

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

Instituto de Ciências da Natureza
Curso de Geografia – Bacharelado

DEIVISON SAMUEL PEREIRA DE ALFENAS

**ZONEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL ASSOCIADO À EXPANSÃO
URBANA NA BACIA DO CÓRREGO DO PÂNTANO, ALFENAS/MG.**

Alfenas/MG

2023

DEIVISON SAMUEL PEREIRA DE ALFENAS

**ZONEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL ASSOCIADO À EXPANSÃO
URBANA NA BACIA DO CÓRREGO DO PÂNTANO, ALFENAS/MG.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia, pelo Instituto de Ciências da Natureza da Universidade Federal de Alfenas-MG.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Latuf.

Alfenas/MG

2023

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

Alfenas, Deivison Samuel Pereira de.

ZONEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL ASSOCIADO À
EXPANSÃO URBANA NA BACIA DO CÓRREGO DO PÂNTANO,
ALFENAS/MG. / Deivison Samuel Pereira de Alfenas. - Alfenas, MG, 2023.
137 f. : il. –

Orientador(a): Marcelo de Oliveira Latuf Latuf.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) -
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

Bibliografia.

1. Análise espacial. 2. Impactos em ambientes urbanos. 3.
Geoprocessamento. 4. Geografia Urbana. 5. I. Latuf, Marcelo de
Oliveira Latuf, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com os dados fornecidos pelo autor.

DEIVISON SAMUEL PEREIRA DE ALFENAS

**ZONEAMENTO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL ASSOCIADO À EXPANSÃO
URBANA NA BACIA DO CÓRREGO DO PÂNTANO, ALFENAS/MG**

A banca examinadora abaixo-assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia, pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 13 de fevereiro de 2023.

Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Latuf
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Evânio dos Santos Branquinho
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Rodrigo José Pisani
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Dedico esse trabalho primeiramente a Deus, a minha mãe, Aparecida de Fátima Alfenas, meu pai Paulo César de Alfenas e minha irmã, Deisy Pereira Alfenas, que deram total apoio e força para concluir essa fase da minha vida

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui, sua graça e misericórdia me fez confiar e continuar nessa caminhada, sem Ele sou apenas pó e cinza.

A minha família, que sempre foi a base da minha vida, onde encontrei, nos momentos mais difíceis o apoio para não desistir, em especial minha mãe, Aparecida de Fatima Alfenas por sempre interceder por minha vida. Meu pai, Paulo César de Alfenas pelo apoio diário e efetivo durante esse período. Minha irmã, Deisy Pereira Alfenas por sempre me ajudar, sem pensar duas vezes.

Ao corpo docente do curso de Geografia bacharelado, em especial a Prof.^a Dr. Marta Felícia Marujo Ferreira, por fazer me encontrar dentro da Geografia, me transferindo não só conhecimento, oportunidades e experiências, mas também bons conselhos e orientações, tanto no campo técnico e científico quanto no campo da vida pessoal. Ao Prof. Dr. Marcelo de Oliveira Latuf, ao qual extendo minha imensa gratidão por todo conhecimento compartilhado, por aceitar o convite de me orientar, onde sempre estive à disposição para me auxiliar durante o curso e também durante a realização desse trabalho.

Aos colegas mais chegados Débora Haller Joana Dias e Gustavo Marinho, aos quais construí vínculos de amizade, que possibilitou passar por todas as etapas do curso de uma forma mais divertida e alegre.

A estes, o meu muito obrigado pela grande força e apoio, sabendo que fizeram parte da história da minha vida.

RESUMO

O presente trabalho objetivou-se em estudar a unidade espacial bacia hidrográfica do córrego do Pântano situada a noroeste no perímetro urbano da cidade de Alfenas-MG. A pesquisa teve como base a análise espacial da dinâmica de uso e ocupação do solo, sobretudo em relação a chegada de novos loteamentos na bacia no período de 2015 a 2021. Diante da situação da bacia durante o período analisado, viu-se a necessidade de compreender como os novos loteamentos se estruturaram na área de estudo e de que forma a chegada dessas novas instalações pode condicionar a fragilidade e comprometer a dinâmica físico-natural da bacia. Os estudos desenvolveram-se mediante a análise e caracterização dos loteamentos, bem como a caracterização da área de estudo, além da confecção da base cartográfica, aplicação de técnicas de geoprocessamento na análise de imagens de satélite e álgebra de mapas tendo como produto final o mapa de zoneamento da fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano de modo a evidenciar as diferentes variações de fragilidade presentes na bacia associadas ao avanço urbano e seus impactos ao ambiente de modo a contribuir para a análise geográfica.

Palavras-chave: Análise espacial; Impactos em ambientes urbanos; Geoprocessamento; Geografia Urbana.

ABSTRACT

The present work aimed to study the spatial unit watershed of the Pântano stream located northwest in the urban perimeter of the city of Alfenas-MG. The research was based on a spatial analysis of the dynamics of land use and occupation, especially in relation to the arrival of new subdivisions in the basin from 2015 to 2021. Given the situation of the basin during the analyzed period, there was a need to understand how the new subdivisions were structured in the study area and how the arrival of these new installations can condition the fragility and compromise the physical-natural dynamics of the basin. The studies were developed through the analysis and characterization of the allotments, as well as the characterization of the study area, in addition to the creation of the cartographic base, application of geoprocessing techniques in the analysis of satellite images and map algebra, having as final product the map zoning of the fragility of the physical environment of the Pântano stream basin in order to highlight the different variations of fragility present in the basin associated with urban advance and its impacts on the environment in order to contribute to the geographic analysis.

Keywords: Spatial analysis; Impacts on urban environments; Geoprocessing; Urban Geography.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Localização do município de Alfenas/MG..... | 43 |
| Figura 2 - Localização da bacia hidrográfica do córrego do Pântano..... | 45 |
| Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos..... | 47 |
| Figura 4 - Expansão da mancha urbana de Alfenas/MG (1985 a 2020) | 55 |
| Figura 5 - Expansão urbana na bacia do córrego do Pântano (1985 a 2020) | 57 |
| Figura 6 - Bairros alfenenses inseridos na bacia do córrego do Pântano..... | 60 |
| Figura 7 - Localização dos loteamentos criados na bacia do córrego do Pântano (2010 a 2021) | 61 |
| Figura 8 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Vila Porto Seguro..... | 62 |
| Figura 9 - Foto panorâmica do Residencial Vila Porto Seguro..... | 62 |
| Figura 10- Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Cidade Universitária..... | 63 |
| Figura 11 - Foto panorâmica do Residencial Cidade Universitária ao lado do Campus II da Unifal..... | 64 |
| Figura 12 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Júlio Alves..... | 65 |
| Figura 13 – Abertura de novas ruas na área do Residencial Júlio Alves..... | 66 |
| Figura 14 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Alto da Boa Vista..... | 67 |
| Figura 15- Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Alto da Boa Vista..... | 67 |
| Figura 16 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Olímpia..... | 68 |
| Figura 17 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Olímpia..... | 69 |
| Figura 18 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Tupã..... | 70 |
| Figura 19 - Foto panorâmica do Residencial Tupã..... | 70 |
| Figura 20 - Foto panorâmica registrada com drone do loteamento Jardim Nova Alfenas em fase de implementação..... | 72 |
| Figura 21 - Foto panorâmica do loteamento Jardim Nova Alfenas já finalizado (visão a partir da Perimetral) | 72 |
| Figura 22 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Dona Anita..... | 74 |
| Figura 23 - Foto panorâmica do Residencial Dona Anita a partir do Residencial Oliveira..... | 74 |
| Figura 24 - Área de expansão do Residencial Dona Anita..... | 75 |
| Figura 25 - Foto panorâmica registrada com drone Residencial Cândido Alves..... | 76 |
| Figura 26 - Foto panorâmica do Residencial Cândido Alves..... | 77 |
| Figura 27– Registro panorâmico por drone do Residencial Portal Universitário em fase inicial de implementação..... | 78 |

| | |
|--|-----|
| Figura 28 - Foto panorâmica do Residencial Portal Universitário com a presença de muros ao redor da área. (lado esquerdo Residencial Cidade Universitária) | 78 |
| Figura 29 – Mapa hidrográfico da bacia do córrego do Pântano..... | 83 |
| Figura 30 – Nascentes da bacia do córrego do Pântano inseridas na mancha urbana de Alfenas..... | 84 |
| Figura 31 – Canal hídrico do córrego Boa Esperança retificado..... | 84 |
| Figura 32 – Canal hídrico do canal principal do córrego do Pântano retificado..... | 84 |
| Figura 33 - Oscilação do nível do Reservatório de Furnas (2008 e 2015) | 86 |
| Figura 34 – Mapa litológico da bacia do córrego do Pântano..... | 87 |
| Figura 35 – Mapa pedológico da bacia do córrego do Pântano..... | 88 |
| Figura 36 – Mapa de classificação dos solos da sub-bacia do córrego do Boa Esperança (Cemitério)..... | 89 |
| Figura 37 – Mapa altimétrico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano..... | 90 |
| Figura 38 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego do Pântano..... | 91 |
| Figura 39 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2016..... | 94 |
| Figura 40 – Uso e cobertura terra para os loteamentos Alto da Boa Vista e Jardim Olímpia em 2016..... | 96 |
| Figura 41 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2021..... | 97 |
| Figura 42 - Evolução das matas ciliares na bacia do córrego do Pântano 2016 e 2021..... | 99 |
| Figura 43 – Uso e cobertura da terra para os loteamentos Residencial Júlio Alves e Portal Universitário 2021..... | 100 |
| Figura 44 – Cultivos agrícolas de pequeno porte na região centro-sul da bacia do córrego do Pântano..... | 101 |
| Figura 45 - Proposta de sobreposição de dados..... | 102 |
| Figura 46 – Mapa de características físico-naturais bacia do córrego do Pântano..... | 104 |
| Figura 47 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2021..... | 105 |
| Figura 48 - Zoneamento da fragilidade da bacia hidrográfica do córrego do Pântano..... | 107 |
| Figura 49 – Sulcos registrados em área de APP no bairro Residencial Oliveira..... | 108 |
| Figura 50 – Sulcos registrados em área urbana no bairro Residencial Oliveira..... | 109 |
| Figura 51 – Registro de enchente no bairro Jardim Boa Esperança..... | 110 |
| Figura 52 - Canal hídrico do córrego Boa Esperança retificado..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| Figura 53 – Rompimento de sistema de drenagem no bairro Vila Betânia..... | 111 |
| Figura 54 – Declive associado a rua Cristina Mendes no bairro Vila Betânia..... | 112 |
| Figura 55 – Mapa de declividade associado aos novos loteamentos..... | 113 |
| Figura 56 – Classes de fragilidade do Residencial Nova Alfenas e Dona Anita..... | 115 |
| Figura 57 –Escoamento superficial e processos erosivos no Residencial Dona Anita..... | 116 |
| Figura 58 - Depósitos tecnogênicos e depósitos de materiais mistos no Residencial Dona Anita..... | 116 |
| Figura 59– Classes de fragilidade do Jardim Olímpia e Residencial Júlio Alves..... | 118 |
| Figura 60 – Depósitos de materiais mistos e lixo no Jardim Olímpia..... | 119 |
| Figura 61 – Depósitos tecnogênicos em lote vazio no Jardim Olímpia..... | 120 |
| Figura 62 – Depósitos de materiais mistos no loteamento Júlio Alves..... | 121 |
| Figura 63 – Classes de fragilidade do Residencial Tupã e Residencial Cândido Alves..... | 122 |
| Figura 64 – Depósitos tecnogênicos em lote vazio no Residencial Cândido Alves..... | 123 |
| Figura 65– Depósitos de materiais mistos no Residencial Cândido Alves..... | 123 |
| Figura 66 – Processo a erosivo em área de preservação permanente no Residencial Candido Alves..... | 124 |
| Figura 67 – Classes de fragilidade do Residencial Alto da Boa Vista e Portal Universitário | 125 |
| Figura 68 – Depósitos tecnogênicos em área de preservação permanente no Residencial Alto da Boa Vista..... | 126 |
| Figura 69 - Classes de fragilidade do Residencial Cidade Universitária e Residencial Porto Seguro..... | 127 |
| Figura 70 – Impactos registrados na bacia do córrego do Pântano frente a expansão urbana..... | 129 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| Tabela 1 – Dinâmica populacional do município de Alfenas 1940 a 2021..... | 44 |
| Tabela 2 - Valores de interpretação do Índice Kappa..... | 51 |
| Tabela 3 - Intervalos das classes de declividade | 52 |
| Tabela 4 - Caracterização dos loteamentos na bacia do córrego do Pântano de 2010 a 2021.. | 79 |
| Tabela 5 - Classificação de densidade de drenagem..... | 85 |
| Tabela 6 - Classe de declividade por situada por área na bacia..... | 93 |
| Tabela 7 – Dinâmica do uso da terra na bacia do córrego do Pântano 2016 e 2021..... | 98 |
| Tabela 8 - Pesos e notas das variáveis para sobreposição de dados..... | 103 |
| Tabela 9 - Pesos e notas das variáveis para sobreposição de dados (parte 2) | 106 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Crescimento demográfico do município de Alfenas/MG – 1940 a 2021 | 54 |
| Gráfico 2 - Expansão da mancha urbana de Alfenas/MG – 1985 a 2020..... | 56 |
| Gráfico 3 - Expansão da mancha urbana na bacia hidrográfica do córrego do Pântano – 1985 a 2020..... | 58 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| UNIFAL | Universidade Federal de Alfenas |
| SVM | <i>Support Vector Machine</i> |
| MVG | Maxima Verossimilhança Gaussiana |
| MDT | Modelo Digital de Terreno |
| ERSI | <i>Environment Rating Scales Institute</i> |
| APP | Área de preservação Permanente |
| APPs | Áreas de preservação Permanente |
| MSI | MultiSpectral Instrument |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|----------|----------|
| Σ | Soma |
| ® | Registro |

SUMÁRIO

| | | |
|----------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 18 |
| 2 | OBJETIVOS..... | 19 |
| 2.1 | Objetivo Geral..... | 19 |
| 2.2 | Objetivos Específicos..... | 19 |
| 3 | JUSTIFICATIVA | 19 |
| 4 | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 23 |
| 4.1 | O conceito de paisagem aplicado aos estudos geográficos..... | 23 |
| 4.2 | A produção do espaço urbano | 28 |
| 4.3 | Análise da fragilidade de ambientes..... | 34 |
| 5 | LOCALIZAÇÃO E CARCTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 43 |
| 6 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 47 |
| 7 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 53 |
| 7.1 | O avanço urbano na bacia hidrográfica do córrego do Pântano..... | 53 |
| 7.1.1 | Loteamentos criados no período de 2010 a 2016..... | 61 |
| 7.1.1.1 | Residencial Vila Porto Seguro..... | 61 |
| 7.1.1.2 | Residencial Cidade Unversitária..... | 63 |
| 7.1.1.3 | Residencial Júlio Alves..... | 65 |
| 7.1.1.4 | Residencial Alto da Boa Vista..... | 66 |
| 7.1.1.5 | Jardim Olímpia..... | 68 |
| 7.1.2 | Loteamentos criados no período de 2016 a 2021..... | 69 |
| 7.1.2.1 | Residencial Tupã..... | 70 |
| 7.1.2.2 | Jardim Nova Alfenas..... | 71 |
| 7.1.2.3 | Residencial Dona Anita..... | 73 |
| 7.1.2.4 | Residencial Cândido Alves..... | 76 |
| 7.1.2.5 | Residencial Portal Universitário..... | 77 |
| 7.1.3 | Síntese da caracterização dos loteamentos..... | 79 |
| 7.1.3.1 | Base de dados espaciais da bacia hidrográfica do córrego do Pântano. | 82 |
| 7.1.3.2 | Hidrografia..... | 82 |
| 7.1.3.3 | Litologia..... | 86 |
| 7.1.3.4 | Pedologia..... | 88 |
| 7.1.3.5 | Altimetria..... | 89 |

| | | |
|----------------|--|------------|
| 7.1.3.6 | Declividade..... | 91 |
| 7.2 | Uso e cobertura da terra..... | 93 |
| 7.2.1 | Uso e cobertura da terra do ano de 2016..... | 93 |
| 7.2.2 | Uso e cobertura da terra do ano de 2021..... | 97 |
| 7.3 | Zoneamento da fragilidade do meio físico..... | 102 |
| 7.3.1 | Fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano..... | 108 |
| 7.3.1.1 | Fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano em função da expansão urbana dos novos loteamentos..... | 114 |
| 7.3.1.2 | Residencial Nova Alfenas e Residencial Dona Anita..... | 114 |
| 7.3.1.3 | Jardim Olímpia e Júlio Alves..... | 117 |
| 7.3.1.4 | Residencial Tupã e Residencial Cândido Alves..... | 121 |
| 7.3.1.5 | Residencial Alto da Boa Vista e Residencial Portal Universitário..... | 125 |
| 7.3.1.6 | Residencial Cidade Universitária e Residencial Porto Seguro..... | 127 |
| 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 129 |
| | REFERÊNCIAS..... | 131 |

1. INTRODUÇÃO

Ao longo da história, foi possível constatar que a gênese e estruturação das cidades se estabelece sobre um grande suporte ambiental, a chamada bacia hidrográfica. Esse suporte, oferece das mais variadas funções físico-ambientais e possui características particulares que variam de região para região, que devem ser levadas em consideração no momento da tomada de decisões.

No contexto brasileiro, a estruturação das cidades seguiu o mesmo princípio, contudo, ocorreu de forma desordenada em suas bacias hidrográficas. A ausência de um planejamento urbano eficaz e sustentável que levasse em consideração as dinâmicas sociais, econômicas e ambientais, fez com que diversificados problemas viessem à tona nas cidades brasileiras, problemas que, atingiram e ainda atingem os elementos mais básicos de uma cidade, como moradia, infraestrutura, saneamento e ambiente. A alteração desses fatores, sem planejamento, refletiu e reflete na vida da população brasileira, que tiveram e ainda possuem os seus fatores sociais e econômicos modificados pelo mal planejamento urbano, alterando as dinâmicas naturais das bacias hidrográficas brasileiras.

A expansão urbana, nesse contexto, se torna um dos fatores de maior peso que contribui para a mudança da dinâmica ambiental das bacias hidrográficas. Acarretada de agentes produtores do espaço e influenciados por diversos fatores externos, a expansão urbana com caráter especulativo, é capaz de gerar sérios problemas ao ambiente desde o momento inicial de sua concretização. Ademais, um planejamento mal elaborado para uma determinada cidade, ou até mesmo para novos bairros pode contribuir para a geração de variados problemas na dinâmica socioambiental local. Em vista disso, vale ressaltar a importância da interdisciplinaridade no momento de construir qualquer projeto de planejamento urbano dentro de uma bacia hidrográfica, este deve levar em consideração não só os fatores políticos e econômicos, mas as diversificadas dinâmicas presentes nesse suporte ambiental, como as dinâmicas ambientais e sociais.

As bacias hidrográficas tendem a ser modificadas sobretudo em função de seu suporte para a estruturação das cidades. Essas modificações, sem um planejamento adequado que, considere as características particulares de cada bacia, têm se tornado cada vez mais frequentes. Os resultados são alterações, muita das vezes profundas, na dinâmica natural das bacias hidrográficas tornando-as mais frágeis a diversos fatores, a exemplo o fator de expansão urbana, que pode contribuir com o surgimento de inúmeros problemas ambientais que refletem negativamente nas esferas sociais e econômicas da

determinada bacia.

Mediante a perspectiva apresentada, o presente trabalho buscou compreender como o processo de avanço urbano, mais precisamente no período de 2015 a 2021, condicionou a fragilidade na bacia hidrográfica do córrego do Pântano na cidade de Alfenas/MG, com o intuito de expor os problemas, impactos negativos e suas respectivas alterações na dinâmica natural da bacia. Além disso, esse estudo visou também apresentar uma proposta de zoneamento da fragilidade ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano frente à expansão urbana.

Assim, o fundamento desse trabalho conflui com a atual situação da bacia, já que a mesma tem demonstrado situações semelhantes às apresentadas neste tópico introdutório. Portanto, espera-se que esse estudo possa contribuir com a comunidade acadêmica bem como auxiliar na tomada de decisões eficazes e conscientes no gerenciamento do poder público no que diz respeito à área de estudo.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar o Zoneamento da Fragilidade Ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano no município de Alfenas/MG, associando-o ao avanço urbano e seus respectivos impactos ao ambiente.

2.2 Objetivos específicos

- Confeccionar a base cartográfica da bacia do córrego Pântano;
- Compreender a expansão dos loteamentos urbanos na bacia hidrográfica do córrego do Pântano;
- Elaborar a proposta de Zoneamento da Fragilidade do Meio Físico, levando em consideração os impactos gerados pela expansão urbana.
- Subsidiar o resultado desse estudo com os setores ou órgãos de gestão, Planejamento Estratégico e a própria Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Alfenas.

3. JUSTIFICATIVA

O relevo é um dos principais componentes do Espaço Geográfico e, sobre essa perspectiva, Casseti (2005) o considera como suporte à vivência do ser humano, refletindo as interações do homem com o meio natural e, como sociedade. Nesse sentido, o relevo é responsável também por dar suporte a configuração espacial das

bacias hidrográficas que são unidades físicas com limites delimitados, que se estendem por diversificadas escalas espaciais (TUNDISI, 2003).

Peixoto e Silveira (2017) mencionam que as bacias hidrográficas são associadas com frequência a estudos ambientais urbanos e consideradas, na perspectiva geográfica, como uma unidade espacial de investigação e intervenção hidroambiental, devendo abranger a condição de “natureza transformada”, quando se tratando de um ambiente já modificado, diferente de sua dinâmica original. Sendo assim, a transformação das bacias hidrográficas é, em parte, resultado da instalação, crescimento e desenvolvimento das cidades que, constroem seu espaço urbano em sistemas hídricos e, à medida que seu processo de urbanização se concretiza, é possível visualizar diversificados processos de ocupação e uso do solo, estabelecendo uma estrutura urbana complexa com comportamento passível de vários impactos tanto ambientais, como também, socioeconômicos.

O processo de urbanização e seus derivados são responsáveis pela geração de impactos ambientais em suas diversas esferas. Silva et al. (2016) afirmam que a urbanização afeta áreas que têm a função de dar suporte ao equilíbrio e à preservação ambiental, como é o caso das zonas ripárias que, à medida que são pressionadas e ocupadas de forma desordenada sem planejamento adequado, sofrem com o surgimento de problemas ambientais urbanos como inundações, despejo de efluentes domésticos nos corpos hídricos, proliferação de doenças de veiculação hídrica, movimentos de massa, aumento do escoamento superficial, lixo dentre outros (SILVA et al., 2016). Bastos et al. (2018) ainda complementa mencionando que em áreas urbanizadas a “saúde” dos rios é comprometida pela poluição, de forma direta ou indireta, a partir do despejo de resíduos fecais *in natura*, através das vias de esgoto doméstico dentre outros.

Santos et al. (2017) por outro lado, afirmam que as sobrecargas no sistema de drenagem urbano são decorrentes do aumento da impermeabilização do solo, onde o processo de impermeabilização é ocasionado pela criação de pavimentos impermeáveis, levando à diminuição da infiltração da água e aumentando o volume e a velocidade do escoamento sobre a superfície. Alves e Ferreira (2016) ainda enfatizam que um dos principais fatores que contribuem para a alteração da dinâmica e equilíbrio dos sistemas hídricos é a sua má gestão, tanto dos solos urbanos como também os rurais. Dessa forma, a ausência e/ou má gestão das bacias hidrográficas urbano-rurais podem gerar sérias complicações ao meio físico, como também alterar negativamente a qualidade de vida da população residente nas mesmas.

A urbanização, portanto, proporciona intensas modificações no espaço e, como componente básico para instalação e expansão, as bacias hidrográficas sofrem diretamente os impactos da ocupação humana, podendo ter consequências a níveis expressivos. Nesse sentido, Marcus e Datwyler (1972) apud Nucci (2011) mencionam que as cidades tendem a crescer mais do que a capacidade natural de suporte das bacias hidrográficas, ocasionando sérias consequências à qualidade do ecossistema urbano. Por outro lado, Nucci (op. cit.) diz que quando a capacidade natural de suporte é estudada com antecedência, melhores resultados no planejamento do ambiente urbano são esperados.

Além disso, o processo de urbanização acontece em partes em função da ação dos agentes produtores e consumidores do espaço e, enquadra-se nesse contexto a cidade de Alfenas, localizada no Sul de Minas Gerais, onde seu crescimento se deu principalmente a partir de atividades agrícolas regionais, das quais utilizaram para se desenvolverem, os recursos provenientes de diferentes bacias hidrográficas da região.

A ocupação da área urbana de Alfenas orientou-se de acordo com os córregos da cidade. Primeiramente, foram ocupados os interflúvios arredondados e, posteriormente, as áreas de vertentes colinosas e de planície (OLIVEIRA, 2014). Dessa forma, a chegada de infraestrutura como ruas e avenidas pavimentadas, disponibilidade de energia e água contribuíram para a criação de novos parcelamentos do solo (bairros, condomínios e loteamentos) na cidade.

Em tempos mais recentes, a expansão urbana alfenense ainda está em um processo ativo, visto que, entre o período de 2010 a 2016 foram criados 16 empreendimentos imobiliários no espaço urbano do município, ocasionados principalmente pelo incremento populacional, dando destaque aos investimentos em crédito para a casa própria (RIBEIRO, 2019).

À vista disso, as bacias urbanas de Alfenas tiveram suas estruturas e dinâmicas naturais modificadas por este recente ciclo de expansão urbana que, conseqüentemente, acarretou o aumento de sua vulnerabilidade em relação à atividade humana bem como em relação à fenômenos naturais.

Nesse sentido, a bacia hidrográfica do córrego do Pântano enquadra nesse contexto de modificações, esta demonstra intensas modificações implantadas em função da expansão urbana, onde encontra-se atualmente em uma situação ambiental comprometida. Viana (2017) menciona problemas como assoreamento de parte dos canais fluviais, ausência de mata ciliar, a presença de depósitos antropogênicos, bem

como processos erosivos.

Uma das preocupações presentes na bacia é a fragmentação das Áreas de Preservação Permanente próximas aos bairros e novos loteamentos. De acordo com o Brasil (2012) as Áreas de Preservação Permanente têm a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade do embasamento geológico bem como a biodiversidade, assegurando também o bem-estar da sociedade. Sendo assim, a retirada da vegetação compromete o sistema hídrico, pois pode causar um aumento dos picos e volumes de escoamento de água da drenagem urbana e, conseqüentemente, irá influenciar a erosão do solo (FAVERI; PEREIRA 2014).

A bacia hidrográfica do córrego do Pântano já é ocupada com áreas urbanas consolidadas, com a presença do Distrito Industrial e os bairros residenciais adjacentes. A expansão dos loteamentos na bacia hidrográfica do córrego do Pântano, acontece principalmente no médio e baixo curso, justamente porque nesses setores ainda existem vazios urbanos que podem estar associados aos agentes da especulação imobiliária.

Outra questão que pode ser observada é que, as novas parcelas de solo, sobretudo as iniciadas a partir de 2010 têm alterado de maneira considerável a dinâmica natural da paisagem da bacia. Mudanças nos componentes originais relevo, como por exemplo, a alteração das vertentes com cortes de talude, retirada de vegetação, impermeabilização do solo através da pavimentação asfáltica, fazem com que a dinâmica natural de infiltração da água seja alterada, resultando em impactos no sistema hidrográfico.

Menezes (2010) aponta a situação que, caso o solo esteja desprovido da cobertura vegetal a taxa de infiltração diminui e, conseqüentemente, o escoamento superficial aumenta. Tal situação de impermeabilização do solo segundo Justino et al. (2011), é consequência direta do processo de urbanização e gera alterações consideráveis no solo modificando a dinâmica hídrica da bacia.

No caso da área de estudo em questão, Pisani (2018) enfatiza que eventos de enchente na área do córrego do Pântano se dão em função do aumento das áreas impermeabilizadas, essas porventura são produtos dos processos de pavimentação. O que agrava a situação é que, em algumas planícies de inundação da bacia do córrego do Pântano existe algum tipo de ocupação próxima aos canais fluviais. Esse é o caso do córrego do Boa Esperança (Cemitério), afluente do córrego do Pântano, que segundo Oliveira (2014), possui em seu fundo de vale ocupado para a criação de animais, além

de haver moradias, bairros residenciais loteamentos em áreas próximas ao curso d'água.

Portanto, tendo em vista a situação da bacia hidrográfica do córrego do Pântano supramencionada, é de fundamental importância a realização do estudo de zoneamento de fragilidade do meio físico, primeiramente para melhor compreender os impactos causados pela expansão urbana na bacia, bem como para contribuir com pesquisas acadêmicas sobre a cidade de Alfenas.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O conceito de paisagem aplicado aos estudos geográficos

A ciência geográfica expressa ênfase em analisar a relação do homem com a natureza e como essa relação modifica o espaço. Assim, a relação entre sociedade e natureza pode ser compreendida a partir do objeto de estudo da ciência geográfica, o espaço geográfico.

O espaço geográfico apresenta variadas interpretações como menciona Suertegaray (2003), passando por diferentes estruturações ao longo da história da geografia. Consolidando definições mais próximas entre si, temos em tempos mais recentes a definição de Milton Santos (1997) apud Suertegaray (op. cit.) que conceitua o espaço geográfico como:

Um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único na qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e depois cibernéticos fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina (SANTOS, 1997, p.39).

Esse sistema de ações que ocorre no espaço geográfico é complexo e trabalha de forma ampla e conjunta, passíveis de contradições. Nesse sentido, Suertegaray (op. cit.) menciona que os eventos ocorrentes no espaço geográfico representam sobretudo todas as dimensões da vida, desde a sobrevivência como seres humanos, passando pelas dimensões econômicas, políticas, culturais e religiosas, bem como nas esferas das diferenças étnicas.

Conforme Suertegaray (2003), o espaço geográfico pode ser lido através de diferentes categorias de análise, tais como, território, lugar, região e paisagem. Segundo a autora, cada um desses elementos constitui-se como um filtro que dá a devida ênfase ao que determinada categoria indica, tornando-se uma dimensão no espaço, sobretudo não

excluindo as determinações expressas em uns e em outros, ou seja, mesmo sendo dimensões diferentes no espaço essas categorias comunicam entre si.

Nesse sentido, o conceito de espaço geográfico abrange várias esferas e é estruturado por elementos de fundamental importância como menciona Santos (2008) apud Ferretti (2014). Nas palavras do autor, esses elementos do espaço são:

Os homens – seja como fornecedores de trabalho, ou candidatos ao trabalho – aposentados ou jovens atuam mais como consumidores no processo, mas também atuam modificando e alterando as formas do trabalho:

- As firmas – produzem os bens, serviços e ideias;
- As Instituições – produzem as normas, ordens e legitimações;
- O meio ecológico – é o conjunto de complexos territoriais que constituem a base física do trabalho humano;
- As infraestruturas – trabalho humano materializado e geografizado na forma de casas, plantações, caminhos etc. (FERRETTI, 2014, p.266-267).

Tomando como base essa perspectiva, pode-se considerar que existe uma mútua relação entre sociedade e natureza expressa no conceito de espaço geográfico, assim como afirma Suertegaray (op. cit.), quando adota a definição de espaço geográfico feita por Milton Santos (1997). A relação entre o homem e natureza, resulta na modificação do espaço e do ser humano quando, o homem como ser natural promove variadas transformações sobre a base física da natureza, bem como modifica a natureza presente psicologicamente no ser humano (SUERTEGARAY, 2003).

É no espaço geográfico que ocorre as diferentes interações entre o homem e natureza, onde o homem dominador dos elementos do espaço, citado por Santos (2008) apud Ferretti (2014), promove modificações na natureza a fim de encontrar base para suas necessidades enquanto sociedade.

A definição desse objeto de estudo, bem como o entendimento de sua abrangência como tal, fez com que a geografia passasse por transformações estruturais enquanto ciência. Essas transformações, segundo Ferretti (2014) contribuíram para que a geografia pudesse ter um melhor entendimento das relações entre sociedade e natureza, recorrendo também ao uso de conhecimentos de outras ciências tendo assim, a construção de uma ciência interdisciplinar.

Nesse sentido, devido a amplitude que o conceito de espaço geográfico alcança no que tange à complexidade do mundo contemporâneo, faz-se necessário uma subdivisão em categorias de análise. Portanto, a categoria de análise que mais se aproxima do enfoque epistemológico deste trabalho é a de paisagem.

A definição do conceito de paisagem possui várias alas e interpretações, no caso do presente trabalho, a definição que melhor se adequa ao tema proposto, segue o que escreveu Rodriguez et al. (2017) onde aborda o conceito de paisagem como formação antrópica e natural.

Segundo os autores, essa definição é mais abordada atualmente em estudos nos campos das ciências geográficas e biológicas, onde levam em consideração que as modificações nas paisagens originais são resultantes da composição de elementos naturais e antrópicos que, a partir de interações entre si, formam as diferentes paisagens no espaço. Nas palavras de Rodriguez et al.:

Paisagem como formação antro-po-natural consistindo num sistema territorial composto por elementos naturais e antro-po-tecnogênicos condicionados socialmente, que modificam ou transformam as propriedades das paisagens naturais originais. Forma-se, ainda, por complexos ou paisagens de nível taxonômico inferior. De tal maneira, considera-se a formação de paisagens naturais, antro-po-naturais e antrópicas, e que se conhece também como paisagens atuais ou contemporâneas (et.al. 2017, p.15).

O conceito de paisagem teve sua eminência na geografia no final do século XIX e início do século XX tendo enfoque, sobretudo, em estudos da dinâmica da natureza na da ciência geográfica. De acordo com Ferretti (2014), o conceito de paisagem para os geógrafos se tratava de uma expressão clara, materializada nas relações da sociedade com a natureza inseridos em um espaço localizado. Assim, a relação entre o homem e a natureza é capaz de produzir variados processos de transformação no espaço, bem como sua organização e reorganização.

Dessa forma, Mendes (2010) apud Silva (2016), menciona que a paisagem reflete justamente essas relações e reorganizações no espaço, causadas através das interações entre a sociedade e a natureza, sendo estabelecidas em diferentes épocas e que podem ser visualizadas por intermédio da paisagem construída ou aquela modificada. A paisagem construída reserva as características da sociedade que a criou, possuem o tempo histórico materializado interveniente de processos atuais (SILVA, 2016).

Se por um lado essa paisagem é estabelecida, muita das vezes de forma física, através das relações entre homem e natureza, por outro lado, é possível então que essa mesma paisagem seja visualizada no espaço geográfico. Nesse sentido, na conceituação clássica de Milton Santos, a paisagem “(..) é tudo aquilo que nós vemos, o que nossa visão alcança, é a paisagem. Esta pode ser definida como o domínio do visível, aquilo

que a vista alcança. Não é apenas formada de volumes, mas também de cores, movimentos, atores, sons, etc.” (SANTOS, 1988 apud POZZO; VIDAL, 2010).

Contudo, vale ressaltar que, além da possibilidade de se observar a paisagem em sua distribuição espacial, como menciona Milton Santos, entende-se que ela não é um produto estático no espaço geográfico.

Em face das modificações que o espaço geográfico sofre, a fim de gerar diferentes formas de paisagens, pode-se ter o entendimento de que é possível ter a existência de dois tipos de paisagem e que cabe aqui abordá-las.

Santos (1988) considera que a paisagem pode se encontrar de duas formas diferentes, a paisagem natural e a paisagem artificial. Segundo o autor, a paisagem natural é aquela que ainda não foi modificada pela ação humana e ainda preserva suas características da gênese. Por outro lado, a paisagem artificial é aquela que foi transformada pelas forças produtivas, bem como pela relação entre o homem e o meio.

Sendo assim, quando se compreende que a paisagem sofre modificações, que altera suas características, estabelece-se a mudança de paisagem natural à paisagem artificial, atribuindo-se à mesma, um caráter dinâmico já que ela se modifica em função do tempo, bem como, do aprimoramento e avanço das técnicas, da ciência e da informação. Nesse sentido, Milton Santos (1997) afirma que:

A paisagem nada tem de fixo, de imóvel. Cada vez que a sociedade passa por um processo de mudança, a economia, as relações sociais e políticas também mudam, em ritmos e intensidades variados. A mesma coisa acontece em relação ao espaço e à paisagem que se transforma para se adaptar às novas necessidades da sociedade (SANTOS, 1997, p. 37).

Nessa perspectiva, Vitte (2007) entende que a paisagem é um produto do imaginário social e que esse possui o atributo de transformar culturalmente a natureza. Segundo Vitte (op. cit.) é agregado a estrutura e os elementos da paisagem ao território, através das diversas técnicas e sistemas, de forma a construir representações sociais no espaço. Portanto, em conformidade com este entendimento a paisagem se torna um resultado social, modificada de acordo com a dinâmica de uma determinada sociedade, sobre a já existente dinâmica dos elementos naturais que a compõem.

A dinamicidade da paisagem é expressa também por Bertrand (1968) apud Suertegaray (2001), quando menciona que a paisagem é composta de elementos físicos, biológicos e antrópicos e que estes interagem dialeticamente uns sobre os outros, resultando em um conjunto único e indissociável que em sua natureza está em processo

constante de evolução.

Se tratando especificamente dos elementos físicos, Bertrand (1968) apud Cassetti (1991) estabelece uma categorização dos elementos básicos que compõem uma paisagem. Segundo o autor, os elementos podem ser classificados em dois conceitos, “*potencial ecológico*” estruturado por litosfera, atmosfera e hidrosfera (relevo, clima e hidrologia) e a “*exploração biológica*” estruturada pela biosfera (vegetação, solo e fauna).

A interação entre o potencial ecológico e a exploração biológica, apresentados por Bertrand (1968) apud Cassetti (1991), resulta em um equilíbrio, caracterizado pelo autor como “*equilíbrio climático*”. Entende-se aqui que, a paisagem se estrutura em um compilado de elementos que interagem entre si, de forma a buscar em seu processo dinâmico um ponto de equilíbrio entre seus elementos, onde esse equilíbrio por sua vez não é algo estático, mas possui sua dinamicidade.

Contudo, estes elementos além de estarem inseridos num constante processo evolutivo natural, são constantemente modificados pela ação do homem que, intensifica a cada dia as características e dinamicidade dos meios ambientes. Dessa forma, o equilíbrio climático, muitas das vezes, tem sua estrutura rompida pela intervenção antrópica, de modo a interferir na dinâmica dos elementos da “exploração biológica”, isso acontece, por exemplo, quando existe a prática da retirada de vegetação para o desenvolvimento de uma determinada intervenção (CASSETTI, 1991).

É também a partir dos elementos relevo, clima, hidrologia, vegetação e solo que se tem a estruturação da chamada fisiologia da paisagem proposta por Ab’Saber (1969), uma outra abordagem analítica da paisagem. Para o autor, a “fisiologia da paisagem” é tratada como o terceiro nível de abordagem de uma geomorfologia voltada a estudos sobre o quaternário no território intertropical brasileiro. A fisiologia da paisagem é concebida por Ab’Saber (1969) como uma expressão que caracteriza o funcionamento atual e global de uma determinada paisagem, ou seja, corresponde aos processos, sobretudo atuais, que são responsáveis pela morfodinâmica das vertentes.

Por outro lado, Ab’Saber (op. cit.) evidencia que, essa constante mudança nas formas não ocorre somente no âmbito da dinâmica natural dos elementos que compõem uma determinada paisagem. Segundo o autor, as formas podem sofrer, mesmo que de magnitude menor, interferências e variações a partir do momento em que se tem o desenvolvimento de alguma atividade humana em determinada paisagem, “evidentemente, variações sutis de fisiologia podem ser determinadas por ações

antrópicas predatórias, as quais na maior parte dos casos são irreversíveis em relação ao “metabolismo” primário do meio natural” (AB’SABER, 1969, p. 2).

Já Tricart (1977) trabalha as modificações da paisagem a partir da ecodinâmica dos meios. O autor entende que a ecodinâmica serve como um modelo de avaliação integrada das unidades territoriais e que leva em consideração, sobretudo, o processo pedogenético e morfogenético. Nesse sentido, Tricart (op. cit.) trabalha sua análise da paisagem a partir de três tipos de meios morfodinâmicos, de acordo com o autor, estes meios morfodinâmicos são classificados de acordo com os processos atuais ocorrentes na paisagem. São eles, os meios estáveis, os meios *intergrades* e os meios instáveis.

Nesse sentido, Tricart (op. cit.) entende que os ambientes onde se tem o domínio dos processos morfogenéticos são considerados como meios instáveis já que, os processos morfodinâmicos ocorrem com frequência, fazendo com que a mudança da paisagem seja mais evidente a médio e curto prazo. Por outro lado, nos ambientes em que o predomínio é atribuído aos processos pedogenéticos – aqueles que ocorrem no processo de formação do solo – o autor supramencionado, os considera como meios estáveis, pois a atividade dos processos morfodinâmicos ocorre de forma lenta, tendo suas alterações perceptíveis, sobretudo por meio de equipamentos específicos de análise. Já os meios *intergrades*, são classificados quando existe uma transição entre os meios estáveis e instáveis, de modo a considerar a intensidade dos processos morfodinâmicos ocorrentes em cada meio.

A análise da dinâmica da paisagem pela perspectiva geográfica com base nos autores supramencionados, considera importante investigar de forma ampla os variados processos que modificam a paisagem. Assim, entende-se aqui a importância de trabalhar a dinâmica da paisagem de modo a considerar os processos morfodinâmicos que ocorrem sobre a forma e estrutura da paisagem como trabalha Tricart (1977) e Ab’Saber (1969), sejam eles processos naturais, que buscam um equilíbrio nos ambientes, assim como propôs Bertrand (1968) apud Suetegaray (2001), ou processos ocasionados pela atividade antrópica como também apresentam Caseti (1991) e Vitte (2007), que ocorrem de modo a satisfazer as demandas e as culturas do cotidiano humano.

4.2 A produção do espaço urbano

A natureza do homem requer a ocupação de um lugar no espaço, de acordo com Pereira (2001), a fim de manter a sua sobrevivência suprindo suas necessidades como ser vivo e indivíduo social. Nesse sentido, pode-se atribuir ao homem a realização do

processo de produção do espaço, pois este faz parte inerente do cotidiano humano e está enraizado em sua natureza, transformando o lugar em um momento na história (PEREIRA, 2001).

Conforme Lefebvre (1976) apud Antônio e Gomes (2008), o espaço tem como premissa exercer uma função e/ou papel determinante na estruturação de uma totalidade, de uma lógica ou de um determinado sistema. De acordo com o autor, a produção do espaço é considerada como peça primordial na construção e reprodução das relações sociais e seus derivados.

Nesse sentido, Antônio e Gomes (2008) mencionam que o processo de produção do espaço está diretamente ligado à posse da terra, bem como na interação com a sociedade e o capital. Segundo os autores, é a partir dessa relação que se tem a construção de uma base material capaz de condicionar a estruturação e reprodução das relações sociais e culturais.

Em sua natureza, o espaço urbano é composto por ações da sociedade sobre o meio. Essas ações são capazes de produzir, reproduzir e modificar esse espaço de diferentes maneiras à medida das demandas da sociedade. Segundo Corrêa (2004), o espaço de uma cidade capitalista se estrutura em um conjunto de diferentes usos da terra urbana. Sendo assim, são esses complexos e diferentes usos da terra, produzidos pela interação sociedade e natureza (meio), que dão forma a organização espacial de uma cidade e seu derivado espaço urbano.

Segundo Corrêa (op. cit.), essa complexidade torna o espaço urbano algo fragmentado, porém algo articulado. De acordo com o autor, isso é consequência de ações acumuladas ao longo do tempo, ações essas criadas por agentes produtores e consumidores do espaço. Os agentes do espaço urbano são responsáveis por produzir variados usos do espaço urbano, tais como o centro da cidade, áreas industriais, o local de concentração de atividades comerciais, os bairros residenciais, os bairros populares, condomínios particulares e as periferias. São esses agentes, que irão estabelecer determinado tipo de espacialização, ou seja, um conjunto de espaços diferentes na forma e no conteúdo socioeconômico. No entanto, por mais fragmentadas que sejam essas áreas, cada uma delas mantém interações espaciais entre si, com intensidades variadas e diferentes.

Conforme menciona Corrêa (2004), existe um complexo processo de reorganização do espaço, em virtude da criação e modificação da terra urbana, produzido justamente pelas ações exercidas pelos produtores e consumidores do espaço

(agentes sociais), nas palavras do autor:

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, realocação diferenciada da infraestrutura e mudança, coercitiva ou não, do conteúdo social ou econômico de determinadas áreas da cidade (CORRÊA, 2004. p. 11).

São essas ações oriundas dos agentes sociais sobre o meio, que contribuem para que o espaço urbano seja um ambiente de complexidades, uma vez que, estas ações produzem, ampliam, modificam, organizam e estabelecem interações entre as diferentes áreas do espaço urbano continuamente.

Mas quem são de fato esses agentes produtores? E de que forma eles se comportam na dinâmica da produção espaço urbano?

Conforme Harvey (1980) apud Santos (2009) existem diversos agentes no mercado da produção do espaço urbano, onde cada grupo de agentes tem uma forma distinta de determinar o valor de uso e troca de determinada parcela do espaço urbano. Para o autor supramencionado, os principais grupos de agentes produtores do espaço são: os usuários de moradia; os corretores de imóveis; os proprietários; os incorporadores e construtores; as instituições financeiras; e as instituições governamentais.

Por outro lado, Corrêa (2004) também apresenta os agentes, contudo difere, em alguns, quando se comparado com Harvey (1980). Para Corrêa (op. cit.) os agentes produtores do espaço urbano são:

a) os proprietários dos meios de produção, sobretudo os grandes industriais ligados a indústria da construção civil; b) os proprietários fundiários; c) os promotores imobiliários; d) o Estado; e) os grupos sociais excluídos (CORRÊA, 2004. p. 12).

O primeiro grupo de agentes produtores do espaço urbano categorizado por Corrêa (2004), e cabe aqui colocá-los de forma sucinta, são os *proprietários dos meios de produção* atribuídos por ele como os “*grandes consumidores de espaço*”. De acordo com autor, esse grupo necessita de grandes espaços (terrenos) de preferência com baixos valores e que trabalham juntamente para que os mesmos possam desenvolver suas atividades, sendo interessante também que, os locais possuam ampla acessibilidade.

Corrêa (2004) atribui a esse grupo uma relação complexa com a terra urbana onde a especulação fundiária gera duplo papel na atividade dos *proprietários dos meios*

de produção onde, de um lado se tem um baixo custo na compra da terra já que esse grupo busca terras amplas e baratas, mas por outro lado, se tem o aumento do preço dos imóveis e, conseqüentemente, o aumento do preço da terra. Para o autor não é a intenção dos *proprietários dos meios de produção* praticar a especulação sobre as terras, mas interessa aos *proprietários fundiários* onde a retenção de terras, cria uma escassez de oferta e o aumento de seu preço, possibilitando-lhes ampliar a renda sobre a terra (CORRÊA, 2004).

Outro grupo de agentes apresentados por Corrêa (op. cit.) são os *proprietários fundiários* que, produzem o espaço urbano através da conversão, ou seja, transformam a terra rural, da qual são proprietários, em terra urbana fazendo com que a haja a expansão na mancha urbana, em outros casos esse grupo pratica a retenção de terras, forçando a especulação em virtude da manutenção dos vazios urbanos. Esse processo acaba pressionando o poder público a investir primeiramente nas terras pertencentes a estes proprietários fundiários, para que gere através de seu uso o maior valor possível, ou seja, trabalham na produção do espaço considerando a valorização do espaço urbano. Dessa forma, esses agentes estão fundamentalmente interessados no *valor de troca da terra e não no seu valor de uso*. (CORRÊA, 2004).

Como apresenta Corrêa (op. cit.), o processo de urbanização oriundo desses agentes pressiona o Estado, principalmente na instância municipal, com o intuito de criar ou modificar leis regulamentadoras do uso do solo e zoneamento urbano. O poder exercido por esses agentes fundiários sobre o poder público, torna-se uma ferramenta de coação, que resulta no beneficiamento próprio de parte dos fundiários, assim como menciona o autor:

Esta pressão não é feita uniformemente, nem beneficia a todos os proprietários fundiários. Alguns, os mais poderosos, poderão até mesmo ter suas terras valorizadas através do investimento público em infraestrutura, especialmente a viária: as cidades brasileiras fornecem vários exemplos desta prática (CORRÊA, 2004, p. 16).

No caso da cidade de Alfenas, a ação desses agentes produtores do espaço também pode ser visualizada em sua estrutura urbana. Ribeiro (2019) traz um parecer dos novos espaços urbanos que foram transformados em loteamentos no período de 2010 a 2016 na cidade, transformação essa que possivelmente pode ter ocorrido por ações dos *proprietários fundiários*. Há de se pensar também a respeito da zona oeste da cidade, esta começou a crescer e transformar o seu espaço significativamente após a chegada de uma unidade da Unifal que, acabou atraindo o interesse pela transformação

do espaço naquela região. Entende-se aqui que, o Estado teve papel crucial para que isso pudesse ocorrer já que, a universidade pertence à estrutura governamental do Brasil e sua chegada a um dos bairros da zona oeste de Alfenas propiciou a modificação daquela determinada parcela do solo urbano e seus arredores.

Corrêa (2004) apresenta outro grupo de agentes responsáveis pela produção de espaço urbano, categorizado por ele como *promotores imobiliários*. Conforme o autor supramencionado, esse grupo de agentes gestam um processo de produção do espaço urbano complexo que envolve um conjunto de ações e agentes, ações estas que traduzem principalmente no processo de produção do espaço urbano através da compra de terrenos, localização, o tamanho do parcelamento do solo e a qualidade da infraestrutura, construção dos imóveis, bem como a divulgação da nova instalação (CORRÊA, 2004).

Dessa forma, a atuação dos *promotores imobiliários*, estão atreladas à algumas estratégias que contribuem para que suas ações venham a ser efetivadas no processo de produção do espaço urbano. Corrêa (op. cit.) apresenta que os *promotores imobiliários* trabalham sob duas formas estrategistas, segundo ele são:

- (a) dirigir-se, em primeiro lugar, a produção de residências para satisfazer a demanda solvável; e
- (b) obter ajuda do estado no sentido de tornar solvável a produção de residências para satisfazer a demanda não-solvável (CORRÊA, 2004, p. 22).

Portanto, é também a partir das ações e estratégias realizadas por esse grupo de agentes - *promotores imobiliários* - que o espaço urbano é produzido, frequentemente modificado e comercializado.

Outro agente que possui suma importância na produção do espaço urbano é o Estado. Para Corrêa (op. cit.) o Estado realiza ações bem complexas e variáveis na produção do espaço urbano o que reflete diretamente na dinâmica social. Segundo o autor, o Estado é considerado como capitalista, quando atua diretamente na indústria, no consumo do espaço com localizações específicas, na promoção imobiliária, além de ser um agente de regulação do uso do solo e alvo dos chamados movimentos sociais urbanos (CORRÊA, 2004).

Segundo Corrêa (2004), o Estado conta com um conjunto de instrumentos que podem ser utilizados no processo de produção do espaço urbano. A regulamentação do uso do solo, controle e limitação dos preços da terra, variação dos impostos fundiários e imobiliários, taxação de terrenos livres, mobilização de reservas fundiárias públicas com

o intuito de orientar uma utilização do espaço urbano mais completa, investimentos na produção do espaço através de infraestrutura e organização de mecanismos de crédito são alguns dos elementos dessa liga de instrumentos.

Mesmo possuindo tais ferramentas, Corrêa (op. cit.) ainda considera que a utilização desses instrumentos não ocorre ao acaso e dificilmente segue uma neutralidade, sobretudo, o Estado busca atender grupos específicos, privilegiando principalmente os interesses dos segmentos dominantes. A relação entre o Estado e esses grupos pode possuir diferentes dinâmicas quando considerando que o Estado se constitui de três níveis políticos administrativos diferentes. Nas palavras do autor:

É preciso considerar que a ação do Estado se processa em três níveis político-administrativos e espaciais: federal, estadual e municipal. A cada um destes níveis sua atuação muda, assim como o discurso que encobre os interesses dominantes. É no nível municipal, no entanto, que estes interesses se tornam mais evidentes e o discurso menos eficaz. Afinal, a legislação garante à municipalidade muitos poderes sobre o espaço urbano, poderes que advêm, ao que parece, de uma longa tradição reforçada pelo fato de que, numa economia cada vez mais monopolista, os setores fundiários e imobiliários, menos concentrados, constituem-se em fértil campo de atuação para as elites locais (CORRÊA, 2004, p. 24).

Portanto, a atuação do Estado cria condições de reprodução da sociedade capitalista, de modo a gerar distintos elementos no processo de produção do espaço urbano tais como, espaços habitáveis, áreas públicas, saneamento e infraestrutura de modo geral, a fim de articular-se com os demais agentes produtores e consumidores do espaço.

Por fim, temos os *grupos sociais excluídos*, outro segmento apresentado por Corrêa (2004) que também são responsáveis pela produção do espaço urbano. No capitalismo as diferenças entre os segmentos sociais são bem nítidas quando se tratando do acesso aos bens e serviços produzidos, refletindo principalmente nesse nicho social, que tem dificuldade de se desenvolver mediante a pressão dos demais grupos sociais envolvidos no processo de produção do espaço.

Mesmo possuindo tais dificuldades, os grupos sociais excluídos, têm parte responsável na produção do espaço urbano, geralmente em áreas distantes dos centros urbanos, terrenos e espaços com condições precárias, porém mais acessíveis a esse setor. Ressalva para movimentos como o MTST (Movimento dos Trabalhadores sem Teto), que ocorre em diversos centros urbanos no Brasil. Sendo assim:

Os grupos sociais excluídos tornam-se, efetivamente, agentes

modeladores, produzindo seu próprio espaço, na maioria dos casos independentes e a despeito dos outros agentes. A produção deste espaço é, antes de mais nada, uma forma de resistência e, ao mesmo tempo, uma estratégia de sobrevivência. Resistência e sobrevivência às adversidades impostas aos grupos sociais recém-expulsos do campo ou provenientes de áreas urbanas submetidas às operações de renovação, que lutam pelo direito à cidade (CORRÊA, 2004, p. 30).

A efetiva instalação das moradias desses grupos é ferramenta fundamental para a formação de bairros populares. Corrêa (2004) menciona que isso é resultado da ação dos próprios moradores que, durante um longo período de tempo, vão melhorando suas residências e implantando atividades econômicas diversas com intuito de melhorar a qualidade de vida dessa população.

Por outro lado, as melhorias raramente vêm do poder público de forma autêntica, mas carece de pressões dos moradores para que isso ocorra. Quando presente, o poder público fica encarregado de apenas trazer a infraestrutura básica para o local. O advento da urbanização acarretada de melhorias trazidas pelos agentes, o espaço que outrora era desvalorizado, a partir desse processo, passa a se tornar um espaço valorizado e com tendência ao crescimento.

Assim, diante desse processo de produção do espaço urbano, entende-se que a cidade de Alfenas se enquadra nesse contexto, a mesma passa a ter seu espaço urbano produzido, reproduzido e modificado pelas ações de cada um desses agentes que podem exercer influência mesmo estando em outras áreas ou regiões. Dessa forma a cidade passa a ter o seu espaço urbano cada mais produzido e consolidado, de modo a demonstrar claramente as várias dinâmicas socioespaciais que fazem parte da produção do espaço urbano.

4.3 Análise da fragilidade de ambientes

A sociedade vem sendo marcada por intensas mudanças tecnológicas, sociais, econômicas e, em especial, por mudanças na superfície do planeta em que vivemos. Estudos relacionados à qualidade ambiental têm se tornado cada vez mais recorrentes e possuem caráter de suma importância para o conhecimento e compreensão dos variados problemas ambientais contemporâneos, tais como o processo de urbanização e a exploração de recursos naturais, que modificam e alteram suas dinâmicas. Nesse sentido, Ross (1994) traz algumas considerações:

A crescente industrialização concentrada nas cidades, a mecanização da agricultura em sistemas de monocultura, a

generalizada implantação de pastagens, a intensa exploração de recursos energéticos e matérias-primas como carvão mineral, petróleo, recursos hídricos, mineiros, têm alterado de modo irreversível o cenário da terra e levado com frequência à processos degenerativos profundos da natureza. (ROSS, 1994, p.63).

Nessa perspectiva, é relevante que a ocupação do espaço passe por um planejamento econômico e ambiental do território, abrangendo diferentes níveis de abordagem nas esferas municipal, estadual e federal, até recortes geográficos como bacias hidrográficas, áreas de preservação ambiental entre outros. Para que ocorra o planejamento e a gestão do território de forma eficaz, considerando as características socioeconômicas de onde eles estejam, é importante elaborar pesquisas prévias a respeito do objeto de estudo.

Além disso, Ross (1994) destaca a importância de se considerar, na análise empírica da fragilidade de ambientes, estudos das características básicas como dados sobre geologia, geomorfologia, pedologia e demais, frente às modificações, ou não, pela ação humana, tendo em vista suas demandas socioeconômicas. Todos esses estudos são atrelados a:

Levantamentos de campo, pelos serviços de gabinete, a partir dos quais gera-se produtos cartográficos temáticos de geomorfologia, geologia, pedologia, climatologia e uso da terra. Esses produtos temáticos são acompanhados de relatórios técnicos sintéticos. (ROSS, 1994, p.66)

Portanto, esse tipo de estudo é baseado nas características fisiológicas dos ambientes que em conjunto e de modo integrado, é possível chegar à diferentes diagnósticos hierárquicos para a definição das fragilidades que um determinado ambiente natural pode possuir. (ROSS, 1994).

A priori, o processo de análise e entendimento de um determinado ambiente, seja ele antrópico ou não, passa pelo crivo de três conceitos-base: vulnerabilidade, suscetibilidade e fragilidade. Dessa forma, cabe aqui definir o conceito de fragilidade, bem como, sua diferenciação dos conceitos de vulnerabilidade e suscetibilidade, para melhor entender o comportamento de um determinado ambiente.

Segundo Tobin e Montz (1997) apud Jordão e Morreto (2015), o conceito de vulnerabilidade pode ser decifrado como a probabilidade que uma comunidade, estrutura ou área geográfica têm de sofrer algum dano ou perturbação ocasionado pelo impacto de um determinado perigo. No caso da vulnerabilidade ambiental, entende-se

que, é o risco ao qual um determinado ambiente está exposto, podendo esse risco se estabelecer-se por meio de fatores naturais e/ou antrópicos, sendo internos ou externos ao ambiente de forma sazonal.

O conceito de vulnerabilidade trabalha com a relação do meio físico com o fator social, como menciona Girão et al. (2018). Os fatores socioeconômicos desiguais e desequilibrados produzem injustiça social, diferindo os patamares sociais e econômicos entre os diversos grupos sociais.

Nesse sentido, Porto (2007) apud Dos Santos (2015), menciona que o conceito de vulnerabilidade possui ligação com grupos sociais específicos, inseridos em uma determinada parcela da paisagem, expostos a um determinado fenômeno de causa natural ou antrópica, conseqüentemente rúpteis quanto às suas próprias capacidades de entendimento e de enfrentamento a esses riscos. Como exemplo, pode-se citar a diferenciação socioeconômica de determinados bairros de uma cidade, cuja posição social influencia na vulnerabilidade deste bairro a determinado fenômeno, bem como sua capacidade em se reconstituir (resiliência). Nas palavras de Dos Santos (op. cit.):

É justamente o grau de vulnerabilidade dos grupos sociais afetados que vai determinar sua capacidade de reconstituição após a ocorrência do desastre, o que, de certo modo, reflete as condições socioeconômicas da população e suas relações socioespaciais. (DOS SANTOS, 2015, p.79).

Numa outra perspectiva de discussão, temos o conceito de suscetibilidade, também abordado na análise de ambientes. Dos Santos et al. (2015) mencionam que a suscetibilidade está relacionada com processos naturais, onde a ocorrência de um fenômeno vai depender das características particulares de cada ambiente. Sendo assim, as características do ambiente podem fazer com que o mesmo seja suscetível e, reaja de forma diferente, a depender do fenômeno e magnitude a ele imposto. Nesse sentido, Dos Santos (op. cit.) relatam os seguintes exemplos:

Um ambiente localizado numa encosta com grande declividade, onde é alvo de chuvas constantes e a cobertura do solo é esparsa, apresentará solos rasos mais suscetíveis à erosão natural. Já outro ambiente, que está situado em relevo plano, com cobertura do solo densa, apesar das chuvas constantes, favorece a ocorrência de solos mais espessos, e, portanto, menos suscetíveis à erosão. (DOS SANTOS et al., 2015, p. 37).

Por outro lado, Girão et al. (2018) conceitua o termo de suscetibilidade como sendo, a probabilidade de um determinado fenômeno ocorrer em um determinado

ambiente, levando-se em conta o fator social como fonte de interferência aceleradora ou retardadora dos fenômenos. Dessa forma, quando se estuda os ambientes naturais à vista das mudanças socioeconômicas, cada vez mais frequentes no mundo, é indispensável analisar a relação sociedade e natureza. Entende-se aqui que, as relações e comportamentos socioeconômicos de uma sociedade geram diversas transformações sobre o espaço natural, a exemplo a forma como se ocupa o espaço está diretamente ligado ao nível de suscetibilidades a ocorrência de algum fenômeno.

A respeito disso Girão et.al. (op. cit.) comentam:

A sociedade, enquanto principal agente transformador da natureza, pode produzir condições diversas de instabilidade e fragilidade, gerando risco, caso alguém seja afetado. Considerando que a instabilidade do meio pode existir independente do uso humano, refletimos que o uso e ocupação antrópica é capaz de acentuar e gerar maior suscetibilidade e conseqüente risco. (GIRÃO et al., 2018, p.73).

Em paralelo aos conceitos supramencionados, o último da tríade é o conceito de fragilidade. Assim como os demais conceitos apresentados, o de fragilidade segue a linha temática de análises de ambientes de modo a considerar as frequentes mudanças nos ambientes naturais e, como estas alterações, atuam na fragilidade do ambiente.

Segundo escreve Tamanini (2008) apud Schiavo et al. (2016), o conceito de fragilidade ambiental diz respeito à característica do ambiente em sofrer determinada alteração em sua estrutura e/ou dinâmica, onde o ambiente relaciona-se com situações de caráter natural, oriundas da dinâmica do próprio ambiente ou por fatores antropogênicos, como o uso inadequado da terra.

Ao se trabalhar com o conceito de fragilidade é importante considerar não apenas as ações impostas ao determinado ambiente, mas também suas características genéticas. Segundo Ross (2011), o grau de fragilidade dos ambientes naturais pode ser maior ou menor em função das intervenções humanas, de modo a considerar suas características genéticas.

Dessa forma, quando um ambiente sofre algum tipo de pressão, de forma variável no tempo e/ou no espaço, bem como de sua própria variação de intensidade, seja natural ou por ação humana, o ambiente demonstra sua fragilidade que, pode variar de acordo com suas características físicas, aspectos hidrológicos, pedológicos, geomorfológicos, geológicos entre outros, que variam de ambiente para ambiente. Portanto, o comportamento dinâmico de dois ambientes frente às mesmas ações pode mostrar-se diferente.

Assim, quando se compreende a fragilidade de um ambiente é possível trabalhar com uma ferramenta de aferir as respostas de seu comportamento, quando em contato com determinados fenômenos. Nesse sentido, Ratcliffe (1971) apud Valle, Francelino e Pinheiro (2016) ressalta que a fragilidade ambiental é uma forma de mensurar as características genéticas particulares dos ecossistemas, mediante às pressões ambientais a eles impostas, podendo ser associadas, segundo o autor, com qualquer ação que seja capaz de perturbar o seu equilíbrio.

As modificações frequentes nos ambientes naturais fazem com que estudos cada vez mais aprofundados sejam realizados, a fim de subsidiar ações voltadas ao planejamento e gestão ambiental. Para Mello (2008), a discussão e o uso de conceitos como o de fragilidade, vem sendo usados de forma recorrente, sobretudo, nos temas que abordam a temática de qualidade ambiental. Segundo o autor, essa periodicidade se deve ao fato da frequente ocorrência de eventos relacionados ao desequilíbrio natural dos ambientes, provenientes das modificações no espaço.

Assim como já mencionava Tricart (1977), “não existe nenhum ecossistema ou ambiente natural que não seja modificado pelo homem”, sendo possível observar ainda nos dias atuais, como as relações socioeconômicas têm modificado a dinâmica ambiental, e, frente a isso, cada vez se faz necessário estudos que corroboram para compreender e dar subsídios às possíveis soluções aos problemas ambientais mais simples de um bairro, até aqueles que envolvam recortes territoriais mais amplos.

Compreender a dinâmica dos ambientes é entender o comportamento de cada um deles mediante a mudanças em suas estruturas. Como já mencionado, cada ambiente natural possui características genéticas particulares e, estas por vez, devem ser considerados no processo de análise da fragilidade de ambientes, uma espécie de integração de características e fatores. Dessa forma, os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica e funcionamento do ambiente natural, sem ou com intervenções humanas (ROSS, 2011).

De acordo com Sporn e Ross (2004), os estudos que se referem às fragilidades dos ambientes são de significativa importância para uma melhor eficiência do ordenamento territorial e o planejamento ambiental. Conhecer as potencialidades dos recursos naturais é uma forma de conhecer os elementos que dão suporte à vida no planeta Terra e, o estudo de fragilidade de ambientes, não é diferente e, através dele pode-se conhecer as características genéticas de um ambiente a fim de conhecer sua dinâmica frente às ações que possam comprometer sua estrutura ou dinâmica.

O estudo de fragilidades de ambientes, consiste em levar em consideração variáveis - características físicas ou não de um determinado recorte territorial, como por exemplo, relevo, solo, vegetação, clima, recursos hídricos, geologia local, dados socioeconômicos, populacionais, entre outros - porém, essas variáveis precisam estar, num certo momento do processo integradas, ou seja, é importante analisar uma variável em função de outra. Nesse sentido, Ross (2011) ressalta que:

Para a análise da fragilidade, entretanto exige-se que esses conhecimentos setorializados sejam avaliados de forma integrada, calcada sempre no princípio de que a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos. (ROSS, 2011, p. 65).

É então por meio desse arcabouço de dados em função das características do ambiente, que é possível o entendimento da dinâmica ambiental de determinada área de estudo e até mesmo tomada de decisões. Nas palavras de Spurl e Ross (2004):

A identificação dos ambientes naturais e suas fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território. (SPORL; ROSS, 2004, p. 40).

Ao propor um estudo de fragilidade de ambientes, deve-se considerar então, as características genéticas do ambiente e saber como elas se comportam à medida que sofrem pressões naturais ou antrópicas.

É necessário então, possuir ferramentas, meios e métodos para construir a base de dados que será utilizada, ou seja, a realização do mapeamento dos dados e, conseqüentemente, das fragilidades do determinado ambiente. Dessa forma, a elaboração da cartografia de base, de subsídios digitais, dados coletados em campo para o mapeamento, bem como o cruzamento de dados gerando informação, são procedimentos que pertencem à área do geoprocessamento. Nesse sentido, Xavier-da-Silva (2016) menciona a importância de se trabalhar com os procedimentos do geoprocessamento, pois é a partir deles que é criada a possibilidade de trabalhar a inclusão dos conhecimentos. O autor ainda ressalta:

Esse conhecimento pode ser voltado para a integração de dados de diferentes origens, a serem colocados em contexto, transformando-se assim em elementos relevantes de apoio à decisão. (XAVIER-DA-SILVA, 2016, p.106).

Nesse sentido, vale destacar a metodologia proposta por Xavier-da-Silva (2016)

que atrela as técnicas geoprocessamento ao apoio à decisão. O autor trabalha com as árvores de gestão especializada, que dão suporte para a formulação de variadas combinações de mapas de modo a possibilitar o pesquisador a realizar comparações dos possíveis resultados e decidir a melhor opção para determinado objetivo. São exemplos de simulações realizadas por essa metodologia, aptidão agrícola, potencial turístico, localização industrial, risco de epidemias, consequências de campanhas de educação, fragilidade de ambientes, entre outros. (XAVIER-DA- SILVA, 2016, p.113).

O procedimento metodológico proposto por Xavier-da-Silva (2016) de e baseado em uma Análise Hierárquica de Pesos atribuída ao mapeamento de variáveis de acordo com o grau de pertinência de cada plano de informação (mapa) e de cada elemento de sua legenda a fim de gerar o resultado final baseando na metodologia matemática de Média Ponderada.

Por outro lado, existem métodos como Analítico Hierárquica de Processos (AHP - *Analytic Hierarchy Process*) utilizado por Saaty (1980) que também realiza o processo de sobreposição de dados. Essa metodologia busca reduzir a subjetividade do processo de definição dos pesos aos mapas além de analisa-los em agrupamento de dois em dois. Nas palavras de Dutra e Fogliatto (2007):

O AHP é baseado em três etapas básicas: (i) organização do problema em uma estrutura hierárquica que reflita as relações existentes entre os critérios de decisão e as alternativas candidatas; (ii) comparação pareada entre elementos posicionados em um nível hierárquico com relação a elementos no nível superior adjacente; e (iii) análise das matrizes de comparações geradas em (ii) através do cálculo de auto vetores e autovalores principais, e de indicadores de desempenho deles derivados, tais como os índices de consistência das avaliações. (DUTRA; FOGLIATTO, 2007, p.1339).

Ainda nessa perspectiva, Cavalcanti (2018) menciona que os estudos ambientais carecem cada vez mais do aporte cartográfico, este por sua vez, é construído através das técnicas do geoprocessamento e, será por meio desse aporte que o planejamento e gestão ambiental poderá ser realizado. Dessa forma, entra em questão a Cartografia das Paisagens, que possui papel fundamental na análise de ambientes, justamente “por fornecer uma visão integrada dos elementos e processos” (CAVALCANTI, 2018).

É por meio da Cartografia das Paisagens que é possível representar os elementos da paisagem ou, os chamados complexos naturais, de modo integrado, com a dinâmica de uma sociedade. Nas palavras de Cavalcanti (2018):

A Cartografia de Paisagens, que é uma atividade de caráter físico-

geográfico, está preocupada com a representação de complexos naturais, também chamados de geossistemas, que compreendem áreas naturais resultantes da interação entre os componentes da natureza (relevo, solos e biota, entre outros), influenciados em maior ou menor grau pela sociedade e pelos ciclos astronômicos da Terra. (CAVALCANTI, 2018, p. 4)

Por outro lado, Silveira et al. (2005) enfatiza que as ferramentas geotecnológicas têm papel fundamental no auxílio a estudos sobre o meio físico. Os sistemas computacionais, equipamentos de varredura, imagens de satélite, além dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG 's), contribuem para uma maior agilidade no processo de análise, bem como sua versatilidade.

Segundo os autores é através dessas ferramentas, que a aplicação do conhecimento e das técnicas que se criam possibilidades de correlacionar as características genéticas da paisagem, integrando os dados e gerando produtos para variadas áreas, a exemplo dos estudos de fragilidades de ambientes. Silveira et. al. (2005) ratificam:

Sua aplicação no planejamento ambiental é um valioso recurso de apoio, possibilitando correlacionar os aspectos físicos, bióticos e antrópicos da paisagem, propiciando análise integrada de seus componentes, gestão com a espacialização dos fenômenos, simulações futuras por meio da combinação de eventos de ocorrência provável, dentre inúmeras outras aplicabilidades. (SILVEIRA et. al. 2005, p.10).

Uma das ferramentas geotecnológicas que contribui para a realização de estudos ambientais é o sensoriamento remoto. De acordo com Florenzano (2011) apud Augusto (2016), o sensoriamento remoto consiste na obtenção de diversos dados através de imagens, estas por sua vez representam o comportamento da superfície terrestre, mediante a energia refletida ou emitida. Dessa forma, através das imagens dos satélites, é possível gerar variados dados, relatórios, estudos de modo a serem interpretados e contribuir para a análise dos ambientes naturais, principalmente pela periodicidade de obtenção destes dados. Nesse sentido, Augusto (2016) ratifica:

A interpretação das imagens possibilita a geração de mapas, através de ferramentas computacionais de Geoprocessamento, de onde é possível extrair dados quantitativos que viabilizam uma análise adequada sobre um determinado tema. (AUGUSTO, 2016, p.146)

Um exemplo prático do uso do geoprocessamento, bem como do sensoriamento remoto em favor da análise de ambientes, é a metodologia proposta por Crepani et al. (2001). As chamadas Unidades Territoriais Básicas (UTBs) são divididas em duas

categorias, as “unidades de paisagem natural” e os “polígonos de ação antrópica” e são estabelecidas a partir da interpretação de imagens de satélite. Os mapas de unidades homogêneas são associados com os dados temáticos preliminares de pedologia, geologia, geomorfologia, cobertura vegetal e dados pluviométricos.

Sendo assim, a metodologia de Crepani (op. cit.), torna capaz, através dos Sistemas de Informações Geográficas e as ferramentas de Desenho Auxiliado por Computador (CADs), saber por exemplo a classificação de cada unidade territorial básica e identificar a priori, se a mesma tem capacidade de se sustentar frente às ações antrópicas.

Cabe destacar que, em tese, o geoprocessamento vai além dos procedimentos técnicos ou um “simples apertar de tecla”, este é peça fundamental na tomada de decisões, pois contribui na geração de informação e, assim, contribuir para a gestão ambiental. “O geoprocessamento não é uma panaceia científica e gerencial. Tem grande valor para o apoio à decisão.” (XAVIER-DA-SILVA, 2016).

Nesse sentido, mesmo tendo as diversas possibilidades abrangentes que o geoprocessamento oferece, vale ressaltar que o mesmo deve objetivar-se a um papel específico, a transformação de dados em informação, dando suporte à tomada de decisão e gestão do território e do ambiente. Nas palavras de Xavier-da-Silva (op. cit.):

O geoprocessamento entende-se como um conjunto de conceitos, métodos e técnicas dirigidos à transformação de dados ambientais georreferenciados em informação relevante para a compreensão e o manejo de ambientes, existindo atualmente o risco de ocorrer, algumas vezes, certo afastamento desse nobre objetivo. (XAVIER-DA-SILVA, 2016, p.109).

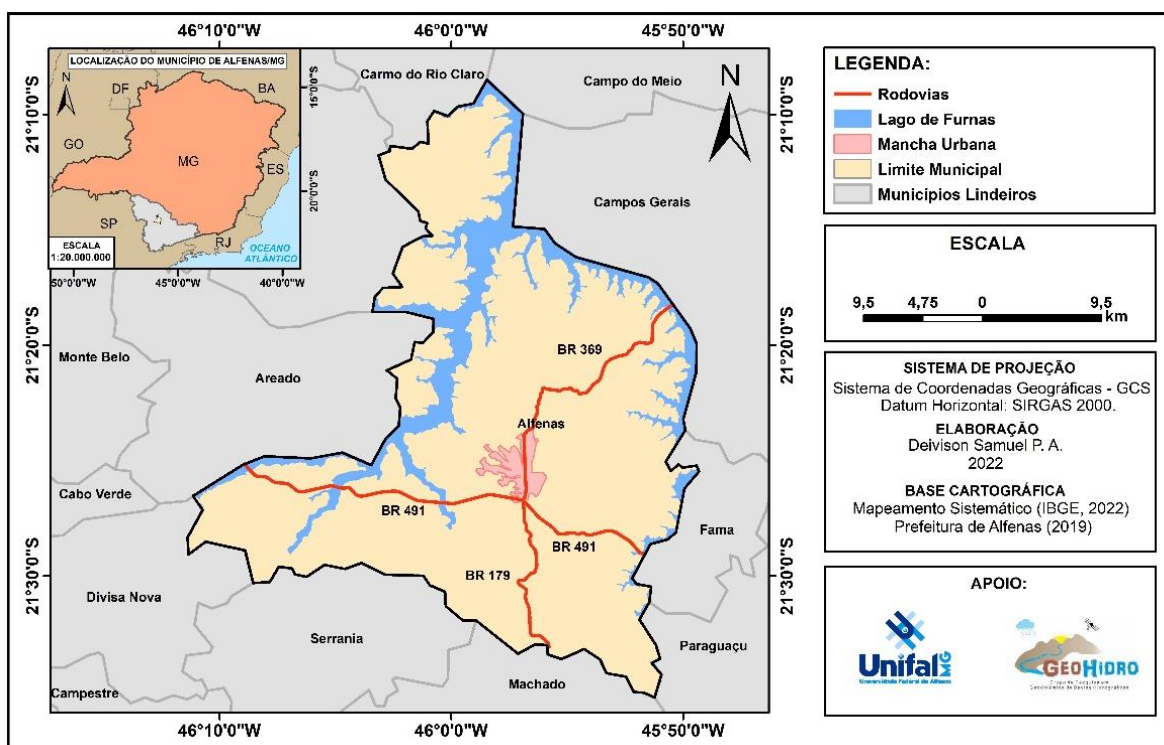
Dessa forma, quando se coloca em pauta todos esses elementos supramencionados, entende-se que cada um possui papel fundamental na elaboração do mapeamento de fragilidade de ambientes, que vai desde a discussão teórica até a produção efetiva dos mapas, com o objetivo de construir subsídios relevantes para o planejamento ambiental e territorial.

Portanto, segundo De Oliveira et al. (2012) a grande contribuição do estudo de fragilidade de ambientes é ofertar subsídios ao planejamento ambiental e na gestão eficaz do território, além de auxiliar na tomada de decisões por parte dos órgãos competentes de uma sociedade, a fim de usufruir dos benefícios ambientais com racionalidade.

5. LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Alfenas está localizado no sul-sudoeste do estado de Minas Gerais (Figura 1) e apresenta uma extensão territorial equivalente a 850,4km², possuindo uma população estimada de 80.973 mil habitantes (IBGE, 2021).

Figura 1 - Localização do município de Alfenas/MG



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

A fundação da cidade foi efetivada a partir de acordos entre fazendeiros e padres da região em 1803, onde encontraram um local em planalto (onde hoje está localizada a praça Getúlio Vargas) e deram início à construção de uma capela em homenagem a São José e Nossa Senhora das Dores neste mesmo ano (CARVALHO; CÉSAR 2010).

Segundo Carvalho e César (2010), a cidade de Alfenas no século XIX, era caracterizada por uma ocupação rarefeita, restringindo-se apenas no entorno da Igreja matriz (São José e Nossa Senhora das Dores) onde havia o predomínio da população rural sobre a urbana. Posteriormente em 1960, a população urbana supera a população rural (Tabela 1) e a partir dessa mesma década a população urbana manteve seu crescimento enquanto a população rural seguiu em declínio ao decorrer das décadas.

Tabela 1 – Dinâmica populacional do município de Alfenas 1940 a 2021.

| População | Censos | | | | | | | | |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1940 | 1950 | 1960 | 1970 | 1980 | 1991 | 2000 | 2010 | 2021* |
| Urbana | 8.066 | 9.781 | 16.674 | 21.067 | 32.030 | 47.325 | 62.099 | 69.176 | - |
| Rural | 9.960 | 10.022 | 9.314 | 7.264 | 6.240 | 5.375 | 4.811 | 4.598 | - |
| Total | 18.026 | 19.803 | 25.988 | 28.331 | 38.270 | 52.700 | 66.910 | 73.744 | 80.973 |

* Dados referente à estimativa populacional para o ano de 2021. Fonte: IBGE (2021).

O crescimento e a dinâmica populacional do município de Alfenas contribuíram, em parte, para o surgimento de bairros como o Jardim São Carlos e Vila Betânia e conseqüentemente o aumento da área urbana. Tais bairros, em conjunto, contribuíram para que a área urbana do município de Alfenas crescesse ainda mais, passando de 2,6km² para 4,8km² (ALFENAS, 2006).

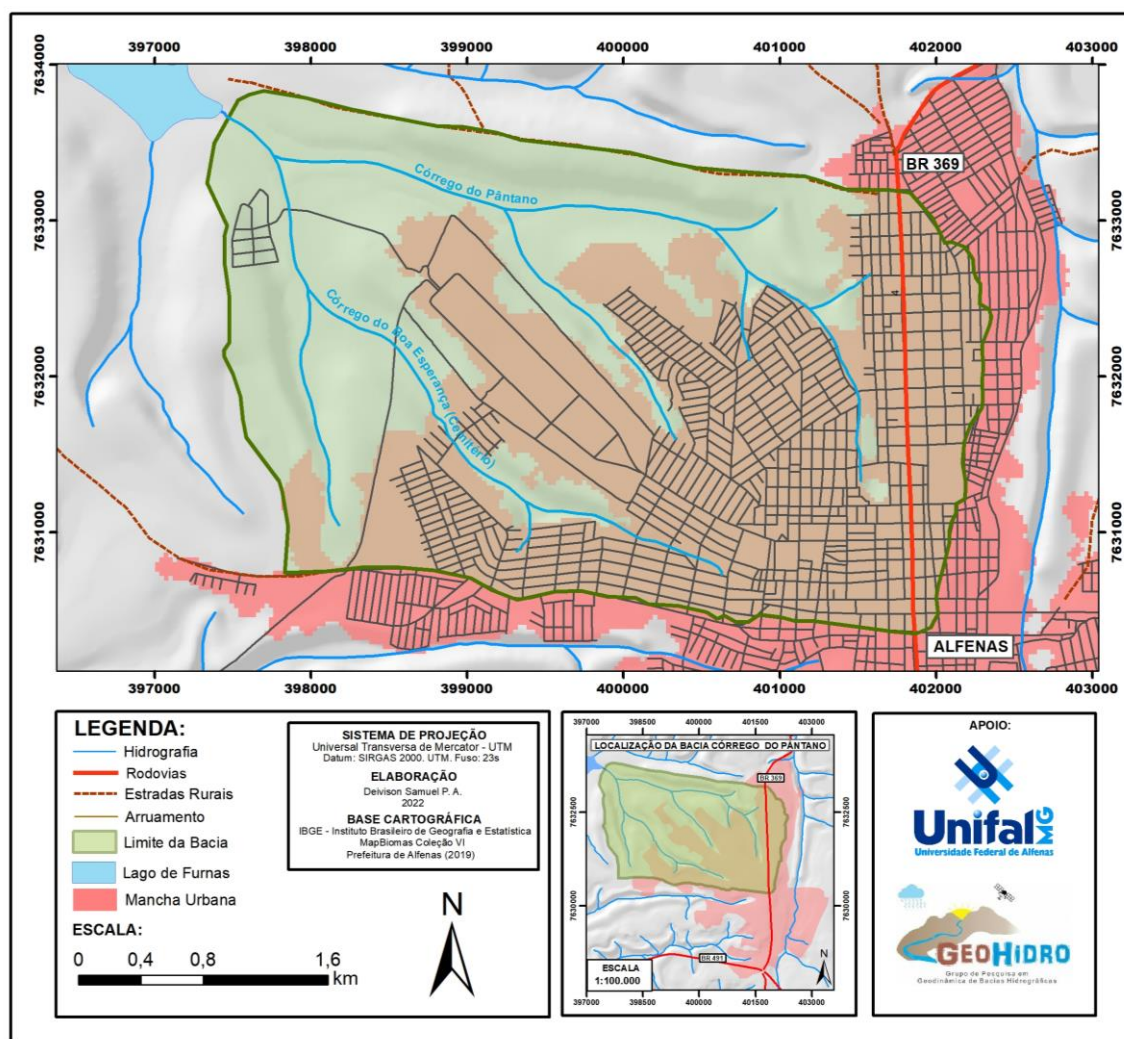
Em meados do século XX, o sul de Minas Gerais recebe a construção da usina hidrelétrica de Furnas (UHE Furnas), estabelecida durante as décadas de 1950 e 1960, durante o governo de Juscelino Kubitschek. O objeto da hidrelétrica segundo Brasil (1957) e Contrin (1994) apud Pozzer e Ferrão (2018), foi de suprir o fornecimento de eletricidade não só para o estado de Minas Gerais, como também, para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro que faziam parte do conteúdo da Meta de Energia na época. A edificação da UHE Furnas, contribuiu principalmente para o crescimento econômico da região sudeste do Brasil (São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo) (POZZER; FERRÃO, 2018).

Nesse contexto, a cidade de Alfenas passou por distintas mudanças em seu território, intensificadas sobretudo após a implementação da hidrelétrica de Furnas na região. Tais mudanças condicionaram à novas dinâmicas socioeconômicas e também ambientais na região do entorno do município, com a transformação dos recursos naturais bem como a modificação de espaços naturais do município, a exemplo suas bacias hidrográficas.

De acordo com Alfenas (2015), a área urbana do município de Alfenas está situada sobre cinco bacias hidrográficas sendo elas, Córrego do Pântano, do Córrego Chafariz, do Córrego Pedra Branca (dos Aflitos), do Córrego Estiva (Vila Teixeira) e do córrego Boa Esperança (Cemitério). Além disso, a hidrografia da sede de Alfenas, de maneira geral, é composta por bacias de 3^a ordem, com a presença de cursos encaixados no relevo além de vales em “V”, com características assimétricas. (ALFENAS, 2015).

A área de estudo corresponde à bacia hidrográfica do córrego do Pântano, situa-se a noroeste da sede do município de Alfenas (Figura 2). A bacia hidrográfica do córrego do Pântano possui área de drenagem de 13,34km² e sofre influência do nível do reservatório da Usina Hidrelétrica de Furnas.

Figura 2 - Localização da bacia hidrográfica do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Segundo o mapeamento realizado por CPRM (2010), a área onde bacia do córrego do Pântano está situada, possui rochas metamórficas e ígneas do Éon Proterozóico, Era Neoproterozóica situado mais precisamente no Período Criogeniano. Os litotipos variam do tipo gnaiss granítico/granodiorítico (esverdeado, equigranular ou com fenocristais de feldspatos, localmente com hornblenda e/ou piroxênio), oriundos da formação Elói Mendes (NP2gem) e gnaisses granulitos (albita anatexito,

metamórfica, Rocha calcissilicática, gondito, granulito máfico, Biotita xisto) provenientes da Unidade Arantina (NP2aar /NP2aarg).

Já no que diz respeito às formas de relevo, Garófalo e Ferreira (2013) mencionam que a composição geomorfológica da bacia do córrego do Pântano é caracterizada basicamente por colinas convexo-côncava, com variação de 30 a 100m de amplitude, com altimetrias que variam entre 760 a 860m. Tais formas, apresentam rampas contínuas com sopés côncavos, sendo observado em algumas áreas depósitos coluvionares interditados por aluvionares, bem como a presença de fundos de vales associados às planícies (GARÓFALO; FERREIRA, 2013).

No que tange a pedologia da região onde a bacia hidrográfica do córrego do Pântano está inserida, o mapeamento realizado por UFV et al. (2010) em escala 1:650.000, constata a presença do Latossolo Vermelho-Distrófico de típico a moderado, com textura argilosa (LVd 2). Por outro lado, em um mapeamento mais detalhado em escala 1:20.000, na microbacia do córrego do Boa Esperança, que está inserida a sudoeste da bacia do córrego do Pântano, são encontrados solos dos tipos Latossolo Vermelho (LV), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA) e Gleissolo (G) (OLIVETTI, 2011).

Estudos climáticos realizados por Sá Júnior (2009) baseados na classificação de Köppen (1928), mencionam que o clima da região é classificado majoritariamente como Clima Temperado Úmido (Cwa), possuindo inverno seco e verão quente.

Segundo dados do INMET (2018), a precipitação média anual da região está em 1556 mm concentrada principalmente entre outubro a março (primavera/verão), período onde são registradas também, as maiores médias mensais de precipitação, variando de 117 a 309 mm. De abril a setembro (outono/inverno) ocorre o período de estiagem e as médias mensais variam de 16,5 a 83,6mm. Em relação à temperatura média anual, a região registra 20°C, onde nos períodos de verão e primavera as médias mensais variam entre 21 a 22°C. Por outro lado, no outono e inverno, possuem médias mensais que variam de 16 a 20°C (INMET, 2018).

Do ponto de vista hídrico, a bacia do córrego do Pântano é um dos principais sistemas hidrográficos da cidade de Alfenas, tendo sua foz no reservatório de Furnas. Alves e Ferreira (2016) classificam o sistema hidrográfico alfenense, com uma densidade de drenagem que varia de média a alta, onde suas nascentes variam de áreas rurais à urbanizadas do município.

Garófalo e Ferreira (2013) ressaltam que, a cabeceira de drenagem da bacia do córrego do Pântano, foi o local onde se deu início a estruturação e urbanização do município Alfenas/MG. O sistema hídrico aqui estudado possui expressiva parte de sua área impermeabilizada pelo espaço urbano, sendo isso constatado quando visualizados os processos de retificação e canalização de seus trechos, bem como a presença de bairros e estruturas urbanas bem consolidadas.

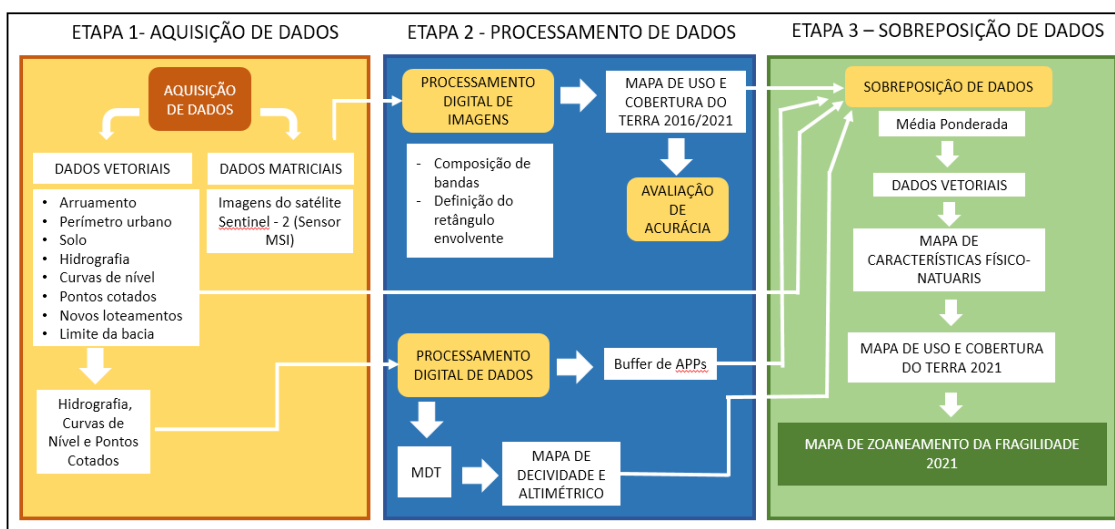
Alves e Ferreira op. cit. mencionam que a bacia hidrográfica do córrego do Pântano é predominantemente ocupada por florestas do tipo Estacional Semidecidual e Ombrófila Mista, apresentando, árvores esparsas, coberturas de arbustos e semi-arbustos, presentes principalmente nas Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo dos canais fluviais distribuídos pela bacia.

Estudos realizados por Garófalo e Ferreira (2013) evidenciam que a bacia hidrográfica do córrego do Pântano exibe usos que vão do urbano ao rural. Em 2013 as áreas urbanizadas e industriais, localizadas principalmente à montante, somavam 28,1% da área da bacia. Já as áreas ocupadas por pequenas propriedades rurais, eram cerca de 71,9% da bacia, situadas nas proximidades do reservatório de Furnas, à jusante da bacia hidrográfica (GARÓFALO; FERREIRA, 2013).

6. MATERIAS E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho se divide em três etapas principais, sendo elas: Aquisição, Processamento e Sobreposição de Dados, esquematizadas conforme o fluxograma (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Na primeira fase (Etapa 1) foi realizada a aquisição de dados, sendo eles divididos em duas categorias, dados vetoriais e dados matriciais.

Dos dados vetoriais:

- Arruamento e perímetro urbano, disponibilizados pela Secretaria Municipal de Planejamento Estratégico de Alfenas;
- Mapa de solos em escala 1:650.000 do estado de Minas Gerais, disponibilizado na base de dados do Departamento de Solos (DPS), da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (<https://www.dps.ufv.br>);
- Limites municipais e estaduais, obtidos a partir da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<https://www.ibge.gov.br>);
- Hidrografia, pontos cotados e curvas de nível vetorizadas a partir da carta topográfica de Alfenas SF-23-V-D-II-3, obtida a partir da base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (<https://www.ibge.gov.br>);
- Novos loteamentos na bacia hidrográfica do córrego do Pântano.
- Limite da bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

Já os dados matriciais adquiridos foram:

- Imagens de satélite Sentinel-2A (bandas 2, 3, 4 e 8 com resolução espacial de 10m) e (bandas 11 e 12 com resolução espacial de 20m), datadas do dia 08/04/2016 e 29/08/2021, órbita/ponto T23KLS, disponibilizadas por meio da base de dados da *United States Geological Survey* (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).

O satélite Sentinel-2A conta com um sensor multiespectral (MSI), com 13 bandas espectrais possuindo uma resolução espacial de 10m para as bandas do visível, 20m para o infravermelho e 60m para as bandas de correção atmosféricas (EMBRAPA, 2021).

A definição do recorte temporal para a aquisição das imagens de satélite teve como ponto de partida o ano de 2010 já que, Ribeiro (2017) e Branquinho e Bernardes (2020) evidenciam que este ano foi de início para muitos dos loteamentos da cidade,

sobretudo, no setor oeste. Vale ressaltar aqui que não foram encontradas imagens do Sentinel-2A para o ano de 2010, que correspondesse a área de estudo, em especial se levar em consideração o período de estiagem da região que vai de abril a setembro e, por esse motivo, optou-se pelas imagens do dia 08/04/2016 como ponto de partida e, para o fechamento do recorte temporal a imagem do dia 29/08/2021.

Para a geração dos dados vetoriais referentes aos novos loteamentos, optou-se por vetorizá-los manualmente a partir de imagens de satélite do Google Earth. Para delimitar a bacia hidrográfica do córrego do Pântano, optou-se por vetorizar o limite a partir das curvas de nível presentes na carta topográfica de Alfenas SF-23-V-D-II-3.

As ferramentas utilizadas foram o *software* ArcGIS® 10.6.1, disponibilizado com licença de uso pelo Laboratório de Geoprocessamento da UNIFAL-MG e o *software* ArcGIS® Pro 2.8.1, disponibilizado pela ERSI até o ano de 2021 de forma gratuita para estudantes em função da pandemia do novo corona vírus (<https://www.esri.com/>).

A respeito do processamento dos dados (Etapa 2), primeiramente foi realizado o processamento digital das imagens do satélite Sentinel-2A com a composição de bandas no *software* de ArcGIS®10.6.1, através do módulo “*Raster*” e por meio da ferramenta “*Composite Bands*”. Foram compostas: cores naturais (4-3-2), falsa cor infravermelho (8-4-3) e falsa cor urbana (12-11-4). Posteriormente, as imagens compostas foram recortadas através da ferramenta “*Clip Raster*”, de acordo com o limite da bacia do córrego do Pântano.

Os mapas de uso e cobertura da terra da área de estudo (Etapa 2) foram confeccionados através do método de classificação supervisionada. Vale et al. (2018) mencionam que esse método de classificação tem como base a identificação de diferentes classes com comportamentos espectrais diferenciados, onde requer do analista um conhecimento prévio das classes presentes na imagem. Assim, os dados para testagem de um conjunto de classes pré-definidas são amostrados pelo analista, e dessa forma é realizada a classificação a partir de uma informação já conhecida (PEREIRA et al., 2011).

Neste trabalho optou-se por utilizar o algoritmo *Support Vector Machine* (SVM), segundo Pereira et al. (2011), por ser um classificador que pode obter menores valores de erros no processo de classificação de imagens supervisionadas. Em estudo realizado por Miranda et al. (2019), por exemplo, é possível ver que o uso do algoritmo SVM em comparação com o algoritmo MVG - Máxima Verossimilhança Gaussiana, apresentou menores erros de omissão, bem como comissão nos produtos gerados.

A classificação foi realizada através do *software* ArcGIS® Pro 2.8.1, iniciada pela segmentação das duas imagens, através da ferramenta “*Segmentation*”, e posteriormente, coletou-se amostras de treinamento, de acordo com as sete classes pré-definidas sendo elas: área urbana, pastagem, cultivos agrícolas, vegetação, silvicultura, massas d'água e solo exposto.

Vale salientar que, para a imagem do dia 29/08/2021 optou-se pela criação de mais uma classe (área de inundação), para representar o reservatório de Furnas nas oscilações de seu nível. Logo após, realizou-se o treinamento das amostras através da ferramenta “*Training Samples Manager*” que gerou dois arquivos do tipo “*shapefile*”, usados juntamente com as imagens segmentadas como referências no processo de classificação das imagens pelo algoritmo escolhido.

A classificação das imagens foi realizada no *software* ArcGIS® Pro 2.8.1 através da ferramenta “*Classify*”. Em seguida, as duas imagens classificadas passaram por uma edição vetorial onde, algumas classes tiveram suas áreas reajustadas a partir do processo de fotointerpretação, usando como base as imagens do Sentinel-2A compostas nas cores reais (4-3-2).

A necessidade do processo de edição vetorial se deu pois, em algumas áreas da bacia houve pontos onde a classificação entre os pixels não foram bem-sucedidas, apresentando algumas confusões na distinção entre as classes.

Foi necessário validar os dados das classificações através do índice *Kappa* que, consiste em um cálculo estabelecido em uma matriz de erro, sendo utilizado para mensurar a concordância entre o mapa gerado e a imagem ou mapa referência, a fim de estimar a exatidão do produto final com a realidade. (ZANETTI; BRAGA; DUARTE, 2017). Dessa forma, foi necessário criar pontos de referência nas imagens classificadas, por meio do *software* ArcGIS® 10.6.1 e do módulo “*Segmentation and Classification*”, através da ferramenta “*Create Accuracy Assessment Points*”. No total foram gerados de modo aleatório 100 pontos, para cada imagem classificada, dos quais foram analisados e comparados manualmente através do processo de fotointerpretação.

Para calcular o índice *Kappa* gerou-se a matriz de confusão para os dois mapas através da ferramenta “*Compute Confusion Matrix*”. Para análise de acurácia, adotou-se como referência que os valores do índice *Kappa* fossem iguais ou superiores a 0,70. Dessa forma, os valores obtidos a partir da matriz de confusão foram verificados com base na proposta metodológica de Landis e Koch (1977) expressa na Tabela

Tabela 2 - Valores de interpretação do Índice Kappa

| Índice de Kappa | Classificação |
|------------------------|----------------------|
| <0,00 | Péssima |
| 0,00 – 0,20 | Ruim |
| 0,20 – 0,40 | Razoável |
| 0,40 – 0,60 | Boa |
| 0,60 – 0,80 | Muito boa |
| 0,80 – 1,00 | Excelente |

Fonte: Adaptado de Landis e Koch (1977).

Ainda na Etapa 2, foi gerado a área das APPs - Áreas de Preservação Permanente através dos dados de hidrografia. Assim, utilizou-se da ferramenta "Buffer" do ArcGIS® 10.6.1 para gerar um raio de 30m para cada margem dos canais hídricos e 50m para cada nascente presente na bacia. As métricas utilizadas estão de acordo com o Brasil (2012), amparadas na Lei Federal n.º 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro.

Para gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT) foram utilizados os dados de hidrografia, pontos cotados e curvas de nível, vetorizados a partir da carta topográfica de Alfenas SF-23-V-D-II-3 em escala 1:50.000, disponível na base de dados do IBGE. A geração do MDT se deu por intermédio do *software* ArcGIS® 10.6.1 utilizando-se da ferramenta "Top to Raster". O processamento dos dados gerou um MDT com resolução de 10m, que deu base para a geração do mapa de declividade e altimétrico da bacia.

O mapa de declividade foi processado via MDT no ArcGIS® 10.6.1, por meio da ferramenta "Slope". Durante o procedimento de geração do mapa de declividade utilizou-se como base de classificação a proposta metodológica realizada pela Embrapa (2006) (Tabela 3), tanto para a unidade de medida, porcentagem (%), quanto para os tipos de classes.

Tabela 3 - Intervalos das classes de declividade.

| Classes de relevo | Intervalo |
|---------------------|-----------|
| Plano | 0 - 3 % |
| Suavemente ondulado | 3 - 8% |
| Ondulado | 8 - 20% |
| Fortemente ondulado | 20 - 45% |
| Montanhoso | 45 - 75% |
| Montanhoso | > 75% |

Fonte: Adaptado de EMBRAPA (2006).

No caso deste trabalho, o mapa de declividade foi reclassificado para seis classes por intermédio do módulo “*Raster Reclass*” e por meio da ferramenta “*Reclassify*”, já que, a classe “escarpado” foi descartada, em virtude de a área de estudo não apresentar a ocorrência de feições geomorfológicas com essa característica morfológica.

Na última fase (Etapa 3) dos procedimentos metodológicos, foi realizada a sobreposição dos dados com o objetivo de gerar o mapa de Zoneamento da Fragilidade do Meio Físico da bacia.

Para estabelecer os critérios na elaboração dos zoneamentos de fragilidade da bacia, utilizou-se como base metodológica as chamadas “*Árvores de Decisão*” apresentadas por XAVIER-DA-SILVA (2016). Essa metodologia se apresenta como um diagrama de fatores que reúne em seus diversos níveis, os dados necessários, sobretudo a análise espacial que leva em consideração as características das variáveis associadas ao seu grau de importância na tomada de decisões quanto ao objetivo proposto.

Isto posto, para a sobreposição dos dados utilizou-se a técnica de “*Álgebra de Mapas*” que, com base em suas operações, foi possível combinar os diversos dados geoespaciais e gerar novos produtos.

Para a sobreposição dos dados aplicou-se a metodologia de “*Média Ponderada*” estabelecida por XAVIER-DA-SILVA (2001), por meio do *software* ArcGIS® 10.6.1 através da ferramenta “*Weighted Overlay*”. Essa metodologia é ressaltada por Câmara et al. (2001), onde mencionam que cada mapa de entrada terá função de evidenciar uma característica, já que receberá um peso diferente variando de acordo com a importância do mesmo para o estudo proposto. Desse modo, cada mapa recebe pesos distintos, assim como suas classes, de modo a gerar um produto que apresenta os variados graus de

importância expressados nos valores numéricos de saída do produto final (CÂMARA et al., 2001).

Dessa forma, a fim de distribuir a influência que cada uma das variáveis no estudo, adotou-se neste trabalho que, os valores de peso, estabelecidos para os mapas gerados, estariam em uma variação de 0 a 100, enquanto as notas, atribuídas às classes de cada mapa, estariam em uma variação de 1 a 9.

Após gerados, os mapas de zoneamento da fragilidade do meio físico foram reclassificados no *software* ArcGIS® 10.6.1 por meio do módulo “*Raster Reclass*” com o uso da ferramenta “*Reclassify*”. A reclassificação teve como objetivo estabelecer três classes de fragilidade do meio físico sendo elas: baixa fragilidade (cor verde), média fragilidade (cor amarela) e alta fragilidade (cor vermelha).

Assim, a partir da reclassificação dos mapas de zoneamento da fragilidade, iniciou-se o processo de análise geográfica a partir dos dados apresentados por cada mapa, onde buscou-se compreender, com base na problemática central deste trabalho, como o avanço urbano de novos loteamentos contribui na fragilidade do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 O avanço urbano na bacia hidrográfica do córrego do Pântano

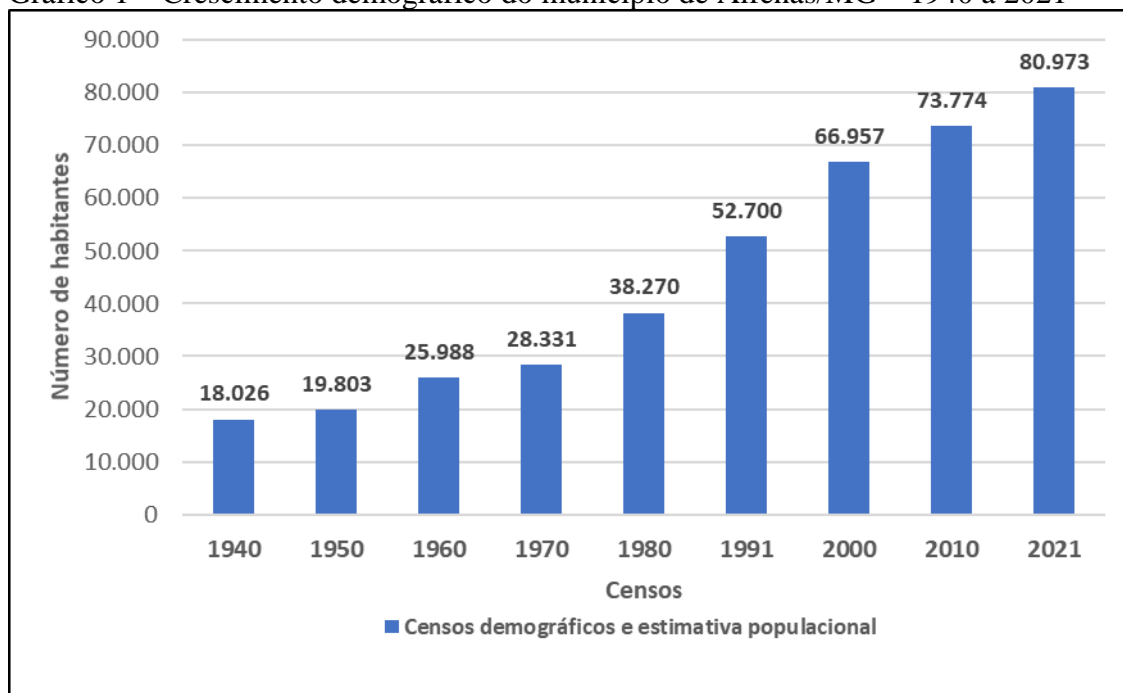
A sede do município de Alfenas tem sido palco de várias mudanças em sua estrutura ao longo dos anos. Carvalho e César (2010) mencionam que nas décadas de 1970 e 1980 as cidades médias brasileiras, caso de Alfenas, vêm se destacando no que se diz respeito ao crescimento populacional, dinâmica econômica bem como territorial. Por outro lado, as grandes metrópoles sofrem uma situação contrária, com a diminuição relativa de sua população. Os autores mencionam que esse processo pode ser denominado de “desmetropolização” caracterizado por diversos fatores como mencionam Carvalho e César (op. cit.):

Esse processo seria a desconcentração das metrópoles brasileiras: desconcentração industrial, populacional e produtiva, ou seja, mesmo a população metropolitana aumentando, essa população crescente está menor se comparado às cidades médias. Tudo isso se deve aos grandes problemas sociais, territoriais e econômicos que as metrópoles enfrentam que geram profundas desigualdades sociais. Tais problemas seriam aluguéis elevados, salários baixos ou desemprego, condições de vida miseráveis, moradias precárias,

enchentes, saneamento básico, poluição, entre outros. (CARVALHO; CÉSAR, 2010, p.11)

Tal contexto, pode ser observado quando analisado os dados demográficos do município de Alfenas. De acordo com o Gráfico 1 fica evidente o evidencia o crescimento demográfico considerando a população rural e urbana do município de Alfenas no período de 1940 a 2021, segundo dados dos censitários do IBGE (2022).

Gráfico 1 – Crescimento demográfico do município de Alfenas/MG – 1940 a 2021



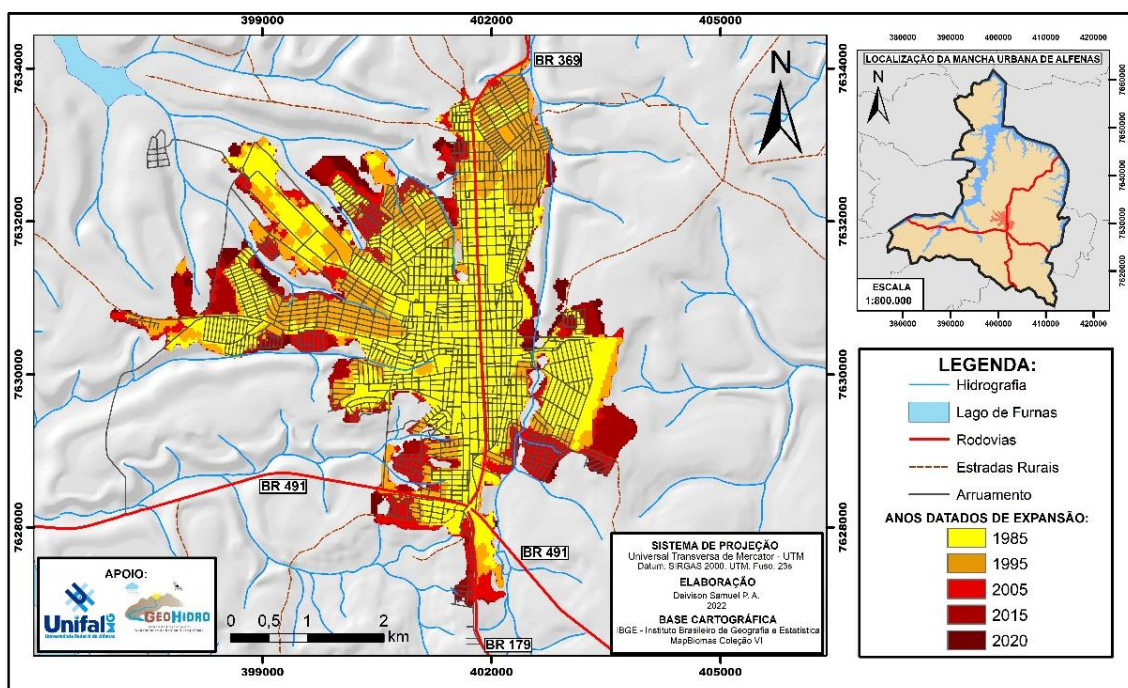
Fonte: IBGE, (2022).

Vale destacar que, entre as décadas de 1970 e 1980 nota-se um aumento da demográfico de modo a iniciar um novo ritmo de crescimento, percebe-se um crescimento expressivo da população alfenense a partir de 1970 mantendo-se o aumento nas demais décadas seguintes até a estimativa populacional de 2021.

Ao considerar o período de 1970 a 2021, o crescimento populacional foi de aproximadamente 185%, expresso em um aumento no número de residentes equivalente a 52.642 mil habitantes em 51 anos, com crescimento médio de 10.528 mil habitantes por década. Quando analisado o período de 1940 a 1970, o crescimento populacional foi de 57% expresso em um aumento no número de residentes equivalente a 10.305 mil habitantes num período de 40 anos, com o crescimento médio de 3.435 mil habitantes por década.

Nota-se, portanto, uma expressiva diferença entre o período de 1940 a 1970 e 1970 a 2021, quando se trata da relação do aumento populacional por década. Dessa forma, no período de 1970 a 2021 o ritmo de crescimento demográfico foi maior, aproximadamente cinco vezes mais que o outro período analisado. Tal crescimento foi espacializado de forma gradual no perímetro urbano, com maior expressividade em dois principais sentidos da mancha urbana, sentido leste e oeste (Figura 4).

Figura 4 - Expansão da mancha urbana de Alfenas/MG (1985 a 2020)



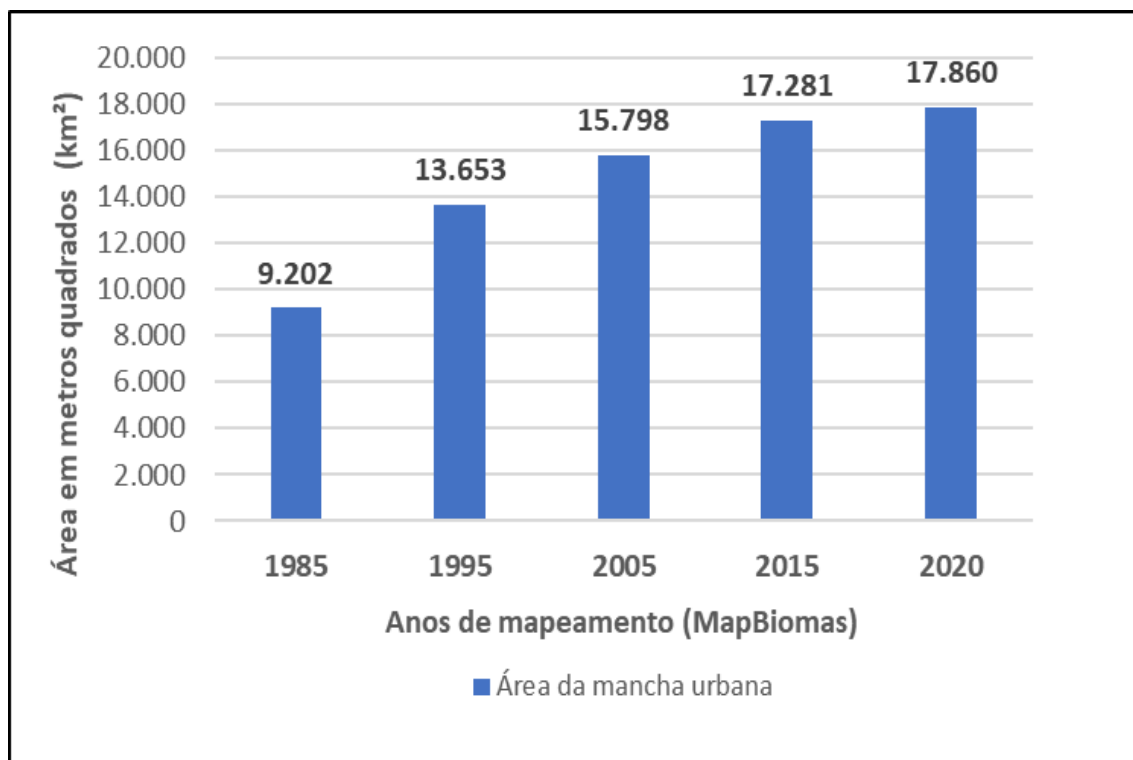
Fonte: Elaborada pelo Autor (2022).

Como evidencia a (Figura 4), é possível notar uma concentração de áreas urbanas consolidadas, sobretudo nos anos de 2005 a 2020, principalmente no setor leste, bem como no setor oeste, onde situa-se a bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

A mancha urbana de Alfenas em 1985 possuía o equivalente a 9,2km² (Gráfico 2), já esse mesmo ano comparado ao ano de 1995 tem-se um aumento de aproximadamente 4,4km² no período de dez anos. No período de 1995 a 2005 a expansão urbana aumentou em 2,14km², mas o montante foi menor que na década anterior. Já em relação ao período de 2005 a 2015 foi possível constatar um aumento de aproximadamente 1,48km² em dez anos. No que se diz respeito à última década analisada, período de 2015 a 2020, a mancha urbana alfenense expandiu aproximadamente 0,57km².

Nota-se por tanto que, ao passar das décadas a expansão da mancha urbana de Alfenas diminui o seu potencial de crescimento. Contudo, vale salientar que apesar da desaceleração do potencial de crescimento da mancha urbana alfenense, houve um adensamento da mesma, o que representou um preenchimento de alguns vazios urbanos no interior da cidade.

Gráfico 2 – Expansão da mancha urbana de Alfenas/MG – 1985 a 2020



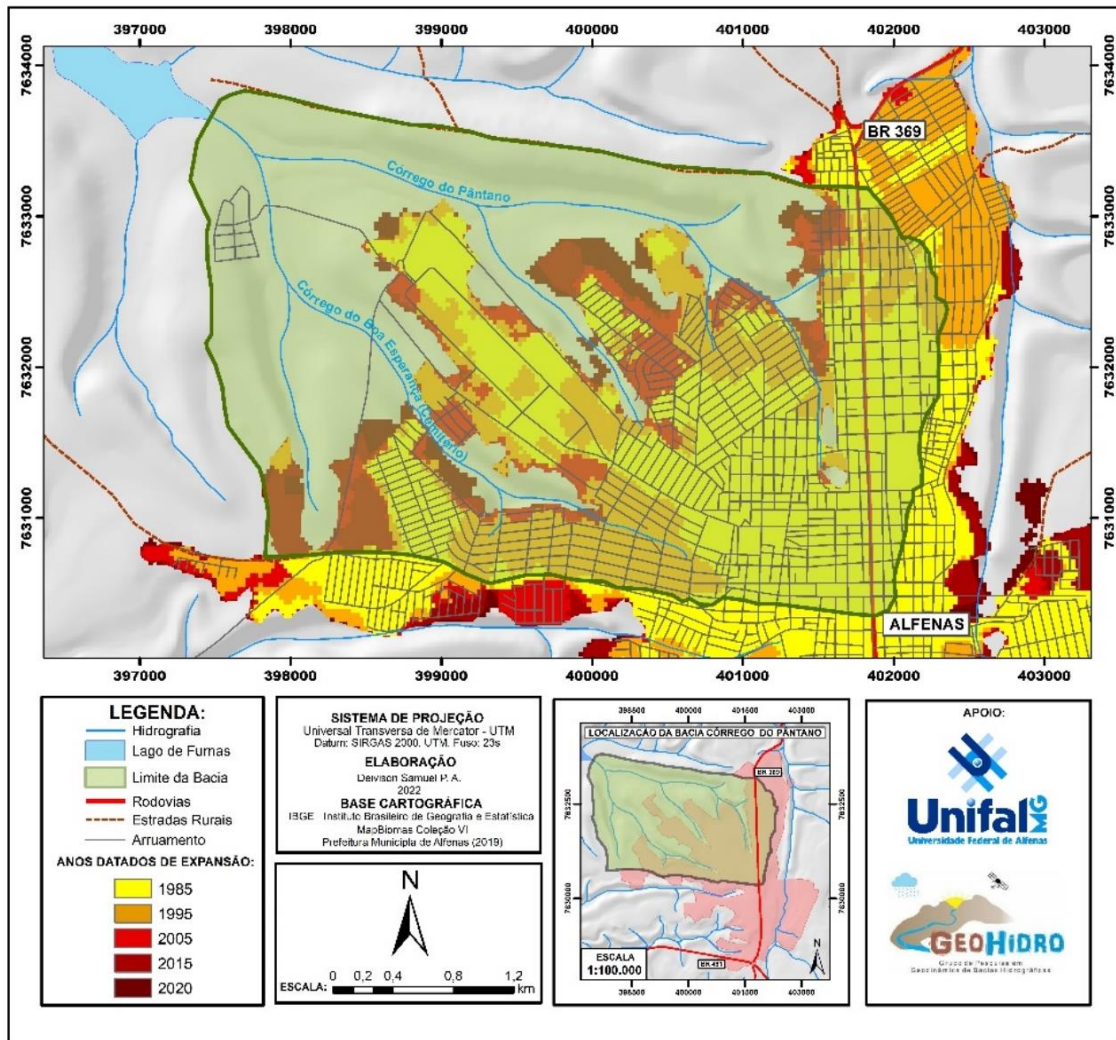
Fonte: MapBiomias (2022).

O município de Alfenas possuía uma população estimada em 2021 de 80.973 mil habitantes (IBGE CIDADES, 2022), e tem se consolidado cada vez mais como uma cidade de porte médio, sobretudo em função de seu crescimento nos setores industrial, agropecuário, além da oferta de setores como o de saúde e, sobretudo, o de educação superior (universidades particulares e pública) que contribuiu para aumento do fluxo de pessoas e uma maior demanda pelo espaço urbano alfenense (RIBEIRO, 2017).

No que diz respeito ao setor oeste, especificamente na área de estudo, é possível identificar um aumento da mancha urbana, preenchendo alguns vazios urbanos na bacia, especificamente no ano de 1995. A expansão dessas novas áreas dentro da bacia do córrego do Pântano, segue o padrão de crescimento evidenciado na (Figura 5) tendo o ano de 1985 como ponto de partida e a partir de 1995 a expansão urbana na bacia

começa a preencher áreas internas e periféricas das áreas consolidadas, mas destacam-se os anos 2005, 2015 e 2020 como os maiores incrementos dentro da bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

Figura 5 - Expansão urbana na bacia do córrego do Pântano (1985 a 2020)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

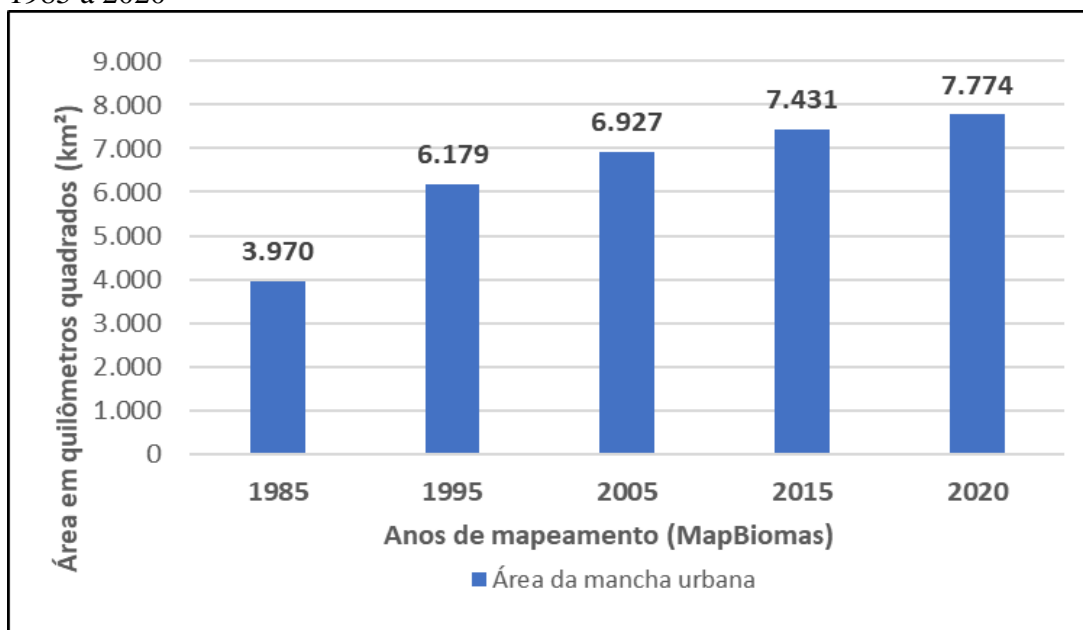
Já após à metade do século XX, a área da bacia é marcada pela expansão considerável aos arredores das áreas urbanas já consolidadas no período de 1985 a 1995 (Figura 5), onde destacam-se os anos de 2005, 2015 e 2020 e, sobretudo, o período entre 2015 e 2020 que ficou marcado pela intensificação do surgimento de novos loteamentos.

Analisando o recorte temporal de 1985 a 2020, expansão urbana dentro da bacia hidrográfica do córrego do Pântano em 1985 era equivalente a 3,9km² (Gráfico 3). Quando comparado ao ano de 1995 tem-se um aumento da mancha urbana de

aproximadamente 2,2km² no período de dez anos. Já no período de 1995 a 2005 houve um aumento da mancha urbana em 0,78km², porém a taxa de expansão foi menor que no ano antecessor. Referente ao período de 2005 a 2015 foi possível constatar um aumento de aproximadamente 0,5km² em dez anos. Já a respeito da última década analisada, período de 2015 a 2020, a mancha urbana alfenense expandiu aproximadamente 0,34km².

Assim, dinâmica de expansão da mancha urbana na bacia seguiu as mesmas características da expansão para a cidade de Alfenas, diminuindo a área expandida, porém, mantendo o crescimento acima do ano anterior.

Gráfico 3 – Expansão da mancha urbana na bacia hidrográfica do córrego do Pântano – 1985 a 2020



Fonte: MapBiomias (2022).

Segundo Alfenas (2006), na década de 1980, novos bairros como o Jardim Boa Esperança, Jardim Nova América, Recreio Vale do Sol, Pinheirinho e Vila Betânia II (Figura 6) começam a surgir, alguns deles aos arredores das principais vias de acesso da bacia hidrográfica do córrego do Pântano, sendo elas: Av. Jovino Fernandes Salles e Av. Henrique Munhoz Garcia e Av. Governador Valadares.

Branquinho e Bernardes (2013) mencionam que em 1980 no setor oeste da cidade, o crescimento urbano foi marcado pela chegada do Conjunto Habitacional Francelino Pereira do Santos (Pinheirinho), que cresceu de forma isolada se comparado com as áreas mais urbanizadas, o que ajudou na formação, na época, de diversos vazios

urbanos na zona oeste. Além disso, a chegada gradual de infraestruturas no bairro posteriormente, fez com que o mesmo se tornasse alvo de valorização e especulação imobiliária (BRANQUINHO; BERNARDES, 2013).

Nesse sentido, outro importante bairro que marcou a expansão a setor oeste da cidade foi o Distrito Industrial criado em 1991 criado com capacidade inicial de 50 empresas tendo a possibilidade de expansão para mais 36 empresas e está situado em um dos interflúvios ao noroeste da cidade, ligado a Av. Henrique Munhoz Garcia. Esta expansão ocupou uma parcela considerável do solo da bacia do Pântano, com o objetivo de trazer novos empregos e atrair investimentos para a cidade, o que de fato ocorreu. Contudo, a lenta taxa de ocupação no bairro decorreu da ausência de infraestrutura básica, que se encontrava apenas na metade do bairro, o que suscitou em um crescimento desordenado nessa área (CARVALHO; CÉSAR, 2010).

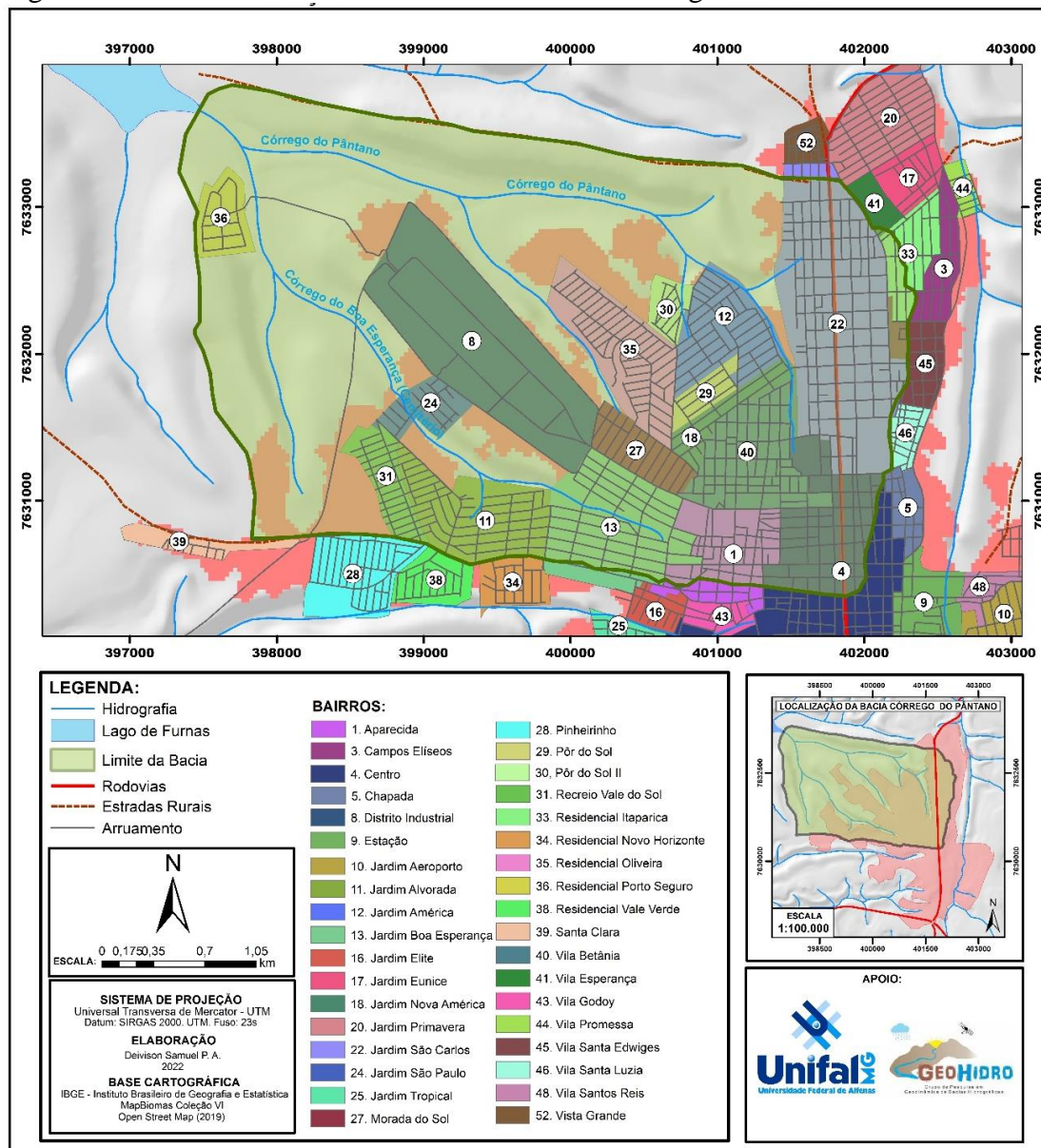
Em meados de 2010, identificou-se o surgimento de novos loteamentos no setor oeste da cidade. De acordo com Branquinho e Bernardes (2020), por exemplo, mencionam que a chegada desses novos parcelamentos do solo se deu em função da instalação do campus II da Universidade Federal de Alfenas no bairro Santa Clara (bairro este que possui parte inserida na bacia hidrográfica do córrego do Pântano), que atraiu novos loteamentos para seu entorno de modo a contribuir para a expansão da mancha urbana de Alfenas.

Além disso, bairros adjacentes ao Santa Clara (Figura 6) receberam novos loteamentos e conjuntos habitacionais do programa “Minha Casa Minha Vida”. É o caso do Jardim São Paulo, localizado na região sudoeste próximo ao Recreio Vale do Sol e Distrito Industrial. Esse bairro, recebeu a instalação de 300 novos apartamentos, estes localizados próximos a fundos de vale do córrego do Boa Esperança (cemitério) um dos afluentes do córrego do Pântano (ALFENAS, 2019).

As novas instalações no setor oeste fizeram com que houvesse mudanças expressivas nessa parcela do espaço urbano. De acordo estudos realizados por Ribeiro (2019), O setor oeste da cidade de Alfenas recebeu 5 empreendimentos imobiliários durante o período de 2010 a 2016 e, a partir do ano de 2016 após levantamento de dados realizados nesse trabalho foram constatados a presença de mais 5 novos loteamentos no setor oeste da cidade, sobretudo na área da bacia hidrográfica do córrego do Pântano. Nesse sentido, foram contabilizados 10 empreendimentos imobiliários no período de 2010 a 2021 na área da bacia do córrego do pântano, como mostra a Figura 7. Esses

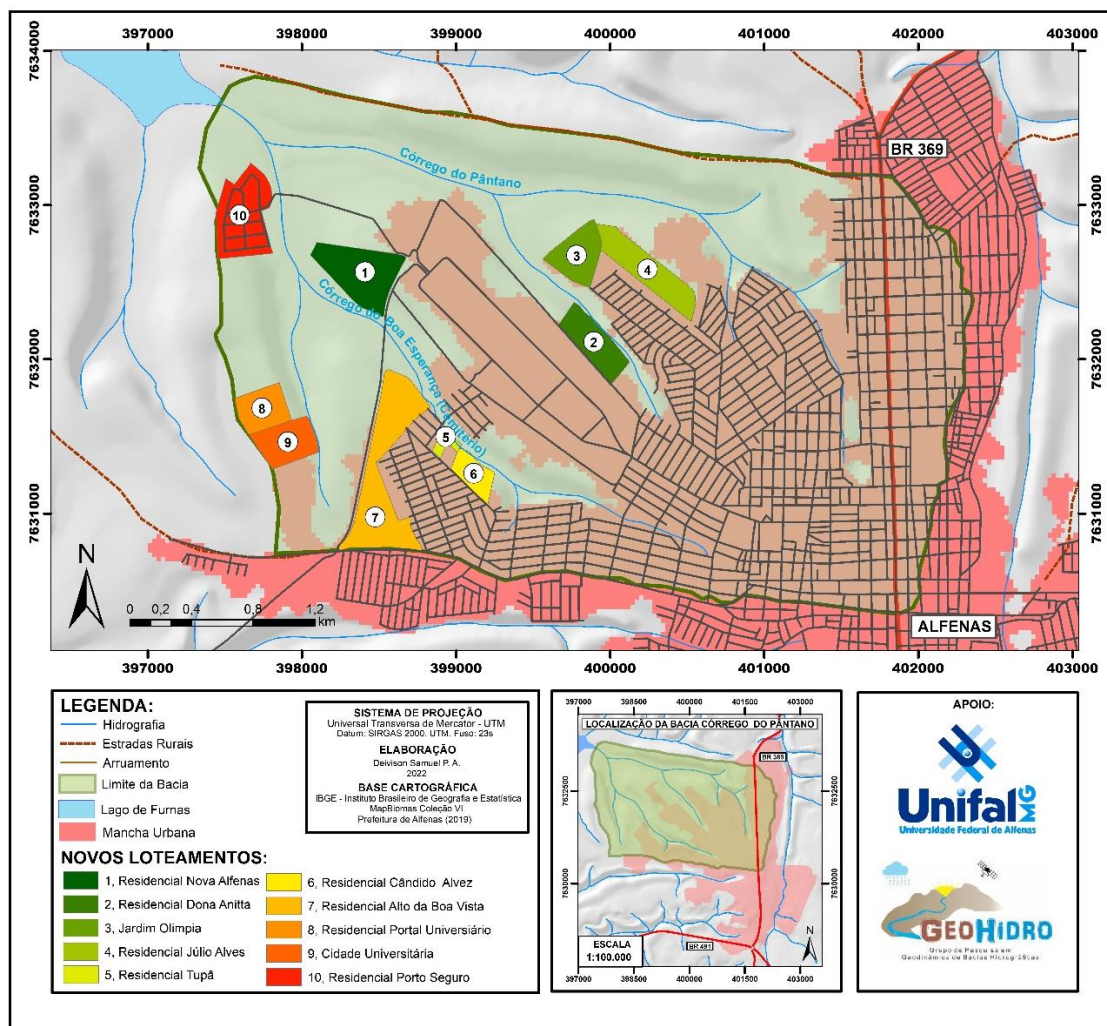
loteamentos seguiram uma média de criação de aproximadamente um empreendimento imobiliário por ano.

Figura 6 - Bairros alfenenses inseridos na bacia do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

Figura 7 - Localização dos loteamentos criados na bacia do córrego do Pântano (2010 a 2021)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

7.1.1 Loteamentos criados no período de 2010 a 2016

Dos loteamentos criados no período de 2010 a 2016 tem-se o Residencial Vila Porto Seguro, Jardim Olímpia, Jardim Alto da Boa Vista, Residencial Júlio Alves e Cidade Universitária.

7.1.1.1 Residencial Vila Porto Seguro

O Residencial Vila Porto Seguro (Figura 7) é o mais antigo, se considerado o período de 2010 a 2021. Localizado em área de expansão urbana, a noroeste da bacia com proximidade ao Lago de Furnas, esse empreendimento imobiliário (Figuras 8 e 9) foi criado em 2012 com uma área total equivalente a 196.785,9m², repartida em 149 lotes com área média de 845m² e valor unitário aproximado de R\$152.100,00.¹

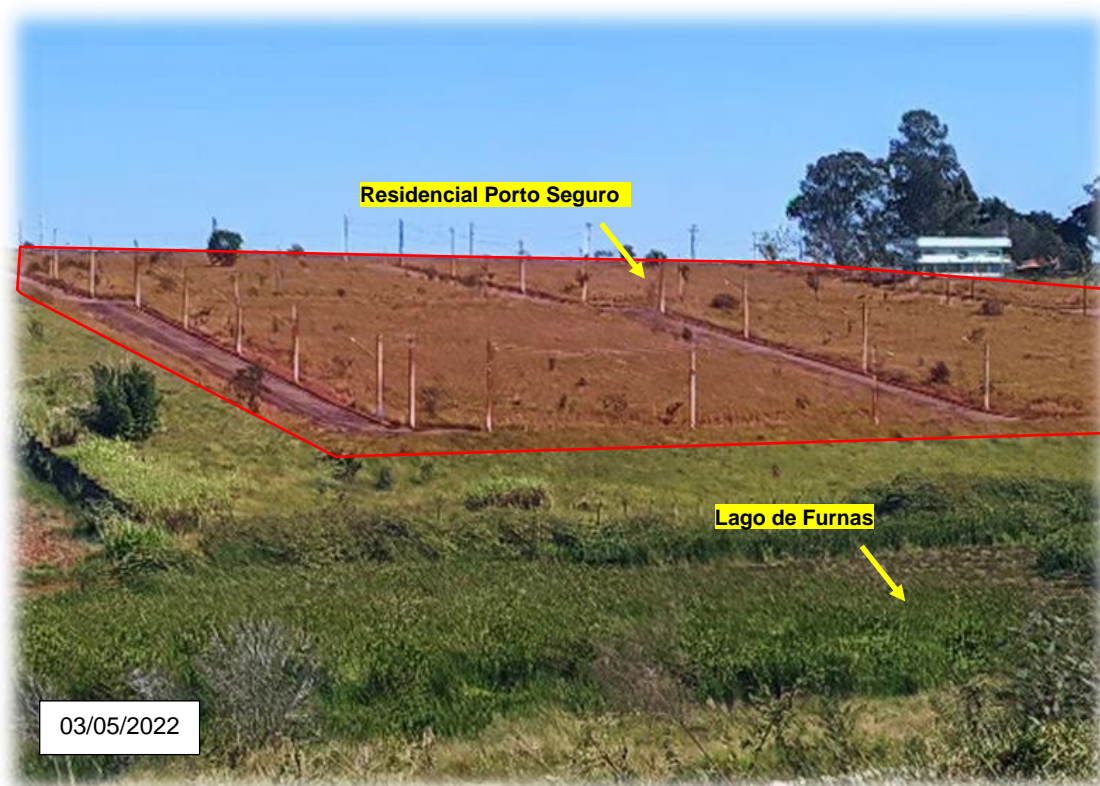
¹ Valor referente do lote no ano de criação do loteamento.

Figura 8 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Vila Porto Seguro



Fonte: Autor (2020).

Figura 9 - Foto panorâmica do Residencial Vila Porto Seguro



Fonte: Autor (2022).

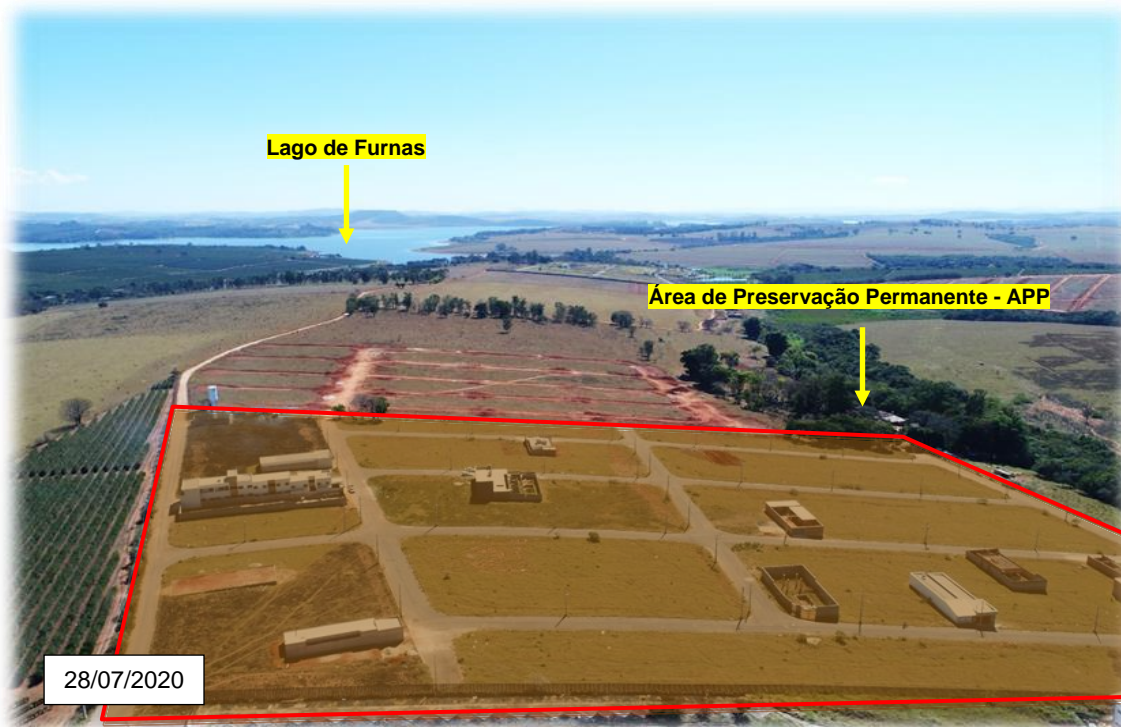
O Residencial Vila Porto Seguro é um loteamento fechado e conta com infraestrutura e visão paisagística em função da proximidade com o Lago de Furnas. Contudo, foi possível constatar que a maioria dos lotes presentes no residencial, mesmo após 9 anos da instalação, ainda se encontraram vazios.

Essa situação pode ser consequência de três fatores: (a) má localização, quando observadas as distâncias em relação ao centro e aos serviços mais essenciais; (b) segurança, já que o mesmo se encontra distante dos locais mais urbanizados e movimentados da cidade; e (c) a atuação de um dos agentes produtores do espaço urbano, os *proprietários fundiários* segundo Corrêa (2004), estes possivelmente têm atuado na especulação imobiliária (valorização da terra) nessa área da bacia.

7.1.1.2 Residencial Cidade Universitária

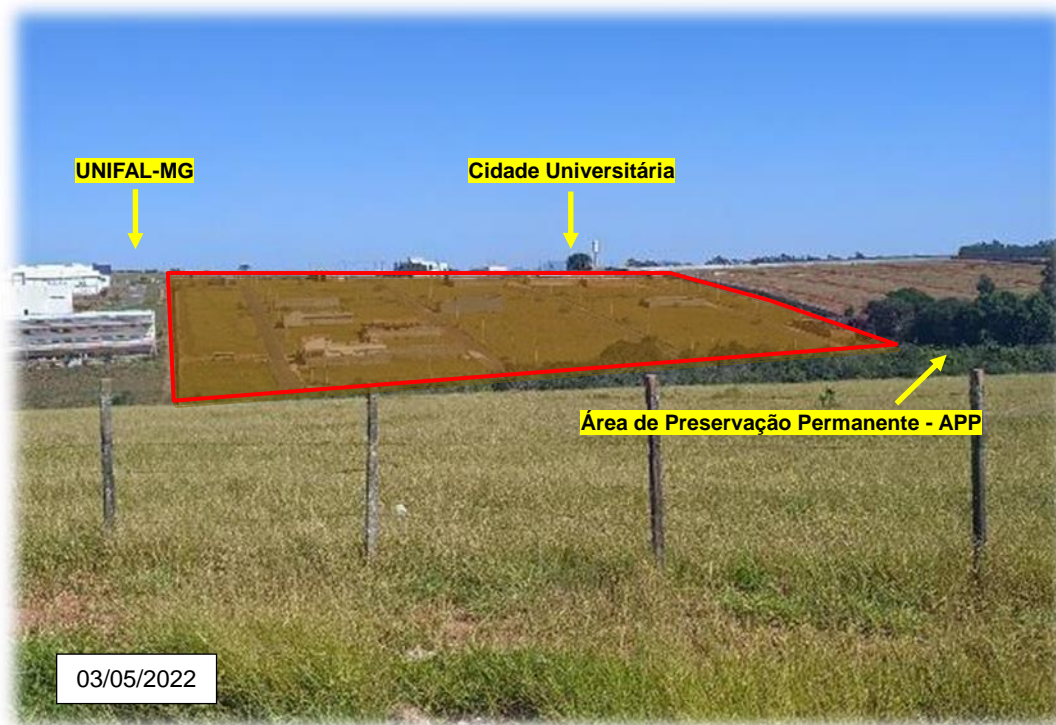
O Residencial Cidade Universitária (Figura 7) é um loteamento localizado ao lado do campus II Santa Clara, da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG), a oeste da bacia. Além disso, o loteamento está situado próximo a uma Área de Preservação Permanente ligada a um canal de primeira ordem que deságua no Lago de Furnas (Figuras 10 e 11).

Figura 10- Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Cidade Universitária



Fonte: Autor (2020).

Figura 11 - Foto panorâmica do Residencial Cidade Universitária ao lado do Campus II da Unifal.



Fonte: Autor (2022).

Este residencial foi criado no ano de 2013, conta com área total equivalente a 96.000,00m² com terreno em declive, setorizado em 196 lotes com área média em torno de 281m² com o valor médio de R\$67.560,00². O residencial foi criado com o objetivo de atender a demanda habitacional dos estudantes que frequentam o campus II Santa Clara.

No entanto, nota-se que o objetivo ainda não foi alcançado, tendo em vista o seu ano de criação, o Residencial Cidade Universitária é um dos mais antigos da bacia, dentro do período de 2010 a 2021, contudo, o loteamento ainda possui poucas construções em sua área, segundo Ribeiro (2019) alguns lotes já foram adquiridos por investidores a fim de gerar lucro futuro.

Dessa forma, ao considerar a chegada das clínicas de Medicina e Odontologia no campus II Santa Clara, é possível que estes módulos possam dar maior dinamicidade a região, sobretudo pelo aumento do fluxo de pessoas, resultando na possibilidade de aumentar a taxa de ocupação na região,

² Valor referente ao lote no ano de criação do loteamento.

7.1.1.3 Residencial Júlio Alves

O Residencial Júlio Alves (Figura 7) é um empreendimento localizado ao norte da bacia hidrográfica do córrego do Pântano e está dentro do perímetro urbano da cidade de Alfenas. O loteamento (Figura 12) foi criado no ano de 2013 e faz divisa com os bairros Jardim América I, Jardim Olímpia e Residencial Oliveira.

Figura 12 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Júlio Alves.



Fonte: Autor (2020).

O Residencial Júlio Alves conta com uma área equivalente a 131.000,00m² que se estende do topo de uma colina até metade da vertente norte da mesma, com terreno em declive. Essa área, juntamente com outras aos arredores, eram destinadas à plantação de café antes de 2013, após esse mesmo ano essa parcela do solo ainda contava com a presença do cultivo cafeeiro na vertente norte (Figura 12), porém, parte considerável foi destinada à implementação do residencial que foi sendo construído gradativamente em toda área correspondente ao empreendimento.

A área destinada ao loteamento, foi parcelada em 215 lotes com área média de aproximadamente 242m² variando de acordo com a localização do mesmo. Já no que se diz respeito ao valor dos lotes são vendidos com cotação média de R\$90.160,00³.

Figura 13 – Abertura de novas ruas na área do Residencial Júlio Alves.



Fonte: Autor (2022).

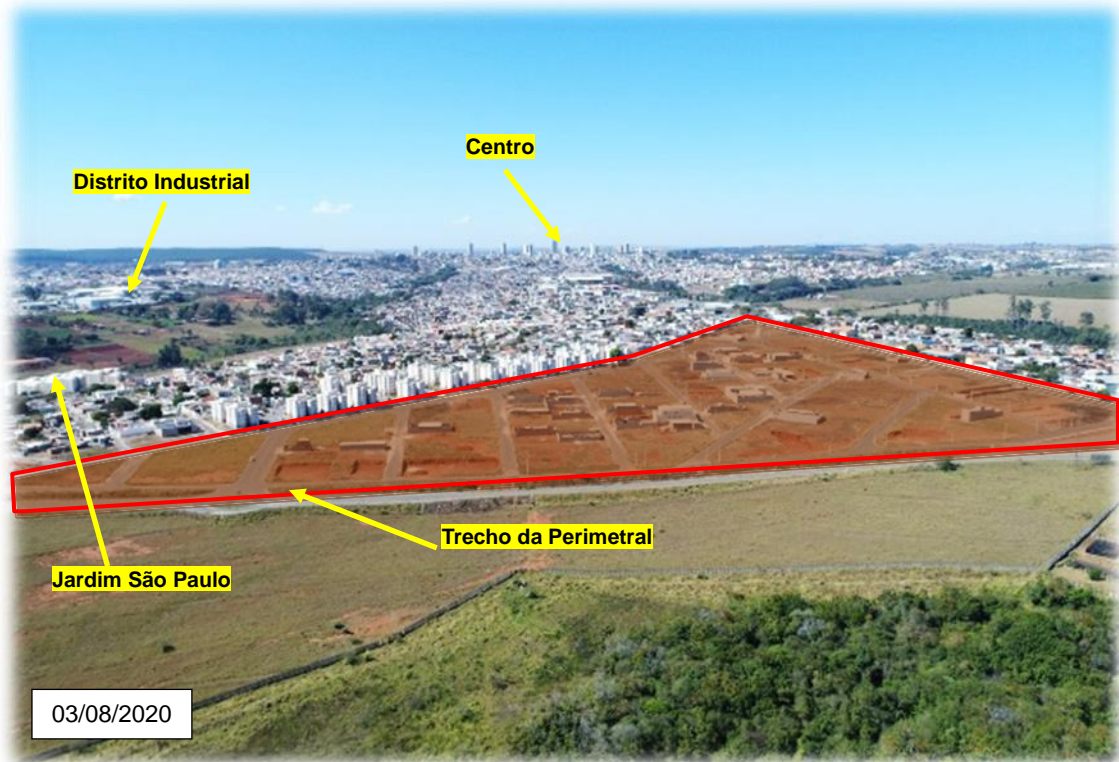
Vale salientar que, nos três últimos anos, foi possível constatar a expansão do loteamento (Figura 13) para o norte da cidade. Tal expansão pode ser evidenciada sobretudo pela abertura novas ruas na área do loteamento que ainda se encontra em fase inicial.

7.1.1.4 Residencial Alto da Boa Vista

O Jardim Alto da Boa Vista (Figura 7), é um loteamento localizado dentro do perímetro urbano à oeste da bacia hidrográfica, situado às margens da nova Perimetral Oeste, que liga os bairros Vista Grande, Distrito Industrial, Jardim São Paulo e Pinheirinho até a BR-491 (Figura 14).

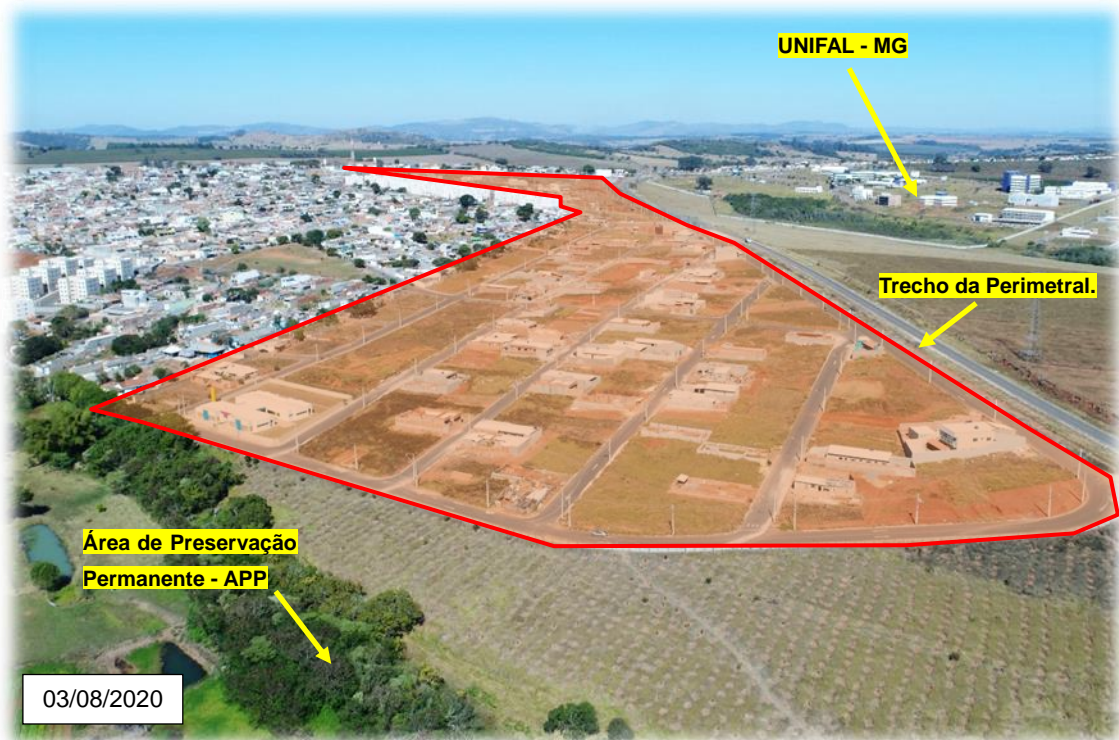
³ Valor referente ao lote no ano de criação do loteamento.

Figura 14 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Alto da Boa Vista



Fonte: Autor (2020).

Figura 15- Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Alto da Boa Vista



Fonte: Autor (2020).

O loteamento foi criado no ano de 2014 e teve sua implantação concretizada no ano de 2015, conta com área total equivalente a 315,923,37m² setorizada em 596 lotes. Cada lote, possui uma área equivalente a 283m² com valor médio de R\$70.750,00⁴.

Vale salientar que, em 6 anos de existência o loteamento já possui considerável número de construções efetivadas e outras ainda em andamento, consequência atribuída a fatores como, quantidade maior de lotes e sua menor área e valor dos mesmos. Ademais, essa rápida ocupação do solo e valorização dessa parcela do solo pode ser associado a localização próxima do campus II Santa Clara da Universidade Federal de Alfenas (Figura 15) e mais recentemente a conclusão da nova Perimetral Oeste.

7.1.1.5 Jardim Olímpia

O Jardim Olímpia (Figura 7) está localizado no topo de uma colina dentro do perímetro urbano a noroeste da bacia hidrográfica do córrego do Pântano. Criado em 2016, o Jardim Olímpia (Figuras 16 e 17) faz divisa como o Residencial Júlio Alves e Residencial Oliveira, com uma área total equivalente a 114.268,00 m² que se estende desde o topo da colina até a vertente sudoeste que, finaliza próximo a uma Área de Preservação Permanente de um dos afluentes do córrego do Pântano.

Figura 16 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Olímpia



Fonte: Autor (2020).

⁴ Valor referente do lote no ano de criação do loteamento.

Figura 17 - Foto panorâmica registrada com drone do Jardim Olímpia



Fonte: Autor (2022).

Toda a área do loteamento foi parcelada em 301 lotes com áreas de aproximadamente 200m² em média, com valores médios equivalentes a R\$60.000,00⁵. O residencial, segundo estudo de Ribeiro (2019) é alvo de investimento, algumas pessoas compram e logo vendem os lotes, tornando-se uma espécie de giro de capital. A área do residencial, com 6 anos de existência, já possui um número considerável de construções concluídas e outras ainda em andamento o que torna essa área, assim como o Jardim Alto da Boa Vista, locais com parcelas do solo em considerável nível de impermeabilização.

7.1.2 Loteamentos criados no período de 2016 a 2021

A partir do ano de 2016, a área da bacia hidrográfica recebe uma “nova leva” de empreendimentos imobiliários, totalizados em 5 novos loteamentos sendo eles: o Residencial Tupã, Jardim Nova Alfenas, Residencial Portal Universitário, Residencial Dona Anita e Residencial Cândido Alves.

⁵ Valor referente do lote no ano de criação do loteamento.

7.1.2.1 Residencial Tupã

O Residencial Tupã (Figura 7) está localizado ao sudoeste da bacia, sua área se situa na base de uma colina, mais precisamente na vertente nordeste próximo a uma Área de Preservação Permanente do córrego do Boa Esperança, afluente do córrego do Pântano. O loteamento (Figuras 18 e 19), faz divisa com os bairros Recreio Vale do Sol e Residencial Cândido Alves.

Figura 18 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Tupã



Fonte: Autor (2020).

Figura 19 - Foto panorâmica do Residencial Tupã



Fonte: Autor (2022).

O Residencial Tupã foi criado em 2017 e teve sua inauguração no ano de 2019. Diferente dos demais loteamentos, esse é o que possui menor área de parcelamento do solo, isso se deve ao fato do aproveitamento do terreno já que, o Residencial Tupã é constituído pelos prédios do antigo programa habitacional “Minha Casa Minha Vida”. A área total do residencial possui 15.200m², onde estão situados 17 blocos habitacionais com um total de 300 apartamentos com 42m². Os valores médios, referentes aos apartamentos são de aproximadamente R\$ 20.000,00⁶.

7.1.2.2 Jardim Nova Alfenas

O loteamento Jardim Nova Alfenas (Figura 7) está localizado a noroeste da bacia hidrográfica do córrego do Pântano, faz divisa com algumas lavouras de café e está próximo ao bairro Distrito Industrial, bem como situado às margens da nova avenida Perimetral^{7 8} Oeste, que conecta à BR- 491.

Criado no ano de 2019, o loteamento Jardim Nova Alfenas (Figuras 20 e 21), possui uma área total equivalente a 208.500m² setORIZADA em 326 lotes com área média de 200m². Com visão privilegiada, o loteamento (Fotografia 14) já conta com infraestrutura finalizada, tais como vias pavimentadas e sinalizadas, iluminação, sistema de captação de água pluvial e esgoto.

Toda essa parcela de solo do loteamento está situada no topo de uma colina e se estende para a vertente sul do interflúvio acompanhado de declive no terreno. Ao sul, o loteamento faz divisa com um dos braços do Lago de Furnas e toda água pluvial do loteamento deságua nesta área do lago.

⁶ Valor referente a uma unidade de apartamento no ano de criação do empreendimento imobiliário.

⁷ Segundo Alfenas (2020) a Perimetral é resultado do programa Pró-Transportes, que contempla obras de caráter viário. O projeto visa integrar uma das entradas da cidade pelo do bairro Vista Grande com o Distrito Industrial e Jardim São Paulo. (ALFENAS, 2020).

⁸ Vale ressaltar que, a nova Perimetral é uma das evidências da integração do espaço urbano de Alfenas, bem como um importante fator que pode intensificar a expansão urbana ao norte e oeste da bacia hidrográfica do córrego do Pântano sobretudo nos loteamentos Alto da Boa Vista e Nova Alfenas.

Figura 20 - Foto panorâmica registrada com drone do loteamento Jardim Nova Alfenas em fase de implementação.



Fonte: Autor (2020).

Figura 21 - Foto panorâmica do loteamento Jardim Nova Alfenas já finalizado (visão a partir da Perimetral)



Fonte: Autor (2022).

Os lotes situados no Jardim Nova Alfenas possuem valor médio equivalente a R\$72.000,00⁹, tendo variações de acordo com suas localizações dentro do loteamento. No que se diz respeito à taxa de ocupação do loteamento, na data de realização da visita de campo o Jardim Nova Alfenas, não apresentou nenhuma construção, o que caracterizou o loteamento com um baixo nível de ocupação, consequência de sua recente criação. Contudo, o loteamento já está preparado para receber as construções já que conta com as ruas pavimentadas, iluminação e rede de micro e macrodrenagem.

7.1.2.3 Residencial Dona Anita

O Residencial Dona Anita (Figura 7) localizado ao centro-oeste da bacia, faz limite com os bairros Distrito Industrial, Morada do Sol e Residencial Oliveira. Criado em 2019, o Residencial Dona Anita (Figuras 22 e 23) é um recente loteamento e conta com uma área total equivalente a 104.000,00m², dividida em 140 lotes.

Cada lote presente no residencial possui uma área média equivalente a 200m² com valores médios próximos de 60.000,00¹⁰ que variam de acordo com a localização. Além disso, o loteamento conta com uma infraestrutura, ruas pavimentadas, sinalização de trânsito, iluminação e vista privilegiada para o leste da cidade de Alfenas bem como para o norte da cidade, onde se situa o bairro Residencial Oliveira.

No que se diz respeito à taxa de ocupação, o Residencial Dona Anita, já possuía construções finalizadas em algumas localidades bem como as que ainda estavam em andamento registradas na data do dia 03/05/22. Apesar de sua recente criação em 2019, é perceptível ver como o loteamento tem-se desenvolvido rápido no que se refere a taxa de ocupação demonstrando como a urbanização nessa área tem dado resultados no que se diz respeito ao avanço urbano na bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

⁹ Valor referente ao lote no ano de criação do loteamento.

¹⁰ Valor referente do lote no ano de criação do loteamento.

Figura 22 - Foto panorâmica registrada com drone do Residencial Dona Anita



Fonte: Autor (2020).

Figura 23 - Foto panorâmica do Residencial Dona Anita a partir do Residencial Oliveira



Fonte: Autor (2022).

O loteamento se encontra instalado em uma das colinas presentes na bacia hidrográfica, está em declive à nordeste, ao lado do Distrito Industrial. O Residencial Dona Anita ainda faz divisa com um dos afluentes do córrego do Pântano bem como sua respectiva Área de Preservação Permanente, tal canal fluvial divide o bairro Residencial Oliveira do novo loteamento. Vale destacar que algumas ruas do loteamento cortam as APPs bem como o canal de um dos córregos da bacia, além de estar em área de coleta das águas oriundas partes mais altas do loteamento, essas intervenções urbanas mostram a pressão que o ambiente ao redor do loteamento está sofrendo.

É importante ressaltar que a área loteada do Residencial Dona Anita está sendo expandida seguindo a direção oeste da área mais consolidada do loteamento. Na data da visita de campo (25/10/2022) foi possível perceber a presença do maquinário bem como o processo de terraplanagem que deixou o solo da área exposto como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Área de expansão do Residencial Dona Anita



Fonte: Autor (2022).

O avanço da área loteada do residencial pode ser evidenciado pela presença de obras de infraestrutura, como por exemplo pela abertura de novas ruas, construção de galerias pluviais e esgoto. Além disso, nesse setor em especial foi possível constatar a fragmentação das APPS contando apenas com vegetação rasteira.

7.1.2.4 Residencial Cândido Alves

Assim como o Residencial Dona Anita, outro empreendimento imobiliário criado no ano de 2019 foi Residencial Cândido Alves (Figura 7). Esse loteamento está localizado na região sudoeste da bacia hidrográfica, faz divisa com o bairro Recreio Vale do Sol, Jardim Alvorada e também com o Residencial Tupã (Figura 25).

Figura 25 - Foto panorâmica registrada com drone Residencial Cândido Alves



Fonte: Autor (2020).

O loteamento (Figura 25) se encontra instalado em uma das colinas presentes na bacia hidrográfica, o mesmo setor morfológico onde se situa o Residencial Tupã. A área do residencial está situada na vertente nordeste da colina, com terreno em declive para Área de Preservação Permanente do córrego da Boa Esperança, afluente do córrego do Pântano. Além disso, o loteamento faz divisa com algumas áreas de pastagem que intercala o residencial ao Distrito Industrial, localizado em outro setor morfológico.

O Residencial Cândido Alves possui infraestrutura com a presença de iluminação, sinalização de trânsito, vias asfaltadas e saneamento desde sua inauguração, mas sua taxa de ocupação ainda é baixa, contudo já é possível constatar a presença de casas

finalizadas, em fase final e outras ainda em estágio inicial além de vários lotes ainda vazios, situação dada pela recente criação do empreendimento (Figura 26).

Figura 26 - Foto panorâmica do Residencial Cândido Alves



Fonte: Autor (2022).

O Residencial Cândido Alves possui uma área total de aproximadamente 54.300,00m², toda essa área está setorizada em 154 lotes com áreas que variam de 160m² a 228m². O valor dos lotes do loteamento está na faixa de 42.500,00¹¹ que varia de acordo com a localização do mesmo.

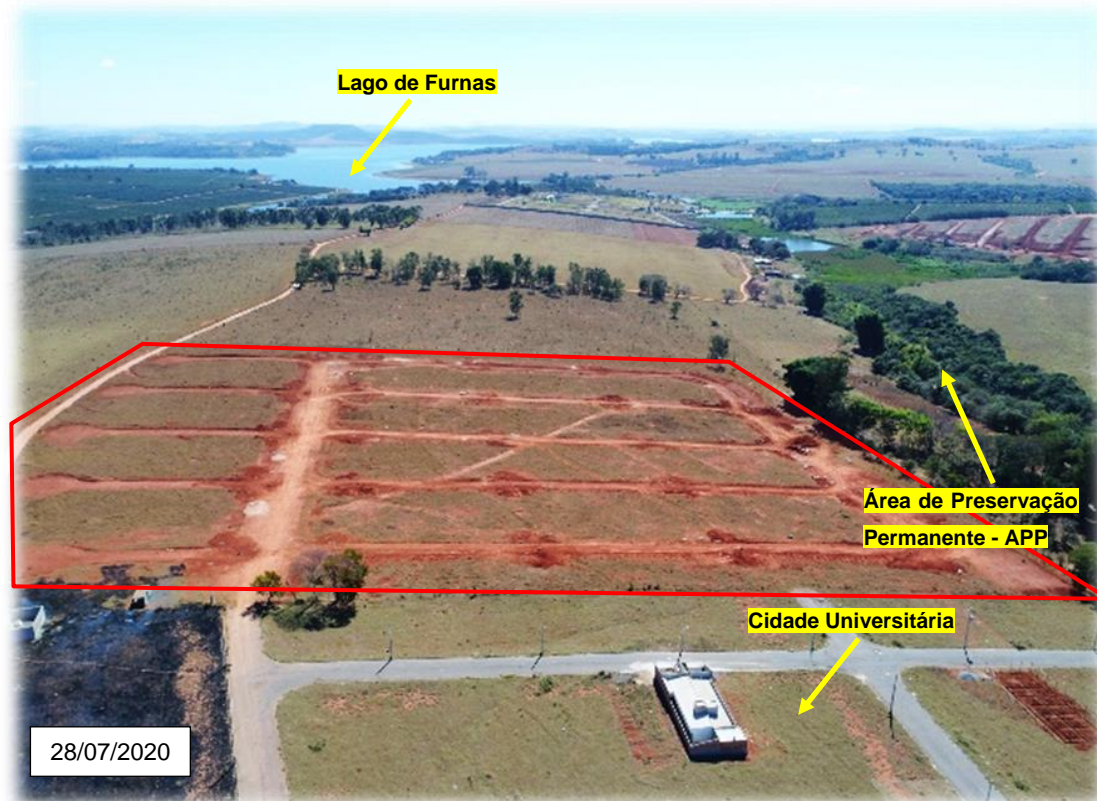
7.1.2.5 Residencial Portal Universitário

O Residencial Portal Universitário (Figura 7) é um loteamento criado com o caráter de suprir a demanda habitacional ocasionada pela instalação do campus II Santa Clara da Universidade Federal de Alfenas. É um empreendimento fechado e está localizado a noroeste da bacia, no topo de uma colina com terreno em declive e estende-se até a base da vertente leste, onde faz limite com um dos braços do Lago de Furnas.

Tanto o Residencial Cidade Universitária (Figuras 27 e 28) quanto o campus II da UNIFAL-MG, estão próximos de uma Área de Preservação Permanente à leste, área esta que pertence a um dos afluentes do córrego do Pântano.

¹¹ Valor referente do lote no ano de criação do loteamento.

Figura 27– Registro panorâmico por drone do Residencial Portal Universitário em fase inicial de implementação



Fonte: Autor (2020).

Figura 28 - Foto panorâmica do Residencial Portal Universitário com a presença de muros ao redor da área. (lado esquerdo Residencial Cidade Universitária)



Fonte: Autor (2022).

Criado em 2020, o Residencial Portal Universitário conta com uma área total de aproximadamente 78.000,00m² parcelada em 268 lotes com área média de 150m² e valor médio dos lotes é R\$ 39.900,00¹², que varia de acordo com a localização do mesmo. Tendo em vista sua recente criação, o residencial ainda se encontra em fase de instalação de infraestrutura e ainda não possui construções.

7.1.3 Síntese da caracterização dos loteamentos

A caracterização dos loteamentos possibilitou que os dados, a priori apresentados nos tópicos anteriores fossem sintetizados na Tabela 4. Os dados auxiliam na discussão de alguns pontos interessantes sobre a ocupação urbana na bacia hidrográfica do córrego do Pântano, tendo em vista a criação dos novos loteamentos a partir de 2010.

Tabela 4: Caracterização dos loteamentos na bacia do córrego do Pântano de 2010 a 2021

| Nome | Ano de criação | Inauguração | Área total | Número de lotes | Área média | Valor médio ¹³ |
|----------------------------------|----------------|-------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | | (m ²) | (Und.) | (m ²) | (R\$) |
| Vila Porto Seguro | 2012 | - | 196.785,90 | 149 | 845 | 152.100,00 |
| Jardim Olímpia | 2016 | - | 114.268,00 | 301 | 200 | 60.000,00 |
| Jd. Alto da Boa Vista | 2014 | 2015 | 315.923,40 | 592 | 283 | 70.750,00 |
| Cidade Universitária | 2013 | - | 96.000,00 | 196 | 281 | 67.560,00 |
| Residencial Tupã | 2017 | 2019 | 15.200,00 | 17 blocos, com 300 unidades | 42 ¹⁴ | 20.000,00 |
| Residencial Júlio Alves | 2013 | - | 131.000,00 | 215 | 242 | 90.160,00 |
| Jd. Nova Alfenas | 2019 | - | 208.500,00 | 326 | 200 | 72.000,00 |
| Residencial Portal Universitário | 2020 | - | 78.000,00 | 268 | 150 | 39.900,00 |
| Residencial Dona Anita | 2019 | - | 104.000,00 | ≈ 140 | 200 | 60.000,00 |
| Residencial Cândido Alves | 2019 | - | 54.300,00 | 154 | 160 a 228 | 42.500,00 |

Fonte: Adaptado de Ribeiro (2019) e Autor (2022).

¹² Valor referente ao lote no ano de criação do loteamento.

¹³ Valor referente ao lote no ano de criação do loteamento.

¹⁴ Metragem referente a uma unidade de apartamento.

Ao somar a área de cada loteamento, é possível constatar que, a área total disponibilizada para os loteamentos no período de 2012 a 2020 foi de cerca de 1.313.977,30m² (1,3km²). Esse montante equivale a 9,75% do território total da bacia que é de 13,34km², foi transformado, ou seja, teve sua categoria de uso da terra alterado para loteamento. A maioria das áreas para loteamento eram pastagens, exceto o Residencial Júlio Alves que era destinado ao cultivo de café, mas também sofreu com a alteração do seu uso da terra. Vale salientar que, ainda é possível constatar plantações de café de menor porte nos arredores do loteamento.

Quando analisada a quantidade de lotes ofertados em toda essa área durante o período de 2012 a 2020 o resultado foi de aproximadamente 2.358 novos lotes setorizados na área da bacia. Tal resultado evidencia que a pressão na estrutura físico-ambiental da bacia hidrográfica do córrego do Pântano pode se intensificar, à medida que esses loteamentos se concretizem como construções.

De acordo com dados do censo de 2010, a média de moradores em domicílios particulares ocupados no Brasil é de 3,31, já no que se diz respeito ao município de Alfenas, esse valor cai para 3,16 (IBGE CIDADES, 2022). Ao considerar esses dados, se a área da bacia hidrográfica do córrego do Pântano fosse ocupada com essa taxa de 3,16 habitantes por domicílio, considerando o número de 2.358 novos lotes, ter-se-ia um acréscimo populacional de 7.451 novos habitantes, o que representaria cerca de 9,2% da população total de Alfenas que está estimada em 80.973 mil habitantes (IBGE, 2021).

Um outro fator que pode ser destacado é que, muitos desses lotes ainda podem sofrer o processo de desmembramento, ou seja, podem ser divididos, aumentando o número de lotes disponíveis e o valor, porém diminuindo sua área. Dessa forma, é possível que o número de habitantes aumente em relação ao estipulado (7.451 novos habitantes), ou seja, se todos os lotes fossem desmembrados em dois, haveria uma duplicação dessa estimativa onde o número de habitantes estimados que passaria para 14.903 habitantes. Isso de certa forma, intensificaria ainda mais a pressão sobre a área e os recursos da bacia.

Outra situação interessante a ser avaliada é a relação entre valor dos lotes e sua metragem. De modo geral, o valor médio dos lotes é de aproximadamente R\$67.497,00, enquanto a metragem total fica em torno de 260,3m², onde o valor médio por metro quadrado é de R\$259,3.

Ao observar os dados da Tabela 3 de maneira individual para cada loteamento, destaca-se que a maior área média disponível na bacia está localizada no Residencial Vila Porto Seguro, com metragem equivalente a 845m² e valor médio em 152 mil reais. Por outro lado, a

menor área média disponível na bacia está presente no Residencial Portal Universitário, que possui área média por lote equivalente a 150m² e valor médio equivalente a R\$39.900,00.

Além disso, o Residencial Cândido Alves também apresenta lotes menores com metragem de 168m² e valor médio de R\$42.500,00.

Vale também ressaltar outro loteamento, que tem um comportamento diferente dos demais, o Residencial Tupã. Nesse caso em especial, existe a sobreposição de apartamentos onde a área total disponibilizada para habitação, nesse caso, pode ser calculada por prédio (bloco) somando a quantidade de m² dos apartamentos por andar.

No total, são 17 prédios (blocos) 300 apartamentos, com área média de 42m² por apartamento. Cada prédio (bloco) possui 5 pavimentos com 4 apartamentos por andar totalizando em 18 apartamentos por prédio. Dessa forma, a área disponibilizada por cada andar equivale a uma área de 168m², totalizando uma área de 840m² disponível por bloco e aproximadamente 14.282m² de área construída disponível para habitação no residencial.

É importante ressaltar que, ao considerar um bloco ou andar como um lote tradicional, a densidade de moradores por lote se torna maior nesse residencial, justamente por estar ligada à quantidade de área setORIZADA e disponível para habitação em cada prédio.

Já em relação aos sete demais loteamentos, quando analisados em conjunto, possuem semelhança no que se diz respeito aos valores e na metragem do lote. A metragem média é de 200m² e valor médio de R\$70.078,33 por unidade.

Dessa forma, entende-se que, ao analisar os dados (Tabela 3) é possível constatar que, à medida que a metragem dos terrenos aumenta o seu valor tende a subir (R² de 0,89, quando correlacionado linearmente o tamanho x o valor do lote), ou seja, quanto maior a área do parcelamento do solo, mais valorizado ele será no mercado. Vale ressaltar que, fatores como, localização e oferta de serviços nos arredores dos loteamentos, podem influenciar na negociação final do lote.

À vista da contextualização e dos dados supramencionados é possível evidenciar uma nova estruturação do espaço urbano alfenense que, teve o crescimento de seu território urbano, sobretudo, nas direções leste e oeste.

Nesse sentido, vale destacar que a região oeste, onde se situa a área de estudo, que recebeu 10 novos empreendimentos imobiliários em apenas uma década. A instalação dos novos loteamentos foi evidenciada pela chegada de novos equipamentos urbanos, tais como supermercados, postos de gasolina, lojas comerciais, além de novos locais para aluguel comercial, o que modificou diversas áreas da bacia ao longo desses anos.

Soma-se a isso a influência de crescimento da zona oeste com a chegada do campus II da Universidade Federal de Alfenas no bairro Santa Clara, bem como projeto de integração das rodovias por meio da construção da nova perimetral. Dessa forma, essa nova dinâmica espacial tem como consequências novos rearranjos espaciais na área da bacia do córrego do Pântano, que impulsionam também as novas configurações em sua estrutura, tanto as que referem a questões socioeconômicas como, sobretudo, as relacionadas às dinâmicas físico-ambientais.

7.1.3.1 Base de dados espaciais da bacia do córrego do Pântano

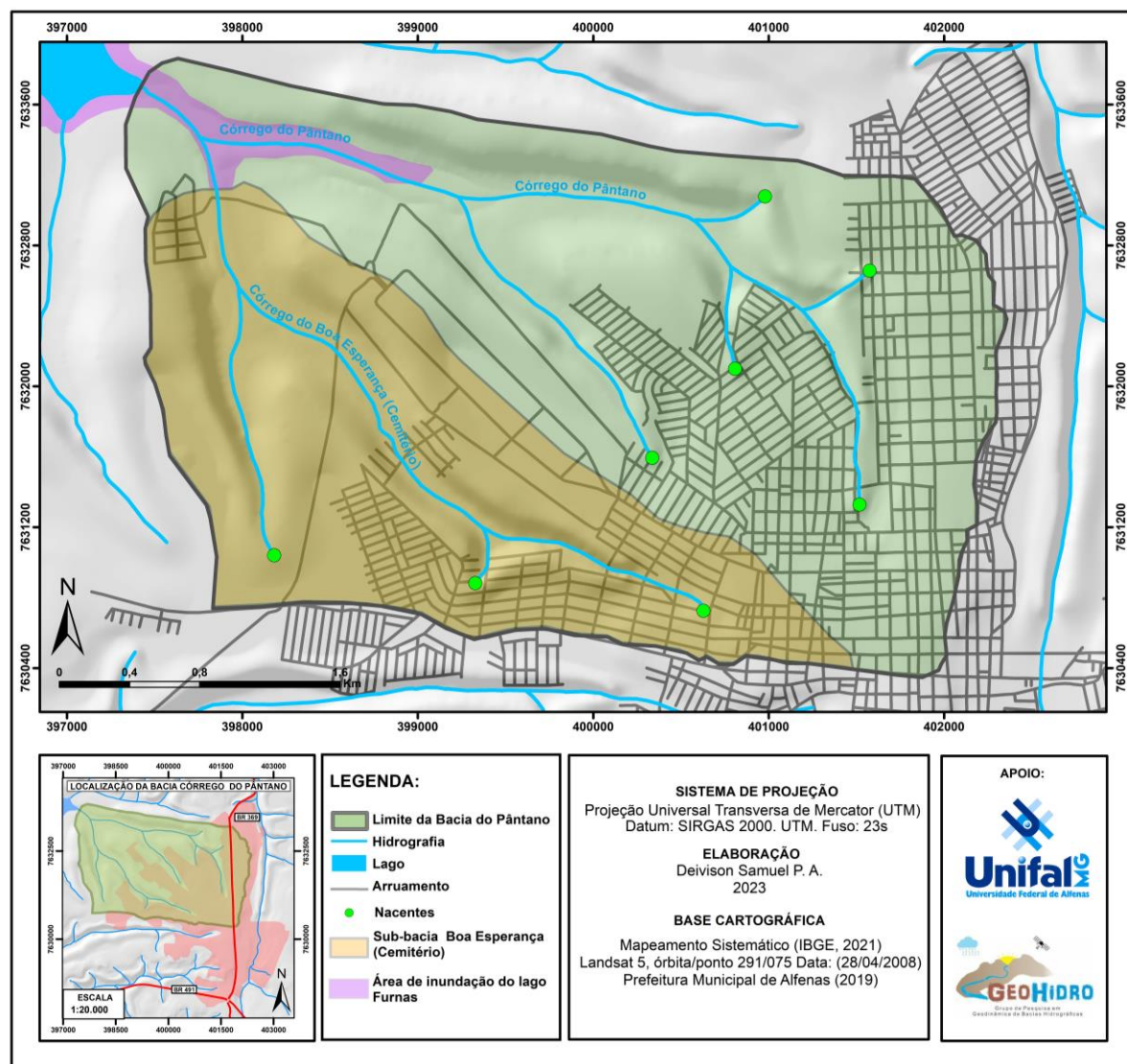
A elaboração da proposta de zoneamento da fragilidade do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano se deu primeiramente pela construção da base cartográfica necessária, contendo as principais características do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

O conjunto de dados-base foi constituído pelos mapas de hidrografia, litologia, pedologia, altimetria, declividade bem como os mapeamentos de uso e cobertura do solo para os anos de 2016 e 2021 da bacia do córrego do Pântano. Tais mapas fizeram parte do processo de análise espacial e foram indispensáveis pois, deram base para a formulação da proposta de zoneamento da fragilidade da bacia.

7.1.3.2 Hidrografia

A hidrografia da bacia hidrográfica córrego do Pântano (Figura 29) apresenta 8 canais fluviais, na escala de 1:50.000, com uma hierarquia fluvial classificados em 1ª, 2ª e 3ª ordem, conforme classificação proposta por Strahler (1964). É importante salientar que, os canais com classificação de 1ª ordem estão associados próximos às cabeceiras de drenagem ao leste, os canais de 2ª ordem alto e médio curso da bacia ao centro-oeste e os canais de 3ª ordem se localizam sobretudo no baixo curso, mais precisamente na jusante na região noroeste. Dos 8 canais presentes na bacia do córrego o Pântano, destacam-se dois, o córrego do Pântano, como principal da bacia e o afluente, córrego do Boa Esperança (Cemitério).

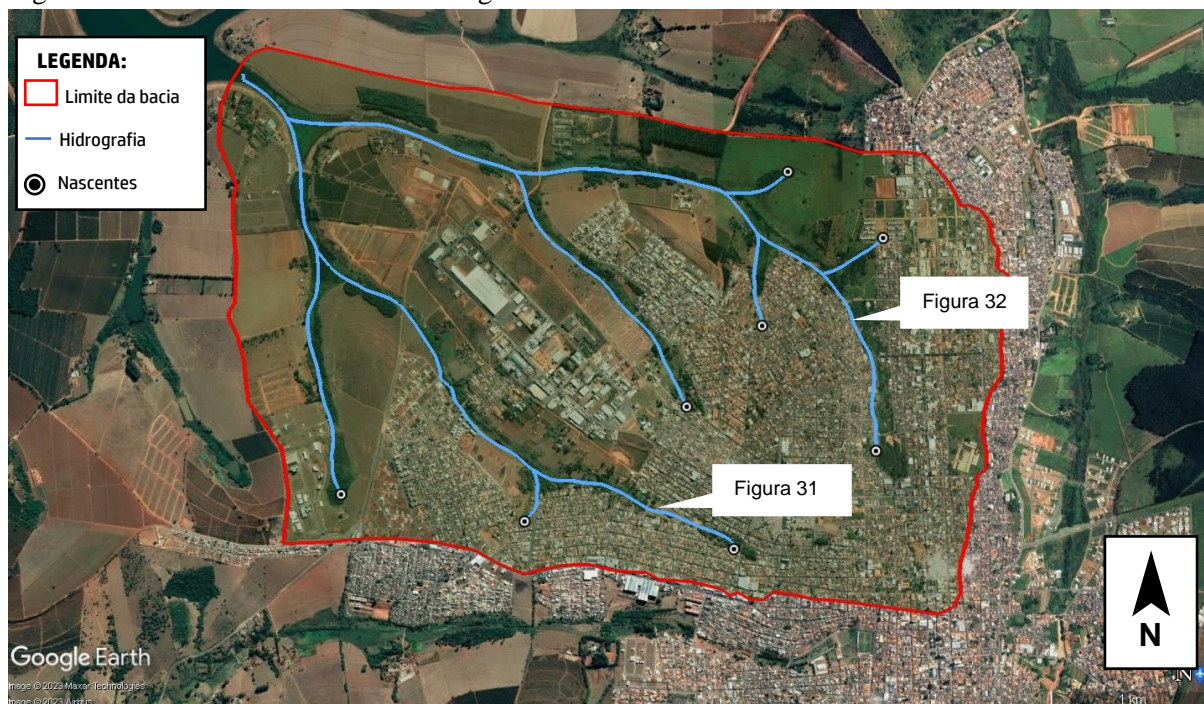
Figura 29 – Mapa hidrográfico da bacia do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Mediante a base de dados adotada, na escala de 1:50.000, foi constatado que a bacia possui o total de 8 nascentes que estão associadas sobretudo às áreas de cabeceira de drenagem. Das 8 nascentes mapeadas na bacia, 6 delas estão situadas na mancha urbana da cidade de Alfenas como mostra a Figura 30.

Figura 30 – Nascentes da bacia do córrego do Pântano inseridas na mancha urbana de Alfenas



Fonte: Google Earth (2023).

Os dois principais canais supramencionados já passaram por canalizações e retificações (Figuras 31 e 32), além de obras de engenharia a fim de minimizar processos erosivos pela pressão resultante de ocupação próximo às margens.

Modificações na estrutura natural dos córregos aconteceram sobretudo nas áreas onde existe a proximidade da mancha urbana. Outros canais inseridos na bacia também foram modificados como intuito de atender a demanda de ocupação, a exemplo, o canal próximo aos bairros Morada do Sol, Residencial Oliveira e Residencial Dona Anita.

Figura 31 – Canal hídrico do córrego Boa Esperança retificado



12/07/2019

Fonte: Autor (2019).

Figura 32 – Canal hídrico do principal do córrego do Pântano retificado



15/11/2010

Fonte: Oliveira (2010).

A área da bacia do córrego do Pântano é de 13,34km², contudo, é importante ressaltar que a delimitação da bacia sofre influência da variação do nível do reservatório de Furnas (ALFENAS, 2006). Nesse sentido, quando analisada a área de inundação do reservatório (Figura 29), é possível delimitar duas bacias hidrográficas distintas dentro da área de estudo, a bacia do córrego do Pântano a nordeste com 8,18km² e a sub-bacia do córrego do Boa Esperança (Cemitério), a sudoeste, com equivalente a 5,15km².

O canal principal da bacia, córrego do Pântano possui uma extensão de 5,34km e, seu principal afluente, córrego da Boa Esperança, possui cerca de 4,29km de extensão. Já em relação ao comprimento total de drenagem da bacia do córrego do Pântano, o sistema hídrico apresenta uma extensão de aproximadamente 14,93km.

Já no que se diz respeito à densidade de drenagem da bacia do córrego do Pântano, foi obtido o valor de 1,1km/km². Tomando como referência a classificação de Strahler (1970) apud Christofolletti (1979), a bacia do Pântano se classifica como um sistema de densidade de drenagem (Dd) baixa (Tabela 5).

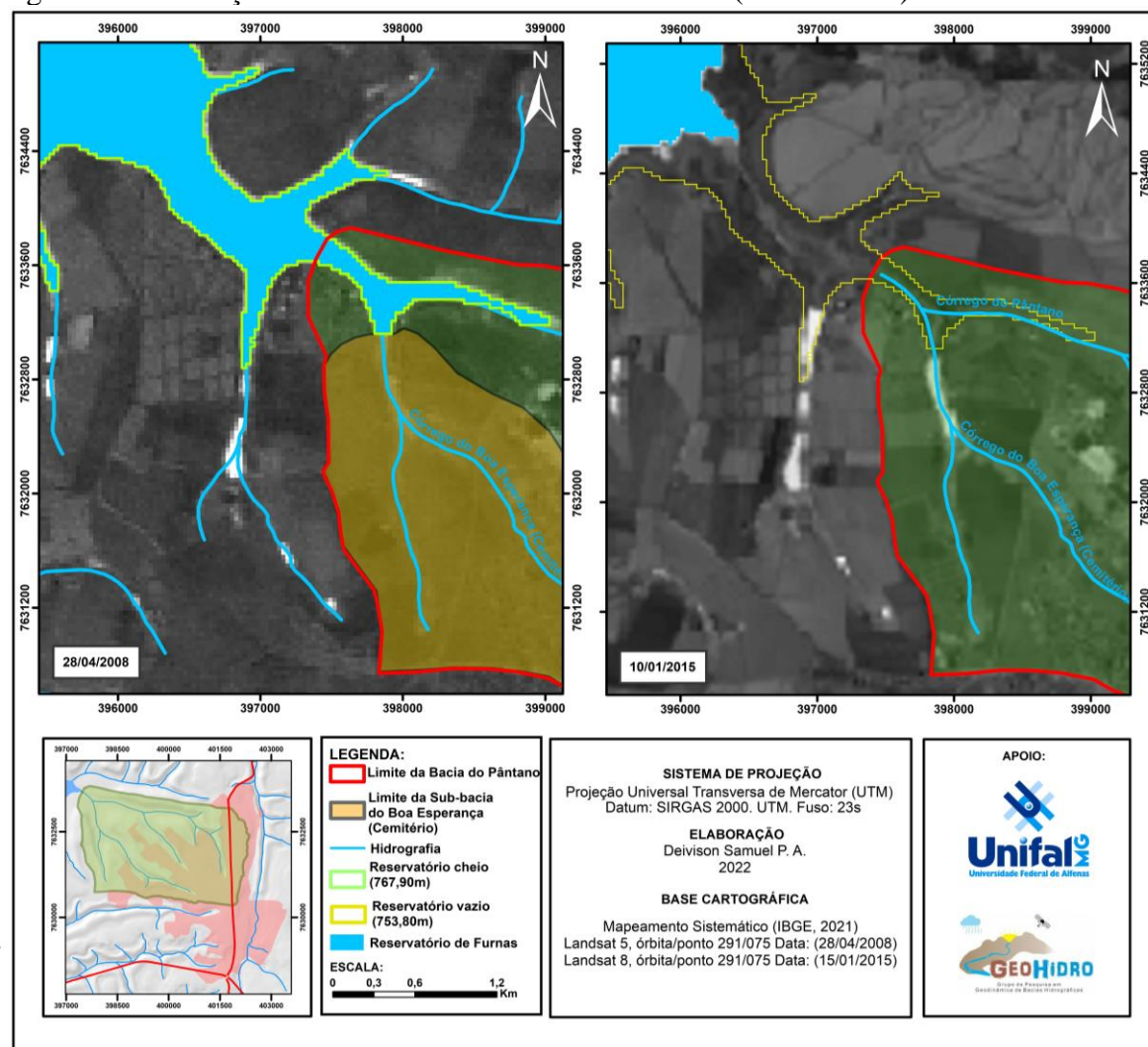
Tabela 5 - Classificação de densidade de drenagem

| Densidade de drenagem (Dd) | Classificação |
|----------------------------|---------------|
| Menor que 7,5 | Baixa (Dd) |
| Entre 7,5 e 10 | Média (Dd) |
| Maior que 10 | Alta (Dd) |

Fonte: Adaptado de Strahler (1970) apud Christofolletti (1979).

Ao analisar a imagem do Landsat 5 órbita/ponto 291/075 na data de 28/04/2008, foi possível constatar que o lago chegou ao nível próximo à cota máxima (768m), registrando uma cota equivalente a 767,90m enquanto no início do ano de 2015 mais precisamente na data 10/01/2015, analisando a imagem do Landsat 8 órbita/ponto 291/075, o reservatório estava próximo a cota 753,80m. Dessa forma, as imagens obtidas (Figura 33) possibilitaram a análise entre variação do nível do reservatório e contribuiu para a delimitação da bacia hidrográfica do córrego do Pântano.

Figura 33 - Oscilação do nível do Reservatório de Furnas (2008 e 2015)



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No caso da situação analisada nesse trabalho, visto o nível do reservatório no ano de 2016, a confecção da base cartográfica hidrográfica se restringiu ao contexto da bacia do Pântano, que se refere ao canal dominante, que no caso é o córrego do Pântano, de modo a inserir também a bacia do Boa Esperança. Tal abrangência de seu pelos fatores: (a) a bacia do Pântano possui uma hierarquia fluvial mais complexa e (b) a bacia do Pântano abrange uma maior área urbana da cidade e evidencia a chegada dos novos loteamentos, sobretudo, na região o oeste da cidade de Alfenas.

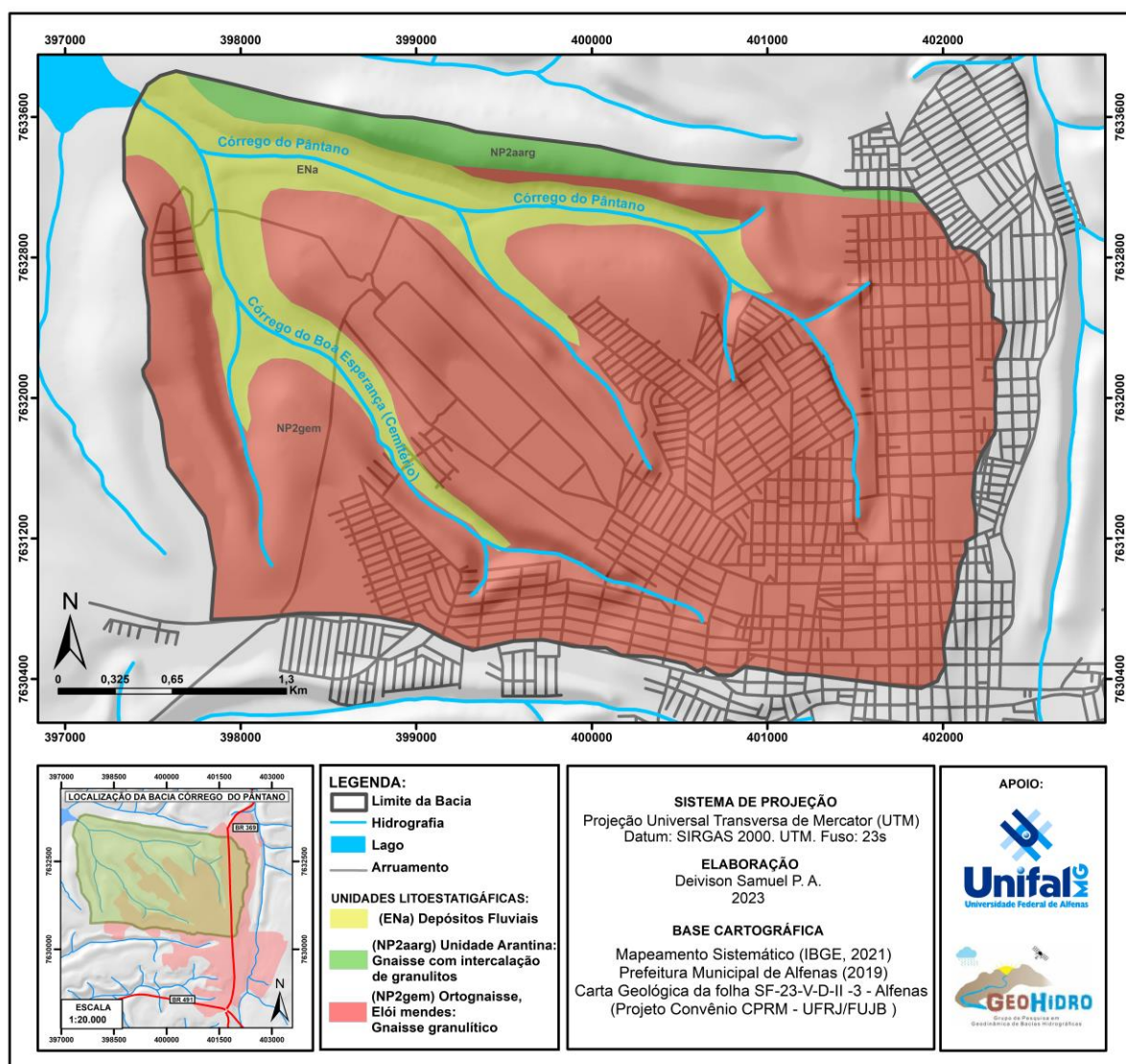
7.1.3.3 Litologia

No que se refere à litologia da bacia do córrego do Pântano, existe a ocorrência de dois grupos principais de litotipos: rochas metamórficas do tipo Gnaiss com intercalação de granulitos e rochas metamórficas do tipo Gnaiss granulíticos (Figura 34). A base litológica

teve como fonte os dados apresentados na carta geológica de Alfenas na escala de 1:100.000, confeccionada por CPRM (2014) apud Ribeiro et al. (2020).

Com maior porcentagem de área, cerca de 80,3% da área total da bacia, sobretudo na região sudeste, tem-se a Ortognaisse, Eloí Mendes (NP2gem) com rochas metamórficas do tipo Gnaiss com intercalação de granulitos. A maior parte dessa unidade está situada em área urbana já consolidada, uma outra parte situa-se nas áreas de expansão urbana da bacia.

Figura 34 – Mapa litológico da bacia do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Ao norte da bacia do Pântano e com a menor porcentagem de área, está a Unidade Arantina (NP2aarg) apresenta o equivalente a 4,50% da área total da bacia. Esta unidade é composta por rochas metamórficas do tipo Gnaiss granulíticos e está situada em área urbana não consolidada em zona de interflúvio.

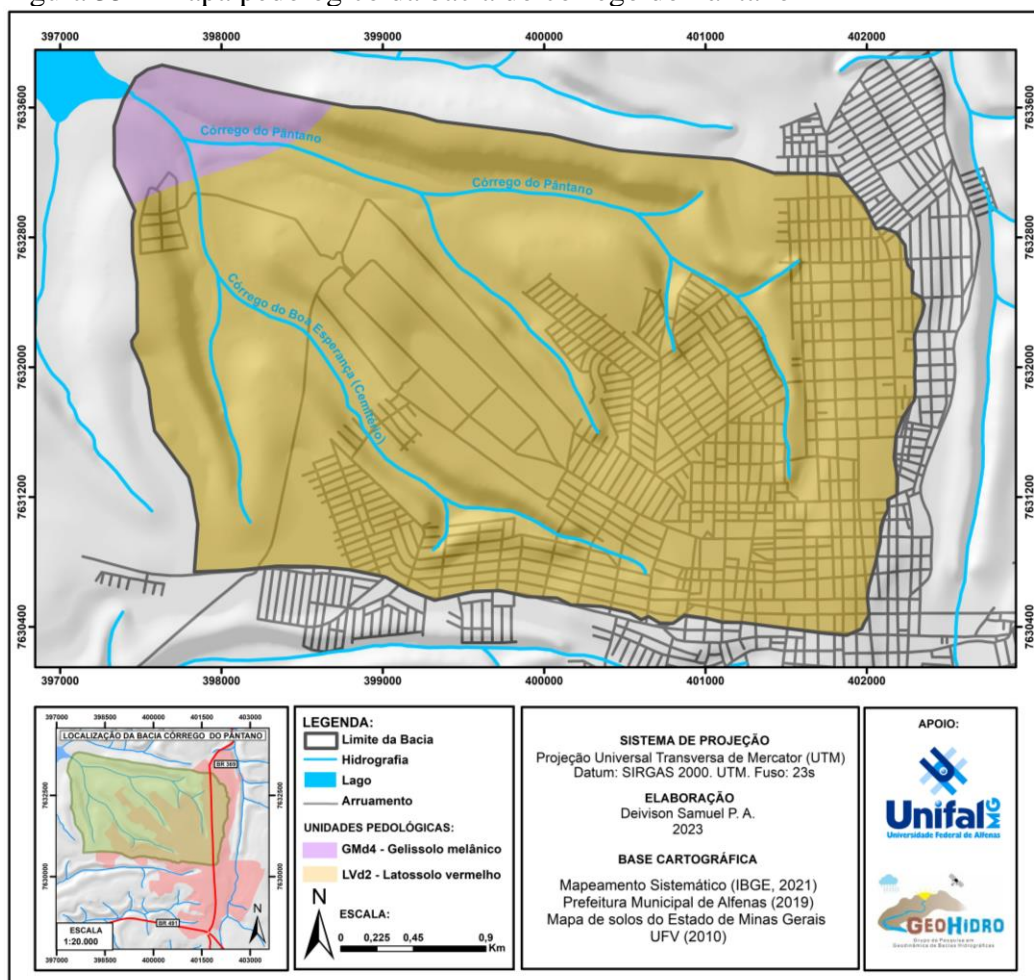
Já as áreas de fundo de vale são compostas majoritariamente por Depósitos fluviais (ENa) estes com 15,20% da área total da bacia, seguem parte da rede hidrográfica e se situam a noroeste em áreas urbanas já consolidadas, bem como em áreas de expansão. Os Depósitos fluviais (ENa) intercalam com as unidades Arantina (NP2aarg) e Ortognaisse, Eloí Mendes (NP2gem).

7.1.3.4 Pedologia

No caso das características pedológicas da bacia, não foram encontrados dados suficientes que ajudassem na confecção da base cartográfica detalhada para a escala trabalhada. Dessa forma, optou-se por utilizar os dados do mapeamento de solos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na escala de 1:650.000.

As ocorrências pedológicas na bacia do córrego do Pântano (Figura 35) estão caracterizadas em duas principais classes de solo, sendo elas: (GMd4) Gleissolo Melânico e (LVd2) Latossolo Vermelho.

Figura 35 – Mapa pedológico da bacia do córrego do Pântano

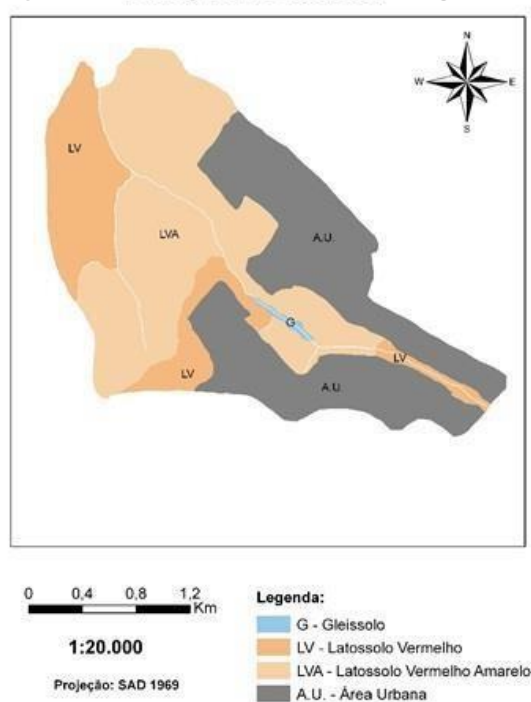


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

A maior parte da bacia, cerca de 94,90% da área total, se encontra sobre solo do tipo (LVd2), que se situa em áreas urbanas consolidadas ao sudoeste da bacia, bem como em áreas de expansão urbana na direção noroeste. Já em relação ao solo tipo GMd4, sua porcentagem de área é menor, cerca de 5,10% e se restringe sobretudo na direção noroeste, jusante da bacia.

Vale salientar que, em trabalho realizado por Olivetti (2011), foi constatado a presença de mais um tipo de solo na região da sub-bacia do córrego do Boa Esperança, onde encontrou-se solo do tipo (LVA) Latossolo Vermelho-Amarelo (Figura 36).

Figura 36 – Mapa de classificação dos solos da sub-bacia do córrego do Boa Esperança (Cemitério)



Fonte: Olivetti (2011).

O mapeamento realizado por Olivetti op. cit. encontra-se na escala de 1:20.000, sendo o solo do tipo Gleissolo, associado às planícies de inundação, no interior da bacia e em área urbana consolidada. Contudo, como o mapeamento cobriu apenas uma parte da bacia do córrego do Pântano, optou-se por utilizar os dados da Universidade Federal de Viçosa, mesmo possuindo um grau de detalhamento menor.

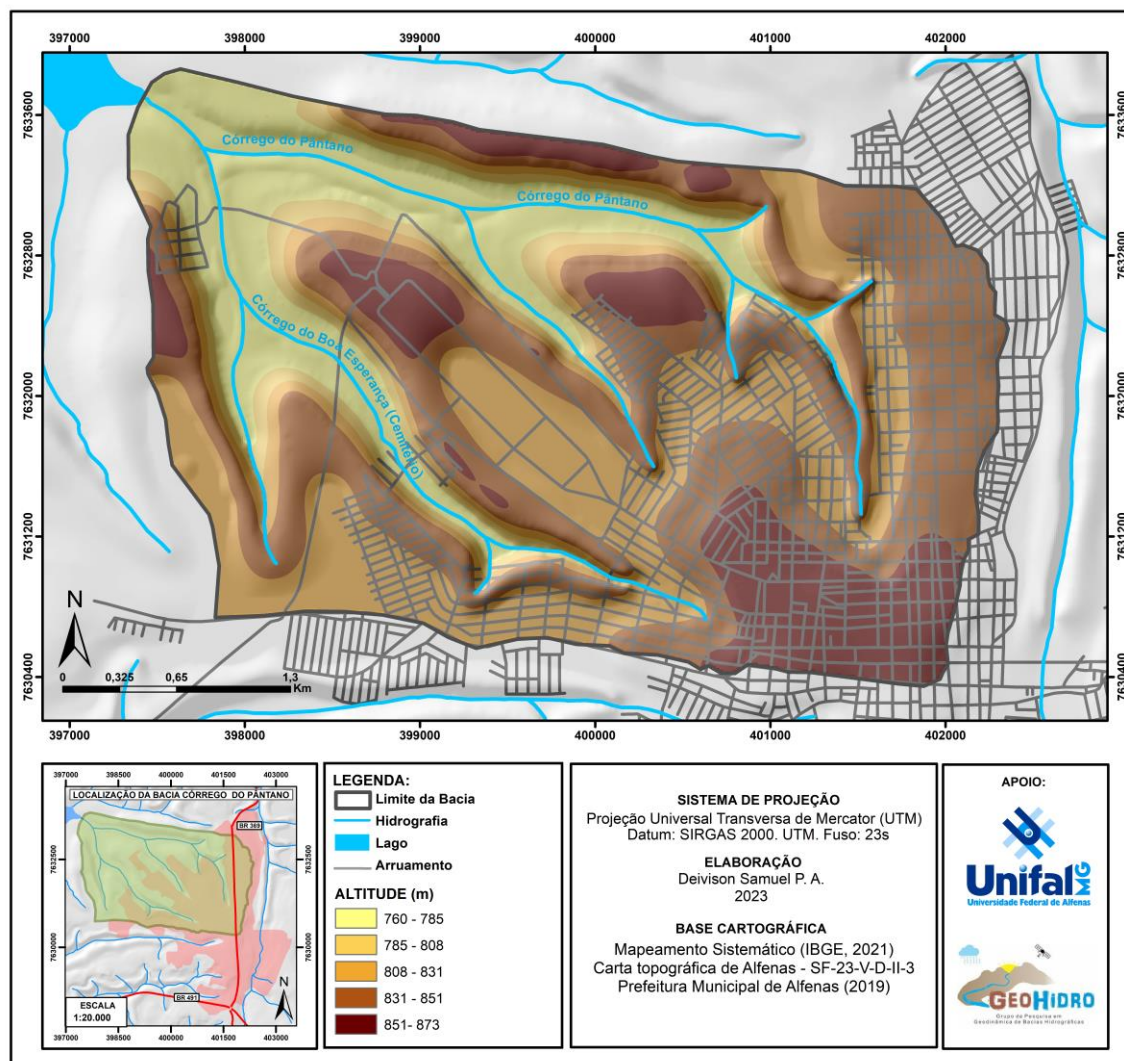
7.1.3.5 Altimetria

A base cartográfica para confecção do mapa de altimetria do terreno foi confeccionada a partir dos dados do MDT construído. Como já mencionado, os dados para a geração do MDT, hidrografia e a carta topográfica de Alfenas SF-23-V-D-II-3, tiveram

origem na base de dados do IBGE. Além disso, as classes de declividade seguiram os padrões classificatórios da EMBRAPA (2006).

No que se diz respeito às características altimétricas da bacia do córrego do Pântano (Figura 37), a base cartográfica confeccionada apresenta altitudes que variam de 760 a 873m onde a média altimétrica é de 822m. Além disso, considerando a área da bacia, apresenta amplitude hipsométrica de 113m para uma área total de 13,34km².

Figura 37 – Mapa altimétrico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

As classes altimétricas de menor valor, 760 a 808m, estão situadas em regiões de fundo de vales associados a planícies de inundação dos canais hídricos da bacia, sobretudo na direção noroeste.

Já em relação às classes de médias e altas altitude, que variam de 808 a 873m, estão associadas aos setores de vertentes e interflúvios, situados em diversas regiões da bacia.

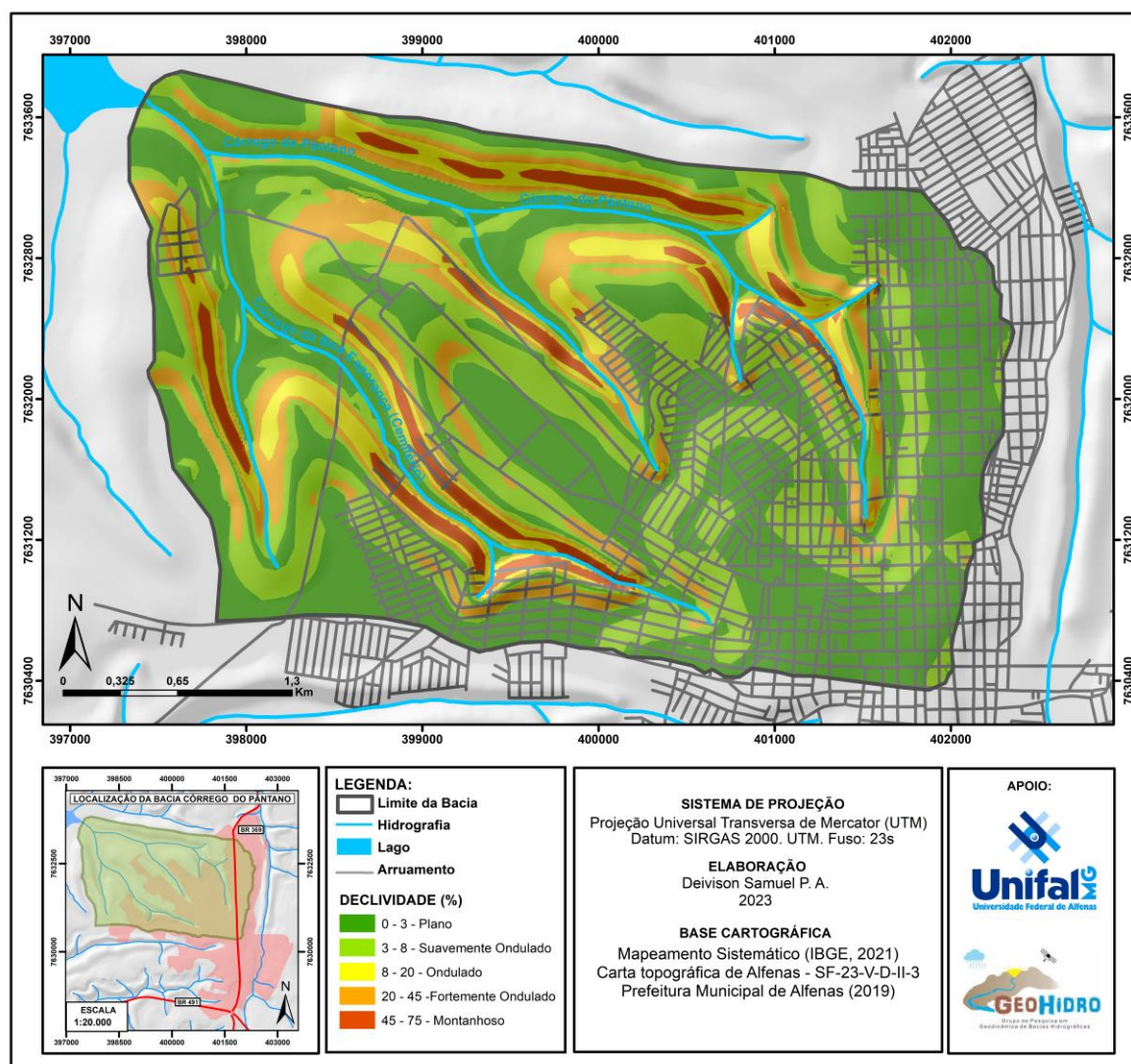
Contudo, essas classes altimétricas são evidenciadas com maior frequência à montante da bacia, partindo da região central em direção à região sudeste da bacia do Pântano, onde se localiza o centro da cidade de Alfenas.

7.1.3.6 Declividade

A base cartográfica com as variações de declividade teve como ponto inicial de confecção o modelo digital de terreno (MDT), montado de acordo com os procedimentos metodológicos já mencionados na seção Materiais e Métodos.

A bacia hidrográfica do córrego do Pântano possui variação de declividade entre 0 a 75% (Figura 38). As características de declive, estão diretamente associadas às características litológicas e pedológicas, bem como à dinâmica hídrica da bacia, de modo a contribuir para formar o ambiente de declives apresentados na bacia.

Figura 38 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Os declives de menor intensidade, entre 0 a 20%, estão situados sobretudo na região sudeste da bacia, onde se localiza a mancha urbana. Evidencia-se também que, em áreas de interflúvios e divisores topográficos, as classes de declividade baixa são frequentes, a exemplo o bairro Distrito Industrial, localizado na região central da bacia. É importante ressaltar que, as declividades de menor variação também estão presentes nos fundos de vale, sobretudo aqueles com calhas mais largas, como é o caso da região noroeste, que está situada a jusante da bacia, próximo ao Reservatório de Furnas.

No caso da bacia do córrego do Pântano as áreas de menores declividades, em sua maioria, já foram estabelecidas como áreas urbanas consolidadas no processo de expansão da cidade ao longo dos anos, justamente por facilitar a implementação da infraestrutura e ocupação do solo. Em contrapartida, existem loteamentos recentes que ainda buscaram áreas de menor declividade dentro da bacia para se estruturarem, como é o caso do loteamento Alto da Boa Vista e Júlio Alves.

As regiões de maiores declividades, entre 20 a 75%, estão associadas, em sua maioria às áreas de vertentes, restringindo-se ao entorno dos canais hídricos da bacia do Pântano. Apesar das variações de declividade nessa área, a ocupação e expansão urbana nessas não é incomum, loteamentos recentes como Jardim Olímpia, Residencial Nova Alfenas, Residencial Tupã, Residencial Dona Anita e Residencial Cândido Alves foram implantados nessas áreas, justificado pela ausência de novas áreas com declividade menor dentro da bacia.

É importante ressaltar que, a Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro 1979 que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, menciona que não será permitido o parcelamento do solo em terrenos com declividade igual ou superior a 30%, salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes. Contudo, analisando o Plano Diretor da cidade de Alfenas não foi encontrado nenhuma diretriz que mencione regras de ocupação do solo associadas às variações de declividade de terreno.

Para as declividades de 0 a 3% (Plano) foi constatado uma porcentagem equivalente a 44,40% do valor da área total da bacia. Já as classes 3 a 8% (Suavemente Ondulado) representou cerca de 30,30% da bacia. No que se diz respeito as declividades com variação entre 8 e 20% (Ondulado) a bacia apresentou uma porcentagem equivalente a 7,55% da área total. Para as áreas de declives entre 20 e 45% (Fortemente Ondulado) foi possível constatar uma porcentagem de 13,25% da área da bacia do córrego do Pântano. Por fim, as declividades entre 45 e 75% (Montanhoso) representou cerca de 4,50% da área total da bacia, sendo a classe com menor porcentagem como mostra a Tabela 6.

Tabela 6- Classe de declividade situada por área na bacia

| Declividade (%) | Área situada na bacia (%) |
|-------------------------------|---------------------------|
| 0 – 3 (Plano) | 44,40% |
| 3 – 8 (Suavemente Ondulado) | 30,30% |
| 8 – 20 (Ondulado) | 7,55% |
| 20 – 45 (Fortemente Ondulado) | 13,25% |
| 45 – 75 (Montanhoso) | 4,50% |

Fonte: Elaborado pelo Autor (2022).

7.2 Uso e cobertura da terra

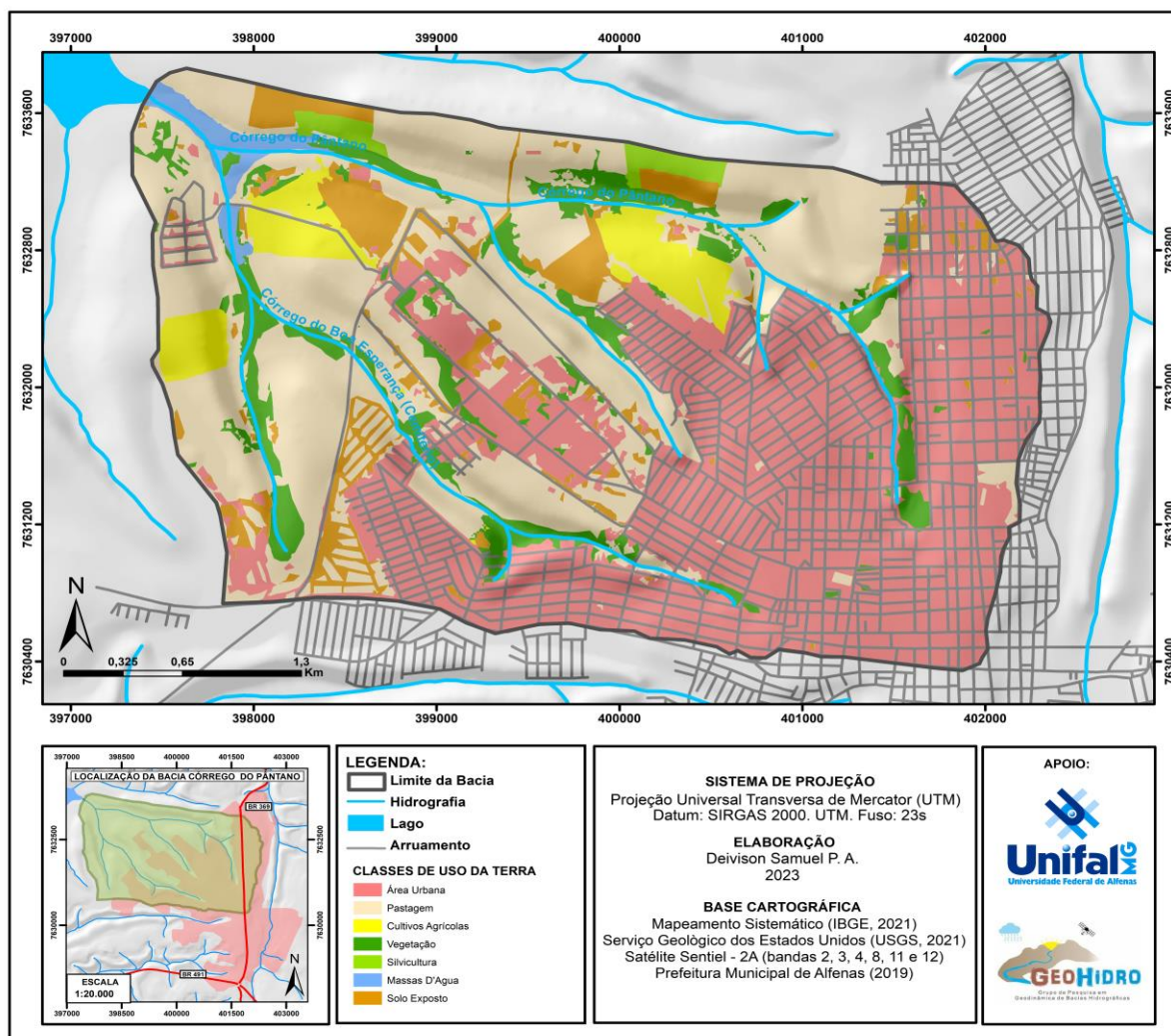
O mapeamento de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do córrego do Pântano foi elaborado em dois Recortes temporais distintos (08/04/2016 e 29/08/2021), numa janela temporal de 5 anos, com base na disponibilidade de imagens sem recobrimento de nuvens do satélite Sentinel-2A, sensor MSI.

Os dois mapas passaram pelo teste de avaliação de acurácia *Kappa* para melhor validação do mapeamento gerado pelo algoritmo. Dessa forma, para o mapa de uso e cobertura da terra referente à data do dia 08/04/2016, o valor do índice *Kappa* gerado pela matriz de confusão foi de 0,86, que de acordo com a metodologia proposta por Landis e Koch (1977), está categorizado como uma classificação Muito Boa. Já para o mapa de classificação do dia 29/08/2021, o valor gerado pela matriz de confusão ficou em 0,70, a classificação Muito Boa, segundo a metodologia dos autores supramencionados.

7.2.1 Uso e cobertura da terra do ano de 2016

Para o mapeamento realizado utilizando a imagem do Sentinel-2A com a data 08/04/2016 (Figura 39) foi observado que a bacia hidrográfica do córrego do Pântano sofre grande influência da pressão urbana, de modo que 43%, equivalente a 572,0 hectares de sua área total, está ocupada pela classe de área urbana, classe esta que se localiza em maior abrangência na região sudeste da bacia. Nesse sentido, tal característica evidencia que a pressão da urbanização na área da bacia segue maior em relação às outras classes identificadas no mapeamento de uso e cobertura da terra para o ano de 2016.

Figura 39 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2016



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Como segunda maior área de uso da terra está a classe de pastagem. Esse uso corresponde a 35% da bacia, recobrando 466,4 hectares e está presente, sobretudo, na direção noroeste e centro da bacia. É importante ressaltar que, parte dessa classe no ano de 2016 foi transformado em usos mais rentáveis por parte dos proprietários, nesse caso específico elas foram transformadas em novos loteamentos, o que culminou no aumento da porcentagem da área urbana posteriormente.

A terceira maior classe identificada no mapeamento no ano de 2016 foi a de vegetação. Essa classe corresponde a 8% da área total da bacia, com cerca de 107,7 hectares. Esse uso da terra está associado, em sua maioria, nas proximidades de canais hídricos da bacia.

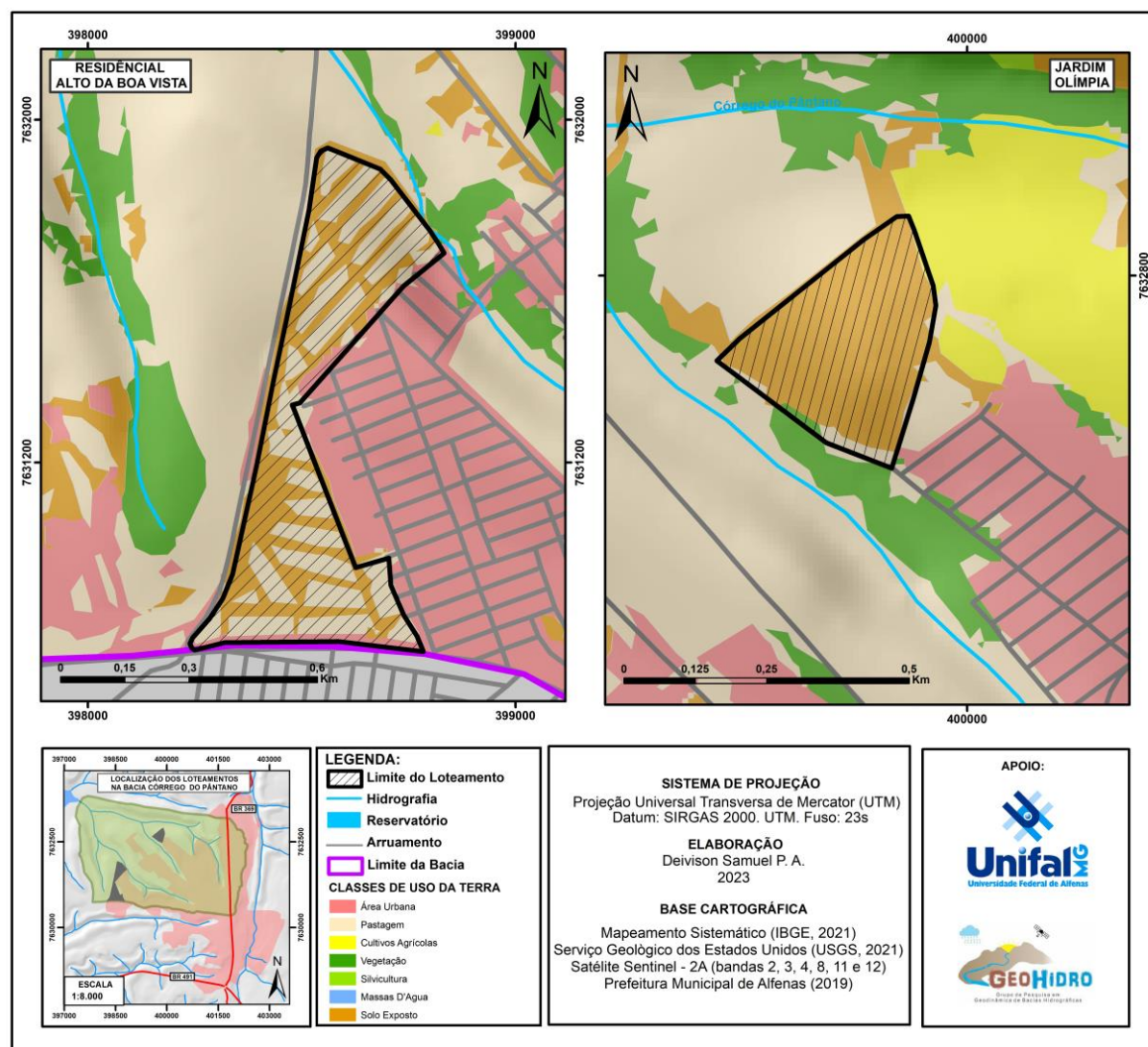
Um ponto a ser ressaltado sobre essa classe é a sua comparação com a legislação sobre Áreas de Proteção Permanentes (APPs). A Lei Federal nº 12.651 de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre o Código Florestal Brasileiro, estabelece que ao longo dos canais hídricos exista pelo menos 30m de matas ciliares nas margens e 50m para as nascentes (BRASIL, 2012). Dessa forma, ao observar as normativas presentes na legislação ambiental e comparando-as com o mapeamento realizado em 2016, foi possível constatar a porcentagem de matas ciliares presentes na bacia em função da porcentagem prevista em lei.

No caso da bacia do córrego Pântano, APPs de cursos d'água e nascentes correspondiam a uma área equivalente a 88,96 hectares. Porém, em 2016 apenas 28,6 hectares eram ocupados por vegetação arbórea, ou seja, para o ano mencionado a bacia apresentou um déficit de aproximadamente 60,36 hectares de proteção vegetal no entorno de seus canais hídricos, comprometendo a dinâmica natural da bacia.

A quarta classe de maior área na bacia do córrego do Pântano é a de solo exposto. Essa classe, para o ano de 2016, representou cerca de 7% da área total da bacia, o equivalente a 94,8 hectares. Esse uso localiza-se em vários pontos da bacia, mas destaca-se nas áreas próximas a áreas urbanas já consolidadas.

Parte considerável desse uso foi destinado à criação dos novos loteamentos nos anos seguintes, potencializando a expansão urbana na bacia. No mapeamento do uso e cobertura da terra para o ano de 2016, destacam-se duas áreas de solo exposto que posteriormente se tornaram dois dos novos loteamentos da bacia. Ao cento-norte da bacia, a área onde hoje está situado o Jardim Olímpia e ao sudoeste é possível perceber o arruamento do que se tornou o loteamento Alto da Boa Vista conforme a Figura 40.

Figura 40 –Uso da terra para os loteamentos Alto da Boa Vista e Jardim Olímpia em 2016.



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Já a classe de cultivos agrícolas no mapeamento realizado para o ano de 2016, representou 4,55% da área total da bacia aproximadamente 60,6 hectares. Esse uso do solo está situado em três grandes áreas da bacia, ao centro-norte, noroeste e oeste e estavam associados principalmente com o cultivo de café. No caso da classe de massas d'água, a área correspondeu a 18,5 hectares, o equivalente a 1,39% da área total da bacia e está associado sobretudo ao reservatório de Furnas.

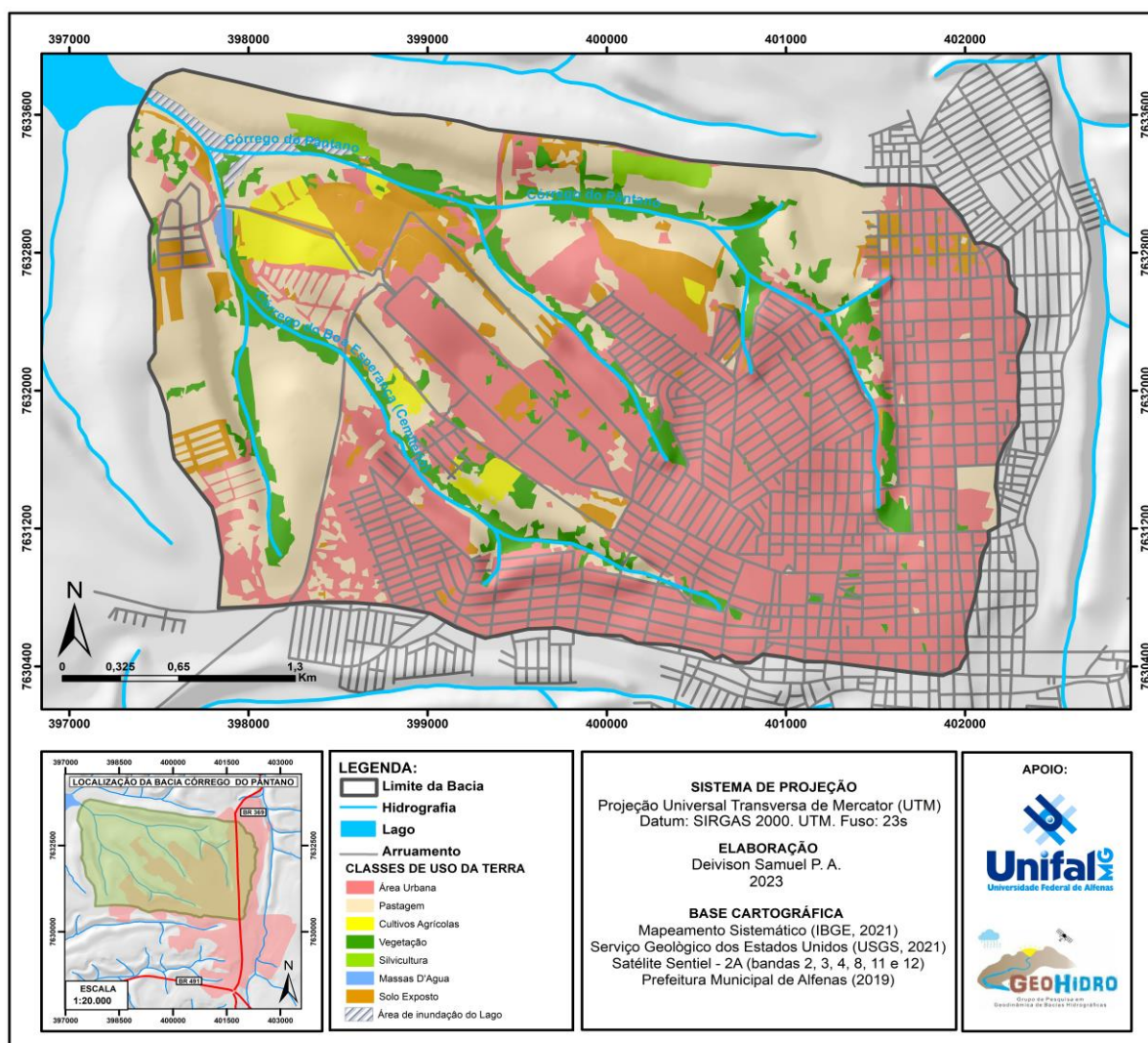
Por fim, a classe de menor área mapeada foi a de silvicultura, esta correspondeu a 14,0 hectares, aproximadamente 1,06% da área total da bacia. Localizada na região norte e noroeste da bacia, esse uso está especializado em apenas duas seções e está diretamente relacionado com o cultivo de eucaliptos.

7.2.2 Uso e cobertura da terra do ano de 2021

No que se diz respeito ao mapeamento realizado para o ano de 2021 observou-se algumas mudanças expressivas que serão apresentadas nesta seção. Pretende-se, portanto, apresentar, bem como comparar alguns pontos do mapeamento de 2021 em relação ao de 2016, com o intuito de expor a dinâmica do uso da terra na bacia do córrego do Pântano nesse período.

Para o mapeamento realizado na data de 29/08/2021 (Figura 41), a classe de área urbana manteve-se com maior porcentagem cerca de 51,27% da área da bacia, o equivalente a 684,0 hectares. É importante ressaltar aqui a mudança ocorrida em relação ao ano de 2016, onde a área urbana de Alfenas aumentou cerca de 19,58% durante o período de cinco anos (Tabela 7). A chegada dos novos loteamentos possibilitou esse crescimento em diversas partes da bacia, sobretudo na região oeste.

Figura 41 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2021



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023)

Tabela 7 - Dinâmica do uso da terra na bacia do córrego do Pântano 2016 e 2021

| Classes | Área em 2016 | | Área em 2021 | |
|--------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Porcentagem (%) | Hectares (ha) | Porcentagem (%) | Hectares (ha) |
| Área urbana | 43,00 | 572,0 | 51,27 | 684,0 |
| Pastagem | 35,00 | 466,4 | 28,32 | 377,5 |
| Cultivos agrícolas | 4,55 | 60,6 | 2,36 | 31,4 |
| Vegetação | 8,00 | 107,7 | 8,85 | 118,4 |
| Silvicultura | 1,06 | 14,0 | 1,06 | 14,0 |
| Massas d'água | 1,39 | 18,5 | 0,18 | 2,2 |
| Solo exposto | 7,00 | 94,8 | 7,10 | 95,5 |
| Área de inundação | 0,00 | 0 | 0,86 | 11,0 |

Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

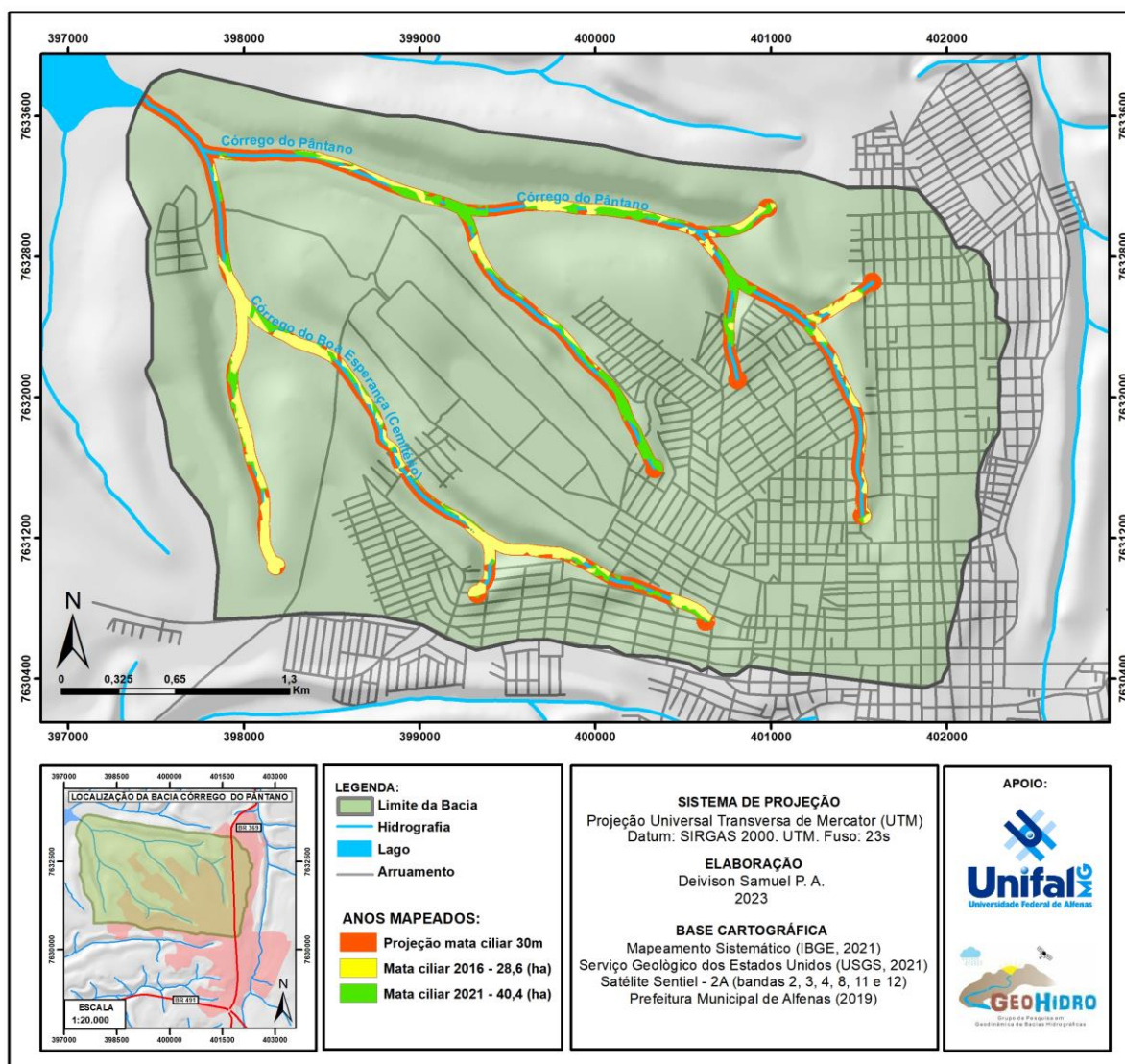
Como mencionado anteriormente, classes como solo exposto presentes em 2016 foram convertidas em áreas urbanas, destaca-se também parcelas da classe de pastagem que sofreram essa mudança, é o caso dos loteamentos, Nova Alfenas, Residencial Tupã e Cândido Alves. Dessa forma, há uma maior pressão urbana constatada no ano de 2021 em relação ao ano de 2016 na bacia do córrego do Pântano.

No caso da classe de pastagem, para o ano de 2021 o mapeamento apresentou uma área de 377,5 hectares o equivalente a 28,32% da área da bacia. Em comparação com o ano de 2016 essa classe perdeu cerca de 19,06% de sua área o equivalente a 88,7 hectares (Tabela 6). Essa perda se deve a transferência de uso da terra na bacia, ou seja, algumas áreas de pastagem tornaram-se loteamentos (classe área urbana) e outras migraram para a classe de solo exposto, vegetação e cultivos agrícolas.

A classe de vegetação continuou sendo a terceira maior e teve uma dinâmica que chamou atenção ao longo do período analisado. No ano de 2021 essa classe correspondia a 8,85% da área total da bacia, cerca de 118,4 hectares mantendo nas proximidades dos canais fluviais. Se comparado ao ano de 2016, essa classe aumentou sua área em 9,93% o que equivalente a 10,7 hectares, ou seja, a bacia registrou expansão da vegetação mesmo pressionada pela expansão urbana (Tabela 6).

Por outro lado, quando comparada à porcentagem de mata existente em função daquilo que a legislação exige, principalmente para a proteção dos cursos d'água, a bacia ainda possui déficit em mata ciliar, mesmo tendo aumentado sua área em relação ao ano de 2016. Ao comparar com a mata ciliar existente em 2016, o ano de 2021 teve um aumento de 41,25% o equivalente a 11,8 hectares (Figura 42).

Figura 42 - Evolução das matas ciliares na bacia do córrego do Pântano 2016 e 2021



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

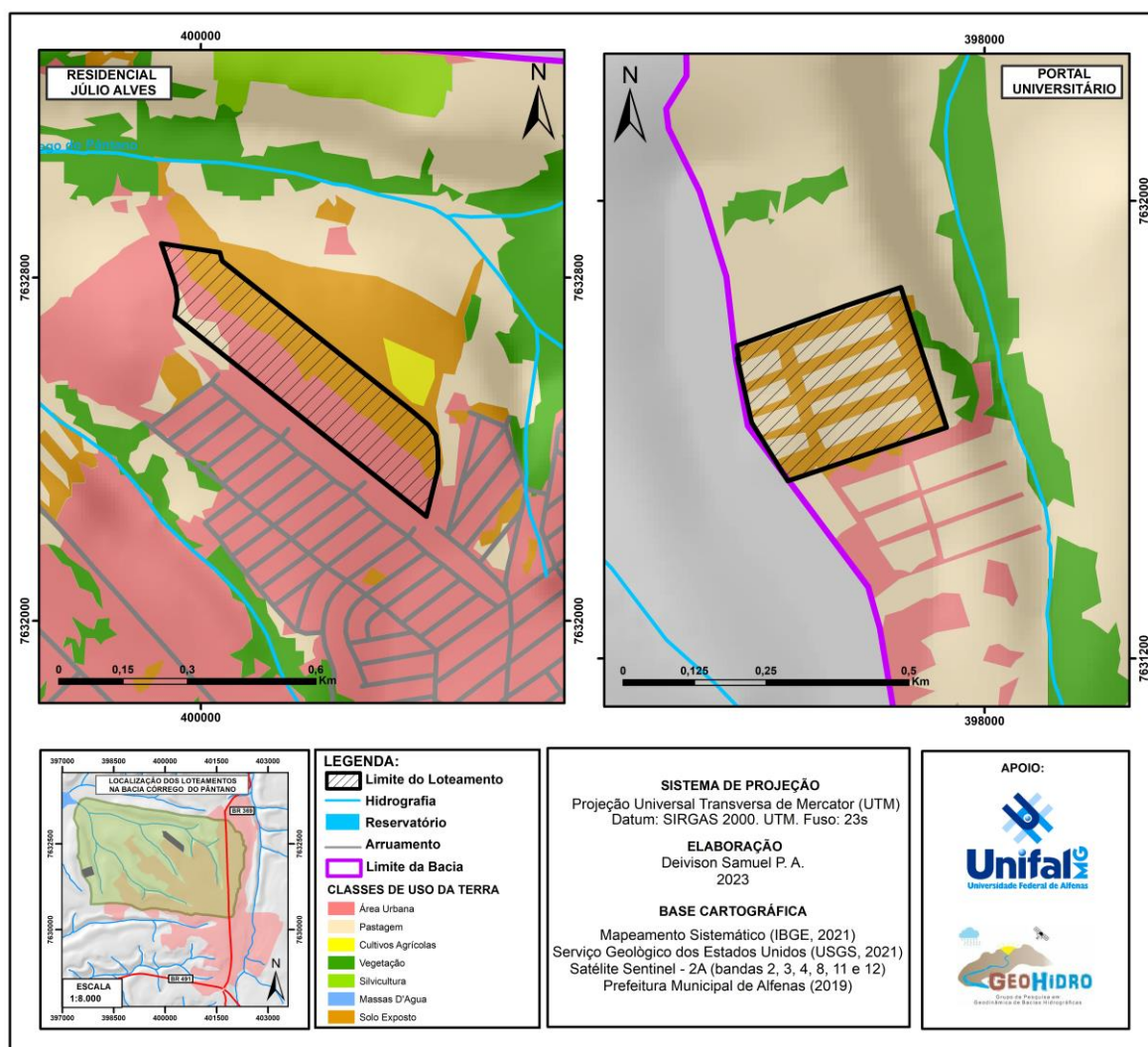
Contudo, a área da bacia, à luz da legislação, ainda conta com mais da metade de sua área de APPs de cursos d'água e nascentes sem proteção vegetal, ou seja, para atender os critérios estabelecidos em lei, (88,96 hectares) a bacia precisaria de mais 48,5 hectares de matas protetivas aos arredores dos canais hídricos para manter a dinâmica hídrica. Dessa forma, se existe a ausência de matas ciliares logo a dinâmica natural do ambiente fica comprometida, favorecendo a ausência de habitat, bem como contribuindo para o escoamento superficial, a diminuição da infiltração e, conseqüentemente, o surgimento de processos erosivos, além do colocar em vulnerabilidade a vida da população residente.

Em relação à classe de solo exposto para o ano de 2021, correspondeu a 7,10% da área da bacia do córrego do Pântano, cerca de 95,5 hectares (Tabela 6). Ao comparar com o ano de

2016, constatou-se um aumento de 0,73% apesar de algumas áreas terem o seu uso da terra modificado para outra categoria.

Destaca-se aqui uma área na região centro-norte da bacia que em 2016 tinha o uso da terra para o cultivo de café, porém, em 2021 parte dessa área foi mapeada como solo exposto já que a mesma deu origem à expansão do loteamento Júlio Alves (Figura 7). Já ao sudoeste da bacia pode se citar uma parcela de solo exposto ao lado da Unifal (Figura 43), que deu origem ao residencial Portal Universitário além de outras pequenas áreas dispostas em toda a região da a bacia.

Figura 43 – Uso da terra para os loteamentos Residencial Júlio Alves e Portal Universitário 2021

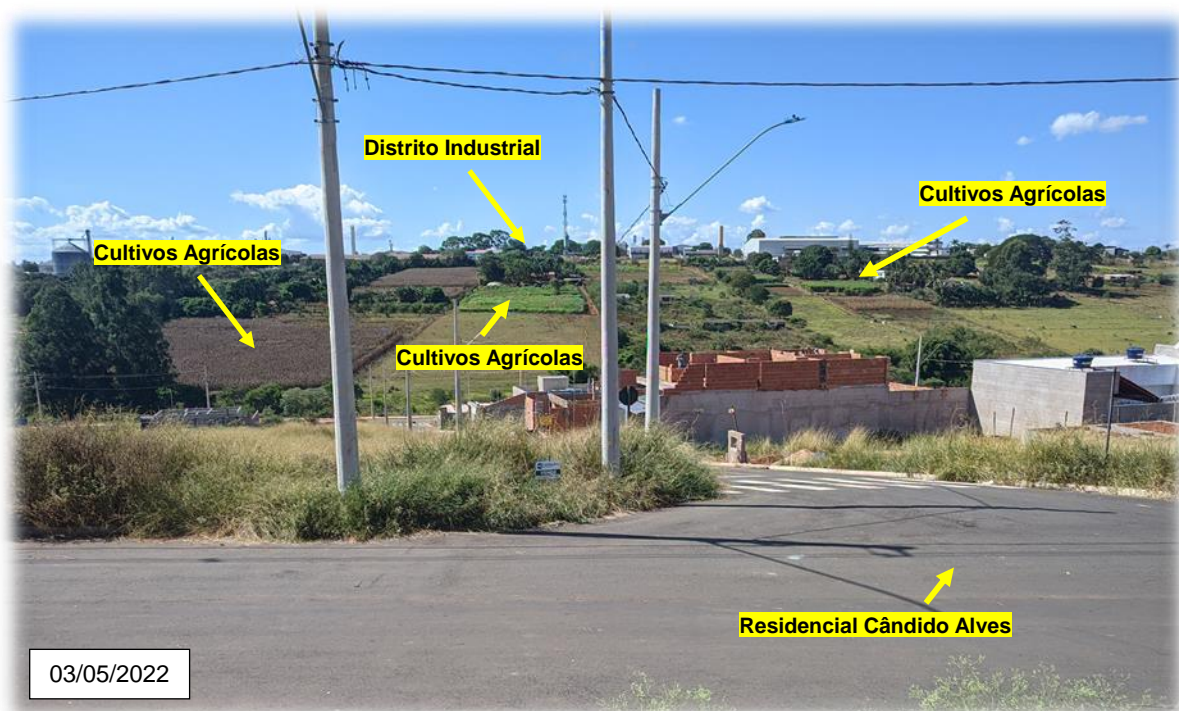


Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

A classe de cultivos agrícolas para o ano de 2021 representou cerca de 2,36% da área da bacia, o equivalente a 31,4 hectares (Tabela 6). Esse uso da terra teve uma queda de 48,13% se comparado ao ano de 2016, justificado pelo fato que parte de uso foi transferido

para a classe de solo exposto, a fim de concretizar a instalação de novos loteamentos. Em contrapartida, algumas áreas próximas ao Distrito Industrial mapeadas, foi comprovado cultivos agrícolas de pequeno porte como mostra a Figura 44.

Figura 44 – Cultivos agrícolas de pequeno porte na região centro-sul da bacia do córrego do Pântano



Fonte: Autor (2022).

No que se diz respeito à classe de massas d'água, para o ano de 2021 foi constatado uma porcentagem equivalente a 0,18% da área da bacia, cerca de 2,2 hectares (Tabela 6). Se comparada ao mapeamento a 2016 (1,39% e 18,5 hectares) esse uso teve uma queda de 88,11% o que equivale uma perda de 16,2 hectares, justificado pela oscilação do nível do reservatório de Furnas.

Já a classe de silvicultura representou uma área para o ano de 2021, equivalente a 14 hectares, 1,06% da área total da bacia do córrego do Pântano, mantendo-se a mesma área mapeada em 2016.

Para o mapeamento de 2021 foi adicionada uma oitava classe, área de inundação para fins de representação às oscilações do nível do reservatório de Furnas. Contudo, classe mapeada pelo algoritmo apresentou área menor que a utilizada na delimitação da bacia que considerou o maior nível já registrado por Latuf e Silva (No prelo), por meio da imagem do Landsat 5 órbita/ponto 291/075 na data de 28/04/2008. Dessa forma, considerando a classe

mapeada por intermédio do algoritmo esse uso da terra apresentou 0,86% da área da bacia o equivalente a 11,4 hectares.

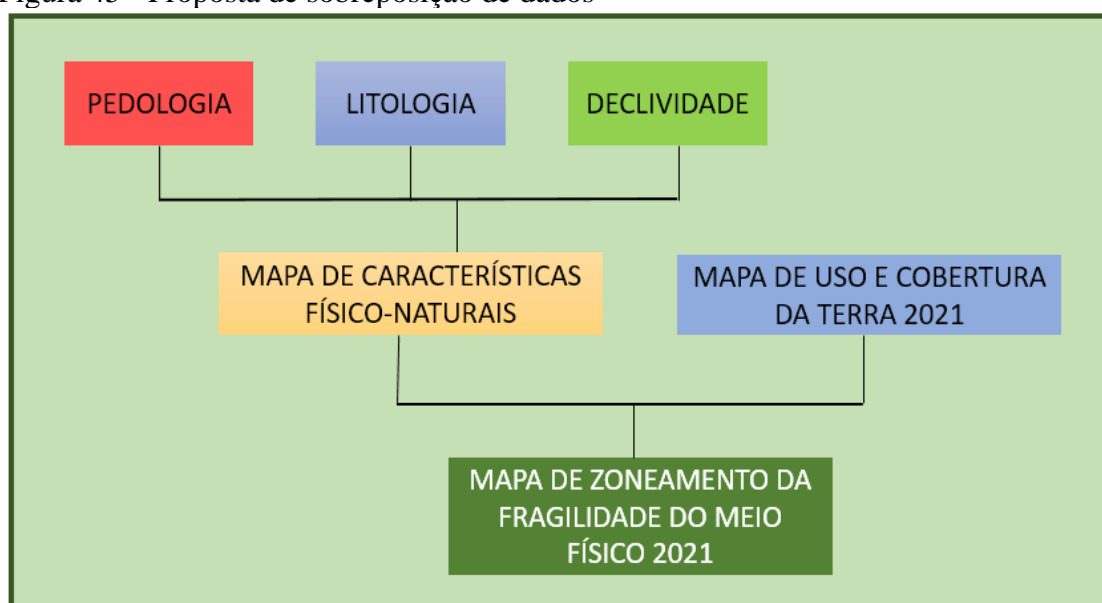
Portanto, ao analisar os dois mapeamentos de uso e cobertura da terra para bacia do córrego do Pântano, foi possível constatar um aumento na área das classes de área urbana, vegetação e solo exposto e uma diminuição da área nas classes de pastagem, cultivos agrícolas e massas d'água.

As classes de silvicultura e área de inundação não tiveram alterações significativas. Dessa forma, compreende-se que ao longo do período de 2016 a 2021, a bacia do córrego do Pântano sofreu modificações em sua estrutura, principalmente no que se diz respeito à expansão urbana. As alterações nas classes de uso da terra comprovam a dinamicidade do uso e ocupação solo ao longo de 5 anos, que contribui para reconfiguração do sistema hídrico estabelecendo novas dinâmicas físico-naturais e socioespaciais na bacia.

7.3 Zoneamento da fragilidade do meio físico

A partir da base cartográfica confeccionada referente à área de estudo foi elaborada a proposta de zoneamento da fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano. A sequência de sobreposição dos dados foi apoiada na metodologia de Xavier-da-Silva (2016) que estabelece árvores de decisão como plano de trabalho e tomada de decisões. Nesse sentido, a árvore de decisão elaborada como plano de sobreposição dos mapas para este trabalho pede ser visualizada na Figura 45.

Figura 45 - Proposta de sobreposição de dados



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Para a realização do processo de sobreposição dos dados foi necessário a atribuição de pesos e notas. O processo de definição de pesos e notas darão ao processo de sobreposição dos dados as características do mapa de acordo com os critérios estabelecidos, conforme exposto na seção de Materiais e Métodos

O primeiro mapa gerado foi o de características físico-naturais compostos pela sobreposição dos dados de litologia, pedologia e declividade, Figuras 34, 35 e 38 respectivamente. Os valores dos pesos dos mapas e das notas de influência das classes foram atribuídos de acordo com a Tabela 8.

Tabela 8- Pesos e notas das variáveis para a sobreposição de dados

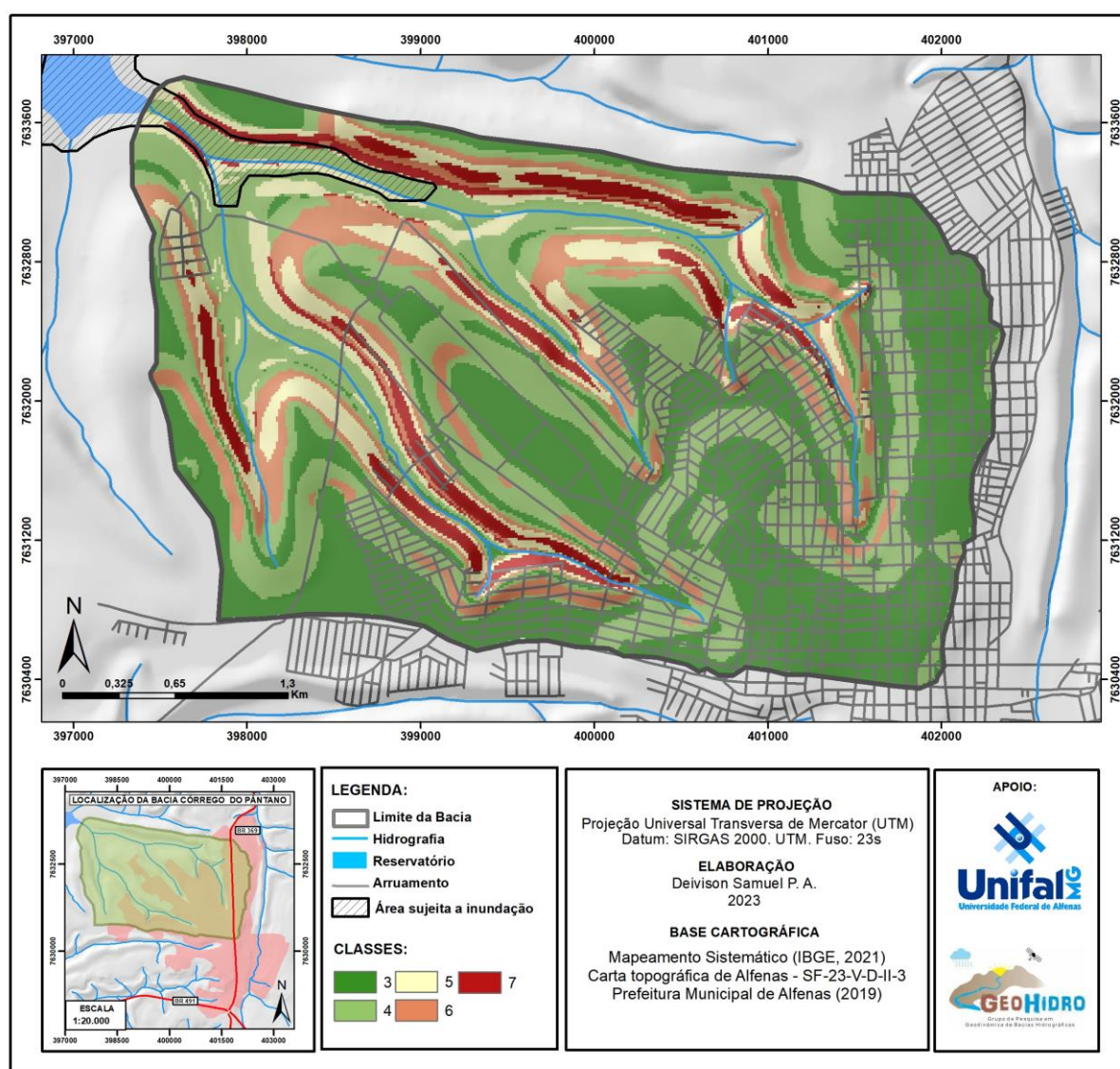
| Mapas | Pesos dos mapas | Notas de influência das classes | |
|-------------|-----------------|---------------------------------|--|
| | Σ 100 | 1 a 9* | Legendas |
| Pedologia | 30 | 5 | Latossolo Vermelho |
| | | 6 | Gleissolo Melânico |
| Litologia | 20 | 7 | Depósitos Fluviais |
| | | 3 | Gnaisse com intercalação de granulitos |
| | | 3 | Gnaisse granulíticos |
| Declividade | 50 | 2 | 0 - 3% |
| | | 4 | 3 - 8% |
| | | 6 | 8 - 20% |
| | | 8 | 20 - 45% |
| | | 9 | 45 - 75% |

* Escala de influência, onde 1 refere-se à menor influência e 9 é dada à maior influência.

Fonte: Autor (2023).

Já o segundo nível de sobreposição, contou com dois mapas, características físico-naturais (Figura 46) que apresentou um total de 5 classes, e o mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2021 (Figura 47). Vale salientar que, a escolha pelo mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2021 se deu pelo fato de apresentar uma dinâmica de usos da terra mais recente em comparação ao mapeamento de uso e cobertura da terra realizado para o ano de 2016. Dessa forma, entende-se que a representação final do mapa de zoneamento da fragilidade do meio físico ficara mais próximo à realidade do ano de publicação deste estudo.

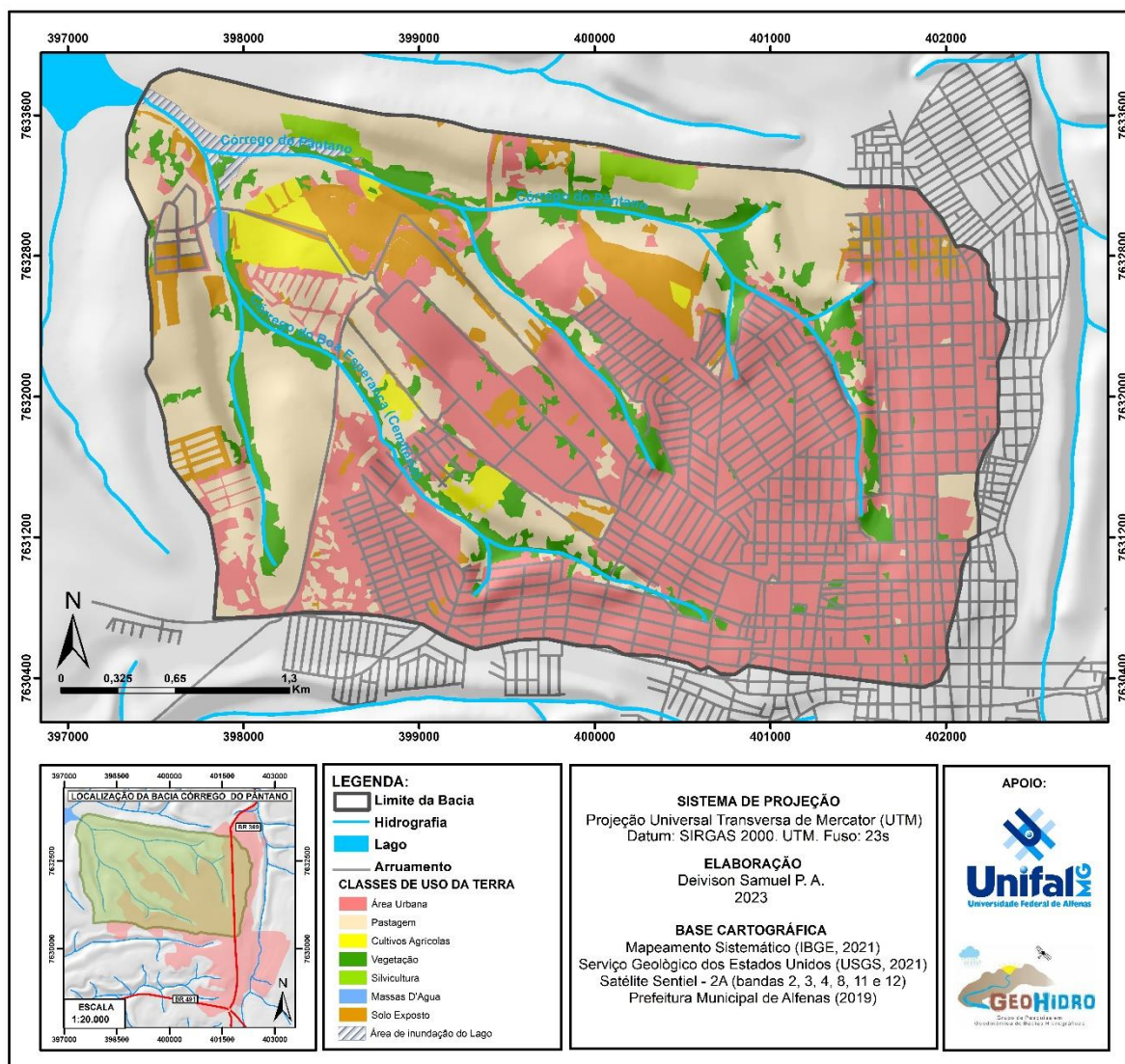
Figura 46 – Mapa de características físico-naturais bacia do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2021 apresentou 8 classes de uso da terra, como já mencionado anteriormente na seção Materiais e Métodos. Essas classes foram sobrepostas as 5 classes presentes na classificação do mapa de características físico-naturais.

Figura 47 – Mapa de uso e cobertura da terra da bacia do córrego do Pântano no ano de 2021



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Dessa forma, para a confecção do mapa de zoneamento de fragilidade do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano, sobrepôs-se os mapas supracitados, onde os parâmetros de influência e peso dos mapas seguiram como base os pesos e notas de acordo com a Tabela 9.

Tabela 9: Pesos e notas das variáveis para a sobreposição de dados (parte 2)

| Mapas | Pesos dos mapas | Notas de influência das classes | |
|---|-----------------|---------------------------------|--------------------------|
| | $\Sigma 100$ | 1 a 9* | Legendas |
| Mapa de características físico-naturais | 50 | 5 | 5 |
| | | 6 | 6 |
| | | 7 | 7 |
| | | 3 | 3 |
| | | 3 | 3 |
| | | 2 | 2 |
| | | 4 | 4 |
| | | 6 | 6 |
| | | 8 | 8 |
| Mapa de uso cobertura da terra 2021 | 50 | 9 | Área urbana |
| | | 6 | Pastagem |
| | | 7 | Cultivos Agrícolas |
| | | 2 | Vegetação |
| | | 5 | Silvicultura |
| | | Indefinido | Massas d'água |
| | | 9 | Solo exposto |
| | | 1 | Área sujeita a inundação |

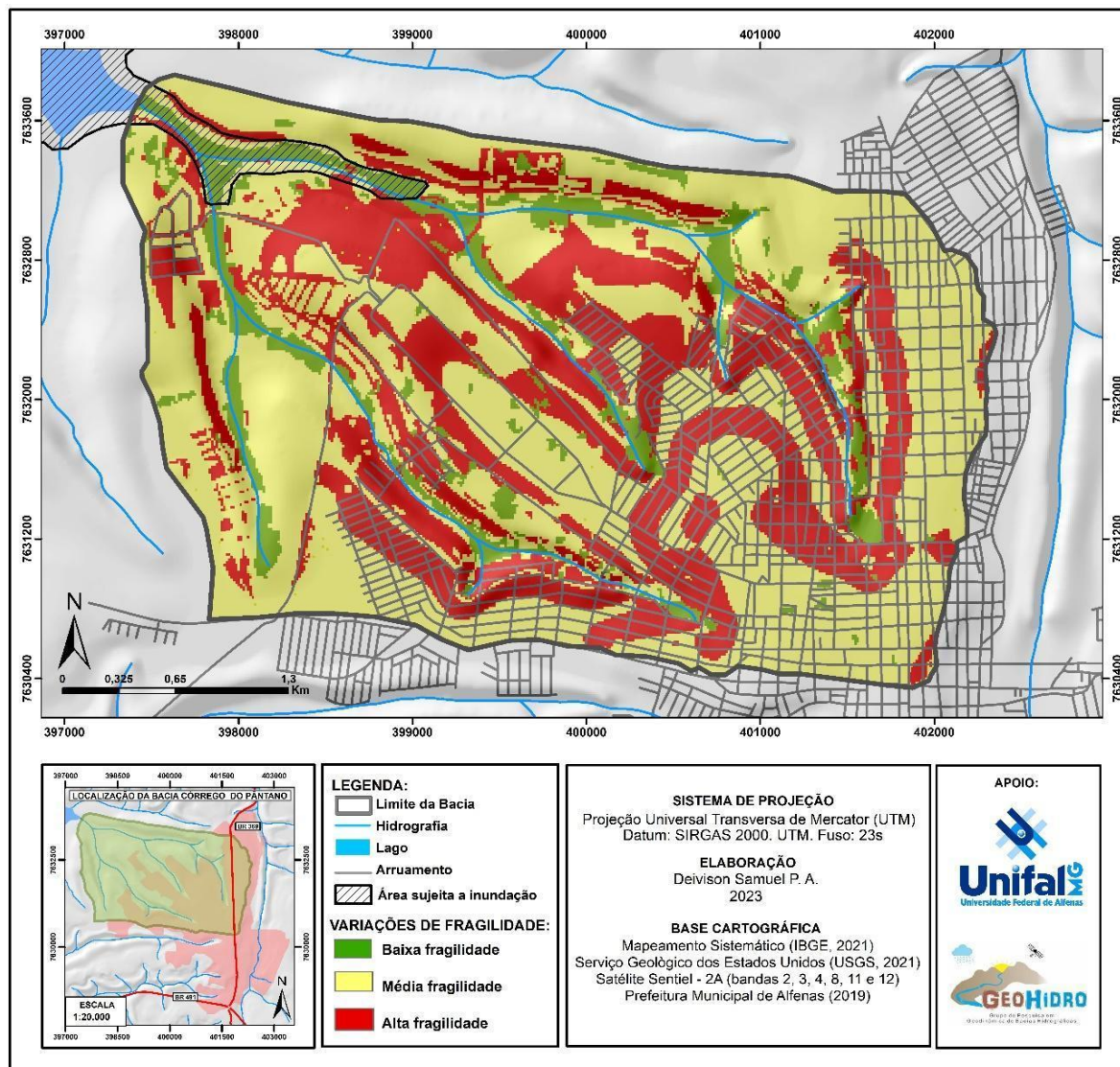
* Escala de influência, onde 1 refere-se à menor influência e 9 é dada à maior influência.
Fonte: Autor (2023).

A partir da sobreposição do mapa características físico-naturais e do mapa de uso cobertura da terra 2021, o produto final obtido foi o mapa de zoneamento da fragilidade do meio físico para o ano de 2021 na bacia hidrografia do córrego do Pântano.

O mapa de fragilidade inicialmente gerado apresentou 6 classes distintas de fragilidades (3 a 8). Optou-se por reclassificar o mapa para apenas três classes de fragilidade sendo elas baixa, média e alta, conforme apresenta a Figura 48. As classes de 3 a 4 foram agrupadas para representar as fragilidades de baixa magnitude, já as classes 5 e 6 foram

agrupadas a fim de representar as fragilidades médias, enquanto as classes 7 e 8 foram agrupadas de modo a representar as fragilidades de alta magnitude.

Figura 48 - Zoneamento da fragilidade da bacia hidrográfica do córrego do Pântano



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Com o mapa reclassificado foi possível realizar algumas análises em relação às classes de fragilidade espacializadas na área da bacia do córrego do Pântano. As áreas com fragilidades consideradas baixas, se distribuíram por cerca de 9,45% da área da bacia o equivalente a 126,1 hectares. Essas áreas estão associadas, principalmente, às regiões de fundo de vale onde acompanham a hidrografia da bacia e áreas de preservação permanente. Contudo, é possível perceber (Figura 47) algumas áreas isoladas ao longo da bacia, como na região sudeste, no bairro Aparecida e na região central onde se situa o Distrito Industrial.

No que se diz respeito às áreas com fragilidade média, foi possível constatar que cerca de 55,97% (746,6 hectares) da área da bacia está situada neste nível de fragilidade. Essa classe é a que possui maior porcentagem em área na bacia e está distribuída por toda a área de estudo conforme a Figura 48.

Já em relação as áreas com fragilidade alta, foi possível constatar que 34,58% (461,3 hectares) da área da bacia se encontra nessa classe de fragilidade, sendo a segunda maior classe em porcentagem de área, distribuída por toda a área da bacia do córrego do Pântano, mas sobretudo onde existem declividades mais altas das vertentes.

7.3.1 Fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano

Ao analisar área da bacia, destacam-se três situações sobre a dinamicidade do ambiente estudado e como o mesmo está demonstrando suas fragilidades em relação ao uso e ocupação da terra. Vale salientar que, os três bairros apresentados aqui não fazem parte da expansão urbana dos novos loteamentos, contudo, estão inseridos na bacia e possuem dinâmicas que merecem atenção, sobretudo, em relação ao escoamento superficial e a questão da dinâmica hídrica.

O primeiro caso localiza-se no Residencial Oliveira, ao centro da bacia, onde próximo às áreas de fundo de vale foram constatadas a presença de sulcos em áreas de preservação permanente (Figuras 49a e 49b), o que coloca a área vulnerável a processos erosivos mais graves caso não haja o planejamento do sistema pluvial adequado. A área também é conhecida pelos moradores por “mina”, que frequentemente utilizam suas águas para abastecimento.

Figura 49 – Sulcos registrados em área de APP no bairro Residencial Oliveira



Fonte: Autor (2023).

Legenda: a) Processo erosivo do tipo sulco em área de APP no Residencial Oliveira.

b) Manta asfáltica em degradação atrelada ao escoamento superficial e sulcos.

A região do bairro Residencial Oliveira apresenta as três classes de fragilidade sendo elas baixa, média e alta. Destaca-se que um dos processos erosivos registrados está inserido em área urbanizada e demonstra claramente como o escoamento superficial atrelado à impermeabilização do solo e ausência de captação de água pluvial, favorecem o surgimento de processos erosivos como mostra a Figura 50.

Figura 50– Sulcos registrados em área urbana no bairro Residencial Oliveira



Fonte: Autor (2023).

Outro registro feito situa-se no bairro Jardim Boa Esperança que também apresenta as três classes de fragilidades baixa, média e alta. No caso desse bairro em específico, é comum a ocorrência de enchentes em épocas de chuva (Figura 51a e 51b), sobretudo, devido à ineficiente captação pluvial pelo sistema de macro e micro drenagem.

Figura 51 – Registro de enchente no bairro Jardim Boa Esperança



Fonte: Autor (2022).

Legenda: a) Área de fundo de vale em evento de enchente no bairro Jardim Boa Esperança.

b) Manta asfáltica e bloquetes destruídos e carregados pela enxurrada durante chuva.

Como já mencionado anteriormente, a área passou por modificações no período de 2008 a 2009, sobretudo, no curso do córrego do Boa Esperança que foi retificado como mostra a Figura 52, mudando a sinuosidade natural do mesmo o que alterou a dinâmica hídrica do local. Além disso vale salientar que a calha do córrego construída não suporta a quantidade de água recebida nos períodos de chuvas, favorecendo o transbordamento da mesma.

Figura 52 – Canal hídrico do córrego Boa Esperança retificado



Fonte: Autor (2019).

O terceiro e último caso, foi registrado no bairro Vila Betânia, situado na região sudeste da bacia. O bairro caracteriza-se por ser intensamente urbanizado, contendo poucas áreas arborizadas, exceto na região nordeste do bairro, onde situa-se o córrego do Pântano. Em 22/09/2022 uma forte chuva rompeu o sistema de drenagem da rua Cristina Mendes (Figura 53a, 53b, 53c e 53d), impossibilitando o trânsito de veículos e o acesso ao bairro Jardim São Carlos por este trajeto, até o presente momento.

De acordo com dados obtidos pelo monitoramento do Sismet Cooxupé (2023) na data do evento foi registrado o equivalente a 93,7mm de chuva totalizadas durante o dia.

Figura 53 – Rompimento de sistema de drenagem no bairro Vila Betânia



Fonte: Minas Acontece (2022) e Autor (2022).

Legenda: a) Cratera aberta após evento de chuva no bairro Vila Betânia.

b) Cratera aberta após evento de chuva no bairro Vila Betânia.

c) Tubulação de macrodrenagem transportada pelo grande volume de água.

b) Moradores observando o rompimento da tubulação de macrodrenagem.

O bairro Vila Betânia, de acordo com mapeamento realizado neste estudo, apresentou classes de fragilidade baixa, média e alta, distribuídas em sua área. A parte nordeste do bairro é uma área coletora e recebe expressiva quantidade de água das partes mais altas,

sobrecarregando o sistema de drenagem que não suporta a quantidade de água. Além disso, a declividade da vertente, associada ao leito da rua acompanha o sentido do declive (Figura 54), o que favorece ao aumento da velocidade do escoamento superficial, aumentando sua tensão de cisalhamento, que pode ser compreendida, como a força da água coloquialmente.

Figura 54 – Declive associado a rua Cristina Mendes no bairro Vila Betânia

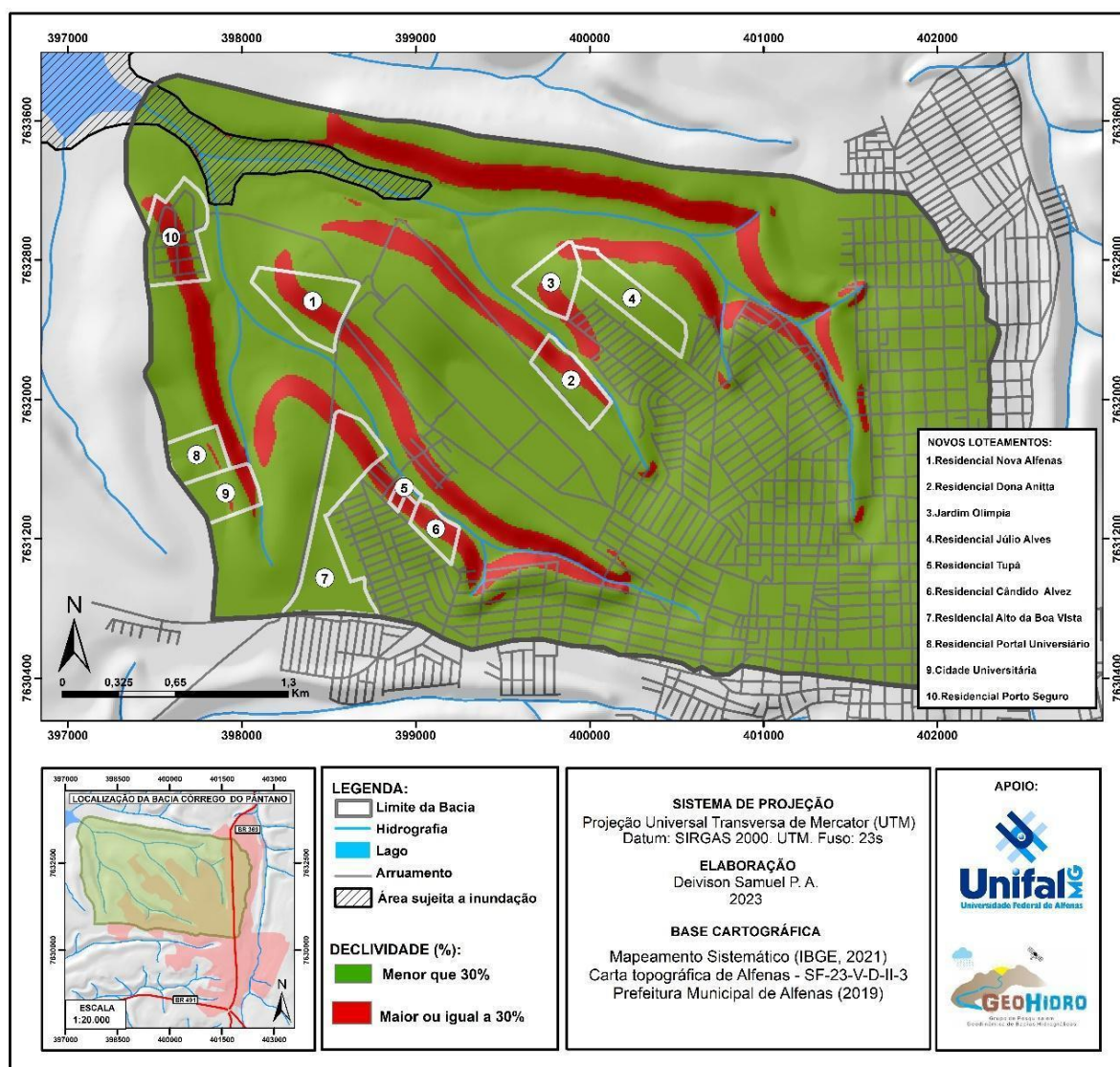


Fonte: Autor (2023).

Toda a dinâmica evidenciada nos registros da Figura 53 mostra a pressão e a vulnerabilidade que o ambiente dos bairros mais antigos da cidade já sofre sobretudo pela impermeabilização do solo causada pela urbanização. Fica evidente que, novos loteamentos, tendem a seguir o mesmo padrão e dinâmica, já que ao passar dos anos serão preenchidos com casas e construções, aumentando suas taxas de impermeabilizações.

Tendo em vista a situação dos bairros mais antigos da bacia, levanta-se uma preocupação em relação aos novos loteamentos na bacia do córrego do Pântano. É importante destacar que todos os novos loteamentos estão situados em áreas que possuem, em partes, declividades acima de 30% (Figura 55) e isso, de certa forma, torna-se um fator preponderante na interferência do processo de infiltração, que já é reduzido nessas regiões naturalmente e intensificado pela impermeabilização do solo.

Figura 55 – Mapa de declividade associado aos novos loteamentos



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Como mencionado pela Lei Federal n.º 6.766 de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, prevê que em áreas com declives acima de 30% haja estudos especializados para um melhor aproveitamento da área a ser ocupada de forma a ser menos prejudicial ao ambiente (BRASIL, 1979).

Contudo, é importante salientar que no caso dos novos loteamentos, áreas com essa porcentagem de declividade, associadas à impermeabilização do solo, aumentará o escoamento superficial nas áreas coletoras sobrecarregando o sistema hídrico e potencializando processos erosivos e enchentes, assoreando os córregos da bacia que por sua vez recebem todo o material oriundo das cabeceiras de drenagem.

7.3.1.1 Fragilidade do meio físico da bacia do córrego do Pântano em função da expansão urbana dos novos loteamentos

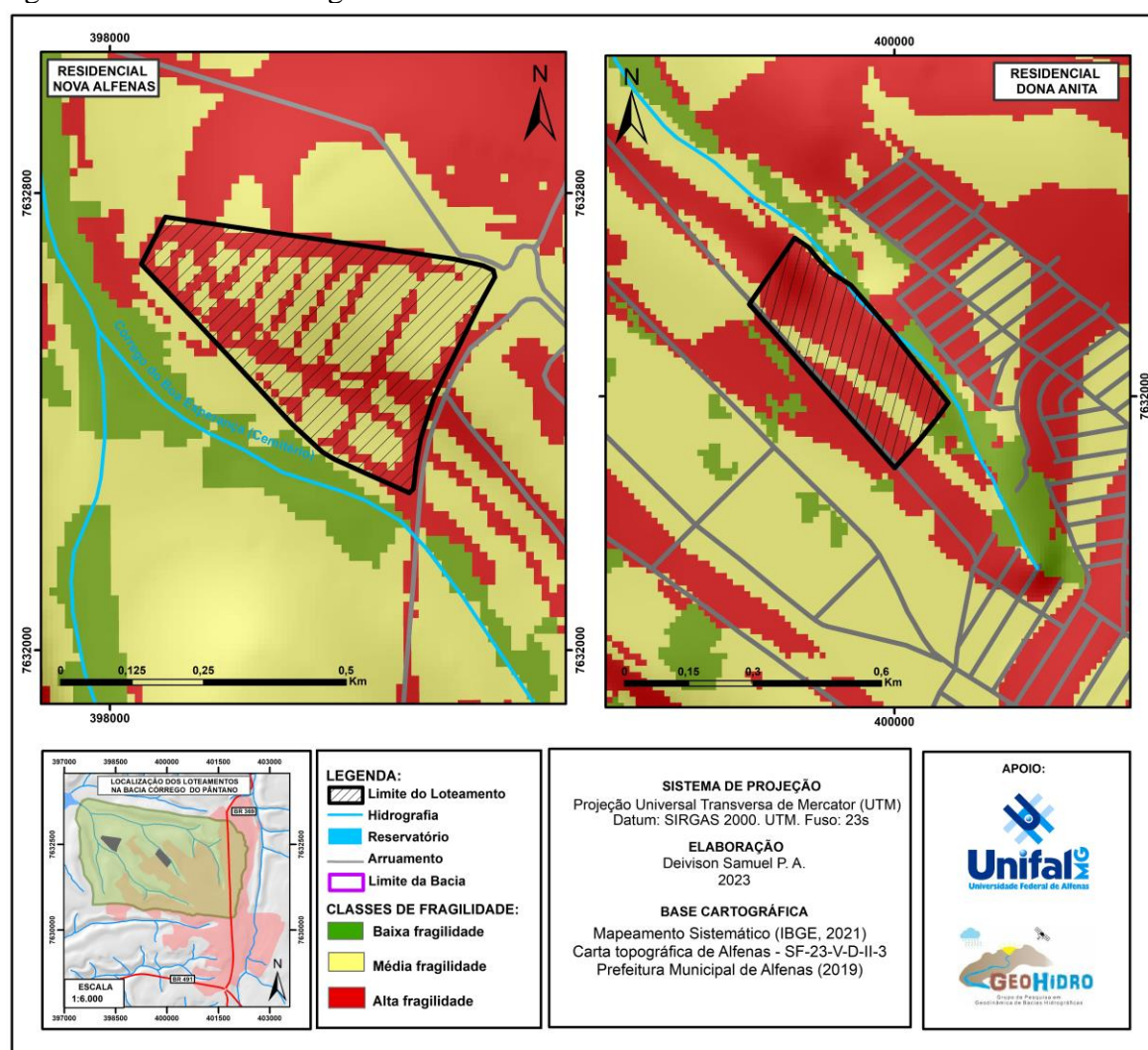
Diante dos loteamentos criados no período de 2010 a 2021, foi possível associá-los ao mapeamento de fragilidade da bacia hidrográfica do córrego do Pântano, a fim de apresentar como esses novos parcelamentos de solos seguem a mesma estruturação dos bairros já consolidados da cidade e causam novas dinâmicas e impactos na área da bacia. Nesse sentido, esse último tópico, busca apresentar uma síntese de modo a associar as classes de fragilidade mapeadas na bacia do córrego do Pântano à expansão urbana dos novos loteamentos e seus variados impactos no ambiente.

7.3.1.2 Residencial Nova Alfenas e Residencial Dona Anita

O Residencial Nova Alfenas (Figura 56) apresentou classes de fragilidade que variaram de média a alta, sendo que 52,66% (10,9 hectares) representa fragilidades médias e 47,34% (9,9 hectares) representando as áreas de fragilidade altas. Atrelado a isso, o novo loteamento está situado em declividades acima de 30% (Figura 55), o que contribui para que o escoamento superficial se intensifique à medida que novas construções vão sendo realizadas, de modo a aumentar a impermeabilização do solo na área.

Referente aos impactos, o Residencial Nova Alfenas, não apresentou impactos evidentes, como lixos, depósitos tecnogênicos e processos erosivos durante as visitas de campo realizadas. O loteamento ainda não possui construções (Figura 20), contudo, vale ressaltar que a partir da chegada das novas construções e com o passar o tempo, a dinâmica dessa área da bacia pode se comportar de maneira diferente. Além disso, vale salientar também que, apesar de não constatados impactos evidentes no residencial Nova Alfenas, a partir da modificação da topografia, e a cobertura vegetal do relevo para a abertura do loteamento, a área já tem a sua dinâmica natural alterada, ou seja, já pode ser considerado um impacto que trará a curto e médio prazo novas dinâmicas socioambientais para esta localidade da área da bacia do córrego do Pântano.

Figura 56 – Classes de fragilidade do Residencial Nova Alfenas e Dona Anita



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Em relação ao Residencial Dona Anita (Figura 56) foram constatadas classes de fragilidade de baixa, média e alta, sendo que 1,13% (0,12 hectares) representa áreas de fragilidade baixa, 16,65% (1,75 hectares) representando as áreas de fragilidades médias e 82,02% (8,53 hectares) representaram as áreas com altas fragilidades. No que diz respeito às declividades acima de 30%, o novo loteamento apresenta boa parte de sua área situada nessa classe de declividade como mostra a Figura 55.

As características supramencionadas contribuíram para a ocorrência de alguns eventos que foram registrados no residencial Dona Anita. Na Figura 57a e 57b é possível perceber o escoamento superficial nos lotes ainda sem construção, bem como a presença de processos erosivos de primeiro estágio como os sulcos, principalmente nas épocas de chuva.

Figura 57 – Escoamento superficial e processos erosivos no Residencial Dona Anita



Fonte: Autor (2022).

Legenda: a) Escoamento superficial em lote vazio associado a sulcos.

b) Escoamento superficial atrelado a processo erosivo do tipo sulco em lote vazio.

Nas áreas mais baixas do loteamento, áreas coletoras próximas aos córregos, foi constatado a presença de depósitos de materiais mistos como terra, areia e brita oriundos dos lotes vazios. Atrélado a isso, na área de expansão do loteamento, na região oeste, foi possível constatar depósitos tecnogênicos, bem como lixos nas margens das ruas ainda sem pavimentação próximos ao novo loteamento como mostra a Figuras 58a, 58b, 58c e 58d.

Figura 58 – Depósitos tecnogênicos e depósitos de materiais mistos no Residencial Dona Anita



Fonte: Autor (2022).

Legenda: a) Depósito tecnogênio próximo à área de expansão do residencial Dona Anita.

b) Depósitos de materiais misto carregados pela enxurrada.

c) Lixo e depósitos tecnogênicos próximo ao Residencial Dona Anita.

d) Lixo e depósitos tecnogênicos próximo ao Residencial Dona Anita.

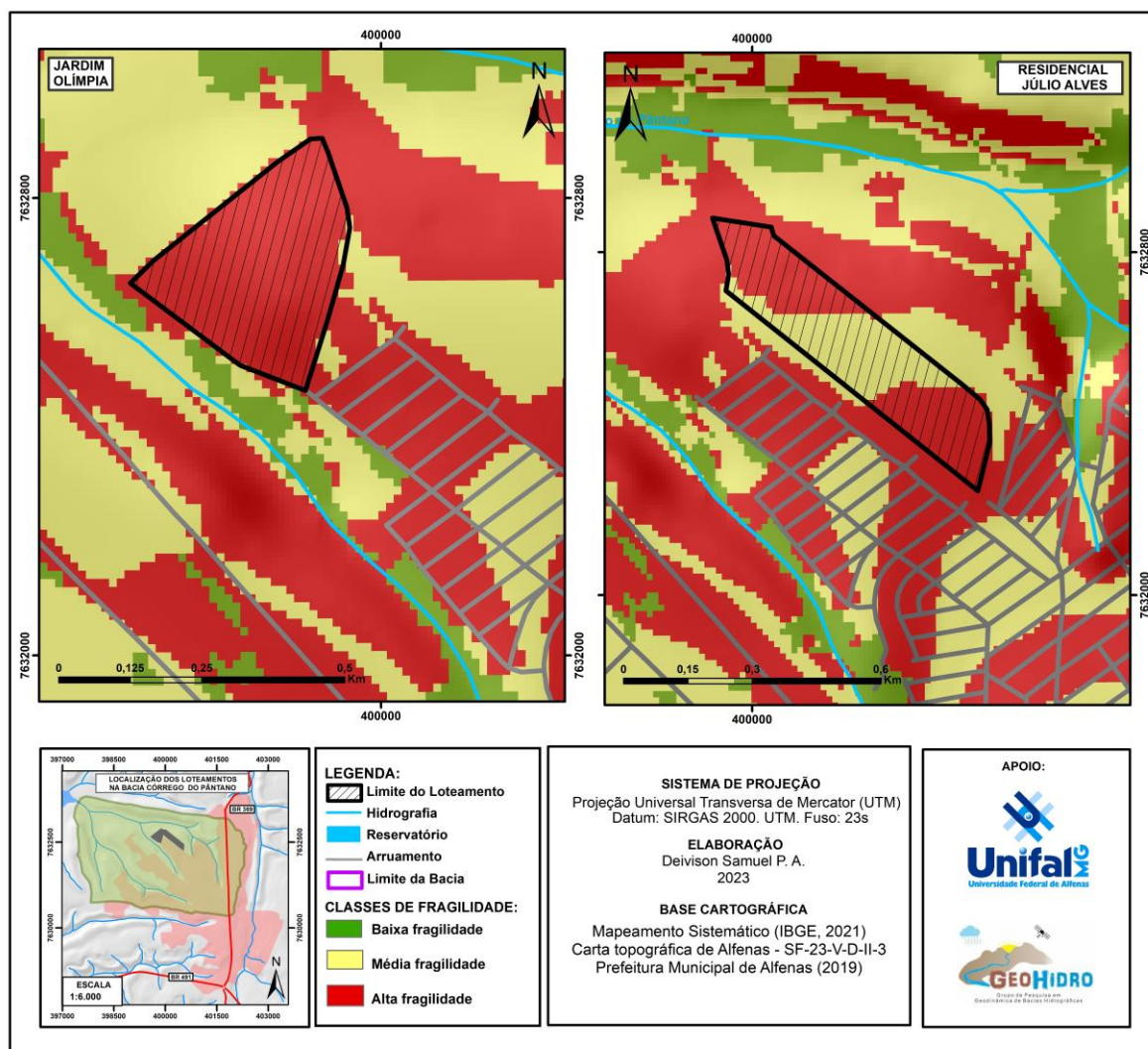
Os registros apresentados na Figura 58 reforçam que mesmo sendo um loteamento recente o Residencial Dona Anita já apresenta impactos na sua área e, conseqüentemente, isso afeta o sistema ambiental da bacia do córrego do Pântano. Além disso, o loteamento parece seguir a mesma dinâmica dos demais bairros consolidados situados na bacia, dando continuidade à vulnerabilidade dos meios presentes na área de estudo.

7.3.1.3 Jardim Olímpia e Júlio Alves

O Jardim Olímpia (Figura 59) apresentou classes de fragilidades que variam de médias a altas, sendo que 14,62% (1,67 hectares) representa áreas de fragilidades médias e 85,38% (9,75 hectares) representando as áreas de altas fragilidades. Vale destacar aqui que, segundo mapeamento de fragilidade realizado neste trabalho, a maior parte do loteamento está situado em área de fragilidade alta. Localizado a noroeste da bacia, o novo loteamento está situado em classes de declividades acima de 30% como mostra a Figura 55.

Arelado a isso, o Jardim Olímpia já é um loteamento em processo de consolidação avançado, tal característica contribui para que haja um aumento o nível de impermeabilização do solo (ruas pavimentadas e construções) e conseqüentemente, a ineficácia da infiltração da água resultando no escoamento superficial que pode trazer impactos mais graves como por exemplo os processos erosivos.

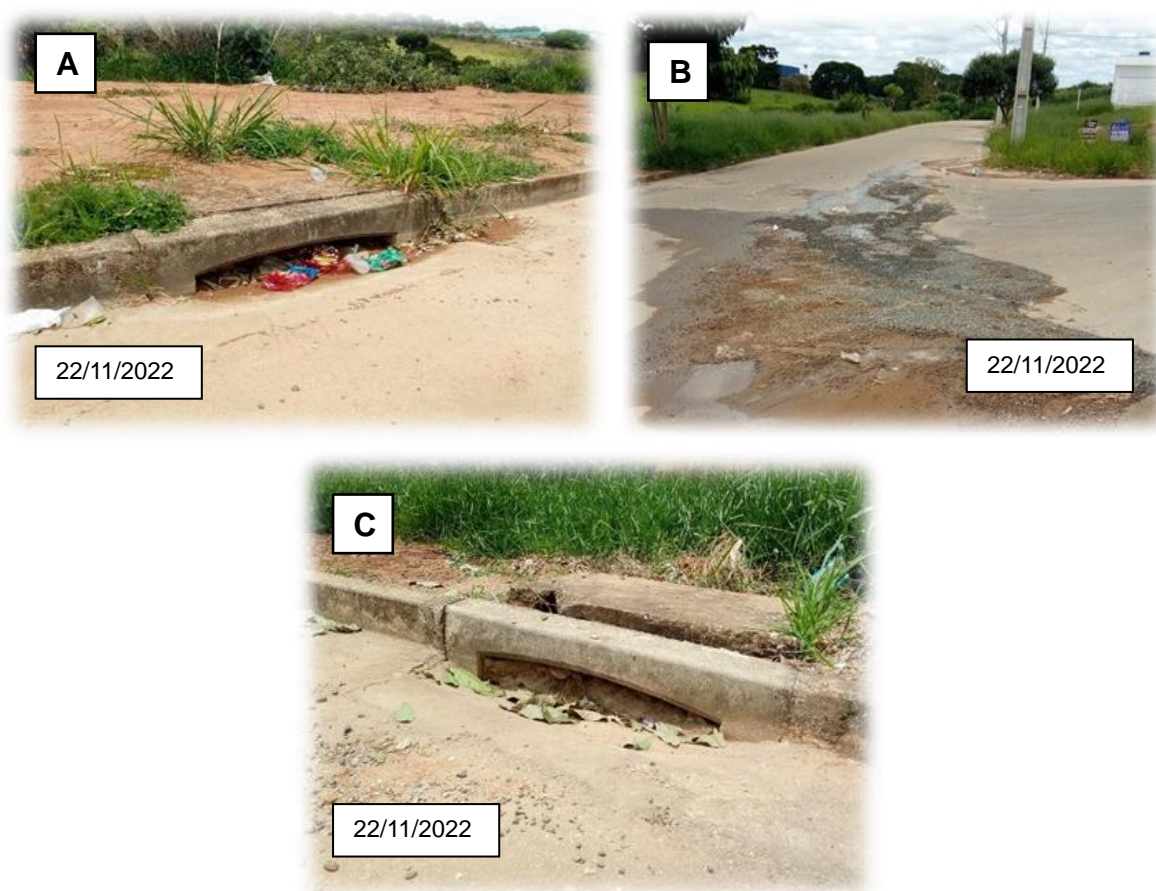
Figura 59 – Classes de fragilidade do Jardim Olímpia e Residencial Júlio Alves



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Nas visitas de campo realizadas nos dias 22/11/2022 e 03/12/2022, foram registrados nesse loteamento alguns impactos que demonstram a pressão exercida pela expansão urbana na área da bacia hidrográfica do córrego do Pântano. As Figuras 60a, 60b e 60c mostram o acúmulo de materiais como areia e brita acumulados em áreas coletoras (partes mais baixas), assim como lixo obstruindo bocas de lobo próximo à área de preservação permanente.

Figura 60 – Depósitos de materiais mistos e lixo no Jardim Olímpia.



Fonte: Autor (2022).

Legenda: a) Sacolas plásticas e garrafas de plástico em bueiro obstruído.

b) Depósitos de materiais mistos carregados pela enxurrada.

c) Bueiro obstruído por areia e brita.

Apesar de ser um loteamento em processo de consolidação, o Jardim Olímpia ainda possui muitas obras em andamento na sua área, fato que pode ser comprovado pela presença de depósitos tecnogênicos em lotes vazios como mostra a Figura 61, o que evidencia claramente a ação humana sobre o meio físico. Muitos desses materiais não são recolhidos e acabam obstruindo os sistemas de coleta da água pluvial.

Figura 61 – Depósitos tecnogênicos em lote vazio no Jardim Olímpia



Fonte: Autor (2022).

Já em relação ao Residencial Júlio Alves, o mapeamento de fragilidade (Figura 59) constatou que o loteamento está situado em áreas de média e alta fragilidade. No caso das fragilidades médias, elas representaram 39,69% (5,2 hectares) da área total do loteamento, enquanto as áreas de alta fragilidade representam 60,31%, o equivalente a 7,9 hectares. O Residencial Júlio Alves, apesar de possuir o topo do relevo aplainado possui em sua área uma pequena parcela a noroeste de declividade acima de 30% (Figura 55) o que contribui positivamente para o escoamento superficial e o surgimento de processos erosivos.

Os impactos registrados no Residencial Júlio Alves não foram muitos, como o loteamento é recente no que se diz à impermeabilização do solo, poucos impactos foram identificados. Contudo, conforme a Figuras 62a e 62b foi registrado presença de depósitos de materiais contendo cascalho, brita e também pedaços de manta asfáltica nas áreas mais baixas do loteamento.

Figura 62 – Depósitos de materiais mistos no loteamento Júlio Alves



Fonte: Autor (2023).

Legenda: a) Depósito de material (terra) oriundo de lote vazio e carregado pela enxurrada.

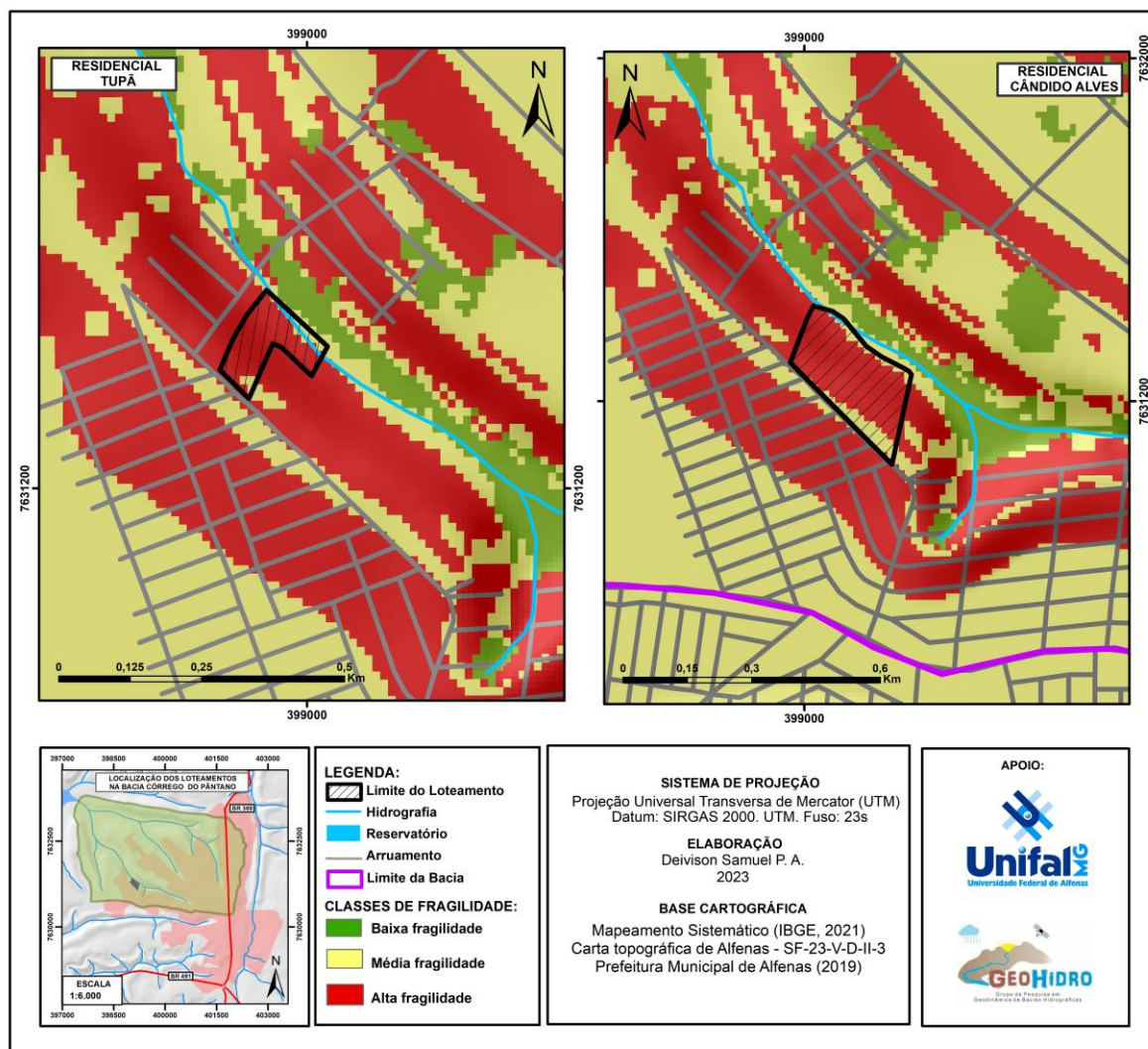
b) Depósitos de materiais mistos, cascalho e manta asfáltica carregados pela enxurrada.

Além disso, o residencial Júlio Alves ainda está em processo de consolidação, quando se trata da taxa de ocupação porém, mesmo nessa situação é possível ver que ele apresenta impactos semelhantes aos registrados no Jardim Olímpia, o que demonstra que esse loteamento tende a seguir a mesma dinâmica de uso e ocupação do solo dos demais loteamentos mais consolidados

7.3.1.4 Residencial Tupã e Residencial Cândido Alves

O Residencial Tupã (Figura 63) apresentou classes de fragilidade de média a alta sendo que 13,16% (0,2 hectares) representa áreas de fragilidade médias e 86,84% (1,32 hectares) as áreas como fragilidades altas. Vale destacar aqui que, segundo mapeamento de fragilidade realizado neste trabalho a maior parte do loteamento está situado em área de fragilidade alta, além de estar associado às declividades acima de 30% (Figura 55) e já é um loteamento bem consolidado e elevado nível de impermeabilização do solo, que conseqüentemente contribui para o aumento do escoamento superficial.

Figura 63 – Classes de fragilidade do Residencial Tupã e Residencial Cândido Alves



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

No que diz respeito ao Residencial Cândido Alves (Figura 63) o mapeamento apresentou classes de fragilidade de média a alta sendo que 23,94% (1,3 hectares) representou áreas de fragilidade médias e 76,06% (4,13 hectares) representou as áreas de fragilidades altas. Vale salientar aqui que, segundo mapeamento de fragilidade realizado, a maior parte do loteamento está situado em área de fragilidade alta e está associado as declividades acima de 30% (Figura 55), o que torna área do loteamento vulnerável a maior nível de escoamento superficial e processos erosivos.

O Residencial Cândido Alves é um dos loteamentos mais recentes situado na bacia do córrego do Pântano e já possui impactos ao ambiente da bacia. Como mostra a Figura 64, foram encontrados depósitos tecnogênicos em lotes vazios oriundos das construções ainda em andamento no loteamento.

Figura 64 – Depósitos tecnogênicos em lote vazio no Residencial Cândido Alves



Fonte: Autor (2023).

Foi registrado também (Figura 65a e 65b), nas áreas coletoras próximo ao córrego do Boa Esperança, depósitos de matérias mistos como areia, brita e terra, oriundas das partes mais altas do loteamento. Em alguns locais o material obstruiu as bocas de lobo impedindo a passagem da água pluvial. Na data visitada, 30/01/2023, foi possível perceber que a água sobressaia à boca de lobo e ultrapassava o passeio e se espalhava na área de APP levando materiais oriundos dos terrenos e das construções.

Figura 65 – Depósitos de materiais mistos no Residencial Cândido Alves



Fonte: Autor (2023).

Legenda: a) Depósito de materiais mistos (brita e areia) associado a bueiro obstruído.
b) Lâmina de lama carregada pelo escoamento superficial.

O impacto mais grave registrado nesse loteamento foi um pequeno processo erosivo (Figura 66) dentro da área de preservação permanente, causado pela ausência de sistema pluvial eficiente.

Figura 66 – Processo erosivo em área de preservação permanente no Residencial Cândido Alves



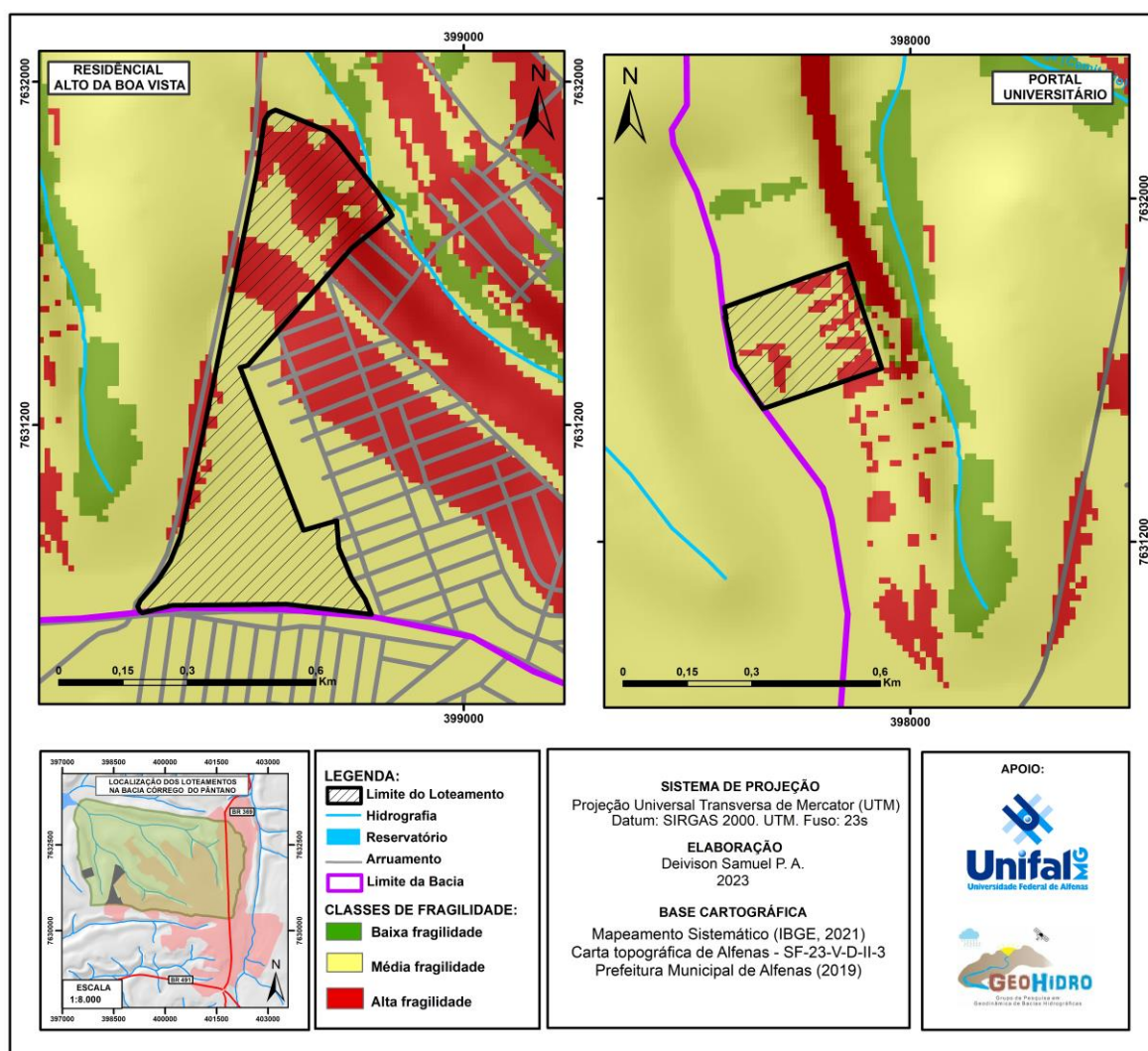
Fonte: Autor (2023).

Além disso, dentro dessa pequena ravina foram encontrados pedaços de madeira e entulho como mostra a Figura 66. Tal situação se não for contida pode evoluir para o próximo estágio, constituindo-se em uma voçoroca, visto o local e a quantidade de material que a área recebe em épocas de chuva, sem nenhuma estrutura pluvial o que acaba intensificando a evolução do processo erosivo e até o surgimento de outros.

7.3.1.5 Residencial Alto da Boa Vista e Residencial Portal Universitário

O Residencial Alto da Boa Vista (Figura 67) apresentou fragilidades de média a alta magnitude sendo que 64,25% (20,3 hectares), diz respeito às áreas de fragilidade média e 35,75% (11,3 hectares) representando as áreas de fragilidade alta. Situado a noroeste da bacia, o novo loteamento possui a parte norte situada em declividades acima de 30% (Figura 55). Vale ressaltar que o loteamento está em processo avançado de consolidação, o que eleva o nível de impermeabilização do solo por consequência aumenta o escoamento superficial.

Figura 67 – Classes de fragilidade do Residencial Alto da Boa Vista e Portal Universitário



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

O loteamento Alto da Boa Vista (Figura 66) é o maior dentre os 10 analisados nesse trabalho, contudo, mesmo possuindo esse porte, foram poucos impactos registrados nessa área. O loteamento já possui número considerável de residências finalizadas e algumas ainda em construção como mencionado anteriormente.

Por esse motivo, nas áreas de limite com as áreas de preservação do córrego do Boa Esperança foi possível constatar a presença de depósitos tecnogênicos e restos de construção civil e lixo. A situação se agrava quando alguns depósitos estão dentro da APP já que a mesma não é cercada como mostra a Figura 68.

Figura 68 – Depósitos tecnogênicos em área de preservação permanente no Residencial Alto da Boa Vista.



Fonte: Autor (2023).

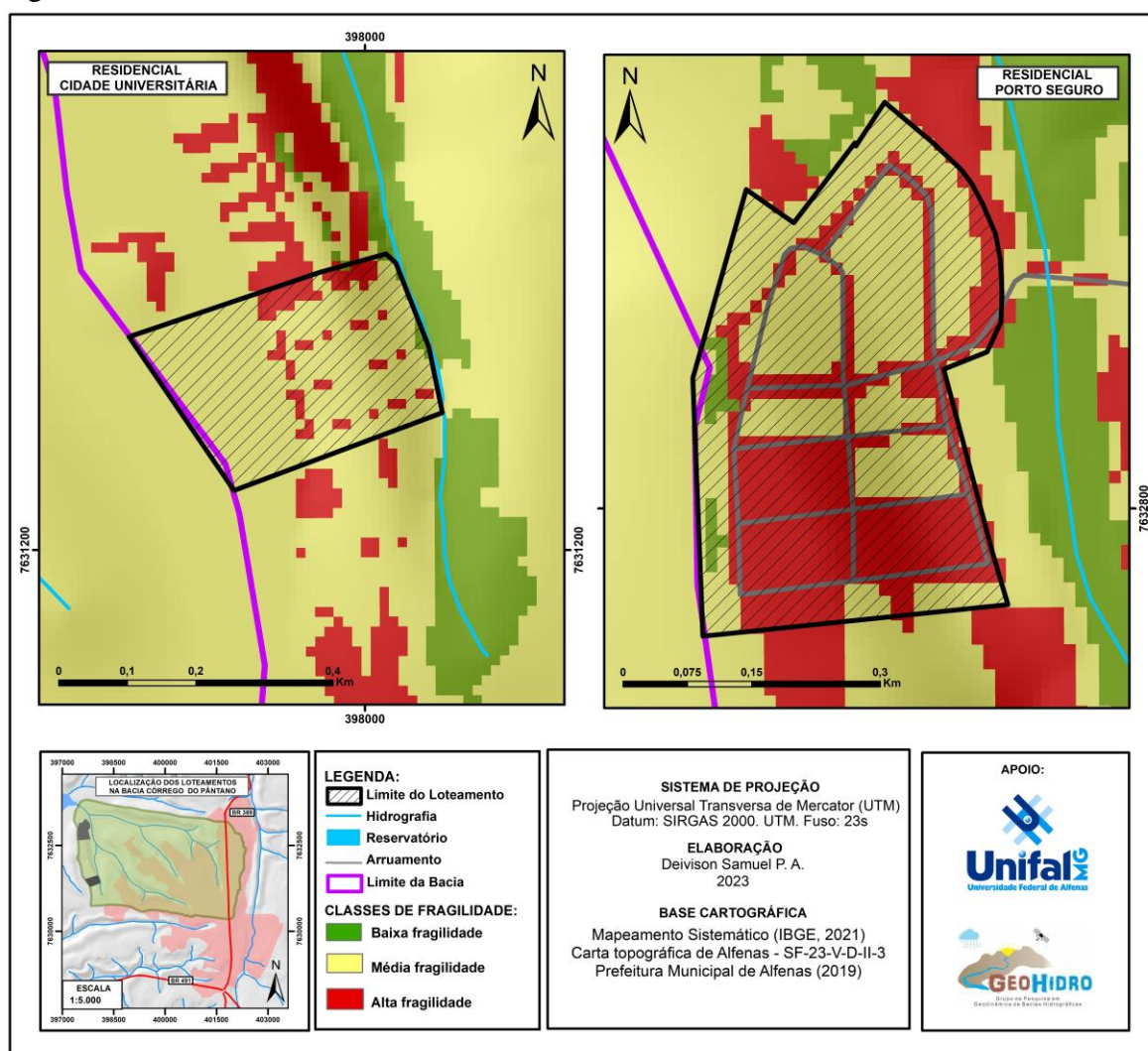
O Residencial Portal Universitário (Figura 66) apresentou no mapeamento de fragilidade áreas com baixas, médias e altas fragilidades. No caso das classes baixas a porcentagem em relação ao total da área da bacia foi de 1,25% o equivalente a 0,1 hectares. As fragilidades médias foram mapeadas com 71,25% da área total da bacia o que representa cerca de 5,7 hectares. Já as classes com fragilidades altas corresponderam a 27,5% da área total da bacia do córrego do Pântano o equivalente a 2,2 hectares.

Em relação aos impactos associados a esse loteamento, nas visitas de campo realizadas não foram identificados nenhum impacto evidente. Porém, vale salientar que o próprio processo de remoção da vegetação natural da área, para a construção do empreendimento imobiliário, pode ser considerado uma forma de impacto resultado dos processos morfogenéticos mencionados por Tricart (1977).

7.3.1.6 Residencial Cidade Universitária e Residencial Porto Seguro

O Residencial Cidade Universitária (Figura 69) apresentou fragilidades baixas, médias e altas sendo que 5,64% (0,54 hectares) representa áreas de fragilidade baixas, enquanto 80,8% (7,75 hectares) representa as fragilidades de nível médio e 13,56% (1,3 hectares) representando as áreas com altas fragilidades. Situado a noroeste da bacia, o loteamento possui declividades acima de 30% (Figura 55) na região nordeste.

Figura 69 – Classes de fragilidade do Residencial Cidade Universitária e Residencial Porto Seguro



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Já o Residencial Porto Seguro (Figura 67), o mapeamento de fragilidade da bacia do córrego do Pântano constatou que esse loteamento apresenta áreas frágeis de nível baixo, médio e alto. Para as áreas de baixa fragilidade a área correspondida foi de 1,4 hectares o equivalente a 7,12% da área da bacia. Já as áreas de fragilidades médias apresentaram 48,35% (9,5 hectares), enquanto as áreas de fragilidades altas corresponderam a 44,08% o equivalente

a 8,7 hectares.

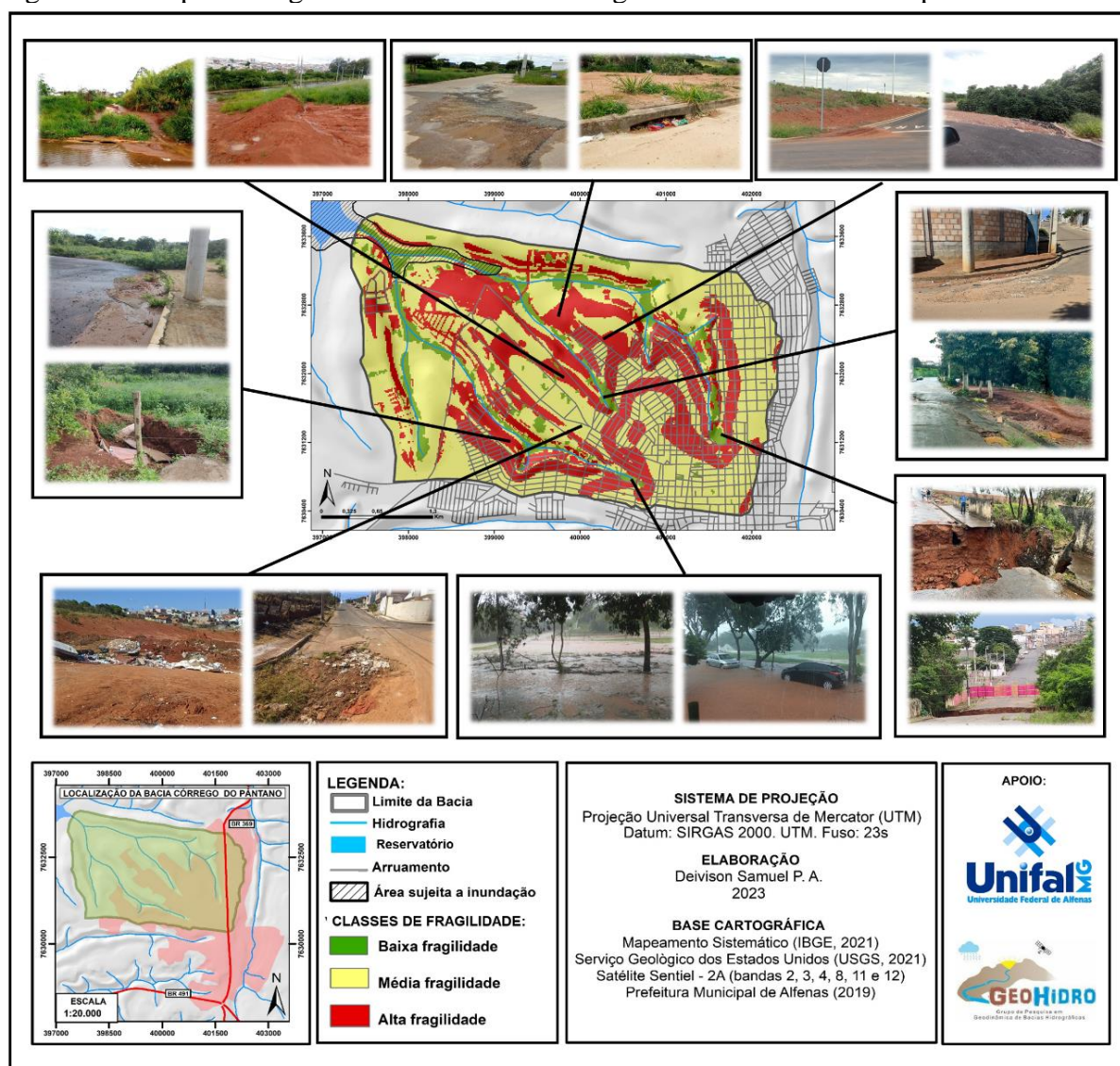
Já em relação às declividades altas, o loteamento tem parte considerável em declividades acima de 30%, facilitando o escoamento superficial e o desenvolvimento de processo erosivos. Já em relação aos impactos da expansão urbana na bacia do córrego do Pântano para esse loteamento, não foram constatados nenhum impacto evidente. O residencial dentro do período analisado é um dos mais antigos, contudo, não possui muitas construções e as áreas de lotes vazios estão cobertas de vegetação rasteira o que inibe em parte o escoamento superficial. Contudo, assim como os outros loteamentos, o próprio processo de abertura e modificação do relevo afeta a dinâmica natural da área pois reconfigura uma determinada área com dinâmica natural para outro uso, nesse caso o uso antrópico.

De modo geral, a partir das análises feitas ao longo desse tópico foi possível identificar que os loteamentos com processo de consolidação mais avançados e com maior atividade antrópica, apresentam dinâmicas mais intensas no que se diz respeito a sua interação com a área de bacia, fato comprovado pelos impactos apresentados nessa seção. Por outro lado, os loteamentos que não possuem taxa de ocupação elevada ou em consolidação avançada são os que menos apresentam impactos diretos à dinâmica da bacia.

Contudo, vale salientar que os loteamentos menos ocupados aumentarão o grau de impermeabilização do solo e, conseqüentemente, irão afetar a dinâmica de infiltração da bacia gerando assim novos impactos. Além disso, o aumento da densidade de construções e moradias, aumentarão os depósitos tecnogênicos e a pressão sobre as áreas de preservação permanente.

Os impactos evidenciados demonstram como a dinâmica da bacia do córrego do Pântano está sendo alterada por meio de enchentes, depósitos tecnogênicos, escoamento superficial, erosões, lixo e aumento da impermeabilização do solo como mostra a Figura 69. Foi possível constatar que em vários locais da bacia hidrográfica do córrego do Pântano existem impactos causados pela urbanização, seja ela consolidada, no que diz respeito aos bairros mais antigos ou em expansão no que se refere aos novos loteamentos.

Figura 70 – Impactos registrados na bacia do córrego do Pântano frente a expansão urbana



Fonte: Elaborado pelo Autor (2023).

Portanto, tendo em vista aos registros apresentados, entende-se que os mesmos ratificam que a bacia hidrográfica do córrego do Pântano, em função a expansão urbana, sobretudo dos novos loteamentos, tem reconfigurado sua estrutura de modo a modificar suas dinâmicas naturais frente a ação antrópica.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve como objetivo geral realizar o zoneamento da fragilidade ambiental do meio físico da bacia hidrográfica do córrego do Pântano no município de Alfenas/MG, frente ao avanço urbano, especialmente no que se diz respeito aos novos loteamentos e seus impactos ao ambiente da bacia. O processo de mapeamento por meio da construção da base cartográfica, possibilitou constituir a caracterização da área de estudo de modo a contribuir

para as discussões realizadas nesse trabalho bem como para estudos futuros sobre a mesma. A sobreposição das várias camadas de dados por intermédio de técnicas do geoprocessamento foi imprescindível pois viabilizou um olhar mais acurado sobre a área dando base para as análises presentes nesse estudo. O zoneamento de fragilidade gerado mostrou-se um dado necessário para uma maior compreensão das dinâmicas socioambientais ocorrentes na área de estudo e como a fragilidade condiciona a vulnerabilidade da bacia a determinados impactos ambientais.

Diante dos objetivos propostos, das indagações que nortearam esse trabalho, da hipótese e resultados obtidos, conclui-se que é perceptível as mudanças que a bacia hidrográfica do córrego do Pântano teve em sua área ao longo do período avaliado (2010 a 2021) as mudanças geraram novas dinâmicas ao meio que culminaram para o surgimento de variados impactos ao meio físico da bacia. A chegada dos novos loteamentos em áreas com fragilidade média e alta evidencia a ausência de estudo prévio ao planejamento urbano interdisciplinar, os empreendimentos seguem ritmo similar aos bairros mais consolidados situados na bacia, que já sofrem com ineficácia do planejamento urbano frente à pressão antrópica exercida, além de indicar a pressão que os mesmos exercem sobre o meio ambiente

A adição de novos parcelamentos do solo com o mesmo *modus operandi*, é um fator preponderante para tornar a bacia hidrográfica do córrego do Pântano mais vulnerável e susceptível a intensificação de eventos e impactos como os mencionados por este estudo, sendo necessário uma maior atenção aos futuros parcelamentos de solo dentro da mesma. Portanto, espera-se que novos estudos venham ser realizados na área bem como nas demais bacias do município de Alfenas que experimentam da mesma situação da bacia do córrego do Pântano, a expansão urbana.

Dessa forma, os estudos e planejamentos, devem nortear para o cuidado, sobretudo com as Áreas de Preservação Permanente que possuem contato direto com as áreas urbanizadas, a análise de cada situação na sua especificidade a fim de cooperar para um planejamento urbano eficiente que atenda às demandas da sociedade como considere a conservação dos ambientes naturais de modo a manter o equilíbrio entre as partes.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**. São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

ALFENAS, Prefeitura Municipal de. Construção dos 300 novos apartamentos populares está em fase final. Alfenas, 5 de abril de 2019. **Notícias**. Disponível em: <http://www.alfenas.mg.gov.br/construcao-dos-300-novos-apartamentos-populares-esta-em-fase-final/> Acesso em: 20, agos. 2022.

ALFENAS, Prefeitura Municipal de. Prefeitura dá início as obras da tão sonhada perimetral. Alfenas, 21 de julho de 2020. **Notícias**. Disponível em: <http://www.alfenas.mg.gov.br/prefeitura-da-inicio-as-obras-da-tao-sonhada-perimetral/> Acesso em: 18, jul. 2022.

ALFENAS. Prefeitura Municipal. **Leitura Técnica do plano diretor de Alfenas - MG**, Alfenas: Prefeitura Municipal, 2006. 189p.

ALFENAS. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento Básico – Produto 2 - Diagnósticos da Situação do Saneamento Básico – Alfenas MG**, Alfenas: Prefeitura Municipal, 2015. 678p. Disponível em: <http://www.alfenas.mg.gov.br/plano-municipal-de-saneamento-basico/> . Acesso em: 03 de març. 2023.

ALVES, Gabriel Mikael Rodrigues; FERREIRA, Marta Felícia Marujo. Uso Do Solo Em Áreas De Preservação Permanente (App) Na Bacia Do Córrego Do Pântano, Município De Alfenas-Mg. **Revista de Geografia – Ppgeo - Ufjf.**, Juiz de Fora, v. 6, n. 4, p.329-337, dez. 2016.

ANTÔNIO, Janaina Natali; GOMES, Marquiana de Freitas Vilas Boas. A produção do espaço e a questão dos resíduos sólidos no ambiente urbano. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 16, dec. 2008. ISSN 2177-2738. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/10174/9929>>. Acesso em: 18 agos. 2020.

AUGUSTO, Rafael Cardão. A cartografia de paisagens e a perspectiva geossistêmica como subsídios ao planejamento ambiental. **Revista Tamoios**, [S.l.], v. 12, n. 1, jul. 2016. ISSN 1980-4490. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/22644>. Acesso em: 26 jul. 2021.

BASTOS, Suzana Quinet et al. Evidências entre a Qualidade das Bacias Hidrográficas e as Características dos Municípios de Minas Gerais. **Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília**, v. 56, n. 1, p. 143-162, Mar. 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010320032018000100143&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 jun. 2020.

BRANQUINHO, Evânio dos Santos; BERNARDES, Rogério Souza. A Produção e a Reprodução da Periferia em Alfenas-MG. **Estudos Geográficos**, Rio Claro, v. 11 n. 2, p. 34-53, jul./dez. 2013, ISSN 1678-698X. Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>. Acesso em: 10 jan. 2021.

BRANQUINHO, Evânio dos Santos; BERNARDES, Rogério Souza. **O uso da Fotografia Aérea com Pipa na Construção da Geografia**. 1. ed. Alfenas: Universidade Federal de

Alfenas, 2020. v. 1. 106p. Disponível em: <https://www.unifal-mg.edu.br/geografia/publicacoes-e-eventos/>. Acesso em: 1 dez. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Institui o novo Código Florestal Brasileiro.**

BRASIL. Lei Federal n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 29 de dezembro de 1979.

CÂMARA, G. et al. Inferência geográfica e suporte à decisão. In: CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira (Ed.). **Introdução à ciência da geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001. p. 48. (INPE-8567-PRE/4311). Disponível em: <http://urlib.net/ibi/sid.inpe.br/sergio/2004/04.19.15.04>. Acesso em 22 dez. 2021.

CARVALHO, Aparecida Joana de; CÉSAR, Gabriella Gheti. Expansão Urbana de Alfenas/MG. **Trabalho de conclusão de curso** (Geografia). Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2010.

CASSETI, Valter. **Ambiente e apropriação do relevo**. São Paulo: Contexto, 1991.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia** (Livro digital). 2005.

CAVALCANTI, L.C.S. **Cartografia de Paisagens: Fundamentos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHRISTOFOLETTI, A 1979. **A análise da densidade de drenagem e suas implicações geomorfológicas**. **Geografia**, 4(8): 23-42. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br> Acesso em dezembro de 2022

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. São Paulo: Ática, 2004. (Série Princípios).

CPRM. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Carta Geológica de Alfenas**. Folha SF-23-V-D-II, 2010.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; FILHO, P.H.; FLORENZANO, T.G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C.C.F. (2001). Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico econômico e ao ordenamento territorial. **Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE**. São José dos Campos - SP. 103p

DE OLIVEIRA, R. G. et al. Análise da Fragilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego São João - MS Utilizando Geoprocessamento. **Revista Brasileira de Cartografia**, Nº 64/1, p. 15-24, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43773> Acesso em: 26 jul. 2021.

DOS SANTOS, Vitor Juste; ROCHA, Geraldo César; ADRADE, Fabricio Luís. Conceito de Risco. **Revista de Geografia – PPGeo - UFJF**. Juiz de Fora, v.5, n.1, p.33-42 jan./jun. 2015. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/17990> Acesso em: 12 ago. 2021.

DUTRA, C. C.; FOGLIATTO, F. S. Operacionalização Do Processo Analítico Hierárquico Usando Matrizes Incompletas De Comparações Pareadas. **XXXIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional**, 2007. Disponível em: <http://www.din.uem.br/sbpo/sbpo2007/trabalho/idx00.htm> Acesso em 01 mar. 2023.

EMBRAPA. **Missão Sentinel**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/satelites-de-monitoramento/missoes/sentinel> . Acesso em: 22, dez 2021.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2006, p.208.

ESRI - Environmental Systems Resource Institute. **ArcGIS**: v. 10.6.1.

FAVERI, Caroline de; PEREIRA, Ricardo Molto. A Importância Da Preservação Da Mata Ciliar Em Áreas Urbanas Para O Amortecimento Da Drenagem Urbana. **Revista Cognito**, Lins-SP, Brasil., v. 5, n. 1, p.187-193, ago. 2014. Semestral. Disponível em: <http://revista.unilins.edu.br/> . Acesso em: 25 nov. 2018.

FERRETTI, Orlando. A representação do espaço geográfico na educação básica. **Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p.261-281, 2014.

Forte chuva causa estragos na cidade de Alfenas. **Minas Acontece**, Alfenas, 23, set. 2022. Disponível em: <https://minasacontece.com.br/noticias/forte-chuva-causa-estragos-na-cidade-de-alfenas/> . Acesso em: 31, jan. 2022.

GIRÃO, ÍTALO R. F.; RABELO, D. R.; ZANELLA, M. E. Análise teórica dos conceitos: Riscos Socioambientais, Vulnerabilidade e Suscetibilidade. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, p. 71-83, 23 maio 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/13273> Acesso em: 10 de jan. 2021.

GOOGLE. Google Earth: **versão 7.3**. 2023.

IBGE CIDADES. **Alfenas**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/alfenas.html> Acesso em: 18, jul. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Carta topográfica Alfenas (SF-23-V-D-II-3)** escala 1:50.000. Rio de Janeiro, 1969.

INMET. Instituto Nacional De Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil: 1981 - 2010**. INMET. Brasília - DF. 2018.

JORDÃO, Carolina de Oliveira; MORETTO, Evandro Mateus. The environmental vulnerability and the territorial planning of the sugarcane cultivation. **Ambiente & Sociedade**, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 75-92, mar. 2015. Fap UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc675v1812015en>.

JUSTINO, E. A; PAULA, H. M; PAIVA, E. C. R. Análise do efeito da impermeabilização dos solos urbanos na drenagem de água pluvial do município de Uberlândia-MG. **Espaço em revista** vol. 13, n. 1, p. 16-38, jul./dez. 2011.

MELLO, Juliano Pereira de. Ensaio cartográfico para a determinação da fragilidade ambiental na bacia hidrográfica do Rio Verde (SP). 2008. 98p. **Dissertação mestrado** - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1607645>. Acesso em: 15, nov. 2021.

MENEZES, P. H. B. J. Processo de Escoamento Superficial e Assoreamento na Bacia do Lago Paranoá. **Dissertação de mestrado**, Instituto de Geociências – IG, UnB. Brasília, 2010. p. 40-50.

MIRANDA, L.; LEMOS, D. M. de; ESPINOZA, J. M. de A. Comparação dos Métodos Support Vector Machine e Máxima Verossimilhança Gaussiana para classificação de imagem das áreas de dunas costeiras da Praia do Cassino, Rio Grande, RS. In: Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2019, Santos. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos, INPE, 2019. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2019/papers/comparacao-dos-metodos-support-vector-machine-e-maxima-verossimilhanca-gaussiana-para-classificacao-de-imagem-das-areas-?lang=en> Acesso em: 14 mar. 2022.

NUCCI, J. (2011). Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. **Revista do Departamento de Geografia**, 12, 209-224. DOI: <https://doi.org/10.7154/RDG.1998.0012.0009>

OLIVEIRA, Rodolfo Lopes de Souza; Caracterização da Geomorfologia do Perímetro Urbano de Alfenas-MG. **Trabalho de conclusão de curso** (Geografia). Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2010.

OLIVETTI, D. **Caracterização dos Solos da Microbacia do Córrego do Cemitério, Município de Alfenas, Minas Gerais**. Alfenas: UNIFAL-MG, 2011. (Trabalho de Conclusão de Curso) Nova. n. 93, 15 de julho de 2001. Disponível em: <https://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/313> Acesso em: 8 de jun. 2020.

PEIXOTO, Filipe da Silva; SILVEIRA, Renata Nayara Câmara Miranda. Bacia hidrográfica: tendências e perspectivas da aplicabilidade no meio urbano (Watershed: trends and approach of applicability in urban environment). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 840-853, maio 2017. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233985/27439> . Acesso em: 26 maio 2020.

PEREIRA, Gislene. A natureza (dos) nos fatos urbanos: produção do espaço e degradação ambiental. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, [S.L.], v. 3, p. 33-51, 20 jun. 2001. Universidade Federal do Paraná. Doi: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v3i0.3027~> Acesso em: 26 maio 2020.

PEREIRA, Luciana de Oliveira et al. Análise comparativa dos métodos de classificação SVM e Maxver-ICM Polarimétrico em imagem de radar Alos Palsar. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR)., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 8223-8230. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). IBI: <3erpfqrtrw/3a3pl6p>. Disponível em: <http://urlib.net/rep/3ERPFQRTRW/3A3PL6P> . Acesso em: 24 dez 2021

PISANI, Rodrigo José. Considerações sobre a Morfometria e Aspectos Ambientais da sub-bacia do Córrego do Pântano, Alfenas MG. In: FERREIRA, Marta Felícia Marujo; VALE,

Ana Rute do (Org.). **Dinâmicas Geográficas do Sul De Minas Gerais**. Curitiba: Appris, 2018. Cap. 10. p. 267-283.

POZZER, Carlos Eduardo; FERRÃO, André Munhoz de Argollo. **O Plano de Desenvolvimento do Lago de Furnas de 1975: o desafio da integração regional**. *Interações (Campo Grande)* [online]. 2018, vol.19, n.4, pp.871-887. ISSN 1518-7012.

POZZO, Renata Rogowski; VIDAL, Leandro Moraes. O conceito geográfico de paisagem e as representações sobre a ilha de Santa Catarina feitas por viajantes dos séculos XVIII e XIX. In: **Revista Discente Expressões Geográficas**. Nº06, ano VI. Florianópolis, junho de 2010. P. 111–131. Disponível em: www.geograficas.cfh.ufsc.br. Acesso em: 20 out.2020.

RIBEIRO, André et al. **Geologia e recursos minerais da folha Alfenas SF.23-V-D-I** :escala 1:100.000, estado de Minas Gerais. Rio de Janeiro: CPRM, UFRJ, 2020. Escala 1:100.000. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/17671?show=full>. Acesso em 1 de nov. 2022.

RIBEIRO, Ariádina Aparecida Lélis. Produção e valorização do espaço urbano: o caso dos novos loteamentos de Alfenas-MG.: o caso dos novos loteamentos de Alfenas-MG. **Caderno de Geografia**, [s.l.], v. 29, n. 2, p. 247-263, 29 ago. 2019. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. <http://dx.doi.org/10.5752/p.2318-2962.2019v29n2p247-263>

RIBEIRO, Ariádina Aparecida Lélis; Produção e valorização do espaço urbano: o caso dos novos loteamentos de Alfenas-MG. **Trabalho de conclusão de curso** (Geografia). Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2017.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente da; CAVALCANTI, Agostinho Paula Brito. **Geocologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, [S. l.], v. 8, p. 63-74, 2011. DOI: 10.7154/RDG.1994.0008.0006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327> . Acesso em: 22 jul. 2021.

ROSS, Jurandy Luciano Sanches. "Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados" In; **Revista do Departamento de Geografia nº8, FFLCH-USP**, São Paulo, 1994.

SÁ JUNIOR, A. Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do Estado de Minas Gerais. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Água e Solo)** – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFLA, Lavras, 101p., 2009.

SANTOS, Cilícia Dias dos. A formação e produção do espaço urbano: discussões preliminares acerca da importância das cidades médias para o crescimento da rede urbana brasileira. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S.l.], v. 5, n. 1, mar. 2009. ISSN 1809-239X. Disponível em: <https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/188/149> . Acesso em: 5 set. 2020

SANTOS, Karla Azevedo; RUFINO, Iana Alexandra Alves; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande - PB. **Eng. Sanit. Ambient.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, p. 943-952, out. 2017. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522017000500943&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 26 maio 2020.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 2.ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1997.

SANTOS, Milton. **Metamorfoses do Espaço Habitado, fundamentos Teórico e metodológico da geografia**. Hucitec. São Paulo 1988.

SAATY, T. L. **The Analytic Hierarchy Process**. New York: McGraw-Hill, 1980.

SCHIAVO, Bruna Nascimento de Vasconcellos; HENTZ, Ângela Maria Klein; CORTE, Ana Paula Dalla; SANQUETTA, Carlos Roberto. Caracterização da fragilidade ambiental de uma bacia hidrográfica urbana no município de Santa Maria - RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 464, 29 fev. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19981> Acesso em: 22 jul. 2021.

SILVA, R. F.; SANTOS, V.A. & SANNDY, M.G.G. (2016). Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacia do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. **Caderno de Geografia** 26 (47): 966-976. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2016v26n47p966>

SILVA, Vânia Regina Jorge da. Os conceitos geográficos e sua importância na formação do professor para uma didática escolar. In: **Revista Digital Simonsen**. Rio de Janeiro, n.4, jun. 2016. Disponível em: www.simonsen.br/revistasimonsen Acesso em: 28 maio 2020.

SILVEIRA, C. T.; FIORI, A. P.; OKA-FIORI, C. Estudo das unidades ecodinâmicas de instabilidade potencial na APA de Guaratuba: Subsídios para o planejamento ambiental. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 1, n. 57, p. 9-23, 2005.

SISMET COOXUPÉ, **Dados Históricos**. Disponível em: <https://sismet.cooxupe.com.br:9000/dados/estacao/> Acesso em 30, jan. 2023.

SPRÖL, C.; ROSS, J. L. S. Análise Comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [S. l.], v. 8, n. 1, p. 39-49, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.123868. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/123868>. Acesso em: 7 fev. 2023.

STRAHLER, A. N. (1964). **Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks**. In: CHOW, V.T. (ed.) Handbook of applied hydrology. McGraw Hill Book Company, 1964. p.439-476.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. **Espaço geográfico uno e múltiplo**. Scripta Nova, Universidad de Barcelona, n. 93, jul. 2001.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia e interdisciplinaridade. Espaço geográfico: interface natureza e sociedade. **Geosul**, Florianópolis, v. 18, n. 35, p. 43-54, jan.

2003. ISSN 2177-5230. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/13601>>. Acesso em: 28 maio 2020.

TRICART J. 1977. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, FIBGE/SUPREN.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: RiMa, IIE, 2003.

UFV - CETEC - UFLA – FEAM, 2010. **Mapa de solos do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, Fundação Estadual do Meio Ambiente. Available in: <http://www.feam.br/noticias/1/949-mapas-de-solo-doestado-de-minas-gerais>

USGS. **Earth Explorer**. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

VALE, J. R. B., COSTA, J. A. Da., SANTOS, J. F. Dos., SILVA, E. L. S. Da. & Favacho, A. T. 2018. Análise comparativa de métodos de classificação supervisionada aplicada ao mapeamento da cobertura do solo no município de Medicilândia Pará. **Inter Espaço. Revista de geografia e interdisciplinaridade**. Grajaú/MA v. 4, n. 13 p. 26-44. Disponível em: <http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/interespaco/article/view/7884> Acesso em: 14 mar. 2022.

VALLE, Ivana Cola; FRANCELINO, Márcio Rocha; PINHEIRO, Helena Saraiva Koenow. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Aldeia Velha, RJ. **Floresta e Ambiente**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 295-308, 1 abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.107714>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/floram/a/CLKFqFSkdjXRDgvZ6VmdPBj/?lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 21

VITTE, Antônio Carlos. **O Desenvolvimento do conceito de paisagem e sua inserção na geografia física**. In: Revista Mercator, n. 11, 2007, p.71-78

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Ed. do Autor Rio de Janeiro. RJ. 2001.

XAVIER-DA-SILVA, Jorge. **Geoprocessamento no apoio a Decisão**. [S.l.], n. 9, p. 105-115, jul. 2016. ISSN 2317-8825. Disponível em: <https://www.revistacontinentes.com.br/index.php/continentes/article/view/106> . Acesso em: 26 jul. 2021

ZANETTI, J.; BRAGA, F. L. S.; DUARTE, D. C. O. Comparação dos Métodos de Classificação Supervisionada de Imagem Máxima Verossimilhança, Distância Euclidiana, Paralelepípedo e Redes Neurais em Imagens Vant, utilizando o Método de Exatidão Global, Índice Kappa e o Tau. In: IV SBG - Simpósio Brasileiro de Geomática e II Jornadas Lusófonas sobre ciências e tecnologias de informação Geográfica/CTig, 2017, Presidente Prudente. **Simpósio Brasileiro de Geomática e II Jornadas Lusófonas sobre Ciências e Tecnologias de Informação Geográfica/CTIG**, 2017. Disponível em: http://docs.fct.unesp.br/departamentos/cartografia/eventos/2017_IV_SBG_artigos/2017_SBG_CTIG_paper_51.pdf Acesso em 28 dez. 2021.