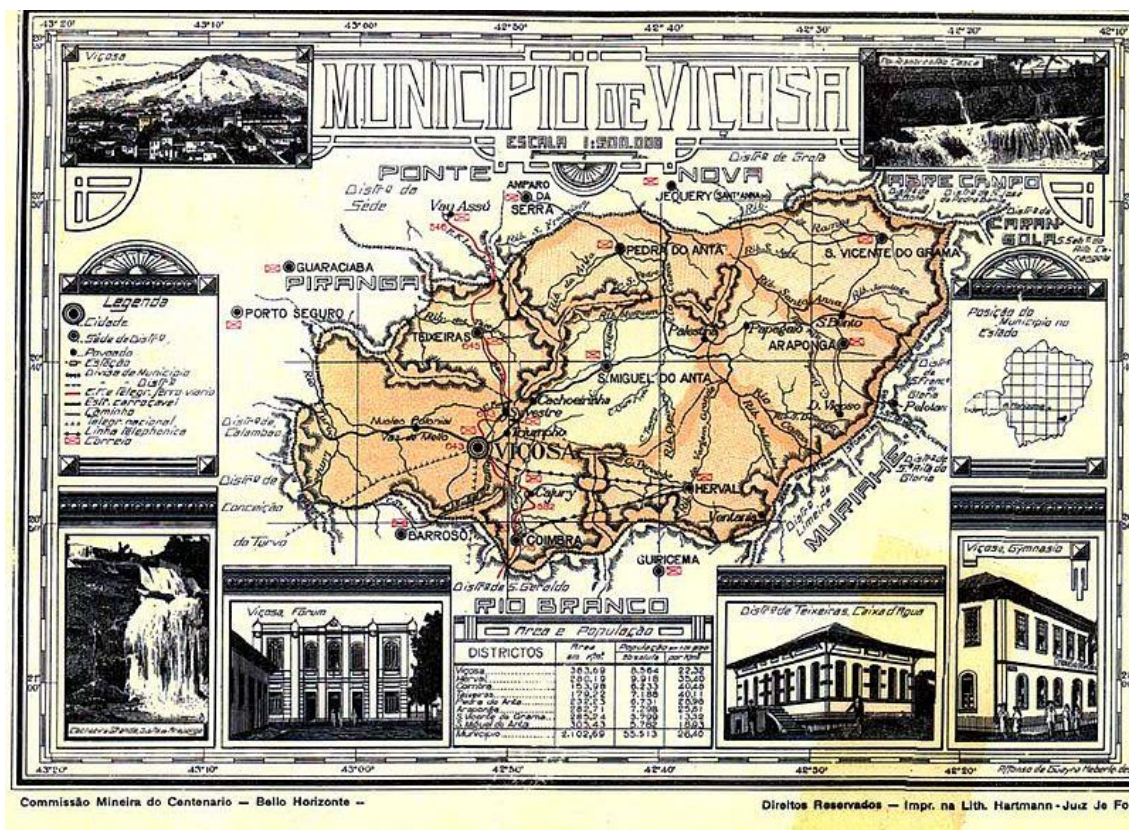


Figura 3: Mapa de Viçosa na segunda década do século XX
Fonte: Comissão Mineira do Centenário

Quanto aos aspectos legais, em 1948 foi aprovado o Código de Posturas do Município. Em 18 de maio de 1956, foi criada a primeira Lei de Parcelamento do Solo – Lei nº280/56, que vigorou até 1979. Segundo Ribeiro Filho (1997), essa lei deixou muitas lacunas, de forma que fosse possível ao construtor, infringir as exigências citadas no documento. Permitiu que o poder municipal desconsiderasse certas exigências, podendo, dessa forma, por pressão política, ser aprovados projetos irregulares.

Em 1969, a então Universidade Rural do Estado de Minas Gerais foi incorporada à recém-instituída Universidade Federal de Viçosa, pelo Decreto nº 64.825, de 15 de julho de 1969. Tal instituição passou por franca expansão. Até 1974, a UFV possuía 19 cursos de graduação e pós-graduação. Em 1975, esse número passou para 39 cursos. O orçamento da instituição que em 1974 era de Cr\$51.698.107,00 passou, em 1978,

para Cr\$502.900.000,00, cerca de dez vezes mais (PANIAGO, 1990). Contudo, a estrutura urbana não se encontrava preparada para absorver o crescimento populacional motivado pela federalização da Universidade. A infraestrutura da cidade era precária, o relevo acidentado e, como mostrado anteriormente, a legislação local era permissiva e sujeita a jogos políticos.

Melo (2002, p.22) diz que a “ocupação de áreas de topografia plana nos fundos dos vales deveu-se, em grande parte, às oportunidades de emprego oferecidas pela Universidade Federal de Viçosa durante os anos 1960”. Para ele, a partir dos anos 1970 a cidade acelerou o seu processo de urbanização e ocupou as áreas de fundo de vale em pouco tempo.

A partir da década de 1970, Viçosa vem experimentando um crescimento urbano depredatório como a maioria das demais cidades brasileiras. Campos Filho (1992) considera esse tipo de formação urbana uma consequência da concentração de renda em poucas parcelas da população. Ele fala da situação da época em que o texto foi escrito, mas o contexto de segregação espacial ainda é percebido, com a população de baixo poder aquisitivo ocupando áreas periféricas e de baixa qualidade físico-espacial. Por outro lado, a parcela da população de maior poder aquisitivo procura melhor se localizar na estrutura da cidade em relação ao emprego, às ofertas de serviços urbanos, ao comércio e aos serviços em geral, como cultura e lazer.

Essa configuração espacial sofreu alterações a partir da década de 1990, com a implementação de condomínios fechados, como o Acamari, em áreas mais afastadas do centro, assim como construções de padrão mais elevado em bairros antes considerados periféricos, como clubes de campo no Bairro João Braz. Em 2000 foi aprovado o Plano Diretor de Viçosa, que atualmente é a legislação que rege as transformações do município de Viçosa. Está em processo de aprovação um novo plano diretor para o município, que teve sua proposta reprovada em 2020 e atualmente está na etapa de revisão.

A relação entre os municípios de Viçosa e Teixeiras vem desde a época áurea da mineração, sendo o povoado de Teixeiras, que teve como marco inicial a capela construída em 1846 (Carneiro e Matos, 2010) sendo um distrito de Viçosa e teve sua ocupação ocorrendo ao longo dos vales, indo de acordo com fluxo dos rios para definir as ocupações.

A ferrovia Leopoldina, que foi uma ferramenta importante de transporte de cargas e passageiros, diminuiu suas atividades em meados de 1940, quando a estrada

ligando Viçosa a Ponte Nova altera o modal de transportes da região, que foi o embrião da BR-120, que asfaltada na década de 1970 induziu a expansão da mancha urbana de Viçosa em direção a Teixeiras.

A separação ocorre em 1938, quando Teixeiras é elevada à categoria de município, após um período de crescimento econômico e uma maior autonomia política.

3. Os Sistemas de Informação Geográfica e o Planejamento Urbano

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG), é um sistema de informação particular aplicado a dados geográficos (CALIJURI, 2008). Esse tipo de sistema tem sua aplicação pertinente quando a localização do objeto ou área de estudo é relevante para a pesquisa, pois pode trabalhar com uma grande quantidade de dados espaciais, como imagens de satélite, de uma forma rápida e dinâmica. O Geoprocessamento é descrito por Rodrigues (1990) como um conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e desenvolvimento e uso do sistema que as utiliza.

Os SIGs vêm sendo utilizados desde o final do século XX como apoio às decisões, graças ao seu poder de manipulação e processamento de grandes volumes de dados, poder esse que continua evoluindo junto às tecnologias computacionais, além de possuir uma gama de possibilidades de análises em menor tempo e, conseqüentemente, menor custo (CALIJURI *et al.*, 2007).

A utilização dos SIGs tem se mostrado uma parte imprescindível do planejamento urbano, principalmente nas análises e tomadas de decisão sobre o uso e ocupação do solo urbano. E embora relativamente recente, a aplicação dos SIGs ao planejamento urbano está ligada à capacidade de obter prognósticos a partir dos desdobramentos e condicionantes decorrentes das relações e processos socioespaciais, e pela capacidade de possibilitar uma visão criteriosa sobre a estruturação da cidade, deve ser parte do processo buscando o bem-estar da população que vive nesse espaço.

3.1 Análise Multicritério

As aplicações de métodos de análise multicritério vem sendo cada vez mais utilizadas nos modelos quantitativos, que também podem ser extrapolados para modelos qualitativos, com a possibilidade de incorporar diversas variáveis qualitativas ou quantitativas. Essa análise vinculada ao geoprocessamento permite espacializar os critérios e definir áreas mais adequadas à finalidade do estudo.

Santos (2012) trabalha os conceitos de adequabilidade e restrição, onde adequabilidade é demonstrada a partir de uma escala de valores entre 0 e 255, em que o 0 representa a menor aptidão e 255 para quantificar a adequabilidade das áreas. Já as restrições são os critérios que impossibilita a utilização da área ou até sua alteração, como por exemplo as legislações que tratam das áreas de proteção ambiental (APAs), as áreas de proteção permanente (APPs), áreas próximas dos cursos d'água, áreas com declividade muito acentuada, ou também áreas que já são ocupadas muito densamente. A aptidão pode ser representada tanto para fatores quantitativos, como declividade e distâncias das áreas restritas quanto para os fatores de classes, como o tipo de uso e ocupação do solo, associando cada classe a um valor.

Utilizando funções de modelagem *fuzzy*, no *software* QGIS, ordenamos os fatores de acordo com o nível que afeta os parâmetros para a definição de pesos, indicando a importância no processo. Existem duas formas de realizar esse processo: a Combinação Linear Ponderada (*Weighted Linear Combination – WLC*) e a Média Ponderada Ordenada (*Ordered Weighted Average – OWA*) (LORENTZ et al., 2016). A definição dos pesos é feita pelo analista de acordo com sua opinião. Pode-se utilizar o Processo Hierárquico Analítico, em inglês, *Analytical Hierarchical Process* (AHP) para diminuir a aleatoriedade na escolha dos pesos, onde é feita uma comparação entre pares para analisar se o ordenamento foi aleatório. Em seguida, os pesos são encaixados em um intervalo entre 0 e 1. Após a agregação dos fatores e das restrições, um fator de adequabilidade superior pode compensar um de valor menor. O nível de compensação pode ser definido pela Média Ponderada Ordenada (OWA), onde um segundo conjunto é estruturado e, depois de combinados novamente, definem o nível de compensação entre fatores de pesos diferentes. (EASTMAN *et al.*, 1995).

Por fim, são gerados cenários variados de risco e compensação, mostrados em formato de superfície, exibindo o grau de adequabilidade a partir da representação visual da escala de valores entre 0 e 255.

4. Metodologia

4.1 Legislação e Histórico

A partir da compreensão da dinâmica de crescimento discutida a partir dos autores que tratam da história da ocupação urbana brasileira, de Minas Gerais e da região da Zona da Mata, além da análise da legislação vigente, assim como de notícias

e propostas de empreendimentos para a área de estudo, observamos as possibilidades e intenções de expansão da área de estudo.

Com o auxílio de autores já citados nesse texto que pesquisaram o histórico de Viçosa desde as primeiras ocupações onde hoje se localiza a Capela dos Passos buscamos traçar uma linha histórica até a expansão da cidade para a área dos bairros como Santo Antônio, Silvestre e Novo Silvestre visando a contextualização do estudo.

4.2 Geoprocessamento

Com a utilização de ferramentas de geoprocessamento como o QGIS, produzimos um mapeamento a partir de levantamento e georreferenciamento da área partindo, inicialmente, de condições existentes na legislação como, por exemplo, uso e ocupação do solo, hidrografia e estradas existentes. Além de áreas de proteção permanente, como afastamento de rios, assim como afastamento frontal em vias e rodovias. Este mapeamento identificou as áreas em que já existe interesse de empreendimentos, mostrada por loteamentos e áreas que vem se expandindo entre os anos de 2010 e 2020, identificando as novas áreas onde poderão ser alocados. A partir dessa espacialização iremos analisar como o processo de urbanização da área está se dando e quais impactos socioambientais poderão ocorrer, além de apontar as áreas mais apropriadas para a expansão urbana.

As etapas dos procedimentos metodológicos estão na Figura 4 e estão descritas da seguinte forma:

Inicialmente foi definido o limite da área de estudo tendo como referência a rodovia BR-120.

A segunda etapa foi a elaboração dos mapas dos critérios definidos (Uso e Ocupação do Solo, Declividade e Áreas já ocupadas). Além dos critérios restritivos (APPs e Faixa de Domínio).

A terceira etapa consistiu na normalização, ou seja, escalamento de 0 a 1 do critério qualitativos (Uso e ocupação) através da ordem hierárquica arbitrária e dos critérios quantitativos (Declividade e Áreas já ocupadas) pela função fuzzy.

A quarta etapa foi a ponderação dos critérios para verificar a consistência da classificação.

A quinta etapa foi a combinação dos critérios, através da combinação linear ponderada.

A sexta e última etapa foi a elaboração do mapa de aptidão para ocupação.

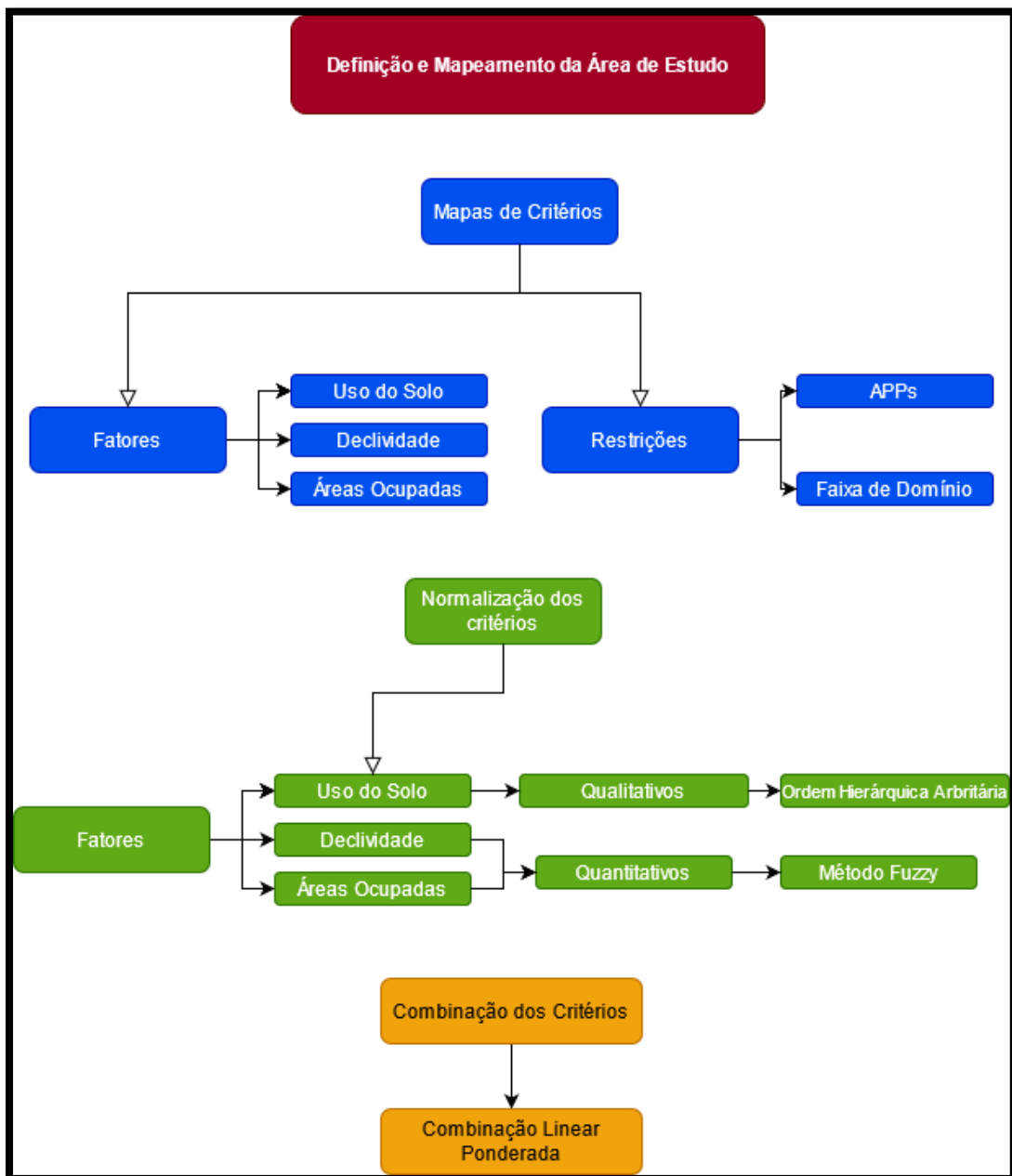


Figura 4: Organização dos procedimentos metodológicos
Fonte: o Autor

4.2.1 Delimitação da Área de Estudo

Área de estudo (Figura 5) de aproximadamente 10 Km² foi definida partindo do bairro Santo Antônio seguindo pela rodovia BR-120 passando pela região do Novo Silvestre em direção ao município de Teixeira pois foi identificada como uma área que está sendo influenciada pela atividade minerária, onde já possuem prédios, empreendimentos comerciais e industriais, além de infraestrutura, como postos de combustível e hospedarias e que pode receber novas áreas de loteamento.

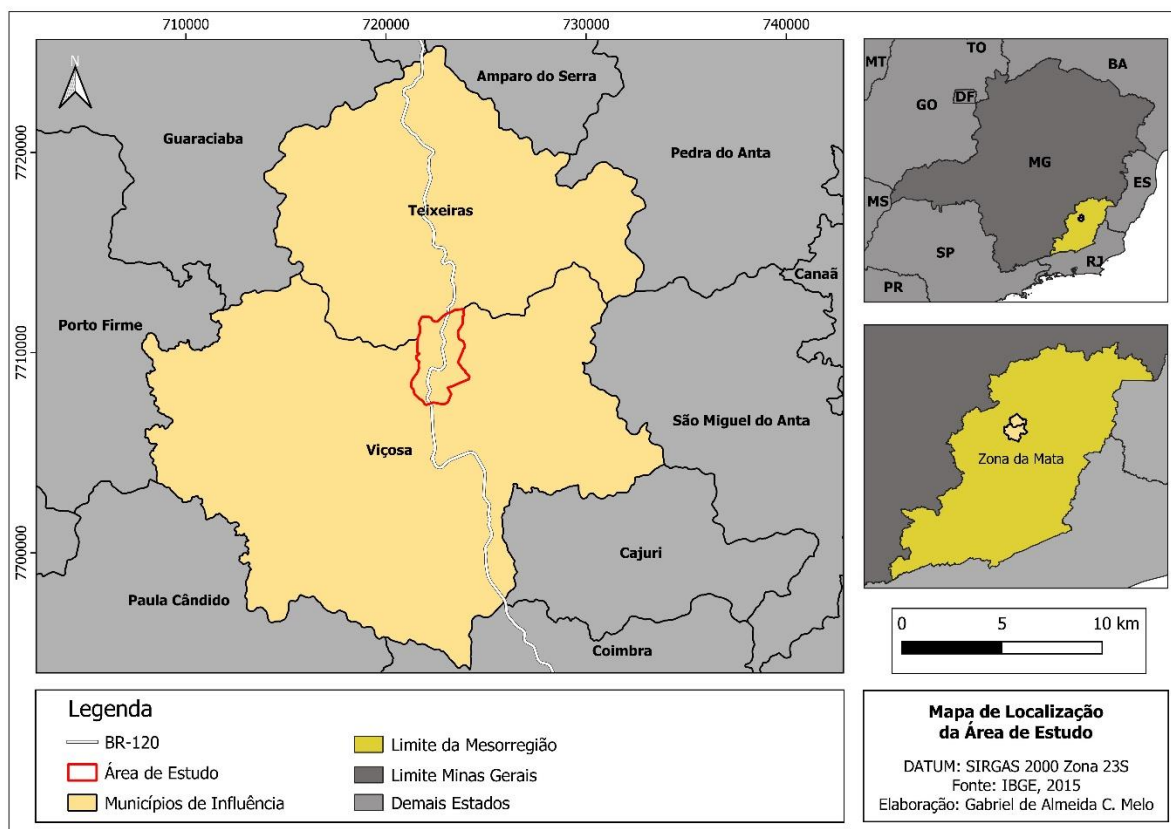


Figura 5: Localização da Área de Estudo
Fonte: o Autor

4.2.2 Elaboração dos Mapas de Critérios

Para chegar ao produto final do mapa de aptidão foram definidos dois grupos de critérios para a o estudo: os fatores e as restrições.

Em análises espaciais a definição de fatores ou restrições depende do objetivo que se quer alcançar. As restrições são áreas impossibilitadas ou inadequadas para a implementação do objetivo e devem ser retiradas da combinação dos fatores.

Os fatores, também chamados de critérios relativos possuem diferentes níveis de contribuição e peso para a análise. Para este caso foram selecionados os critérios

de Uso e Ocupação do Solo, Declividade e Concentração de Áreas Ocupadas onde cada critério possui subcategorias que recebem diferentes pesos.

Um dos principais fatores limitantes para a ocupação urbana em Viçosa é o relevo. A cada ano aumentam os problemas relacionados à ocupação com um planejamento adaptado aos grupos que ali estão, sendo muitas vezes danosos, mas, por muitas vezes as únicas possibilidades, de áreas de encostas e topos de morro, o cuidado em não ocupar essas áreas evitaria ou amenizaria os riscos.

O mapa de declividade foi elaborado a partir de imagens contendo dados de altimetria da missão SRTM em datum SIRGAS 2000 que foi recortada com base no limite da área de estudo.

O índice de declividade foi obtido em porcentagem, que foi reclassificada de acordo com as definições da EMBRAPA.

Tipo de Relevo	Faixa de Declividade (%)
Plano	0 a 3
Suave Ondulado	3 a 8
Ondulado	8 a 20
Forte Ondulado	20 a 45
Montanhoso	45 a 75
Escarpado	Acima de 75

Tabela 1: Tipos de relevo e faixas definidas
Fonte: EMBRAPA

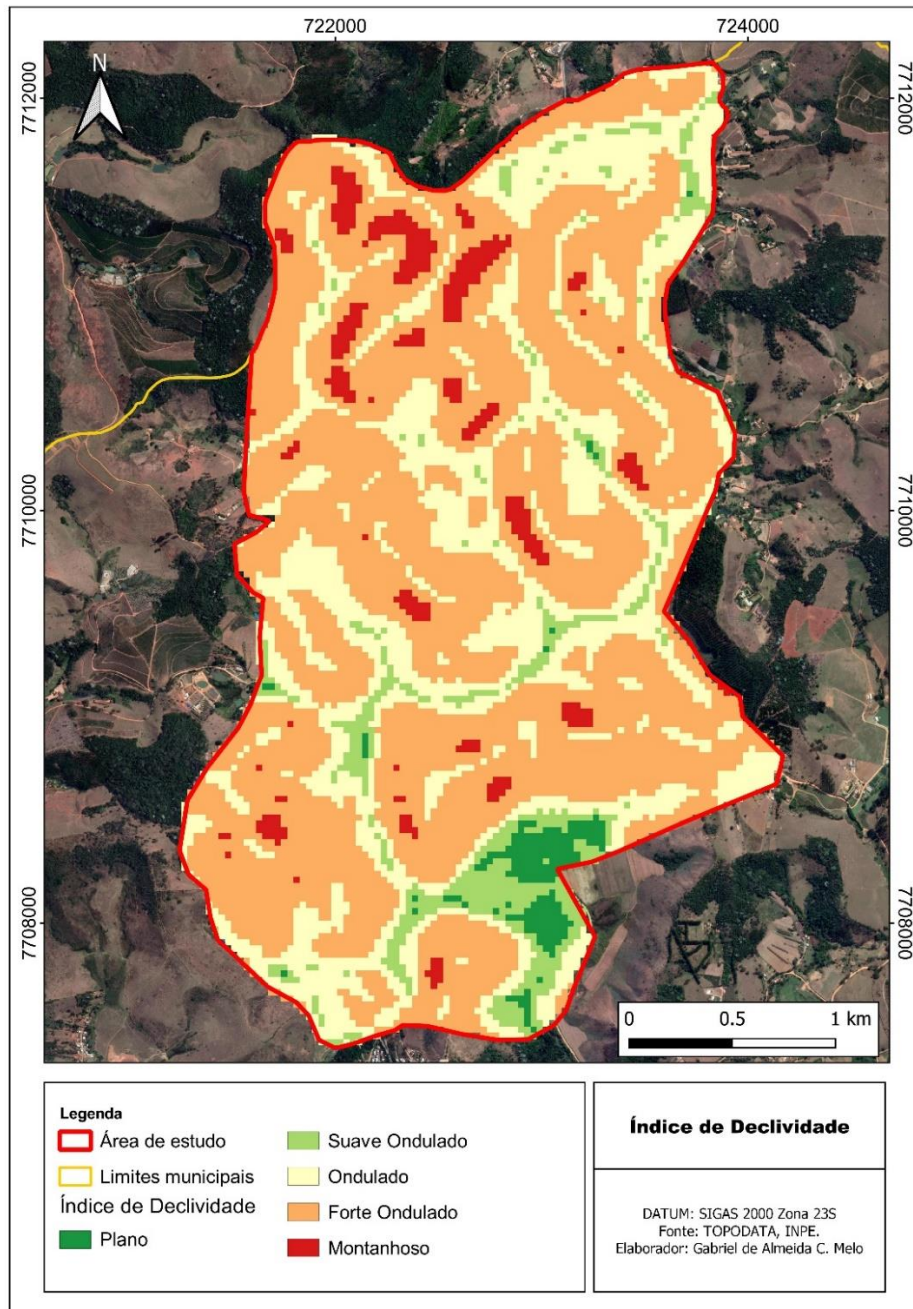


Figura 6: Mapa de Declividade
Fonte: o Autor

As áreas já ocupadas são loteamentos e prédios sendo instalados próximos ao bairro de Novo Silvestre, fábricas de cerveja e vacinas, além de hospedarias e motéis, assim como um posto de gasolina, sendo possível observar áreas com mais influências dessa ocupação incipiente. Assim, foi elaborado o mapa a partir das imagens do satélite Landsat 8, com resolução espacial de 30 metros, em que foram delimitados polígonos onde existem construções e também loteamentos. A partir desses polígonos foi feita a interpolação para definir a influência dessa ocupação na área de estudo.

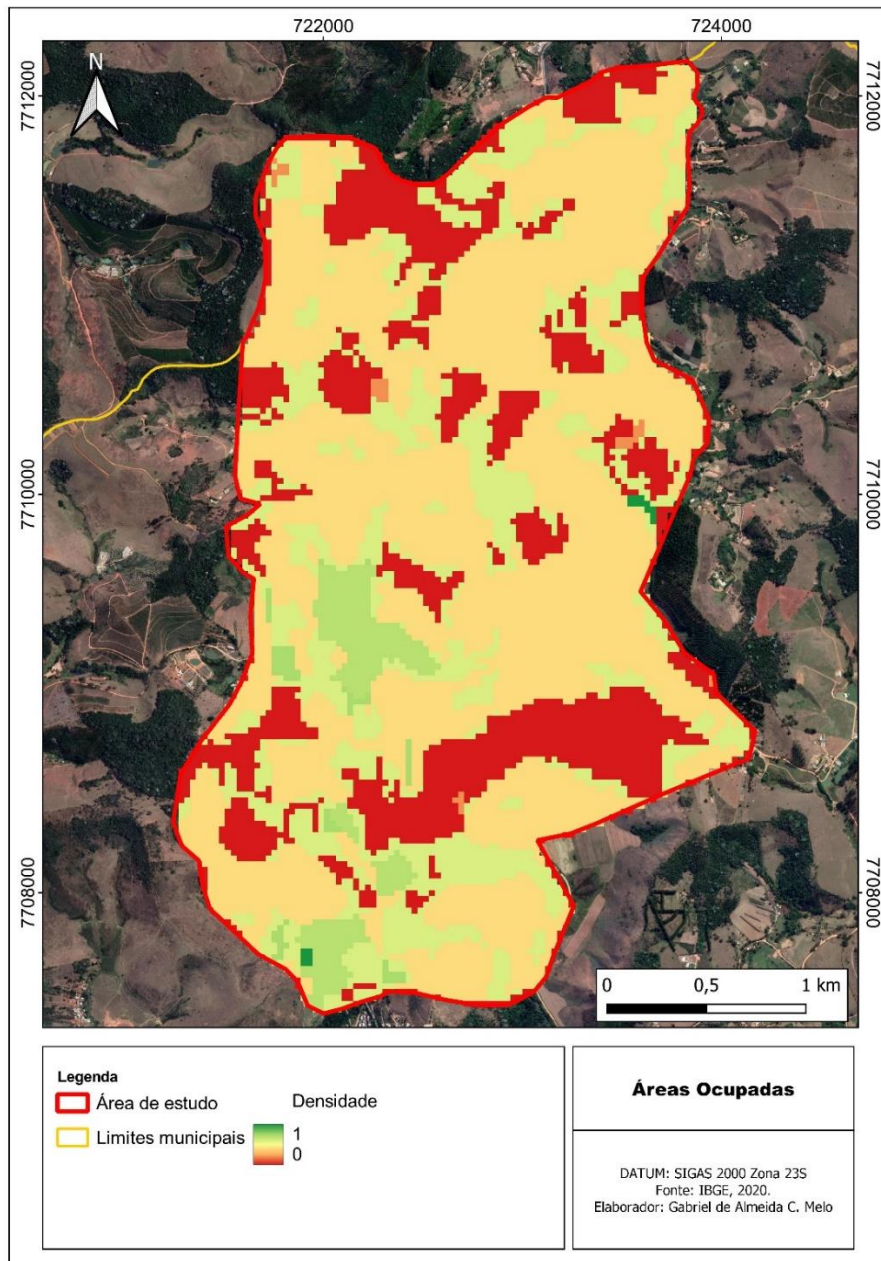


Figura 7: Mapa de Influência das Áreas Ocupadas
Fonte: o Autor

O Uso e Ocupação do Solo foi representado também a partir das imagens do Landsat 8, e após a operação de realce do contraste foi utilizado o método de Classificação Supervisionada de Imagens em que, inicialmente, foram selecionadas amostras com características similares para identificar as classes a partir dos diferentes níveis de cinza em cada banda espectral.

Com a caracterização da área sendo alterada desde a época da queda da mineração na região, quando as matas nativas começaram a dar lugar para pastagens

e lavouras, principalmente de café, com os trechos de mata sendo restritos às áreas de nascentes.

As áreas que apresentam estrutura urbana (Figura 8) já são resultado de uma ocupação desordenada, com alguns empreendimentos industriais e comerciais buscando estar à frente dos demais no processo de consolidação do trecho.

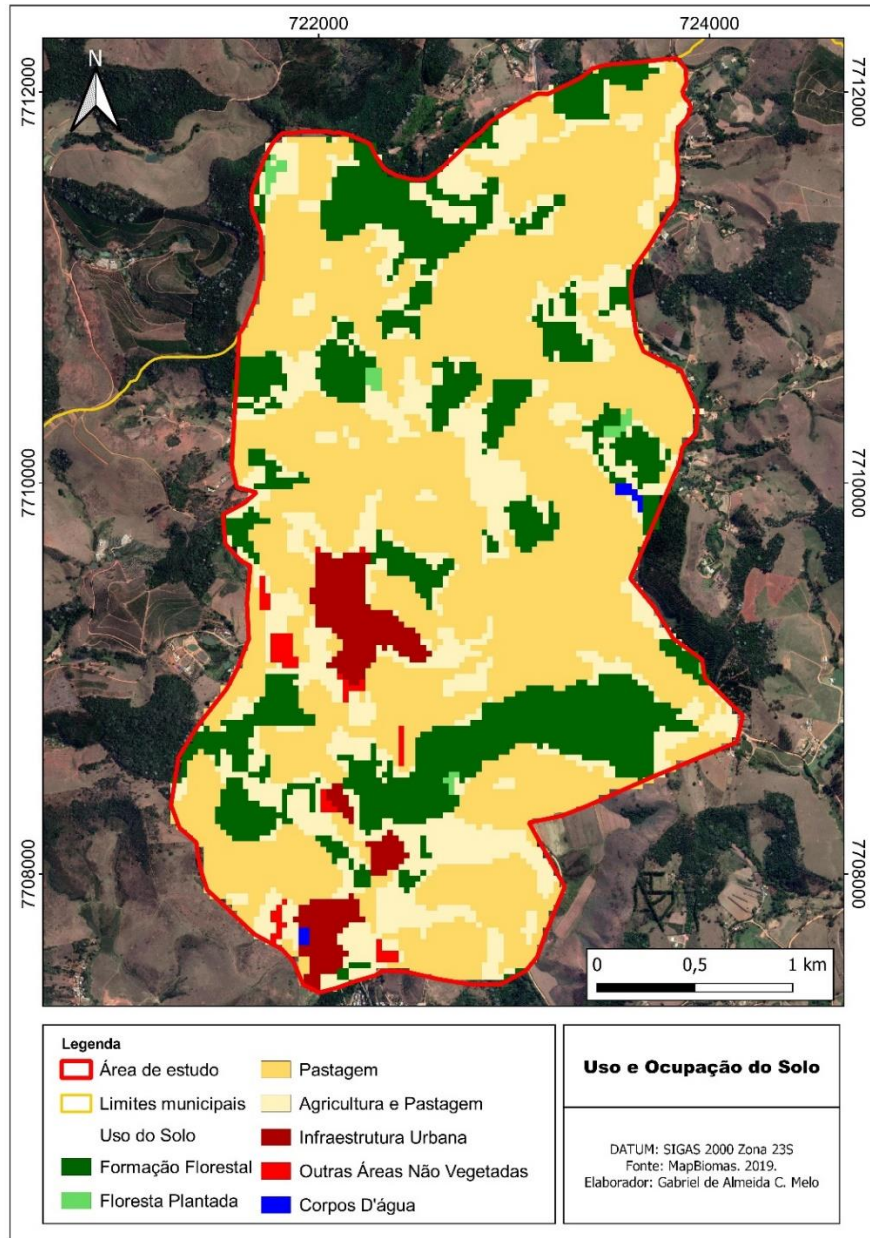


Figura 8: Mapa de Uso e Ocupação do Solo
Fonte: o Autor

Para os critérios restritivos (Figura 9) foram considerados os afastamentos de 30 metros para cursos d'água definidos pela Lei nº 12.651/12 do Código Florestal Brasileiro e 50 metros para nascentes para definir as Áreas de Proteção Permanente (APPs) e o

afastamento frontal de 15 metros a partir do eixo das rodovias municipais, estaduais e federais definidos pelo Decreto nº 43.932/04 da Secretaria do Estado de Fazenda de Minas Gerais (SEF/MG) para caracterizar a Faixa de Domínio da Rodovia.

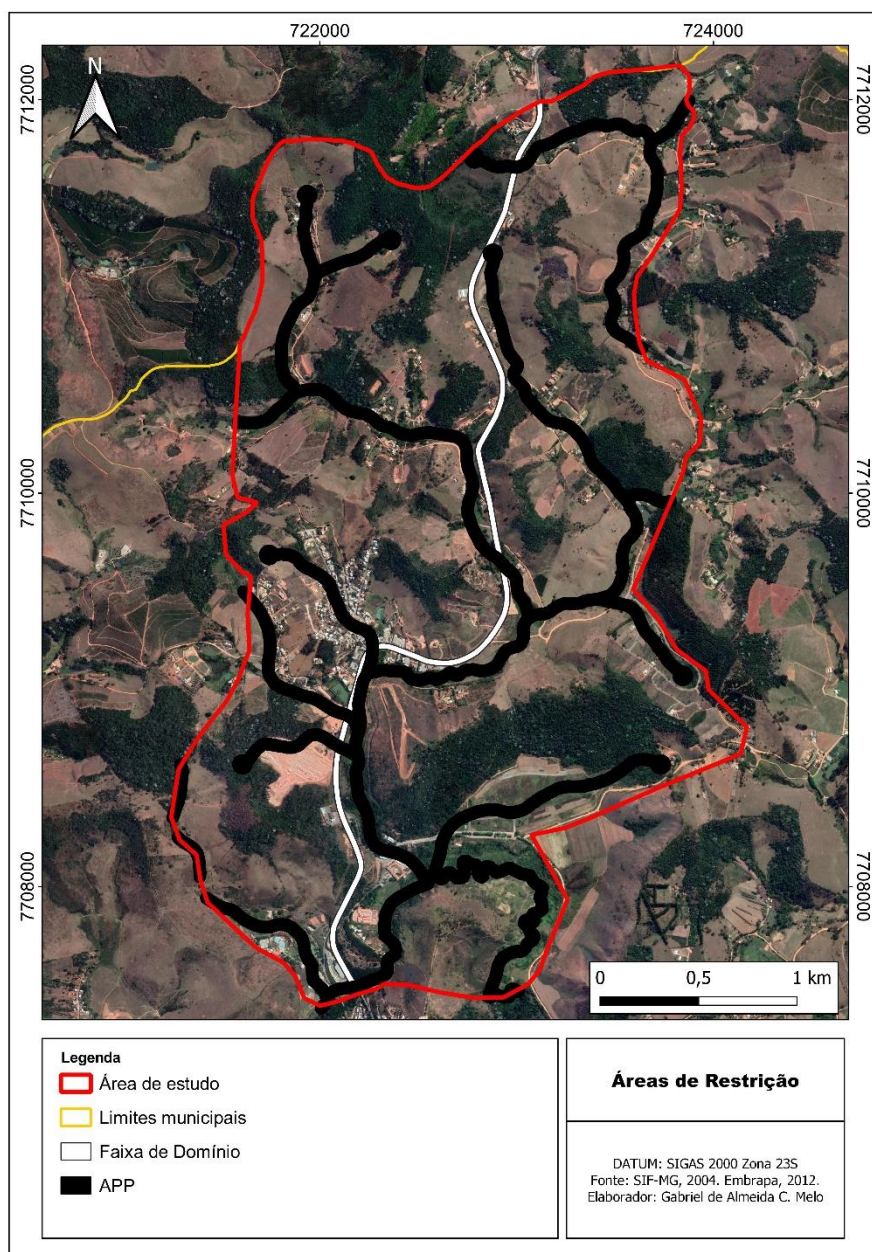


Figura 9: Mapa das Áreas de Restrição
Fonte: o Autor

4.2.3 Normalização dos Critérios

Para o cruzamento dos critérios e combinação dos mapas os dados devem estar na mesma escala, então foram padronizados no intervalo entre 0 e 1 para serem comparados.

Nos critérios qualitativos cada classe recebeu um valor de acordo com a adequabilidade e potencial para a ocupação e os quantitativos foram reescalados para valores equivalentes na escala da combinação.

4.2.4 Ponderação dos Critérios

A ponderação dos critérios é referente à atribuição de pesos para cada um dos critérios da análise de aptidão. Foi utilizado o método do Processo de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process – AHP*) para definir as prioridades na decisão em que os valores crescem conforme a prioridade em relação ao fator comparado.

	Uso e Cobertura	Declividade	Moradias
Uso e Cobertura	1.00	7.00	3.00
Declividade	0.14	1.00	0.25
Moradias	0.33	4.00	1.00

Quadro 1: Comparação entre os critérios
Fonte: o Autor

4.2.5 Combinação dos Fatores

Através do método da Combinação Linear Ponderada (CLP), onde os fatores são combinados através da média ponderada. Onde os valores normalizados dos *pixels* são multiplicados pelo peso, que resulta na imagem (Figura 10) com os níveis de aptidão para comportar a expansão urbana.

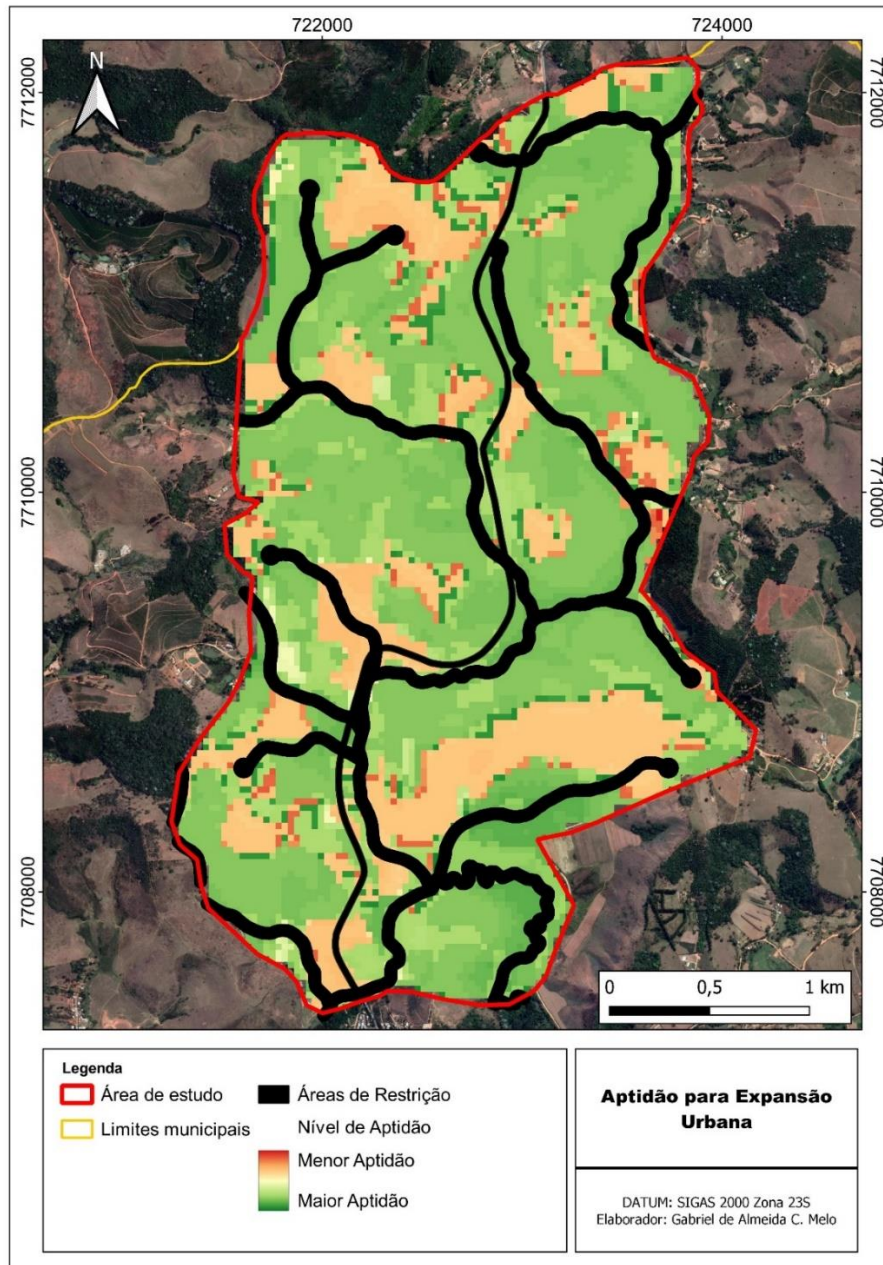


Figura 10: Mapa dos Níveis de Aptidão para Expansão Urbana

Fonte: o Autor

Um trabalho de relevância na área foi feito por Barros e Marques (2010), onde foi feita uma análise das melhores áreas urbanizáveis no município de Viçosa utilizando a análise multicritério, estudando a área total do município utilizando critérios semelhantes aos desta pesquisa, como declividade e áreas ocupadas.

As áreas mais adequadas para a expansão obtida nos dois estudos foram semelhantes, conforme é possível observar na Figura 11.

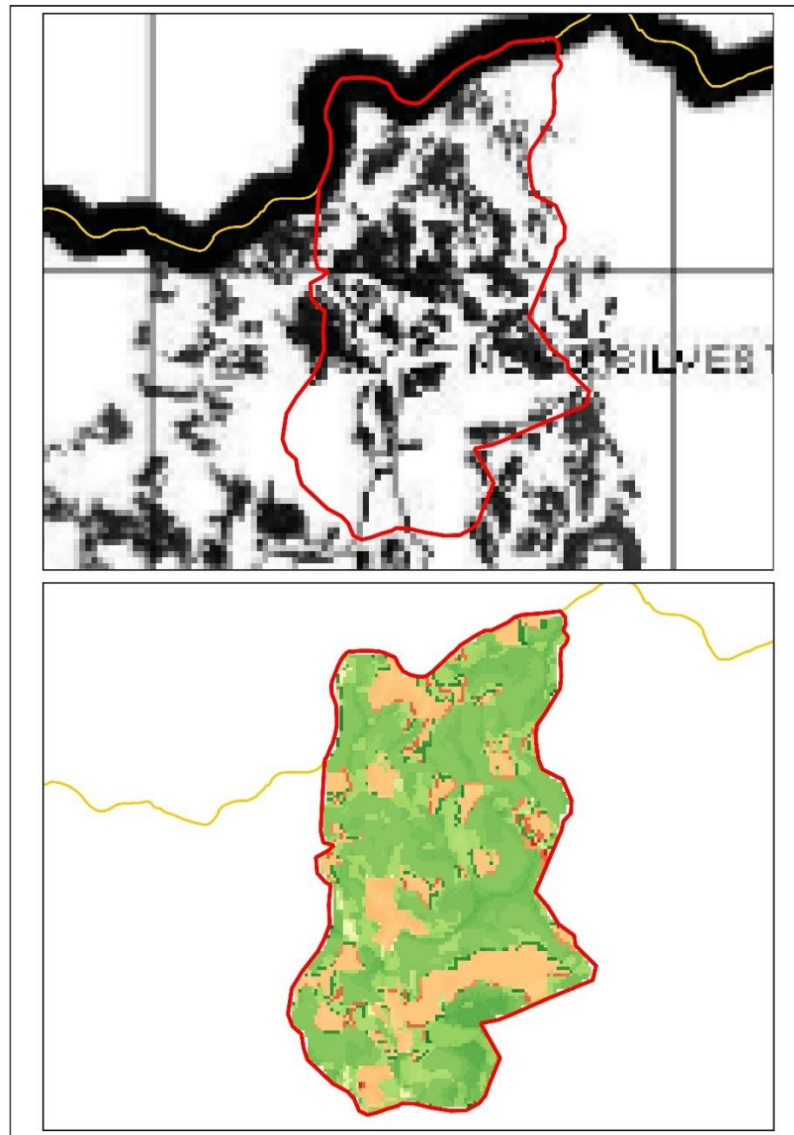


Figura 11: Comparação entre as áreas identificadas pelos estudos
Fonte: o Autor

5. Proposta de Zoneamento

A partir da dinâmica que tem se colocado na área, com a construção de indústrias, algumas em parceria com a Universidade em áreas que estão em processo de terraplenagem, assim como outros empreendimentos residenciais. Sendo possível identificar um Eixo de Expansão Industrial na área.

Existe uma área onde estão presentes um clube, o quartel do Corpo de Bombeiros e a garagem da empresa de transporte coletivo, sendo essa área sendo classificada como uma Zona especial. A área de um centro de pesquisa vinculado à Universidade Federal de Viçosa que deve receber uma classificação diferenciada.

As áreas de Proteção Ambiental são as que possuem mata nativa e também locais de declividade acima de 45°.

As demais áreas receberem a classificação de zona mista por ser composta basicamente por construções de sobrados de uso misto, com o primeiro pavimento destinado à atividade comercial e o segundo pavimento de uso residencial.

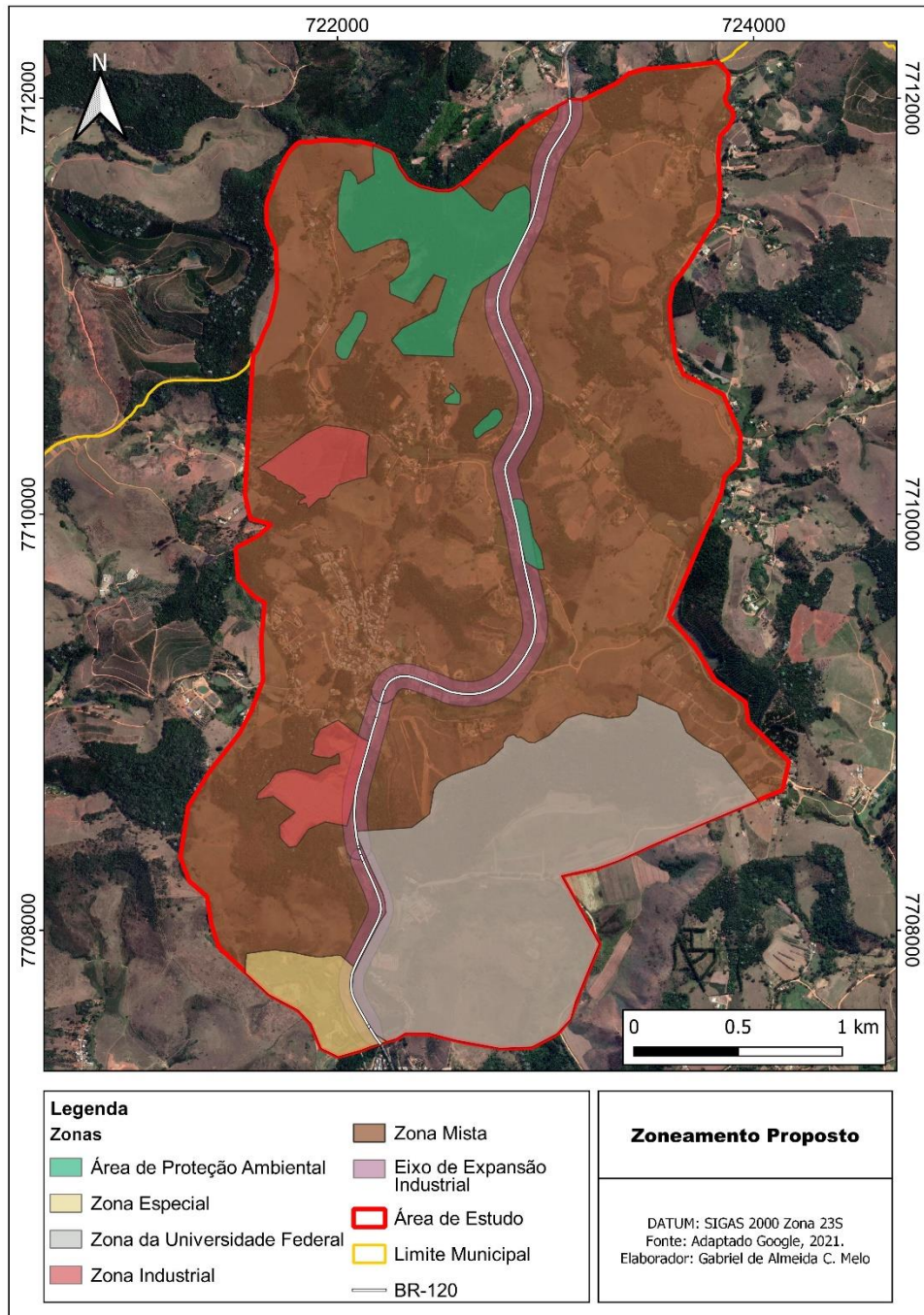


Figura 12: Zoneamento proposto da área
Fonte: o Autor

6. Conclusão

A análise da bibliografia que destrincha o histórico de ocupação da região, assim como os vetores de expansão da cidade e permitiu entender que a instalação de uma zona de mineração no município vizinho impactaria na dinâmica de fluxos nas rodovias e vias secundárias e também em ocupações nos bairros próximos.

O uso da análise multicritério aplicada juntamente às ferramentas de SIG se mostrou uma forma eficiente de análise para o principal objetivo da pesquisa, que foi a escolha das áreas mais propícias para a expansão urbana da cidade de Viçosa em direção à Teixeira e recomenda-se que seja levado em consideração.

Pode-se concluir que a análise multicritério pode ser utilizada para a gestão espacial e tem potencialidades para serem exploradas em diversas temáticas sendo uma ferramenta que otimiza tempo e custos da análise.

A partir da metodologia aplicada foi possível identificar as melhores áreas adequadas para ocupação, assim como a proposta de um zoneamento preliminar, que pode orientar os tipos de ocupação na área.

7. Possibilidades para a pesquisa

O cronograma inicial previa, em parte da metodologia, etapas de visitas à campo na área de estudo para a realização de entrevistas com residentes da área buscando uma maior contextualização da região e melhor aprofundamento nas questões discutidas. Outra proposta das visitas era a validação dos pontos tratados na análise das imagens de satélites.

Infelizmente essas atividades não puderam ser realizadas pelo contexto de isolamento e distanciamento social causados pela pandemia de COVID-19 que se instalou em contexto global por todo o ano de 2020 e que ainda não tem previsão de término.

Além disso, a utilização de diferentes ferramentas de processamento, assim como produtos de imagem de satélite com maior resolução espacial, que não foram utilizadas pelo seu alto custo, podem refinar o estudo. A execução dessas atividades pode ser um caminho para a continuação e complemento da pesquisa.

8. Referências

ALENCAR, A. Fatos e vultos de Viçosa. Belo Horizonte: Estabelecimentos Gráficos Santa Maria, 1959. 129p.

ALENCAR, A. Nos alvares da história de Viçosa. s/ed., 1989. 56p.

BARROS, A. F., MARQUES, É. T. Análise da expansão urbana do município de Viçosa-MG utilizando Sistema de Informações Geográficas (SIG) Viçosa-MG, 2007

BRASIL. Lei Federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo código florestal.

BRASIL. Lei Federal n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.

BRASIL. Lei Federal n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui a lei de unidade de conservação.

CALIJURI, M. L.; MELO, A. L. O.; LORENTZ, J. F.. Identificação de áreas para implantação de aterros sanitários com uso de análise estratégica de decisão. Revista de Informática Pública. 2002, Vol. 4, p.231-350.

CALIJURI, M. L. Apostila de Fundamentos de Sistemas de Informações Cartográficas. Viçosa: Departamento de Engenharia Civil da UFV, 2008.

CAMPOS FILHO, C. M. Cidades brasileiras: seu controle ou o caos: o que os cidadãos devem fazer para humanização das cidades do Brasil. São Paulo: Studio Nobel, 1992. 143p.

CARNEIRO, P. A. S.; MATOS, R. E.S. Geografia histórica da ocupação da zona da mata mineira: acerca do mito das "áreas proibidas". In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 14, Diamantina. *Anais...*, 2010. Belo Horizonte: CEDEPLAR / UFMG, 2010.

CORRÊA, R. L. O espaço urbano. 4ª edição, 2ª reimpressão. São Paulo: Editora Ática, 2000.

EASTMAN, J. R. et al. Raster Procedures for Multicriteria/Multi-Objective Decisions. *Photogrammetry Engineering & Remote Sensing*, v. 61, n. 5, p. 539-547, 1995

GADRET, H. J. Trânsito: superfunção urbana. Rio de Janeiro de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1969

HARVEY, D. A Justiça Social e a Cidade. São Paulo: Editora Hucitec. 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

MELLO, F. A. O. Análise do processo de formação da paisagem urbana de Viçosa, Minas Gerais. 2002. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MINAS GERAIS, Decreto nº 43.932, de 21 de dezembro de 2004. Aprova o Regulamento do Uso ou Ocupação da Faixa de Domínio e Área Adjacente das Rodovias (RFDR) e da respectiva Taxa de Licenciamento para Uso ou Ocupação da Faixa de Domínio das Rodovias (TFDR).

PANIAGO, M. C. T. Viçosa – Mudanças Socioculturais; Evolução Histórica e Tendências. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Imprensa Universitária, 1990. 276p.

RIBEIRO FILHO, G. B. A formação do espaço construído: cidade e legislação urbanística em Viçosa, MG. 1997, 244f. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ.

SANTOS, M. A urbanização brasileira. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

VIÇOSA. Lei Municipal n.º 1.420, de 21 de dezembro de 2000. Dispõe sobre a ocupação, uso do solo e zoneamento do município de Viçosa-MG.

VIÇOSA. Lei Municipal n.º 1.383, de 25 de maio de 2000. Dispõe sobre o Plano Diretor de Viçosa.