


# Expansão urbana e conservação ambiental: geotecnologias como subsídio às políticas de ordenamento territorial em Vargem das Flores - Contagem/MG

Úrsula Ruchkys de Azevedo<sup>o</sup> 

Daniel Matias Costa<sup>s</sup> 

## Resumo

A bacia de Vargem das Flores no município de Contagem/MG é palco de intensos conflitos relacionados ao uso do solo e políticas divergentes referentes ao ordenamento territorial e proteção ambiental, uma vez que a área é protegida por legislação ambiental. A jusante da bacia encontra-se um barramento para a formação do reservatório Vargem das Flores, que abastece a população urbana da Região Metropolitana de Belo Horizonte. A vigência dos interesses municipais sobre os interesses metropolitanos colocou as áreas verdes remanescentes, cursos d'água e calhas de drenagem em risco pela possibilidade de expansão urbana na área. Nesse contexto, o presente estudo buscou mapear em Vargem das Flores a possibilidade de compatibilização entre expansão urbana e conservação ambiental e identificar possíveis conflitos de interesse na bacia. Utilizou-se o método de análise multicritério que resultou em três sínteses: expansão urbana, conservação ambiental e integração. Após a construção das sínteses, foi construída uma aproximação alternativa com o objetivo de identificar aptidões de uso do solo com base no plano diretor, resultando em um mapeamento que buscou atender as necessidades identificadas no território. Os resultados revelaram que o zoneamento proposto em 2018 coloca em risco recursos naturais fundamentais para a existência do reservatório. A síntese de aptidão adaptada ao plano apresentou uma alternativa que compatibiliza os interesses conflitantes existentes.

**Palavras-chave:** análise multicritério, conservação ambiental, expansão urbana, geotecnologias, planejamento, proteção ambiental.

**Ideias destacadas:** artigo de pesquisa que procura mapear a possibilidade de conciliar a expansão urbana e a conservação ambiental em Vargem das Flores e identificar possíveis conflitos de interesse na bacia hidrográfica.



RECIBIDO: 30 DE AGOSTO DE 2021. | EVALUADO: 1 DE ENERO DE 2022. | ACEPTADO: 14 DE JULIO DE 2022.

## CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Azevedo, Úrsula Ruchkys de; Costa, Daniel Matias. 2022. "Expansão urbana e conservação ambiental: geotecnologias como subsídio às políticas de ordenamento territorial em Vargem das Flores - Contagem/MG." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 32 (1): 206-225. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v32n1.98050>.

o Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – Brasil. ✉ [tularuchkys@yahoo.com.br](mailto:tularuchkys@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0002-4708-2897.

s Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – Brasil. ✉ [danielmacostao1@gmail.com](mailto:danielmacostao1@gmail.com) – ORCID: 0000-0002-1003-0073.

✉ Correspondência: Departamento de Geografia - Instituto de Geociências - Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte/MG - Brasil. CEP. 31270-901.

## Urban Expansion and Environmental Conservation: Geotechnologies As A Subsidy to Territorial Planning Policies in Vargem das Flores-Contagem/MG

### Abstract

The Vargem das Flores basin in the municipality of Contagem/mg is the scene of intense conflicts related to land use and divergent policies on territorial planning and environmental protection, because the area is protected by environmental legislation. Downstream of the basin there is a dam for the formation of the Vargem das Flores reservoir that supplies the urban population of the Belo Horizonte Metropolitan Region. The prevalence of municipal interests over metropolitan interests put the remaining green areas, watercourses, and drainage channels at risk due to the possibility of urban expansion in the area. In this context, this study sought to map the possibility of reconciling urban expansion and environmental conservation in Vargem das Flores and to identify possible conflicts of interest in the basin. The multi-criteria analysis method was used, and it resulted in three syntheses: urban expansion, environmental conservation, and integration synthesis. After building the syntheses, an alternative approach was built to identify land use skills based on the master plan, which resulted in a mapping that sought to meet the needs identified in the territory. The results revealed that the proposed zoning in 2018 puts at risk natural resources fundamental to the existence of the reservoir. The aptitude synthesis adapted to the plan presented an alternative that reconciles the existing conflicting interests.

**Keywords:** multi-criteria analysis, environmental conservation, urban expansion, geotechnologies, territorial planning, environmental protection.

**Highlights:** research article that maps the possibility of reconciling urban expansion and environmental conservation in Vargem das Flores and possible conflicts of interest in the basin.

## Expansión urbana y conservación ambiental: geotecnologías como subsidio a las políticas de planificación territorial en Vargem das Flores- Contagem/MG

### Resumen

La cuenca Vargem das Flores en el municipio de Contagem/MG es escenario de intensos conflictos relacionados con el uso del suelo y políticas divergentes en materia de ordenación territorial y protección ambiental, ya que el área está protegida por la legislación ambiental. Aguas abajo de la cuenca hay una presa para la formación del embalse Vargem das Flores, que abastece a la población urbana de la Región Metropolitana de Belo Horizonte. La vigencia de los intereses municipales sobre los metropolitanos puso en riesgo las restantes áreas verdes, cursos de agua y canales de drenaje por la posibilidad de expansión urbana en la zona. En este contexto, el presente estudio buscó mapear la posibilidad de conciliar la expansión urbana y la conservación ambiental en Vargem das Flores e identificar posibles conflictos de interés en la cuenca. Se utilizó el método de análisis multicriterio, que resultó en tres síntesis: expansión urbana, conservación ambiental y síntesis de integración. Luego de construir las síntesis, se construyó un enfoque alternativo con el objetivo de identificar las habilidades de uso del suelo con base en el plan maestro, dando como resultado un mapeo que buscaba cubrir las necesidades identificadas en el territorio. Los resultados revelaron que la zonificación propuesta en 2018 pone en riesgo recursos naturales fundamentales para la existencia del embalse. La síntesis de aptitudes adaptada al plan presentó una alternativa que reconcilia los intereses en conflicto existentes.

**Palabras clave:** análisis multicriterio, conservación medioambiental, expansión urbana, geotecnologías, ordenamiento territorial, protección ambiental.

**Ideas destacadas:** artículo de investigación que busca mapear la posibilidad de conciliar la expansión urbana y la conservación ambiental en Vargem das Flores e identificar posibles conflictos de interés en la cuenca.

## Introdução

Nos últimos anos, as discussões que envolvem a proteção ambiental e o uso do solo da Área de Proteção Ambiental — em diante APA, Vargem das Flores, localizada na Região Metropolitana de Belo Horizonte — em diante RMBH, tem revelado intensos conflitos no campo político que se somam a conflitos já existentes relacionados ao uso do solo.

A APA Vargem das Flores, bacia hidrográfica de grande relevância no abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte/MG, tem seu limite de proteção de acordo com os interflúvios da bacia que recebe o mesmo nome de Vargem das Flores e está dividida entre os municípios de Contagem e Betim, localizados na RMBH, sendo a maior parte em Contagem. A bacia está protegida pela categoria de APA para garantir a presença da cobertura vegetal, da permeabilidade do solo e da permanência dos seus cursos d'água, que abastecem o reservatório Vargem das Flores, responsável pelo abastecimento de parte significativa da RMBH. A publicação do plano diretor de 2018 de Contagem ficou marcada pela extinção da zona rural e a substituição do zoneamento da área para zona de expansão urbana, significando potencial risco a área de recarga da bacia de Vargem das Flores. Além disso, anterior à publicação do plano, a área de Vargem das Flores estava situada em uma Zona de Interesse Metropolitano — em diante ZIM, zona estabelecida pelo Macrozoneamento da RMBH, projeto de macrozoneamento que envolveu a RMBH com o intuito de promover maior integração dos municípios enquanto metrópole.

O poder público de Contagem durante a gestão que publicou o Plano diretor não só rejeitou o zoneamento proposto pelo Macrozoneamento da RMBH para Vargem das Flores como fez a publicação de seu plano em um rumo oposto ao da RMBH, que tinha como diretriz a restrição relativamente alta a ocupações urbanas na área. Logo os interesses apresentados pelo município ignoraram os interesses metropolitanos, fugindo da lógica de integração metropolitana e dos ideais do Estatuto da Cidade. A situação de conflito evidenciada pela divergência entre os interesses políticos em Vargem das Flores não é única, pois são diversos os casos de conflitos de interesse que afetam a dinâmica ambiental de bacias hidrográficas metropolitanas no Brasil. A escolha de Vargem das Flores e dos métodos utilizados emergiram a partir dos conflitos apresentados, pois se trata de uma bacia de grande relevância hídrica para a metrópole, extensa área verde com solo permeável e, para alguns grupos, estoque

de espaço para expansão urbana. Logo, pode-se afirmar que Vargem das Flores passa por problemas que atravessam o ambiente político de proteção e zoneamento e se manifesta como um problema socioambiental a ser enfrentado por grandes cidades.

Para compreender como as questões de conservação ambiental e expansão urbana se relacionam e sobrepõem em Vargem das Flores, optou-se pela utilização de análises a partir de técnicas de geoprocessamento, mais especificamente de análise multicritério por pesos de evidência, que possuem o potencial de identificar as áreas de maior interesse em expansão urbana e as áreas de maior interesse em conservação ambiental na bacia. Portanto, o objetivo que regeu a investigação foi a elaboração e análise de sínteses de interesse de expansão urbana e conservação ambiental e, posteriormente, a combinação das duas para identificação de conflitos e consensos.

## A bacia de Vargem das Flores

A bacia Vargem das Flores está situada na RMBH entre os municípios de Contagem e Betim e tem parte de seu curso represado para a formação do reservatório Vargem das Flores, que abastece cerca de 400 mil pessoas da RMBH (Lopes 2015). Cerca de 87 % da área da bacia encontra-se no município de Contagem e 13 % encontra-se no município de Betim. Por se tratar de uma área significativa do município voltada para a recarga do reservatório, são intensos os conflitos de uso e ocupação do solo que passam por Contagem e, em uma escala maior, Vargem das Flores.

O município de Contagem tem sua história marcada pela forte presença da indústria durante o século XX, principalmente a partir dos esforços que visaram o desenvolvimento industrial de Minas Gerais a partir da década de 1940.

Contagem, nos anos 1950 a 1980, desenvolveu-se como uma complexa manifestação urbano-industrial, localizada na periferia da também periférica Metrópole de Belo Horizonte. Seu desenvolvimento foi induzido pela extensão das relações capitalistas sobre o seu território e região, fortemente incentivada por uma associação entre o Estado e os interesses do capital. Tendo em vista sua localização estratégica com relação ao sistema viário, a presença da Cidade Industrial Coronel Juventino Dias em seus limites e condicionantes naturais e históricos, evoluiu uma área destinada à produção industrial regional, cujo arranjo otimizou a acumulação de capital e contribuiu para a modernização de Minas Gerais. (Ferreira 2002, 65-66)

A presença das indústrias proporcionou o expressivo crescimento econômico e populacional, formando rapidamente manchas de adensamentos próximas à fronteira com Belo Horizonte e da Cidade Industrial. Na década de 1970, durante uma nova investida de expansão industrial o município de Contagem criou o Centro Industrial de Contagem — em frente CINCO, localizado no subdistrito do Eldorado, nas proximidades da região do Riacho e do Bernardo Monteiro. Assim como a construção da Cidade Industrial, a criação do CINCO resultou na instalação de novas indústrias e no crescimento populacional da classe trabalhadora, promovendo a extensão da mancha urbana de Contagem, reforçando a conexão entre a mancha urbana da região Eldorado e Cidade Industrial a Sede, no centro de Contagem (Figura 1).

Apesar dos altos níveis de urbanização sobre o território, Contagem conta com extensas áreas verdes com núcleos habitacionais relativamente pequenos. Essas áreas verdes estão situadas na bacia de recarga do reservatório Vargem das Flores, que dentre as outras bacias do município é a menos degradada por usos urbanos devido a mecanismos de restrição ao avanço das ocupações urbanas em função da proteção ambiental e manutenção hídrica do reservatório Vargem das Flores.

As bacias hidrográficas de Contagem (Figura 2) são subordinadas das bacias do Paraopeba e Velhas que, por sua vez, abastecem o rio São Francisco. A bacia de Vargem das Flores ocupa 55 % do território do município (Prefeitura de Contagem 2013) é a bacia com maior extensão de áreas não ocupadas, e está caracterizada por núcleos de ocupações de sítios e chácaras nas proximidades do reservatório, pequenos núcleos de ocupação na porção central e núcleos de maior adensamento a sudeste e noroeste.

Parte significativa do município de Contagem era compreendida como zona rural até o ano de 2018, que com a publicação do Plano diretor extinguiu a zona rural da área, permitindo ocupações urbanas. Acredita-se que a baixa demanda por terras rurais no município de Contagem e a existência da zona rural sejam motivos que explicam o isolamento do subdistrito de Nova Contagem das demais manchas urbanas.

O crescimento do subdistrito de Nova Contagem é recente e foi impulsionado por políticas de habitação, quando em 1997, o então prefeito de Contagem Newton Cardoso, por meio da Lei Municipal nº 2.951, cria oficialmente o distrito de Nova Contagem com sede no bairro Nova Contagem (Santos 2016). Mesmo após as intervenções políticas com finalidade de restringir as ocupações em Vargem das Flores, elas permanecem acontecendo por

diversos motivos. Na antiga zona rural, as ocupações formais só eram permitidas a partir da aquisição do módulo rural mínimo, equivalente a 20.000 m<sup>2</sup> e com baixo atendimento de infraestrutura de saneamento. As ocupações informais que espalhadas ao longo da bacia são referentes a parcelamento de lotes com área inferior ao mínimo admitido na zona rural e, por se tratar de ocupações de natureza informal, não possuem infraestrutura de rede de saneamento, resultando em métodos considerados nocivos à vida do reservatório e dos mananciais que o abastecem. Segundo o levantamento realizado pelo Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Contagem, foram encontradas diversas ocupações irregulares de origens diversas.

A interação entre os diversos atores presentes no espaço de Vargem das Flores materializa conflitos socioambientais diversos relacionados ao uso do solo que passam pelo campo formal político, pelo acesso à cidade, à proteção dos recursos naturais e à questão imobiliária. São questões relativamente comuns dos grandes centros urbanos brasileiros, mas que para serem entendidos necessitam de uma análise local a partir da singularidade do território. Dessa forma, para contextualizar a situação de Vargem das Flores, é necessário entender os processos por trás da existência do reservatório, de sua origem a atualidade.

Assim como o crescimento populacional e urbano de Contagem, o reservatório Vargem das Flores foi criado a partir da necessidade de abastecer a indústria e a população crescente do município. As baixas declividades da área e sua distância intermediária dos adensamentos urbanos existentes da época levaram a escolha do local. A represa foi construída o final da década de 1960, por um convênio assinado entre a Companhia Mineira de Água e Esgotos (COMAG) e o Departamento de Águas e Energia Elétrica de Minas Gerais (DAE). Devido às características do relevo, o represamento aconteceu na região fronteira entre Contagem e Betim, formando o espelho d'água que se situa entre os dois municípios.

O projeto contou com um barramento de 26 m de altura e 380 m de comprimento, uma rede adutora composta por tubos de aço com 8.890 m de extensão e uma vazão de 1.440 l/s, além de uma estação de tratamento com capacidade para 120.000 m<sup>3</sup> diários (Fonseca 1978; Santos 2016). Inicialmente o reservatório tinha como objetivo garantir o abastecimento municipal, mas o aumento populacional de Belo Horizonte e o crescimento da região metropolitana fez com que a capital apresentasse problemas para abastecer a população. Um acordo entre o Departamento Municipal de Água e Esgoto (DEMAE), que posteriormente



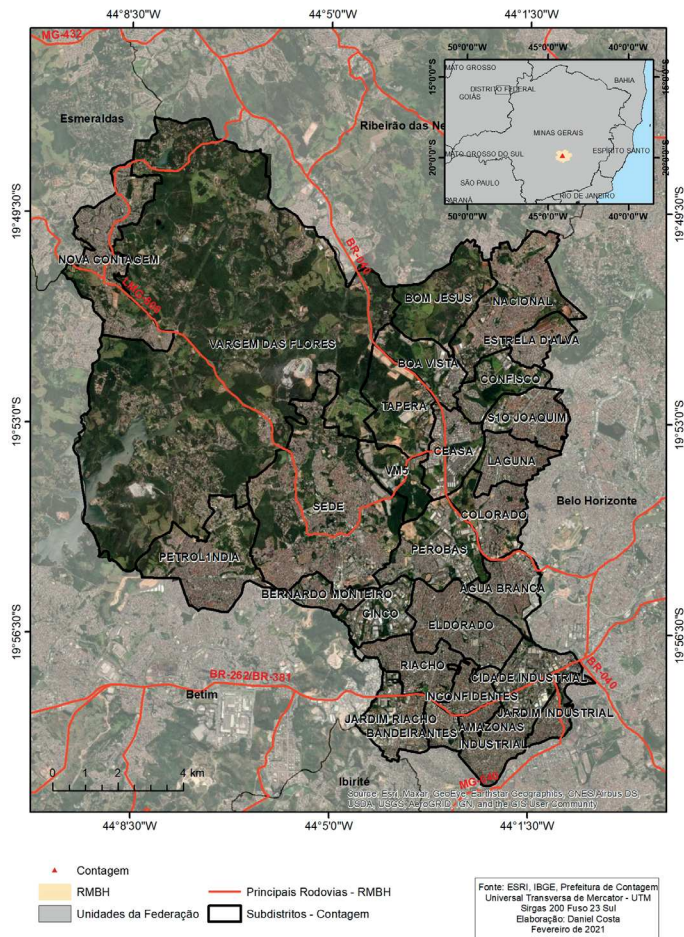


Figura 1. Subdistritos do município de Contagem.  
 Fonte: ESRI (2020), IBGE (2020a), Prefeitura de Contagem (2018).

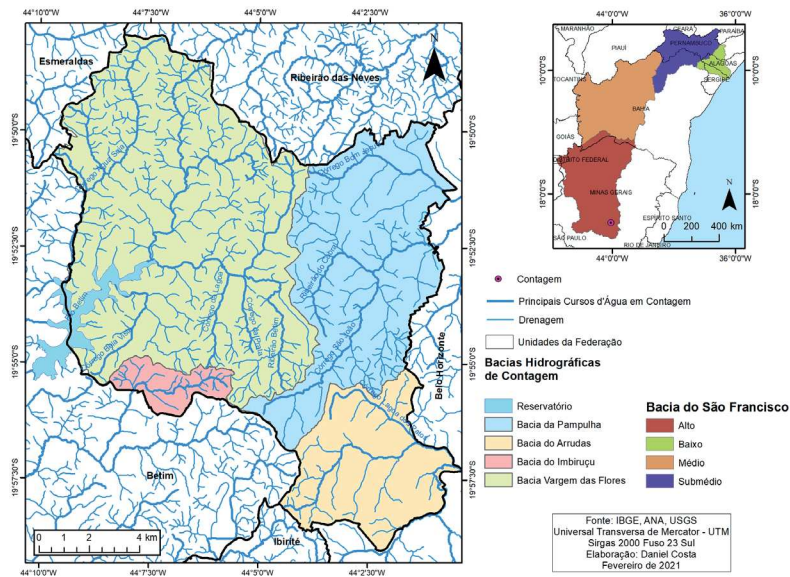


Figura 2. Bacias hidrográficas do município de Contagem.  
 Fonte: ANA (2020), IBGE (2020a), USGS (2020).

se tornaria a COPASA e a Prefeitura de Contagem, foi realizado com a finalidade de estabelecer uma cooperação para o fornecimento de parte das suas reservas à capital mineira (Santos 2016). Para suprir a demanda de água pela população da capital e dos municípios de seu entorno foram criados outros reservatórios e sistemas de captação que atualmente conformam o Sistema Integrado da Bacia do Rio Paraopeba, gerenciado pela COPASA e responsável pelo abastecimento de cerca de 60 % da RMBH, predominantemente pela região oeste (ARSAE-MG 2013).

Todos o Sistema Integrado da Bacia do Rio Paraopeba se encontram em municípios da RMBH, porém Vargem das Flores é o único que se encontra cercado por áreas de uso urbano de maior proximidade da capital. Os demais reservatórios se encontram em municípios de menor porte e de menor área urbanizada.

A existência de ocupações formais e informais de sua área de recarga ilustram a necessidade do poder público municipal de pensar as políticas de ordenamento territorial além da disciplina de parcelamento, uso e ocupação do solo urbano, de forma a pensar estratégias para a gestão das ocupações formais com a finalidade de garantir a permanência das áreas permeáveis e olhar para a população marginalizada das ocupações informais com o objetivo de garantir infraestrutura de saneamento, com a finalidade de evitar degradação ambiental por métodos de saneamento alternativos informais.

As questões que envolvem a gestão territorial de Vargem das Flores evidenciam a necessidade do constante diálogo de diferentes esferas e naturezas políticas. Por um lado, as políticas de proteção ambiental devem abrir espaço para discussão das ocupações e da possibilidade de integração do subdistrito de Nova Contagem as demais manchas urbanas do município. Do outro lado, o poder público municipal deve pensar formas de garantir acesso à cidade para essa população residente de Nova Contagem e das ocupações formais e informais, tratando de Vargem das Flores como uma área verde protegida não excludente ou intocável. O ponto de contato que explicita a necessidade de integração entre as duas racionalidades políticas se mostra então maior que a simples sobreposição entre desenhos de uso e ocupação do solo.

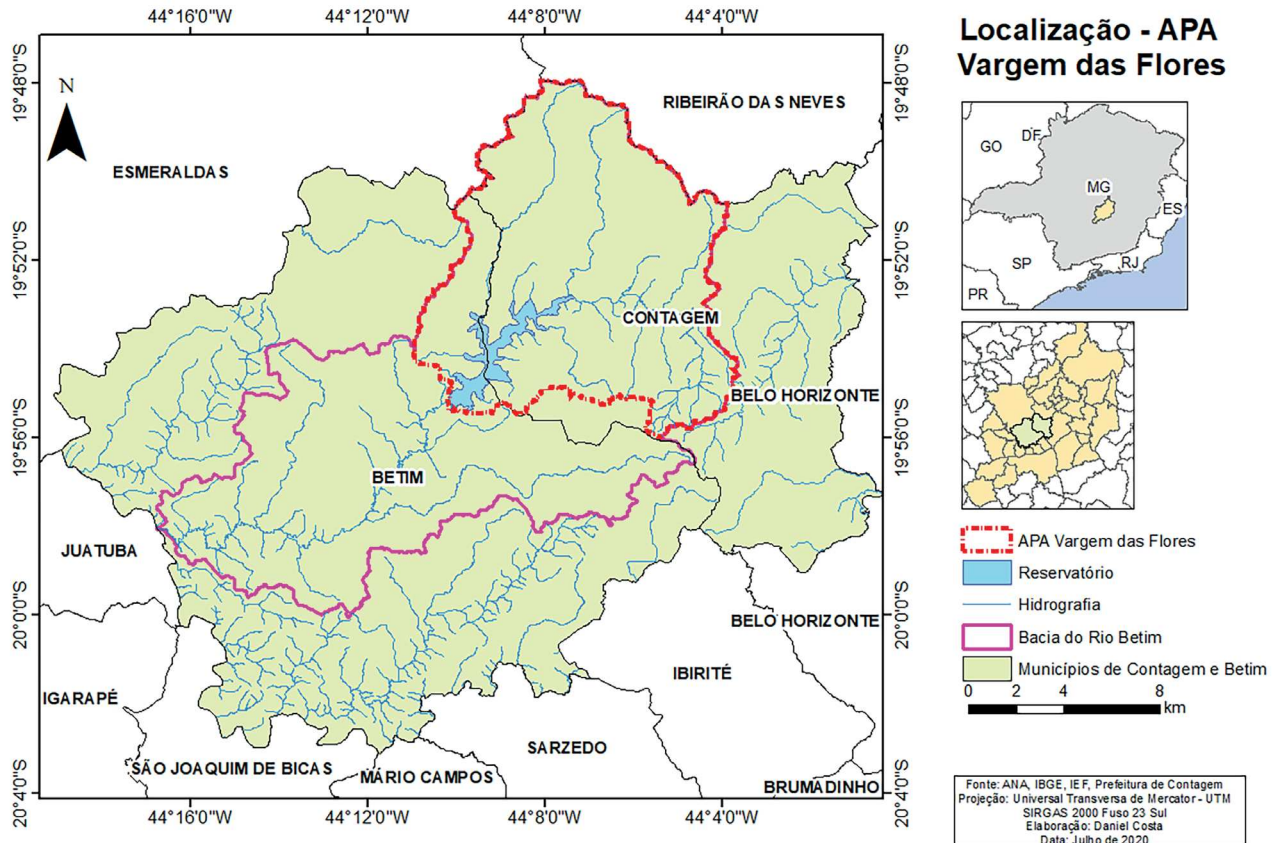
### **Políticas de ordenamento territorial e proteção ambiental em Vargem das Flores**

A trajetória das políticas de ordenamento territorial e proteção ambiental na bacia de recarga traz a questão do aproveitamento do espaço de Vargem das Flores para

usos diversos, sendo algumas das políticas consideradas exitosas enquanto outras podem ser consideradas conflituosas. Por se tratar de um reservatório inserido em áreas urbanizadas que apresentaram expressivo crescimento na segunda metade do século XX, as políticas ambientais em Vargem das Flores compreendem que as ocupações da bacia de recarga representam uma situação em que o uso do solo deve ser alinhado a proteção ambiental, pois políticas de proteção de maior restrição não seriam adequadas a realidade da bacia.

A APA Vargem das Flores (Figura 3) foi criada em 2006 a partir da Lei Estadual nº 16.197, tendo como objetivos norteadores o favorecimento da manutenção da diversidade biológica, a proteção dos recursos naturais da área de recarga do reservatório Vargem das Flores e contribuir para a ordenação do uso do solo considerando a necessidade de conservação dos recursos naturais (Minas Gerais 2006). Diferente da APE, a APA Vargem das Flores traz a participação da sociedade civil na gestão da APA enquanto necessidade, sendo o Conselho Consultivo da APA Vargem das Flores um espaço para o diálogo entre os diferentes interesses dos atores da APA. A implantação, supervisão e administração da APA é de responsabilidade do Instituto Estadual de Florestas — em diante IEF, em articulação com a COPASA, outros órgãos e entidades estaduais e municipais e organizações não governamentais (Minas Gerais 2006). Devido à localização do reservatório, entre Contagem e Betim, os municípios têm autonomia para elaboração de suas próprias diretrizes de uso do solo em Vargem das Flores, porém os mesmos devem partir do princípio comum de que a conservação de Vargem das Flores representa uma área de interesse metropolitano que ultrapassa os interesses municipais.

Até a finalização do presente estudo, o plano de manejo de Vargem das Flores não havia sido publicado, caracterizando inconformidade na proteção da APA. O plano de manejo é o instrumento responsável por identificar e propor ações que visem o uso sustentável dos recursos naturais da área por meio de apontamentos de permissividade e restrição de uso em certas áreas de acordo com o zoneamento, identificando as vulnerabilidades ambientais e a aptidão do território para diferentes tipos de uso. Segundo o SNUC (Presidência da República 2000) o plano de manejo deve ser elaborado e publicado em até cinco anos após a criação da Unidade de Conservação (UC). Logo, pode-se dizer que as políticas urbanas que procuram disciplinar o uso e ocupação do solo não têm uma referência local para se embasar, deixando um vázio quanto a proteção ambiental em Vargem das Flores.



**Figura 3.** Localização da APA Vargem das Flores.  
 Fonte: ANA (2020), IBGE (2020a, b), Prefeitura de Contagem (2019).

Euclides (2016) afirma que a capitalização das áreas verdes e áreas protegidas inseridas ou próximas a centros urbanos apresentam particularidades. Segundo a autora nesses centros, as tensões entre áreas verdes/protegidas e áreas não verdes/desprotegidas se acirram em função das pressões dos setores imobiliário e da construção. Sobre as áreas protegidas,

quanto mais avança a mobilização do espaço, mais raros se tornam os elementos da natureza e mais visíveis se tornam os indícios de seu esgotamento e da piora da qualidade de vida. Da percepção dessa raridade crescente emanam estratégias para conter a expansão do espaço construído, dentre as quais as demandas pela criação (ou pela não-supressão) de áreas verdes e áreas protegidas. (Euclides 2016, 126)

Essas tensões, assim como em outras APAs, estão presentes em Vargem das Flores, que se encontra no dilema entre os diferentes usos presentes em sua bacia de recarga e a necessidade de proteção dessas áreas visando

principalmente a disponibilidade de água, recurso fundamental para a vida urbana. Partindo das tensões evidenciadas por Euclides, Vargem das Flores encontra-se entre a proteção e a desproteção. A proteção se revela a partir da publicação da APA e dos esforços em garantir a baixa taxa de ocupações na área pelos instrumentos de proteção ambiental e de ordenamento territorial municipal. A desproteção se revela a partir da ausência de diretrizes referentes ao plano de manejo, que dentro o espaço de tempo da publicação da APA e da atualidade deixam uma lacuna quanto as singularidades ambientais da área, aumentando a responsabilidade do município em estabelecer diretrizes que supram a necessidade urbana e de proteção ambiental.

Por sua vez, o primeiro plano diretor do município de Contagem foi publicado pela Lei Complementar nº 33, de dezembro de 2006 (Prefeitura de Contagem 2006). A partir das diretrizes do Estatuto da Cidade, foi elaborado o plano diretor devido à população residente do município ser maior que 20.000 habitantes e ele estar situado na RMBH.



Dentre as primeiras diretrizes do plano estava a divisão do município em duas grandes zonas: a zona rural e a zona urbana. A zona rural do município se localizava na bacia Vargem das Flores, ocupando praticamente toda a área da sub-bacia Morro Redondo e se estendendo parcialmente pelas demais sub-bacias. Não foram encontrados documentos que detalhassem a quantidade de lotes rurais e os usos desses lotes, mas a partir da observação do ritmo de crescimento do município na segunda metade do século XX, acredita-se que o uso rural do solo era inexpressivo durante a vigência do plano diretor de 2006.

A partir das características do zoneamento do plano de 2006, foi possível perceber que as zonas inseridas em Vargem das Flores possuíam condições de ocupação pensadas a partir da mínima intervenção urbana na área. A baixa quantidade de imóveis que realmente justificavam o uso rural leva a crer que a tipologia de zona rural tinha como objetivo aumentar a restrição a ocupação diminuindo o grau de interesse na área a partir do lote mínimo. Logo, pode-se dizer que a zona rural funcionou como um instrumento urbano de proteção ambiental em Vargem das Flores, pois uma parte expressiva da bacia recebia esse tipo de zoneamento sem necessariamente apresentar aptidão ou interesse para o uso rural.

O processo de revisão e publicação do plano diretor seguinte ao de 2006 foi marcado por intensos conflitos que se manifestaram no próprio território do município por parte de organizações não governamentais e associações civis de proteção do reservatório e no espaço político, no conflito entre os interesses metropolitanos do Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) e os interesses municipais da gestão do até então prefeito Alexis de Freitas. Por se tratar de uma área que representa grande interesse para a RMBH não só pela questão do abastecimento hídrico, mas pelas expressivas áreas verdes e cursos d'água não retificados ou canalizados, parte da bacia de Vargem das Flores foi entendida pelo macrozoneamento da RMBH e PDDI como ZIM Ambiental e parte de sua área foi compreendida como ZIM referente ao novo traçado do Rodoanel. A ZIM Vargem das Flores abrangeu os municípios de Contagem, Betim e Esmeraldas. De forma geral, a porção do macrozoneamento da RMBH situada em Vargem das Flores se assemelha ao zoneamento proposto pelo plano diretor de 2006, atribuindo maior restrição a porção central da bacia, área de menor expressividade de ocupações e adensamentos, e encorajando o uso rural da porção próxima à zona rural e o uso turístico próximo ao espelho d'água do reservatório.

Uma outra proposta foi apresentada pelo município de Contagem, ainda tratando da bacia de Vargem das Flores como área de menor restrição a ocupações. A Lei Complementar nº 248 de 11 de janeiro de 2018 instituiu o plano diretor de Contagem como a versão definitiva que dá diretrizes ao macrozoneamento de Contagem de 2018 (Prefeitura de Contagem 2018). A diferença mais expressiva está na extinção da zona rural do município e sua substituição pelo zoneamento de Zona de Expansão Urbana (ZEU), explicitando o interesse do poder público em promover o direcionamento do crescimento da cidade para a área da APA. A mudança no zoneamento propôs que em áreas atendidas pela rede pública de abastecimento de água a área mínima dos lotes é de 1.000 m<sup>2</sup>, e nas áreas sem atendimento por rede de esgoto o lote mínimo aplicável é de 2.000 m<sup>2</sup>. Os demais zoneamentos em Vargem das Flores não apresentaram mudanças tão significativas do plano diretor de 2006 quando comparadas a ZEU-3, que foi entendida por movimentos ambientalistas e por especialistas em proteção ambiental e ordenamento territorial como potencial ameaça a APA Vargem das Flores.

A vigência do plano diretor de 2018 pode ser considerada conflituosa por natureza, uma vez que atravessa os interesses metropolitanos sem qualquer possibilidade de adequação ou consenso e apresenta a APA como área de potencial para expansão urbana. Entende-se que atribuir o zoneamento de expansão urbana como substituição da zona rural sem apresentar grandes restrições pode gerar graves consequências para o município e para o abastecimento metropolitano. Não se sabe ao certo os interesses e objetivos por trás da publicação do plano, mas também não se pode ignorar a situação das áreas isoladas das demais centralidades do município. O confronto entre os interesses políticos de diferentes esferas e os conflitos já existentes relacionados ao uso do solo revelaram a complexidade da situação de Vargem das Flores e a necessidade de pensar políticas que compatibilizem dinâmica urbana e proteção ambiental com a finalidade de atender as demandas locais e metropolitanas.

## Métodos

A elaboração das sínteses de expansão urbana, conservação ambiental e de integração foi conduzida por meio de ambiente de Sistemas de Informações Geográficas, por meio da metodologia de análise multicritério por pesos de evidência e análise combinatória. Grande parte dos dados foram obtidos já finalizados por órgãos oficiais como a Prefeitura do município de Contagem, o



Instituto Brasileiro de Geografia Estatística — em diante IBGE, o IEF e a Agência Nacional de Águas (ANA). Outros dados foram produzidos por meio de Modelo Digital de Elevação (MDE) e por classificação supervisionada de imagem de satélite.

A classificação supervisionada deu origem ao mapeamento de cobertura do solo, que deu origem a dados de vegetação arbórea, massa d'água e manchas urbanas. Esses dados foram extraídos da imagem Sentinel-2A a partir da classificação da cobertura do solo utilizando o software QGIS 3.10.6 e o plugin OTB. Diante das cenas observadas e cogitadas para a composição da etapa da classificação, foi selecionada uma imagem correspondente ao dia 6 de junho de 2019. O critério decisivo para a aquisição da imagem foi o baixo nível de ruídos

de nuvens na área de recarga de Vargem das Flores. Foram utilizados três algoritmos de classificação, mas só os resultados do classificador Support Vector Machine (SVM) foram considerados devido sua performance de maior adequação.

Para validação da acurácia na classificação, foi construída a matriz de confusão, apresentada na Tabela 1, e os resultados foram testados através do índice Kappa (Landis e Koch 1977), que obteve o resultado de 0,843, considerado quase perfeito. Após as etapas de processamento e validação dos dados de cobertura do solo, considerou-se que as classes de maior relevância para a elaboração das sínteses de expansão urbana e conservação ambiental foram: Massa d'Água, Vegetação Robusta, Vegetação Baixa/Pastagem e Adensamento Urbano.

Tabela 1. Matriz de confusão

Matriz de confusão – classificador SVM	Massa d'água	Vegetação robusta	Vegetação baixa/pastagem	Mineração	Solo exposto	Adensamento urbano
Massa d'água	59	0	0	0	0	1
Vegetação robusta	0	60	0	0	0	0
Vegetação baixa/pastagem	0	0	61	1	0	0
Mineração	2	0	0	51	1	8
Solo exposto	0	0	2	5	45	9
Adensamento urbano	0	0	1	12	6	42

Após a validação dos dados construídos por meio da classificação, foi realizada a preparação dos dados para a elaboração das sínteses. Para organizar a base com os dados considerados relevantes na análise, os dados foram trabalhados em formato de mapas temáticos representando a distribuição espacial das variáveis consideradas essenciais para construção das sínteses propostas. Optou-se por trabalhar os dados em formato matricial, pois se considera o formato favorável pela relação de topologia implícita ao processo matricial, o que não só otimiza o cruzamento de dados, como também é condição *sine qua non* em alguns modelos (Moura, Magalhaes e Parizzi 2011).

A escolha do formato matricial faz com que seja necessária a padronização do número de linhas e colunas presentes em cada dado a ser trabalhado. Os dados possuem origens diversas, portanto, diferentes resoluções espaciais e escalas de mapeamento. Para sobrepor as camadas de informação e cruzá-las de maneira adequada foi necessário reamostrar os dados elencados a fim

de estabelecer um número de linhas e colunas comum a todos. O tamanho/quantidade do número de linhas e colunas define a acuidade visual das sínteses a serem geradas, que, por sua vez, resultará na resolução espacial utilizada durante o processo e no resultado das sínteses.

A escolha do tamanho da resolução espacial de referência para a conversão dos demais dados foi feita a partir da menor escala cartográfica dentre o grupo de dados elencados. Após a análise dos dados, a escala referência para determinação do tamanho do pixel utilizado foi 1:50.000, que apesar de não ser a menor escala dentro do grupo de dados, foi considerada compatível com a área de estudo. A conversão para escala considerada adequada foi realizada por meio do EIFOV (Boggione et al. 2009) e resultou em pixels de resolução espacial de 25 metros.

A construção de duas sínteses com lógicas e interesses distintos surgiu das políticas de ordenamento territorial que alteram o zoneamento de ocupação do solo (Prefeitura de Contagem 2018) na porção da bacia de Vargem das Flores que se situa em Contagem. Os pesos e

notas das sínteses realizadas foram atribuídos por meio do resultado da aplicação de questionários baseados na técnica Delphi. O método Delphi na obtenção dos pesos e notas baseia-se na escolha de um grupo multidisciplinar de especialistas que conheçam bem o fenômeno e melhor ainda se conhecerem bem a realidade espacial onde ele se localiza (Moura e Jankowski 2016). Os pesos e notas foram definidos a partir da hierarquização dos elementos utilizados na construção das sínteses, e coube aos especialistas fazer o julgamento da hierarquia de relevância de cada variável através de uma escala numérica de 0 a 10. Após o recolhimento das respostas, foi realizado o procedimento de tratamento das notas e pesos a partir da média das respostas. Esse resultado foi traduzido de forma que cada variável tivesse um peso percentual que traduz sua relevância para o mapeamento.

### **Construção da Síntese de Interesse em Expansão Urbana**

A construção da Síntese de Expansão Urbana se baseou nas características de adensamento urbano presentes na área de estudo, tanto nas áreas urbanas formalizadas regulares, quanto nas ocupações irregulares presentes em Vargem das Flores. As maiores áreas de adensamento urbano se localizam nas porções de sudeste, referente a Regional Centro de Contagem, e na porção noroeste, referente as áreas próximas à Nova Contagem. As duas áreas mencionadas são consideradas centralidades sem muitas vias de acesso que as conectem. A porção central da bacia é marcada por pequenos núcleos de adensamento urbano que podem ser classificados como sítios, chácaras, fazendas e ocupações irregulares sem atendimento de serviço de esgoto em diversas áreas. A Síntese de Expansão Urbana tem como principal interesse identificar áreas propícias para expansão urbana em Vargem das Flores que possam conectar os polos de adensamento urbano por meio dos pequenos núcleos adensados já existentes.

### **Construção da Síntese de Interesse em Conservação Ambiental**

Para a Síntese de Interesse em Conservação Ambiental foi utilizada uma lógica contrária à de expansão urbana. O primeiro mapeamento apresentado tem como objetivo estender a mancha de urbanização, conectando os polos urbanos já existentes no município de acordo com as políticas de ordenamento territorial vigentes. O segundo, de conservação,

representa interesses relacionados à manutenção do volume e qualidade da água do reservatório Vargem das Flores.

Além da presença da APA, até a instauração do Plano diretor de 2018, uma porção da área da bacia fazia parte da extinta zona rural do município, com diretrizes de uso e ocupação que procuravam diminuir o adensamento de habitações e formação de bairros a fim de proteger os mananciais presentes na área. O mapeamento da Síntese de Conservação Ambiental buscou delimitar essas áreas que apresentam maior relevância para conservação visando a manutenção da recarga hídrica de Vargem das Flores.

### **Construção da Síntese de Integração**

A elaboração da Síntese de Integração foi realizada pela combinação dos dois mapeamentos elaborados anteriormente. Os objetivos da elaboração da integração estão associados a criar a possibilidade de convivência entre os interesses de conservação ambiental e expansão urbana a partir das singularidades espaciais de Vargem das Flores e analisar possíveis áreas de conflito de interesse expressados pelos mapeamentos anteriores. Acredita-se que a possibilidade de uma integração pode contribuir para o debate sobre as diferentes formas de uso do solo em Vargem das Flores e os conflitos relacionados a conservação e expansão urbana. A dificuldade de definição dos usos sustentáveis na APA Vargem das Flores pode ser traduzida também como dificuldade na integração entre proteção e usos urbanos.

Para a elaboração da Síntese de Integração, os dois parâmetros de entrada tiveram pesos de 50 %, pois se acredita que o interesse de conservação ambiental e de expansão urbana possuem prioridades próximas ou iguais no caso de Vargem das Flores. Após a elaboração da Síntese de Integração, foi realizada uma análise de aptidão a partir das 25 possibilidades geradas pelos componentes de legenda. As 25 possibilidades surgiram a partir da combinação dos 5 graus de interesse obtidos em cada síntese, variando de interesses muito baixos até muito altos. Após a identificação e análise das aptidões e de sua distribuição espacial, foram realizadas a comparação e os ajustes manuais com objetivo de cruzar a Síntese de Integração ao zoneamento municipal.

A comparação entre os dois produtos serviu para entender os pontos sólidos e frágeis dos dois mapeamentos e identificar possíveis alterações que possam contribuir a discussão da gestão da APA Vargem das Flores. Os ajustes manuais foram realizados a partir da análise visual da Síntese de Integração, a análise de imagens de satélite e do

conteúdo do plano diretor sobre cada tipo de zoneamento. É necessário ressaltar que a aproximação foi realizada apenas com os dados elencados no presente estudo. Por isso, não deve ser compreendida como um produto de mesma profundidade e detalhamento que o zoneamento municipal.

## Resultados

Os resultados das combinações e sínteses foram expressos principalmente por meio de produtos cartográficos que hierarquizaram os graus de interesse de acordo com a disposição das variáveis e os pesos e notas atribuídos pelos especialistas.

### Síntese de Interesse em Expansão Urbana por subdistrito de Contagem/mg

A Síntese de Interesse em Expansão Urbana foi sobreposta pelos subdistritos situados em Vargem das Flores para identificar com maior detalhamento as características e possíveis proposições de expansão urbana para a bacia. Os diferentes graus de interesse dos subdistritos foram analisados de acordo com sua distribuição percentual (Tabela 2) e com suas respectivas características de ocupação. As análises resultaram em um quadro que corresponde as indicações de uso com suas condições e observações de acordo com a realidade de cada subdistrito.

**Tabela 2.** Percentual de grau de interesse em expansão urbana por subdistrito

Distrito/Área (km <sup>2</sup> )	Percentual de grau de interesse em expansão urbana - Subdistritos					Área das manchas de adensamentos urbanos (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto		
<b>Bernardo Monteiro</b>	-	-	67,44	32,56	-	622.492,75	430.000,0
<b>Nova Contagem</b>	1,09	6,61	25,51	40,19	26,59	5.624.402,05	6.443.676,1
<b>Perobas</b>	-	-	22,299	30,753	46,947	18.998,26	3.601,9
<b>Petrolândia</b>	0,04	31,15	31,81	32,27	4,73	1.365.546,09	2.838.481,0
<b>Sede</b>	0,67	9,67	26,30	23,79	39,57	11.974.541,60	14.070.627,8
<b>Tapera</b>	0,76	95,20	4,04	-	-	1.545,95	247.590,5
<b>Vargem das Flores</b>	16,54	40,27	28,82	12,84	1,53	7.413.309,26	55.611.780,0
<b>VM5</b>	-	3,42	93,13	-	3,45	208.689,90	438.940,7

A partir da Figura 4 é possível perceber que os graus de interesse médio, alto e muito alto se concentram nas proximidades de adensamentos urbanos já consolidados, como a Sede e Nova Contagem. A expansão urbana nessa área tem como possibilidade promover uma conexão consistente entre Nova Contagem e a Sede. Essa conexão reafirmaria as duas centralidades dentro do município e melhoraria as condições de infraestrutura urbana entre as duas centralidades. Dadas as diferenças entre os graus de interesse em expansão urbana e os tipos de ocupação presentes no subdistrito de Vargem das Flores, a região foi dividida em duas partes de acordo com os graus de interesse, sendo as porções situadas na montante da bacia áreas sem interesse em expansão urbana, e a parte central do subdistrito considerada como de médio interesse em expansão urbana com condições para se tornar alto interesse a partir de intervenções de infraestrutura

urbana como melhoria da malha viária, transporte público e saneamento.

Após a realização das análises por subdistrito em comparação a realidade local, foi construído um quadro de indicação de usos (Tabela 3) de acordo com o grau de pertinência obtido pela Síntese de Expansão Urbana.

### Síntese de Interesse em Conservação Ambiental por sub-bacia de Vargem das Flores em Contagem/mg

Com objetivo de identificar as áreas de maior potencial e interesse para conservação ambiental detalhadamente, foi realizada a análise da Síntese de Conservação Ambiental a partir das sub-bacias. A área de estudo se limita à porção contagemense da bacia de Vargem das Flores, por isso as sub-bacias do Água Suja e sub-bacia de Contribuição Direta não estão contempladas com

**Tabela 3.** Interesse em expansão urbana por subdistrito

Subdistrito	Interesse	Condição	Observação
Sede	Alto interesse	Priorização de verticalização mediante as condições de Coeficiente de Aproveitamento.	-
Bernardo Monteiro	Moderado/Alto interesse	Priorização de usos que não necessitem de grande diversidade de vias de acesso.	-
Perobas	Alto interesse	-	O interesse se refere apenas a porção inserida na bacia Vargem das Flores.
Tapera	Baixo interesse	-	O interesse se refere apenas a porção inserida na bacia Vargem das Flores.
VM5	Médio interesse	Priorização de empreendimentos de usos incômodos ou não incômodos.	Região voltada para empreendimentos.
Petrolândia	Médio/Alto interesse	Potencial para alto interesse mediante a intervenções de infraestrutura urbana.	-
Nova Contagem	Alto interesse	Priorização de verticalização no Retiro e Nova Contagem. Potencial para alto interesse em expansão horizontal mediante a intervenções em infraestrutura no Darcy Ribeiro.	-
Vargem das Flores	Baixo/Médio interesse	Jusante: priorização de usos recreativos (chácaras, sítios e prestação de serviços). Porção central: potencial para alto interesse mediante intervenções de infraestrutura urbana com ênfase em saneamento.	A expansão na porção central deve promover a conexão entre Nova Contagem e a Sede.

suas áreas de recarga total, que se estendem para além do território do município de Contagem.

A maior parte da bacia de Vargem das Flores obteve baixo interesse na Síntese de Interesse em Conservação Ambiental (Figura 5), resultando em um total de 42,34 % (Tabela 4). Porém, como mencionado anteriormente, a síntese não possui critérios restritivos, fazendo com que toda a área tenha algum potencial em conservação ambiental, incluindo os adensamentos urbanos e as áreas de concessão de lavra referente às minas de brita e areia. Os adensamentos urbanos e áreas de mineração não foram

retirados, uma vez que os resultados obtidos nessas áreas poderiam ser indicativos da necessidade de mudança dos usos do solo em Vargem das Flores. Quanto ao menor percentual de interesse em conservação ambiental obtido, encontram-se as áreas de interesse muito baixo. A respeito, acredita-se que devido ao fato das variáveis se distribuírem em toda a bacia e os pesos serem muito próximos uns dos outros, foram poucas as áreas de interesse muito baixo, reafirmando a ideia de que toda a área de Vargem das Flores possui relevância para conservação ambiental, independentemente do tipo de uso do solo.

**Tabela 4.** Sub-bacias por percentual de interesse em conservação ambiental

Sub-bacia/Grau de interesse	Percentual de interesse por sub-bacia					Área total (ha)	Área - Vegetação arbórea (ha)
	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto		
Água Suja	1,14	48,42	19,98	17,45	13,01	2098,68	979,45
Bela Vista	19,27	41,56	28,93	1,70	8,53	1078,46	394,49
Morro Redondo	0,68	33,49	25,53	22,50	17,81	2886,7	1.777,99
Ribeirão Betim	14,33	46,86	27,88	2,57	8,35	3438,23	1.350,49
Contribuição Direta	37,66	39,82	12,21	8,77	1,54	734,13	451,05
Vargem das Flores	9,97	42,34	24,58	11,59	11,50	10.236,2	4.953,47



A partir da Síntese de Interesse em Conservação Ambiental foi possível perceber que as áreas que apresentam maior agrupamento de elementos de relevância para a conservação e manutenção hídrica do reservatório Vargem das Flores foram os cursos d'água cobertos por vegetação arbórea e nascentes cobertas por vegetação arbórea. Dentre as sub-bacias da área, destaca-se a sub-bacia do Morro Redondo. Apesar da predominância de graus de interesse baixo e médio, a sub-bacia do Morro Redondo foi a que obteve maior percentual de interesses médio, alto e muito alto. Acredita-se que por ser a sub-bacia que apresentou maior área de cobertura vegetal arbórea e áreas mais distantes de adensamentos urbanos, os resultados são altos. A região do Morro Redondo é ocupada principalmente por pequenos núcleos de sítios e chácaras, com grande parte de seus lotes compostos por áreas permeáveis. Dentre esses núcleos, é possível

observar o núcleo de maior expressividade que, apesar de contar com grandes áreas de solo permeável, concentra um elevado número de edificações parcialmente atendidas por rede de esgoto e água.

A partir da distribuição das áreas de interesse muito alto em conservação ambiental, é possível perceber que elas promovem a conexão entre cursos d'água e vegetação arbórea, dando origem a corredores de alto interesse que representam os elementos da bacia que devem ser protegidos. Logo, ao analisar os resultados da sub-bacia do Morro Redondo, conclui-se que a área apresenta alto interesse em conservação ambiental, priorizando a proteção dos corredores de vegetação arbórea e cursos d'água. A Tabela 5 representa as indicações de nível de proteção e investimento necessários na área para a manutenção do nível e qualidade da água do reservatório.

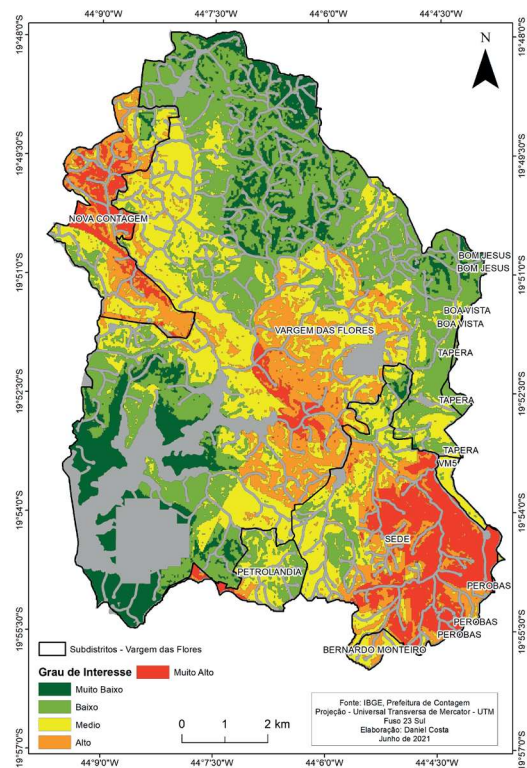
**Tabela 5.** Interesse em conservação ambiental por sub-bacia

Sub-bacia	Interesse	Condição	Observação
Água Suja	Baixo/Alto interesse	Melhoramento da infraestrutura urbana nos cursos d'água inseridos na mancha urbana nas áreas de baixo interesse. Fiscalização e restrição a adensamentos nas áreas de alto interesse.	O interesse se refere apenas a porção inserida na bacia Vargem das Flores.
Bela Vista	Baixo/Alto interesse	Melhoramento da infraestrutura urbana nos cursos d'água inseridos na mancha urbana nas áreas de baixo interesse. Fiscalização e restrição a adensamentos nas áreas de alto interesse.	-
Morro Redondo	Alto interesse	Priorizar a proteção da conexão entre manchas de vegetação arbórea e cursos d'água.	-
Ribeirão Betim	Baixo/Alto interesse	Melhoramento da gestão das águas inseridas na mancha urbana. Fiscalização e restrição a adensamentos nas áreas de alto interesse.	-
Contribuição Direta	Baixo interesse	Priorização de usos turísticos e recreativos.	Fiscalização do uso e ocupação nas proximidades do reservatório.

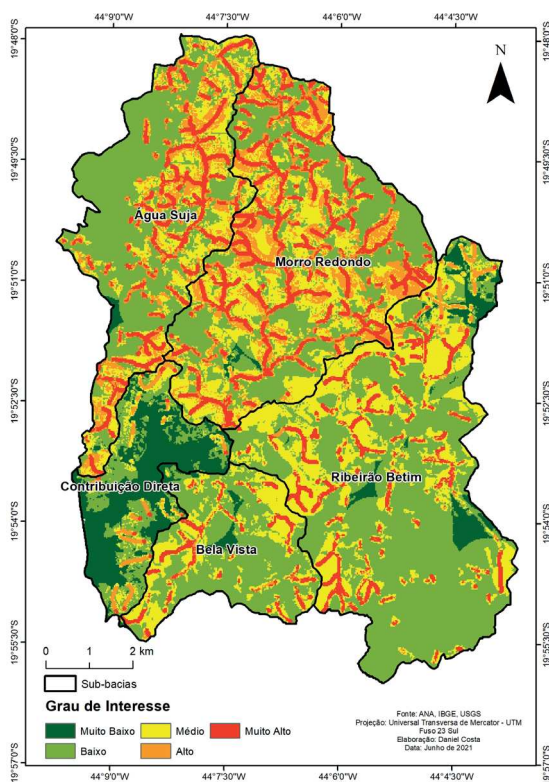
### Síntese de Integração

A Síntese de Integração gerou resultados variados que foram analisados a partir de sua distribuição espacial e pelo resultado numérico da combinação entre a Síntese de Interesse em Expansão Urbana e a Síntese de Interesse em Conservação Ambiental. Os resultados numéricos foram traduzidos em tipos de aptidão de uso de acordo com o produto da relação entre os componentes de legenda de cada mapeamento. Cabe ressaltar que

os tipos de aptidão foram modelados de acordo com as variáveis elencadas, por isso eles não representam todos os elementos que devem ser pensados ao elaborar políticas públicas de ordenamento territorial ou de proteção de recursos naturais. As Tabelas 6 e 7 e a Figura 6 correspondem aos resultados obtidos por meio da combinação das sínteses de entrada.



**Figura 4.** Síntese de Interesse em Expansão Urbana por subdistrito.  
 Fonte: IBGE (2020a, b), Prefeitura de Contagem (2019).



**Figura 5.** Síntese de Interesse em Conservação Ambiental por sub-bacia de Vargem das Flores em Contagem/MG  
 Fonte: ANA (2020), IBGE (2020a), USGS (2020), Presidência da República (2000).

Tabela 6. Matriz de aptidão da Síntese de Integração

	Expansão Urbana	Muito Alto	Alto	Médio	Baixo	Muito Baixo
Conservação Ambiental	Valores	0	2	4	6	8
Muito Alto	0	0	1	2	3	4
Alto	10	5	6	7	8	9
Médio	20	10	11	12	13	14
Baixo	30	15	16	17	18	19
Muito Baixo	40	20	21	22	23	24

Fonte: Adaptado de Lopes (2015) e Pizani (2018).

Tabela 7. Correspondência entre valores e classes na Síntese de Integração

Cor da Classe de aptidão	Valores	Classes de aptidão	Percentual correspondente
	0	Alto conflito de interesses/Combinação de usos	0,53
	1 - 5 - 6	Conflito/Combinação de usos	4,73
	2	Conservação com cuidados	3,42
	3 - 4 - 8 - 9 - 14	Conservação Ambiental	14,57
	10	Expansão com cuidados	1,18
	7 - 11 - 12 - 13 - 17	Potencial de transformação/uso misto	34,67
	15 - 16 - 20 - 21	Expansão urbana	21,42
	18 - 19 - 22 - 23 - 24	Sem interesses imediatos	19,48

Fonte: Adaptado de Lopes (2015) e Pizani (2018).

Como mencionado anteriormente, a baixa infraestrutura urbana nas porções da bacia entre Nova Contagem e Sede fazem com que não exista uma conexão eficiente entre as duas centralidades do município, de forma a isolar Nova Contagem das demais centralidades. Acredita-se que promover a expansão urbana nessas áreas pode significar melhoria nos equipamentos de infraestrutura urbana de transporte e saneamento. Porém, a expansão urbana também pode significar supressão vegetal e comprometimento dos cursos d'água, fugindo dos objetivos de manutenção hídrica da APA Vargem das Flores. Por isso, em caso de expansão urbana para essas áreas, é necessária a elaboração de políticas verticalizadas que consigam aliar a conservação e o modo de vida urbana conforme as realidades da escala municipal e de Vargem das Flores, considerada escala local.

Os resultados da Síntese de Integração possibilitaram a compreensão da distribuição das aptidões e compará-las com os usos do solo reais em Vargem das Flores. Os parâmetros utilizados nas modelagens das sínteses de entrada na elaboração da Síntese de Integração foram

baseados parcialmente nos parâmetros legais de uso e ocupação do solo e nos parâmetros e objetivos da APA Vargem das Flores. Para uma melhor aproximação da realidade e das particularidades de Vargem das Flores, esses resultados foram comparados ao Plano diretor de Contagem de 2018 (Prefeitura de Contagem 2018) em busca de compreender a relação entre a Síntese de Integração, as políticas de ordenamento municipal e a dinâmica local da bacia.

### Políticas de ordenamento, proteção e Síntese de Integração

O resultado das aptidões de uso do solo observado na Síntese de Integração apontou pontos de grande divergência do Plano diretor de 2018. Entende-se que as divergências são esperadas, uma vez que a formulação dos dois mapeamentos parte de naturezas distintas, com objetivos e abordagens que não devem ser comparadas sem o devido contexto. Apesar das duras críticas colocadas ao Plano diretor pela comunidade científica e organizações civis, acredita-se que seu objetivo era de inserir novas áreas de expansão urbana que se espalhassem por todo

o município, indo além das áreas adensadas já existentes nas demais bacias hidrográficas de Contagem. A ausência do plano de manejo da APA durante a elaboração e publicação do plano também pode ser entendida como um dificultador na elaboração e delimitação do uso do solo em Vargem das Flores, uma vez que o plano de manejo é o documento responsável por direcionar as ações e políticas necessárias para o uso sustentável dos recursos naturais da APA. Por sua vez, a Síntese de Integração e as sínteses anteriores foram elaboradas a partir da relação entre as variáveis elencadas como de interesse a expansão urbana e conservação com o objetivo de identificar a aptidão do uso do solo em Vargem das Flores de acordo com as variáveis e os possíveis conflitos entre aptidões entre conservação ambiental e expansão urbana.

A sobreposição da Síntese de Integração ao plano diretor permitiu visualizar e analisar possíveis aproximações e divergências entre os dois produtos com a finalidade de promover maior discussão sobre as aplicações da política de ordenamento municipal, as aptidões da bacia, considerada diversa em toda sua extensão e a complexa relação com a APA. Não foi possível sobrepor a Síntese de Integração às diretrizes da APA devido à ausência do plano de manejo, mas consideram-se positivos os resultados que tentam alcançar consenso entre a proteção ambiental e a expansão urbana.

A publicação do plano diretor de Contagem de 2018 é considerada conflituosa, marcada pela desaprovação de parte da sociedade civil organizada e pelo início de movimentos sociais que lutam pela proteção de Vargem das Flores, como o S.O.S Vargem das Flores. Granja (2009) evidencia os desafios da APA e as necessidades de pensá-la como uma UC diferente das de maior restrição e proteção. As APAs situadas em espaços urbanos necessitam do constante diálogo entre ordenamento territorial municipal e proteção ambiental, uma vez que a essência da mesma é o uso sustentável dos recursos e não a restrição ao uso dos recursos. Em Vargem das Flores, acredita-se que os espectros da gestão do território, da APA e do ordenamento territorial, possuem interesses distintos e não aparentam estar em sincronia ou em consenso. Observa-se que o plano diretor coloca a necessidade de expansão urbana e valorização imobiliária em Vargem das Flores em uma prioridade maior que a proteção dos mananciais. Ao mesmo passo, entende-se que a expansão urbana é uma temática relevante para o município de Contagem, principalmente para o subdistrito de Nova Contagem, forte centralidade que aparenta estar desconectada das

demais centralidades em função da deficiência em infraestrutura urbana.

Com o objetivo de disponibilizar dados técnicos e fomentar a discussão sobre a APA Vargem das Flores e o ordenamento territorial, foi elaborada uma adaptação da Síntese de Integração (Figura 7) com base no plano diretor de 2018. Mesmo que exista a possibilidade de elaboração de um novo plano diretor com novas diretrizes, considera-se que o plano de 2018 e a adaptação elaborada têm valor para promover maiores discussões sobre a gestão da APA e o uso do SIG na elaboração e gestão de políticas públicas. A adaptação teve como objetivo promover maior detalhamento ao zoneamento municipal a partir das aptidões observadas sem estabelecer diretrizes, uma vez que a elaboração das políticas de ordenamento territorial necessita de corpo técnico especializado, profundo levantamento de dados e participação popular.

A aproximação entre Síntese de Integração e zoneamento municipal teve como objetivo elaborar novas aptidões de uso do solo com base no zoneamento e em sua distribuição espacial. Aptidões como potencial de transformação e sem interesse imediato foram substituídas por outras aptidões com base nas diretrizes do plano diretor e nas aptidões de áreas vizinhas. Acredita-se que para o município não é possível entender áreas sem interesse imediato, pois mesmo que guiado e orientado pelas diretrizes municipais, os interesses variam de acordo com os objetivos daqueles que vão ocupar a área, podendo ser interessante para um grupo e desinteressante para outro. Portanto, as áreas anteriormente identificadas como sem interesse imediato foram dissolvidas em outras aptidões para tornar o mapeamento mais objetivo.

As áreas de Expansão Urbana – Verticalização são aquelas áreas que já possuem alto grau de adensamento urbano e têm infraestrutura urbana suficiente para suportar a expansão vertical. A aptidão de Expansão Urbana – Média Densidade corresponde a áreas que possuem grau de adensamento intermediário a alto, mas que não são completamente atendidas por infraestrutura de saneamento e que se encontram próximas a áreas de interesse ambiental, tornando inadequada a elevação do grau de adensamento e verticalização. A Expansão Urbana – Baixa Densidade corresponde a áreas em que a expansão urbana pode ser fomentada, porém, em lotes maiores e que restrinjam o coeficiente de aproveitamento máximo ao mínimo com a finalidade de conservar taxas de permeabilidade elevadas nos lotes.



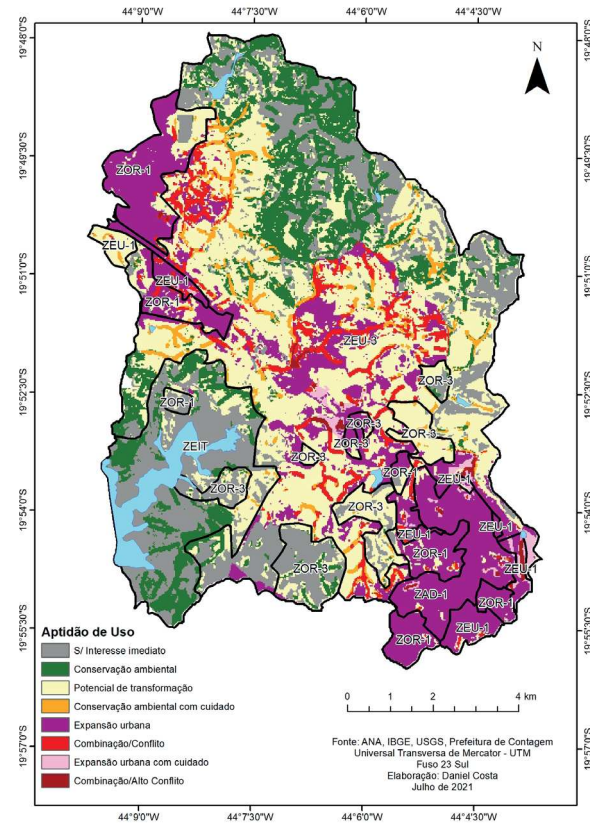


Figura 6. Síntese de Integração.

Fonte: ANA (2020), IBGE (2020a), USGS (2020), Prefeitura de Contagem (2020).

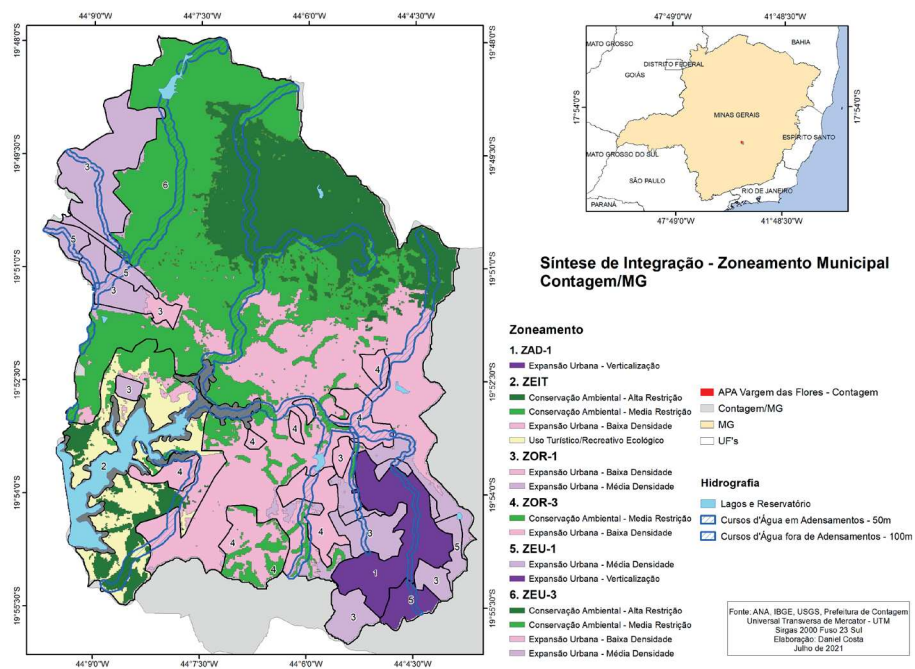


Figura 7. Síntese de Integração: adaptação ao zoneamento.

Fonte: ANA (2020), IBGE (2020a), Prefeitura de Contagem (2020).

Conservação Ambiental – Alta Restrição corresponde a áreas onde foram identificadas grandes manchas de vegetação arbórea e que possuem baixo grau de adensamento. Acredita-se que nessas áreas o interesse em conservação deve prevalecer sobre os interesses em expansão urbana. As áreas de Conservação Ambiental – Média Restrição estão distribuídas principalmente entre as bacias do Morro Redondo e Água Suja. Nessas áreas, acredita-se que a conservação ambiental deve ter leve vantagem em relação à expansão urbana, mas sem restringi-la como nas áreas de alta restrição.

As áreas de Uso Turístico/Recreativo Ecológico foram mapeadas com base na ZEIT, mas com necessidades diferentes. Acredita-se que uma das maneiras de fomentar o uso recreativo em Vargem das Flores é a construção de infraestrutura ou requalificação da infraestrutura existente que possibilite e fomente essas atividades, como a requalificação da orla do Reservatório como espaço público de uso comum, criação de parques ecológicos e outras estratégias que reforcem a existência de Vargem das Flores enquanto patrimônio dos municípios de Betim e Contagem.

Observa-se que a maior diferença entre o produto do cruzamento entre a Síntese de Integração e o zoneamento municipal se encontra na ZEU. Como mencionado anteriormente, acredita-se que estabelecer uma área de grandes proporções dentro da APA como de expansão urbana pode provocar a ocupação de toda a área e consequentemente comprometer a dinâmica da bacia. Acredita-se que ao indicar aptidões, principalmente na ZEU, a ocupação pode ocorrer de maneira diferente, sem ignorar as necessidades de conservação ambiental em Vargem das Flores. Cabe dizer novamente que o produto da Síntese de Integração e do zoneamento não deve ser entendido como finalizado ou cristalizado, e sim como produto técnico que tem como objetivo fomentar a discussão a respeito da gestão da APA.

## Considerações finais

A bacia de Vargem das Flores apresenta uma complexa dinâmica de uso e ocupação do solo desde a instalação da estrutura de barramento para abastecimento hídrico da RMBH. O crescente número de ocupações irregulares e a delimitação rasa de políticas de proteção fazem com que os interesses municipais se sobreponham os interesses metropolitanos sem a possibilidade de consenso. A publicação do plano diretor de 2018 do município de Contagem que extinguiu a zona rural e a classificou como zona de expansão urbana do município foi recebido por

ambientalistas e especialistas em proteção ambiental como potencial ameaça à utilidade do reservatório, podendo acarretar o comprometimento da quantidade e qualidade de suas águas.

A partir da análise do uso e ocupação histórica da bacia de Vargem das Flores por meio da bibliografia levantada e das imagens de satélite, foi possível observar que existe a necessidade de integração de centralidades como o subdistrito de Nova Contagem aos demais adensamentos urbanos do município. Essa integração pode ser traduzida como expansão urbana através da construção de infraestrutura urbana de transporte e saneamento e projetos de requalificação urbana que visem promover melhoramento da qualidade de vida no subdistrito. A ausência de infraestrutura urbana de saneamento, utilizada como mecanismo de frenagem a expansão urbana do município para a bacia, se mostrou pouco eficiente pela incapacidade de fiscalizar ou lidar com as ocupações irregulares.

A partir da situação apresentada, o presente estudo se orientou em identificar as áreas de maior interesse em expansão urbana e conservação ambiental e, posteriormente, identificar os conflitos de interesse a partir da metodologia de análise multicritério de pesos de evidência para representar visualmente e quantificar tanto as áreas de conflito entre os interesses mapeados, quanto a possibilidade de integração entre os diferentes interesses com objetivo de compatibilizar o uso urbano e a proteção ambiental na APA Vargem das Flores. Esta metodologia é comumente utilizada como apoio a políticas públicas devido à presença dos julgamentos realizados por especialistas, enfatizando a multidisciplinaridade enquanto parte fundamental do procedimento. Os resultados são apresentados de maneira relativamente simples, a partir da hierarquização dos componentes representados graficamente por meio de mapas. A visualização dos resultados obtidos permitiu perceber que a bacia de Vargem das Flores possui graus de interesse em conservação ambiental e expansão urbana extremamente diversos, sendo a porção central da bacia a área onde se concentrou a existência dos conflitos e de maior aptidão para implementar infraestrutura urbana que conecte as centralidades presentes na bacia.

A maior dificuldade encontrada na elaboração das sínteses foi o levantamento de dados atualizados e de confiança. A qualidade dos dados que compõem os critérios é de extrema importância para a construção da análise multicritérios, pois por se tratar de uma média ponderada que dá suporte a tomadas de decisão, a imprecisão

das informações podem proporcionar resultados imprecisos (que darão origem a decisões imprecisas). Devido à ausência de alguns tipos de dados na escala apropriada, foi necessário que eles fossem construídos a partir do processamento de imagens de satélite, modelos digitais de elevação e cruzamento de dados vetoriais a dados representados em tabelas. Os dados retirados do censo demográfico do IBGE estavam desatualizados, pois o censo demográfico de 2020 não ocorreu e os dados censitários eram de extrema importância para a Síntese de Interesse em Expansão Urbana.

Apesar das dificuldades encontradas, considera-se que os resultados obtidos são positivos, pois além de identificar os conflitos e aptidões nas sínteses preliminares e na Síntese de Integração, permitiram a adequação dos mapeamentos alcançados ao plano diretor de 2018 com objetivo de amenizar os pontos criticados pelos movimentos ambientalistas e especialistas em ordenamento territorial e proteção ambiental. Espera-se que os resultados obtidos sirvam como subsídio para ampliar a discussão sobre a APA Vargem das Flores no sentido de se repensar a forma de planejar o espaço urbano. Acredita-se que pensar a aproximação entre espaço urbano e área de proteção pode significar repensar a forma de utilização do espaço e do desenvolvimento, e que os resultados obtidos pela análise multicritério podem reforçar o papel da comunidade acadêmica na sociedade civil organizada, fornecendo dados técnicos que possam dar suporte as reivindicações da população nos processos de decisão democrática.

## Referências

- ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico). 2020. “Base de dados de hidrografia em formato shapefile.” Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Acessado em 23 de abril de 2020. <https://dadosabertos.ana.gov.br/search?tags=sub-bacias>
- ARSAE. 2013. “Relatório de fiscalização – Sistema integrado de abastecimento da RMBH.” Acessado em 15 de julho de 2021. [http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf\\_tec\\_op\\_saa\\_sistema\\_bacia\\_paraopeba.pdf](http://arsae.mg.gov.br/images/documentos/rf_tec_op_saa_sistema_bacia_paraopeba.pdf)
- Boggione, Giovanni, Marcos da Silva, Nelito Junior, Nilton Nazareno, e Thiago Teles. 2009. “Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa.” Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil. INPE, 1739-1746.
- Euclides, Ana Carolina Pinheiro. 2016. “A hipótese otimista: dialética e utopia das áreas verdes, das áreas protegidas e da trama verde e azul.” Tese de doutorado em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Acessado 20 de outubro de 2020. <https://ufmg.br/comunicacao/assessoria-de-imprensa/release/estudo-da-arquitetura-ufmg-sobre-inclusao-social-no-planejamento-urbano-ganha-premio-nacional>
- Ferreira, H. 2002. “A inserção de Contagem no contexto urbano da RMBH: reflexões sobre as transformações sócioespaciais recentes.” Dissertação mestrado em Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Fonseca, Geraldo. 1978. *Contagem, perante a história*. Contagem: Assessoria de Imprensa e Relações Públicas da Prefeitura Municipal de Contagem.
- Granja, Lêda. 2009. “O papel das Áreas de Proteção Ambiental – APAs na conservação dos recursos naturais em áreas urbanas.” Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2020a. “Base de dados de setores censitários em formato shapefile.” Malha Municipal. Acessado em 13 de abril de 2020. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?=&t=downloads>
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2020b. “Base de dados de limites municipais do estado de Minas Gerais em formato shapefile.” Acessado em 13 de abril de 2020. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?edicao=30138&t=acesso-ao-produto>
- Landis, Richard, e Gary Koch. 1977. “The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data.” *Biometrics* 33 (1): 159-174. <https://doi.org/10.2307/2529310>
- Lopes, Camila Ragonezi. 2015. “Modelagem do uso e conservação dos recursos da geodiversidade no município de São Thomé das Letras – MG.” Dissertação de mestrado em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas GeraisUFMG, Belo Horizonte.
- Minas, Gerais. 2006. “Lei nº 16.197 de 26 de junho de 2006. Cria a Área de Proteção Ambiental de Vargem das Flores, situada nos municípios de Betim e Contagem, e dá outras providências.” Acessado o 20 de Julho de 2021. <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5695>
- Moura, Ana Clara, D. Magalhaes, e M. Parizzi. 2011. “Vocações e conflitos de interesse na ocupação do território da Região Metropolitana de Belo Horizonte apoio ao Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado PDDI.” Em *XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – sbsr Curitiba. Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – sbsr*, 0690-0697. São José dos Campos: INPE.

- Moura, Ana Clara, e Piotr Jankowski. 2016. "Contribuições aos estudos de análise de incertezas como complementação às análises multicritérios – 'sensitivity analysis to suitability evaluation'." *Revista Brasileira de Cartografia*, no. 68/4: 665-684.
- Pizani, Fernanda Mara. 2018. "Modelagem de cenário integrado para exploração mineral e geoconservação da Estrada Real – porção centro-oeste do Caminho dos Diamantes." Programa de Pós-Graduação em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Prefeitura de Contagem. 2006. "Lei Complementar nº 33, de 26 de dezembro de 2006." *Institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá Outras Providências*. Acessado o 16 de maio de 2021. <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-contagem-mg>
- Prefeitura de Contagem. 2013. "Plano municipal de saneamento básico de Contagem. 2013." Acessado em 20 de outubro de 2020. <https://www.contagem.mg.gov.br/arquivos/legislacao/pmsb-28-02-2013.pdf>
- Prefeitura de Contagem. 2018. "Lei Complementar nº 248, de 11 de janeiro de 2018, que institui o Plano Diretor do Município de Contagem e dá outras providências." Acessado em 20 de outubro de 2020. <http://www.contagem.mg.gov.br/?legislacao=621931>
- Prefeitura de Contagem. 2019. "Base de dados municipal de malha viária em formato shapefile." Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão - Diretoria de Geoprocessamento.
- Prefeitura de Contagem. 2020. "Lei Complementar nº 295 de 30 de janeiro de 2020, Disciplina o parcelamento, a ocupação e o uso do solo no Município de Contagem, e dá outras providências." Acessado o 15 de maio de 2021. <http://www.contagem.mg.gov.br/?legislacao=654355>
- Presidência da República. 2000. "Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC." Acessado em 20 de maio de 2021. [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm)
- Santos, André Lopes Vilaça. 2016. "Impactos ambientais da ocupação na APA Vargem das Flores: município de Contagem/MG." Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- USGS (United States Geological Survey). 2020. "EarthExplorer. Base de dados Sentinel 2ª." Acessado em 23 de abril de 2020. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

### Úrsula Ruchkys de Azevedo

Bacharel em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (1997), Mestre em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2001) e Doutora em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2007). E Professora Associada do Departamento de Cartografia e dos Programas de Pós-graduação em Geografia e em Análise e Modelagem de Sistemas Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

### Daniel Matias Costa

Possui graduação em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2017) e mestrado em Geografia - Análise Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais (2021). Foi professor de geografia do ensino básico de 2017 a 2022. Atualmente atua com geotecnologias na área de consultoria ambiental.