

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA**

**FACULDADE DE ENGENHARIA**

**ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**CARLA MEDEIROS LANGONI**

**YASMIN TAGLIATE DE ARAÚJO**

**Caracterização e Proposta de Recuperação de Área de um Aterro Controlado  
Desativado no Município de Descoberto - MG**

**JUIZ DE FORA – MG**

**2024**

**CARLA MEDEIROS LANGONI**

**YASMIN TAGLIATE DE ARAÚJO**

**Caracterização e Proposta de Recuperação de Área de um Aterro Controlado  
Desativado no Município de Descoberto - MG**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Área de concentração: Engenharia Ambiental

Linha de pesquisa: Recuperação de Áreas Degradadas

Orientador: Prof. Dr. Samuel Rodrigues Castro

Coorientador: Prof. Dr. Otávio Eurico de Aquino Branco

**JUIZ DE FORA – MG**

**2024**

**CARLA MEDEIROS LANGONI**

**YASMIN TAGLIATE DE ARAUJO**

**Caracterização e Proposta de Recuperação de Área de um Aterro Controlado  
Desativado no Município de Descoberto - MG**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Samuel Rodrigues Castro – Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Otávio Eurico de Aquino Branco  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dra. Júlia Righi de Almeida  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Jonathas Batista Gonçalves Silva  
Universidade Federal de Juiz de Fora

Helvécio Rodrigues Pereira Filho

Diretor do Departamento de Meio Ambiente, Saneamento e Agropecuária de Descoberto/MG

Agradecemos primeiramente a Deus que nos orientou, não somente nestes anos como universitárias, mas em todos os momentos e desafios, nos direcionando da melhor forma para abraçar as oportunidades e superar os obstáculos. Além disso, por nos ter dado saúde e energia para concluir a faculdade e finalizar esta monografia. Agradecemos profundamente à UFJF, pela oportunidade de cursar o ensino superior numa instituição federal, por seu corpo docente, direção, administração, estrutura e ensino gratuito de qualidade. Esta instituição que não apenas nos acolheu, mas nos desafiou e transformou em profissionais qualificadas e em pessoas melhores. Nossa gratidão à Universidade, por abrir suas portas e expandir os horizontes, demonstrando que o aprendizado vai além das salas de aula. Também, por nos mostrar que cada dia é uma aventura entre o saber e o sobreviver, com uma pitada de humor para temperar os momentos de estudo. Agradecemos à Prefeitura de Descoberto pela colaboração com o fornecimento de informações necessárias e cruciais para o desenvolvimento deste trabalho, em especial ao Helvécio Pereira, Diretor do Departamento de Meio Ambiente, Saneamento e Agropecuária pela sua disposição e por se apresentar prestativo e atencioso, possibilitando o desenvolvimento do trabalho. Ao corpo docente do departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, juntamente com a banca examinadora, Prof. Dr. Jonathas Silva e Profa. Dra. Júlia Righi, que apoiaram e contribuíram cuidadosamente para o desenvolvimento deste trabalho. Ao orientador Prof. Dr. Samuel Castro e ao coorientador Prof. Dr. Otávio Branco, pelo apoio, dedicação e confiança em nós, pelas sugestões e ideias propostas que agregaram muito, resultando num trabalho tão de grande potencial. Pela paciência, por todas as conversas, pelo suporte constante, por acreditarem em um projeto tão desafiador.

Eu, Carla, agradeço aos meus pais, Deise e Giancarlo, por todo suporte e amor incondicional. Por me fortalecerem apesar de todas as dificuldades, isso foi essencial para que meu sonho de estudar em uma faculdade federal se tornasse realidade. Mãe, obrigada por sempre perceber quando eu precisava de uma pausa e por aparecer com lanchinhos nos momentos em que eu nem me lembrava de comer. Sua atenção e cuidado fizeram toda a diferença. Pai, agradeço pelas muitas vezes que parou tudo para me levar à Juiz de Fora independente do horário, e por ter cuidado de mim sempre que eu precisava de um remedinho. À Babi, pelos abraços que me revigoraram nos momentos mais delicados, me potencializando para enfrenta-los. Ao meu namorado, Matheus, cuja risada foi o melhor remédio para os momentos difíceis e amor foi combustível para enfrentar as inseguranças. Obrigada por compreender minha ausência nos momentos dedicados aos estudos e por ser meu espaço seguro. Pelas caronas, apoio no dia a dia e por ouvir minhas reclamações. Por todo o incentivo para que eu conquistasse meus sonhos, sempre deixando claro que esses sonhos eram, na verdade, nossos. À família dele, que se tornou minha segunda família e sempre me envolveu com carinho. Às minhas avós, Vera e Iracema, por todo carinho, atenção e incentivo, que foram fundamentais para que eu pudesse vencer as batalhas ao longo do caminho. Obrigada por acreditarem em mim e me inspirarem a seguir em frente com coragem e determinação. Agradeço também à minha prima, Fernanda, pelas caronas e pelo apoio quando me mudei para fazer a faculdade. Esse suporte foi essencial para que eu me estabelecesse e tivesse momentos para recarregar as energias com minha família. Às amigas que a faculdade me presenteou, em especial Luana, Thais e Tascila, que me auxiliaram no dia a dia, nas disciplinas e nos trabalhos, compartilhando tanto as reclamações quanto as alegrias, criando laços que vão além do ambiente universitário. Ao Prof. Dr. Marconi Moraes pelo apoio e pela possibilidade de vivenciar a minha primeira experiência com a extensão universitária. Ao NAGEA e ao Prof. Dr. Cezar Barra pela oportunidade de participar de um grupo de pesquisa que me proporcionou aprendizados valiosos. À AGEVAP pela experiência profissional única, por me apresentarem na prática a área de resíduos sólidos e ao município de Descoberto (MG), muito obrigada por acreditarem no meu potencial. Finalmente, agradeço à minha incrível dupla de faculdade, Yasmin, que compartilhou comigo não só o TFC, mas também a vida. Obrigada por acreditar no meu potencial, por me incentivar, por celebrar as conquistas e por dividir os momentos de dificuldade. Tudo se tornou mais leve com você ao meu lado. Ainda teremos muitas oportunidades de vibrar uma pela outra e de ver nossos sonhos se concretizarem juntas.

Eu, Yasmin, agradeço a todos aqueles que estiveram comigo e me apoiaram durante a graduação, tornando essa experiência única. Agradeço de coração aos meus pais, Robson e Gisele, e aos meus irmãos, Thifani e Lucas, por todo apoio incondicional, por acreditarem em mim nos momentos mais difíceis e celebrarem cada pequena vitória comigo. Vocês estiveram lá para enxugar minhas lágrimas, oferecer o ombro amigo e compartilhar as alegrias, como quando passar com 60 pontos parecia uma grande conquista (e, convenhamos, era!). Espero que hoje sintam orgulho dessa realização, que é nossa! Ao meu noivo, Jhonathan, meu eterno agradecimento por todos esses anos ao meu lado, por não me deixar desistir do vestibular e por me incentivar constantemente a perseguir meu sonho. Obrigada por ser meu porto seguro, por toda a paciência, pelo apoio, e pelas incontáveis vezes em que, em meio às lágrimas, você me acalmou após uma prova difícil ou uma experiência desafiadora na faculdade. Com sua serenidade, você sempre me trouxe paz, me encorajou e me mostrou que eu era capaz, mesmo quando eu duvidava de mim mesma. E, claro, obrigada por entender minhas ausências enquanto me dedicava aos estudos. Você é o meu amor e o meu pilar. Agradeço também ao grupo de amigas incríveis que a faculdade me presenteou. Luana e Thais, vocês foram minhas companheiras de estudos, de risadas, de desabafos e até de desespero. Essa caminhada não teria sido a mesma sem vocês. Minha dupla incansável de TCC, Carla, não poderia deixar de agradecer por cada instante que dividimos. Pelas risadas, pelas lágrimas, pelos incentivos e pela amizade sólida que construímos. E, claro, por suas habilidades investigativas incríveis que fizeram até as conversas mais simples renderem boas histórias. Sua amizade, confiança e apoio foram essenciais, e agradeço por fazer dessa jornada uma experiência tão especial. Sou grata por todas as pessoas incríveis que conheci na UFJF, em especial a Mariana, minha gerente, diretora na empresa júnior e amiga na vida, que sempre me incentivou a acreditar no meu potencial, mesmo nos momentos mais desafiadores. Obrigada por nossa amizade, pelos momentos de desabafo e risadas. Rayane, minha "little friend", nossa convivência no Jardim Botânico da UFJF tornou tudo mais divertido e leve, e sou grata por cada conversa e gargalhada que compartilhamos. Agradeço à AGCONSULT, não apenas pela oportunidade de vivenciar a Engenharia Ambiental na prática, mas também por me permitir conhecer pessoas incríveis que confiaram em mim e me permitiram ser eu mesma. Cada um de vocês faz parte dessa conquista. Por fim, sou imensamente grata por todas as pessoas que estiveram ao meu lado ao longo dessa trajetória, cada uma com sua importância singular, que contribuíram para que eu realizasse este grande sonho, que não seria possível sem o apoio e carinho de todos vocês.

*“O ambiente é o que somos em nós mesmos. Nós e o ambiente somos dois processos diferentes; nós somos o ambiente e o ambiente somos nós.”*

*(Jiddu Krishnamurti)*

## RESUMO

O presente estudo tem como objetivo a elaboração de um projeto conceitual de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), para uma área de aterro controlado, disposição irregular de resíduos, desativado, no município de Descoberto – MG. Com o crescimento populacional e conseqüentemente maior geração de Resíduos Sólidos Urbanos, a disposição inadequada de resíduos apresenta impactos significativos ao meio ambiente e à saúde pública. A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste projeto foi concebida por meio da avaliação dos impactos causados pelo aterro controlado desativado; revisão bibliográfica de legislações aplicáveis; visita in loco para verificação da situação atual da área de interesse, coleta de dados e alinhamento de ideias e necessidades junto a prefeitura do município; caracterização da área abrangendo a localização, o histórico, levantamento dos meios físico, biótico e antrópico; informações fornecidas pela Prefeitura de Descoberto, como documentos referentes ao local, análises de água superficial e subterrânea, levantamento topográfico realizado para o Licenciamento de Transbordo e Usina de Triagem e Compostagem. Diante da caracterização da área, realizada conforme critérios que compõem um PRAD e, considerando o “Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos” fornecido pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), optou-se pelo Método de Recuperação Simples, visto que o local atende aos requisitos estabelecidos e por se tratar de um mecanismo de baixa complexidade de execução. Destaca-se a importância dos monitoramentos das propostas de recuperação, sendo estas compostas pelo isolamento e identificação da área; limpeza da área; reconfiguração do terreno e encapsulamento dos resíduos; sistemas de drenagem de águas pluviais e gases e implantação de cobertura vegetal. Além disso, também é abordado sugestões para uso futuro da área considerando necessidades apresentadas pela Prefeitura de Descoberto, destacando-se a importância da realização de projetos específicos para realização destas recomendações. Ainda, a prefeitura possui uma estrutura para gerenciamento adequado dos resíduos que deve ser otimizada e mantida, tendo em vista que o município de Descoberto (MG) demonstra preocupação com a gestão dos resíduos sólidos e com a recuperação do aterro controlado desativado.

**Palavras-chave:** Resíduos sólidos. Aterro. Área degradada. Recuperação.

## ABSTRACT

The present study aims to develop a conceptual project for a Degraded Area Recovery Plan (PRAD) for a deactivated controlled landfill site with irregular waste disposal in the municipality of Descoberto, MG. With population growth and consequently increased generation of Urban Solid Waste, inadequate disposal of this waste presents significant impacts on the environment and public health. The methodology used for developing this project was conceived through the assessment of the impacts caused by the deactivated controlled landfill; a literature review of applicable legislation; an on-site visit to verify the current situation of the area of interest, data collection, and alignment of ideas and needs with the municipal government; characterization of the area covering its location, history, and survey of physical, biotic, and anthropic aspects; information provided by the Descoberto City Hall, such as documents related to the site, analyses of surface and groundwater, and topographic surveys conducted for the Licensing of Transfer and Sorting and Composting Plant. Given the area's characterization, conducted according to the criteria that compose a PRAD and considering the "Technical Handbook for Rehabilitation of Degraded Areas by Urban Solid Waste" provided by the Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), the Simple Recovery Method was chosen, as the site meets the established requirements and is a mechanism with low execution complexity. The importance of monitoring the recovery proposals is highlighted, which consist of the isolation and identification of the area, area cleaning, land reconfiguration, and waste encapsulation, drainage systems for rainwater and gases, and the implementation of vegetative cover. Furthermore, suggestions for future use of the area are also addressed, considering the needs presented by the City Hall of Descoberto, emphasizing the importance of specific projects to implement these recommendations. Additionally, the city hall has a structure for the proper management of waste that must be optimized and maintained, given that the municipality of Descoberto (MG) demonstrates concern for solid waste management and the recovery of the deactivated controlled landfill.

**Keywords:** Solid waste. Landfill. Degraded area. Recovery.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Esquema da Metodologia utilizada no trabalho.....  | 35 |
| Figura 2 – Mapa de Localização do aterro controlado de Descoberto, MG.....                                     | 36 |
| Figura 3 – Municípios que fazem limite e Rodovias que passam por Descoberto, MG. ....                          | 37 |
| Figura 4 - Distância do Aterro Controlado ao núcleo populacional mais próximo.....                             | 38 |
| Figura 5 – Evolução da população com o decorrer dos anos de Descoberto, MG.....                                | 39 |
| Figura 6 – Pirâmide etária de acordo com o Censo (2000, 2010 e 2022). ....                                     | 40 |
| Figura 7 - PIB de Descoberto MG - série histórica (2010 - 2021). ....  | 42 |
| Figura 8 – Canaleta de drenagem no entorno do terreno para direcionamento das águas pluviais.<br>.....         | 49 |
| Figura 9 – Registro de visita in loco do Aterro Controlado desativado de Descoberto (MG). ....                 | 51 |
| Figura 10 - Gráfico do Percentual da Gravimetria dos Resíduos Gerados no município de<br>Descoberto - MG. .... | 56 |
| Figura 11 - Pontos de elevação do terreno devido a disposição de resíduos.....                                 | 64 |
| Figura 12 – Disposição da área do aterro controlado. ....  | 65 |
| Figura 13 – Evolução do ano com maior área para o menor. ....  | 67 |
| Figura 14 – Hidrografia de Descoberto e da área do aterro controlado. ....                                     | 69 |
| Figura 15 – Poço manual (cisterna).....  | 70 |
| Figura 16 – Pontos de monitoramento.....   | 71 |
| Figura 17 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra em Descoberto (MG) – 2022.....                                    | 73 |
| Figura 18 – Geomorfologia de Descoberto, MG.....   | 74 |
| Figura 19 – Perfil longitudinal da área do aterro controlado.....  | 75 |
| Figura 20 – Declividade da área de interesse. ....   | 76 |
| Figura 21 - Zonas de risco de subsidência cárstica em Minas Gerais. ....                                       | 78 |
| Figura 22 – Caracterização do município de Descoberto – MG. ....   | 79 |
| Figura 23 - Características florestais no município de Descoberto. ....  | 81 |
| Figura 24 - Áreas protegidas em Descoberto e região.....   | 82 |
| Figura 25 - Unidades de Conservação em Descoberto e suas proximidades. ....                                    | 83 |
| Figura 26 - Área Prioritária para Conservação, Descoberto - MG.....  | 84 |
| Figura 27 - Proteção e identificação da Área de Aterro Controlado desativado. ....                             | 88 |
| Figura 28 – Exemplo de identificação na área. ....   | 89 |
| Figura 29 – Reorganização do terreno.....  | 92 |
| Figura 30 – Direção do fluxo preferencial do escoamento superficial.....                                       | 93 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 31 - Canaletas de meia seção ou "meia-cana".....                      | 94  |
| Figura 32 - Sistema de drenagem da área a ser recuperada.....                | 94  |
| Figura 33 – Vistas do sistema de drenagem para gases.....                    | 97  |
| Figura 34 – Vista em planta dos dutos para drenagem de gases. ....           | 97  |
| Figura 35 – Disposição das espécies no terreno.....                          | 102 |
| Figura 36 – Localização dos marcos superficiais no terreno.....              | 113 |
| Figura 37 – Plantas de sugestão para utilização futura da área. ....         | 117 |
| Figura 38 – Disposição detalhada da área de triagem de Descoberto (MG). .... | 119 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 - Resultados das análises realizadas no Córrego Pouso Alegre (montante e jusante).<br>.....             | 45  |
| Tabela 2 - Resultados das análises realizadas no poço (cisterna).....  | 47  |
| Tabela 3 - Estimativa da geração de Resíduos em Descoberto - MG (2011 - 2018). ....                              | 54  |
| Tabela 4 - Composição Gravimétrica dos Resíduos de Descoberto - MG.....  | 55  |
| Tabela 5 - Indicadores dos custos do município referentes ao manejo dos RSU.....                                 | 60  |
| Tabela 6 - Resíduos de Serviços de Saúde e de Construção Civil em Descoberto - MG.....                           | 62  |
| Tabela 7 - Comparação anual da variação da área útil do Aterro Controlado.....                                   | 66  |
| Tabela 8 - Resumo das informações do Aterro Controlado de Descoberto – MG.....                                   | 86  |
| Tabela 9 – Vértices da Área de Resíduos Realocados.....  | 90  |
| Tabela 10 - Instruções para a consideração do sistema de drenagem dos gases. ....                                | 95  |
| Tabela 11 – Preços aproximados para as sementes e biomanta. ....   | 100 |
| Tabela 12 – Projeção de RCC no horizonte de planejamento do PMGIRS. ....   | 118 |
| Tabela 13 - Parâmetros da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação –<br>Descoberto, MG. .... | 136 |
| Tabela 14 – Elementos característicos canal de meia seção.....   | 139 |
| Tabela 15 – Parâmetros das canaletas do sistema de drenagem.....   | 139 |

## LISTA DE QUADROS

|  |     |
|--|-----|
| Quadro 1 - Resoluções CONAMA aplicáveis ao tema de resíduos sólidos.....                                     | 19  |
| Quadro 2 - Normas Brasileiras de Referências (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). ..... | 21  |
| Quadro 3 - Principais Deliberações Normativas COPAM no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos. ....     | 24  |
| Quadro 4 - Requisitos estabelecidos pela FEAM (2010) para a adoção técnica de Recuperação Simples. ....      | 85  |
| Quadro 5 - Espécies de gramíneas recomendadas para recuperação de área degradada.....                        | 98  |
| Quadro 6 - Espécies de leguminosas recomendadas para recuperação de área degradada. ....                     | 99  |
| Quadro 7 – Cronograma Físico previsto para o Projeto. ....   | 115 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 2  |
| 2. OBJETIVOS .....  | 5  |
| 2.1. Geral.....   | 5  |
| 2.2. Específicos .....  | 5  |
| 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....   | 6  |
| 3.1. Definições .....   | 6  |
| 3.1.1. Resíduos Sólidos .....   | 6  |
| 3.1.2. Rejeitos .....   | 6  |
| 3.1.3. Resíduos Sólidos Urbanos .....                                       | 6  |
| 3.1.4. Resíduos de Serviços de Saúde .....                                  | 6  |
| 3.1.5. Resíduos da Construção Civil .....                                   | 7  |
| 3.1.6. Lixão ou Vazadouro .....   | 7  |
| 3.1.7. Aterro Controlado.....   | 7  |
| 3.1.8. Aterro Sanitário .....   | 8  |
| 3.1.9. Usinas de Triagem e Compostagem (UTC) .....                          | 8  |
| 3.1.10. Área Degradada .....  | 9  |
| 3.1.11. Recuperação .....   | 9  |
| 3.1.12. Resiliência .....   | 9  |
| 3.1.13. Sucessão Secundária.....  | 10 |
| 3.1.14. Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD ..... | 10 |
| 3.1.15. Licenciamento Ambiental.....  | 10 |
| 3.2. Impactos típicos das áreas de disposição inadequada de resíduos.....   | 12 |
| 3.3. Legislações Aplicáveis.....  | 13 |
| 3.3.1. Levantamento de Legislações Federais .....                           | 13 |
| 3.3.2. Levantamento de Legislações Estaduais .....                          | 23 |
| 3.3.3. Levantamento de Legislações Municipais.....                          | 25 |
| 4. RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE LIXÕES .....                                    | 32 |
| 5. METODOLOGIA .....  | 34 |
| 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 36 |
| 6.1. Caracterização da Área de Estudo .....                                 | 36 |
| 6.1.1. Meio Antrópico .....   | 36 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 6.1.1.1.   | Localização e Acesso .....                                   | 36 |
| 6.1.1.2.   | Aspectos Demográficos .....                                  | 39 |
| 6.1.1.3.   | Economia.....  | 42 |
| 6.1.1.4.   | Cultura, Turismo e Lazer .....                               | 43 |
| 6.1.1.5.   | Saúde .....  | 43 |
| 6.1.1.6.   | Indicadores de Qualidade da água.....                        | 44 |
| 6.1.1.7.   | Indicadores de Esgoto .....                                  | 48 |
| 6.1.1.8.   | Indicadores de Drenagem.....                                 | 48 |
| 6.1.1.9.   | Indicadores Epidemiológicos .....                            | 49 |
| 6.1.1.10.  | Indicadores de Resíduos Sólidos.....                         | 50 |
| 6.1.1.11.  | Resíduos Gerados .....                                       | 53 |
| 6.1.1.12.  | Histórico da área do Aterro Controlado Desativado .....      | 63 |
| 6.1.1.13.  | Diagnóstico dos Resíduos no Aterro Controlado.....           | 65 |
| 6.1.2.     | Meio Físico .....  | 67 |
| 6.1.2.1.   | Climatologia .....   | 67 |
| 6.1.2.2.   | Hidrografia .....  | 68 |
| 6.1.2.3.   | Solos .....  | 71 |
| 6.1.2.4.   | Uso e ocupação da terra .....                                | 72 |
| 6.1.2.5.   | Geomorfologia e Relevo .....                                 | 73 |
| 6.1.3.     | Meio Biótico .....   | 78 |
| 6.1.3.1.   | Bioma e Vegetação .....                                      | 78 |
| 6.1.3.2.   | Áreas Protegidas.....  | 81 |
| 6.2.       | PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD) .....      | 84 |
| 6.2.1.     | Objetivo geral .....   | 87 |
| 6.2.2.     | Objetivos específicos .....                                  | 87 |
| 6.2.3.     | IMPLANTAÇÃO DO PRAD.....                                     | 88 |
| 6.2.3.1.   | Isolamento e identificação da área .....                     | 88 |
| 6.2.3.2.   | Limpeza da área .....  | 89 |
| 6.2.3.3.   | Reconfiguração do terreno e encapsulamento dos resíduos..... | 89 |
| 6.2.3.4.   | Melhorias no sistema de drenagem pluvial .....               | 92 |
| 6.2.3.5.   | Construção dos drenos verticais de biogás.....               | 95 |
| 6.2.3.6.   | Implantação de cobertura vegetal.....                        | 98 |
| 6.2.3.6.1. | Espécies recomendadas .....                                  | 98 |

|            |  |     |
|------------|--|-----|
| 6.2.3.6.2. | Estruturação das áreas .....   | 100 |
| 6.2.3.7.   | Método de plantio .....  | 102 |
| 6.2.3.8.   | Manutenção e Monitoramento .....   | 110 |
| 6.2.3.9.   | Educação Ambiental .....   | 114 |
| 6.2.3.10.  | Cronograma Físico .....  | 115 |
| 7.         | SUGESTÃO DE USO FUTURO.....  | 116 |
| 8.         | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 120 |
|            | APÊNDICE I - Dimensionamento do sistema de drenagem pluvial – Aterro Controlado .... | 135 |
|            | APÊNDICE II - Distribuição das propostas de implantação.....                         | 140 |
|            | ANEXO I - Curvas de nível na área do aterro controlado.....                          | 141 |

## APRESENTAÇÃO

**[Modelo de apresentação de Monografia].** O Presente trabalho foi elaborado e avaliado no formato de monografia, de acordo com as normas definidas na Resolução nº14/2019 do Colegiado do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFJF, como pré requisito para aprovação na disciplina Trabalho Final de Curso II (ESA098).

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional resulta em maiores necessidades de utilização de recursos naturais para moradia, alimentação, saneamento básico, utilização de energia, e materiais de consumo provenientes de indústrias, comércios e saúde. O acúmulo de resíduos sólidos pode ser associado ao consumo e ao recurso, se tornando um dos problemas de poluição atualmente. Isso está relacionado a necessidade de consumo que promove a crescente utilização dos recursos naturais, resultando numa demanda maior de descarte de resíduos, cujo volume ultrapassa o próprio crescimento da população (Campos, 2012). Devido ao crescente volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) gerado pela população, a destinação final adequada desses resíduos se tornou um dos maiores desafios para a qualidade ambiental das áreas urbanas no Brasil (Alberte; Carneiro; Kan, 2005).

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2022, realizado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente – ABRELPE, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU no país no ano de 2022 alcançou um total de aproximadamente 81,8 milhões de toneladas, o que corresponde a cerca de 224 mil toneladas por dia. Isso implica na produção de, em média, 1,043kg de resíduos *per capita* diariamente (ABRELPE, 2022).

O ano de 2020 foi marcado mundialmente pelos efeitos e consequências da pandemia de COVID-19, influenciando diversos setores das atividades humanas, caracterizado pelo descolamento dos ambientes de trabalho, estudos e centros comerciais, para as residências. Diante deste cenário, o dia a dia dos indivíduos ficaram concentradas no ambiente doméstico, impactando na produção e descarte de resíduos, em que anteriormente havia diferentes centros de geração (ABRELPE, 2021). Com o avanço da imunização da população contra a COVID-19, ocorreu a retomada de boa parte das atividades de modo presencial, influenciando os serviços de limpeza urbana e manejo dos RSU, cujos centros de geração de resíduos se movimentaram dos domicílios para escritórios, escolas, centros comerciais etc. Destaca-se também que, pós-pandemia o modelo híbrido de trabalho começou a ser utilizado em maior escala, diversificando assim os locais de descarte de resíduos, mantendo as residências com papel significativo na geração de resíduos (ABRELPE, 2022).

Ainda conforme ABRELPE (2022), a região do país responsável pela maior geração de resíduos diária por habitante, com média de 1,234 kg/hab/dia, representando 49,7% da geração, é a Sudeste. A elevada quantidade de resíduos gerados necessita de tratamentos e destinações adequados, visto que a disposição inadequada destes, como lixões a céu aberto, podem

representar danos à saúde da população, impactos ambientais e sociais, pois propicia a proliferação de vetores e de agentes transmissores de doenças, a emissão de partículas e poluentes atmosféricos, a poluição do solo (Maiello, 2018).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, aborda que um dos conteúdos mínimos que devem constar nos Planos Nacionais e Estaduais de Resíduos Sólidos, é a elaboração de metas para a eliminação e recuperação de lixões, associadas à inclusão social e à emancipação econômica de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Brasil, 2010). Entretanto, todas as regiões do Brasil ainda utilizam de meios inadequados para disposição final, como lixões e aterros controlados, atingindo a disposição final de 39% dos resíduos coletados, totalizando 29,7 milhões de toneladas com destinação inadequada (ABRELPE, 2022).

Em relação aos prazos para o encerramento de lixões, a PNRS a princípio havia estabelecido que até 2014 os municípios deveriam dispor da implantação da destinação adequada dos resíduos sólidos (Brasil, 2010). Contudo, este prazo foi prorrogado pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que estabelece o prazo para municípios com população inferior a 50.000 habitante no Censo 2010 de até 2 de agosto de 2024 para a implementação da disposição ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2020). Ainda, há em discussão na Câmara dos Deputados, um Projeto de Lei nº 1.323, de 2024, cujo objetivo é de prorrogar por mais 5 (cinco) anos o prazo estabelecido pela Lei nº 14.026/2020 para que os municípios com população com menos de 50.000 habitantes encerrem os lixões e adotem medidas adequadas para a destinação correta dos resíduos sólidos (Brasil, 2024).

De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado de Minas Gerais com Base nos Dados do Sistema MTR – MG – Ano Base 2022, a geração total de resíduos sólidos no estado foi de 18.583.597,78 toneladas (SEMAD, 2024). Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais – Ano Base 2022, no Estado de Minas Gerais cerca de 478 municípios encaminham os resíduos gerados para Aterro Sanitário. Em relação a destinação para Unidade de Triagem e Compostagem – UTC, foram contabilizados 74 municípios. Já em relação a destinação final a Aterro Controlado e a Lixão, foram registrados 276 municípios mineiros (SEMAD, 2023).

Desse modo, considerando os impactos causados pela disposição inadequada de resíduos sólidos, a tendência ao crescimento populacional e em consequência aumento da geração de resíduos por indivíduos, a correta destinação dos resíduos é essencial, bem como a recuperação das áreas afetadas por lixões e aterros controlados. A recuperação deve possuir como objetivo

o retorno de uma área degradada a uma forma de utilização, conforme projeto preestabelecido para o uso do solo, com intuito de garantir a obtenção de uma estabilidade do meio ambiente (Brasil, 1989).

Dessa forma, o presente documento tem como objetivo subsidiar um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas em uma área de Aterro Controlado desativado, localizada em Minas Gerais, com base no levantamento de dados do histórico e caracterização da área, análise de técnicas e tecnologias adequadas e elaboração de um projeto detalhado para implementação das estratégias de recuperação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

O objetivo geral deste trabalho é subsidiar a elaboração de um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas em um Aterro Controlado desativado, localizado em um município mineiro de pequeno porte – estudo de caso em Descoberto - MG; visando mitigar os impactos negativos e promover a recuperação do ecossistema afetado.

### **2.2. Específicos**

- Fazer levantamento histórico e a caracterização da área afetada pelo aterro controlado desativado considerando os impactos possivelmente ocasionados;
- Avaliar e selecionar técnicas e tecnologias adequadas para a recuperação da área degradada, levando em consideração as características do local e os recursos disponíveis;
- Elaborar um plano de ação detalhado com base na legislação correlata para implementar as estratégias de recuperação ambiental, incluindo cronograma, orçamento e recursos necessários.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Definições**

##### **3.1.1. Resíduos Sólidos**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define Resíduos Sólidos como todo material, substância, objeto ou bem descartado proveniente de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se é obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (Brasil, 2010).

##### **3.1.2. Rejeitos**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define Rejeitos como resíduos sólidos que, quando esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

##### **3.1.3. Resíduos Sólidos Urbanos**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define como Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) os resíduos domiciliares, que são originários de atividades domésticas em residências urbanas e resíduos de limpeza urbana, advindos da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana (Brasil, 2010).

##### **3.1.4. Resíduos de Serviços de Saúde**

A Resolução CONAMA Nº 358/2005, define como resíduos de serviço de saúde todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, incluindo os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios. Funerárias e serviços onde são

realizadas atividades de embalsamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviço de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares; que por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final (Brasil, 2005).

### **3.1.5. Resíduos da Construção Civil**

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal Nº 12.305/2010, define como Resíduos de Construção Civil (RCC), aqueles gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (Brasil, 2010).

### **3.1.6. Lixão ou Vazadouro**

O Lixão ou Vazadouro é definido como uma forma, inadequada e ilegal, de acordo com a legislação brasileira, de disposição final de resíduos sólidos urbanos, onde é realizada a simples descarga sobre o solo, sem considerar critérios técnicos e medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública. Se igualando a descarga a “céu aberto” (FEAM, 2010).

### **3.1.7. Aterro Controlado**

O Aterro Controlado é uma técnica usada para confinar os resíduos urbanos sem poluir o meio externo, contudo sem realizar a implementação de elementos de proteção ambiental. Essa técnica resulta, de maneira geral, numa poluição localizada, não contendo impermeabilização de base (comprometendo a qualidade do solo e das águas subterrâneas), nem sistema de tratamento de lixiviados (chorume e água percolada) ou de extração e queima controlada dos gases gerados. Esse método, em relação ao lixão, é preferível, no entanto, dispõe uma qualidade bastante inferior ao aterro sanitário (CNM, 2024).

### **3.1.8. Aterro Sanitário**

A NBR 8.419/1992 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, define Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Urbanos como uma técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume admissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário, dessa forma, este método é aplicado sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais (ABNT, 1992).

O aterro sanitário deve comportar todos os sistemas de proteção ambiental:

- Impermeabilização de base e laterais;
- Recobrimento diário dos resíduos;
- Cobertura final das plataformas de resíduos;
- Coleta e drenagem de lixiviados;
- Coleta e tratamento de gases;
- Drenagem superficial;
- Tratamento de lixiviados;
- Monitoramento ambiental.

Os aterros sanitários exigem cuidados especiais e procedimentos específicos. Devem ser considerados na elaboração dos estudos técnicos de um aterro sanitário, a avaliação do impacto ambiental local e sobre a área de influência nas fases de implantação, operação e monitoramento (FEAM, 2010). A ABNT NBR 13.896/1997, recomenda a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos, além do monitoramento deste ser de, pelo menos, 10 anos após o seu encerramento (ABNT, 1997).

### **3.1.9. Usinas de Triagem e Compostagem (UTC)**

As Usinas de Triagem e Compostagem são usadas para realizar a separação manual dos variados componentes contidos nos resíduos, que são divididos em grupos, conforme sua natureza: matéria orgânica, materiais recicláveis, rejeitos e resíduos especiais. Nessas unidades ocorre a segregação dos materiais potencialmente recicláveis, da matéria a ser compostada e dos rejeitos. Os materiais recicláveis, após separados, são prensados, enfardados e armazenados para consecutiva comercialização. A matéria orgânica é direcionada ao pátio de compostagem,

onde é submetida a um processo de decomposição aeróbica pela ação de organismos biológicos, sob condições físico-químicas adequadas. O resultado deste processo é o composto orgânico, um material rico em húmus e nutrientes minerais que pode ser aplicado em paisagismos, na recuperação de áreas degradadas, entre outros (FEAM, 2010).

### **3.1.10. Área Degradada**

A Instrução Normativa Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBIO, define como Área Degradada aquela impossibilitada de retornar através de trajetória natural a um ecossistema que se assemelhe ao estado inicial, dificilmente sendo restaurada, apenas recuperada, ou seja, quando a área perde sua capacidade de resiliência (Brasil, 2014).

### **3.1.11. Recuperação**

A Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, define como recuperação o processo de restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode apresentar características diferentes de sua condição original (Brasil, 2014).

### **3.1.12. Resiliência**

A Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, define como Resiliência a capacidade de um sistema suportar perturbações ambientais e retornar a sua tendência sucessional, preservando sua estrutura e padrão de comportamento, ao passo que sua condição de equilíbrio é modificada, sendo avaliada pelo tempo necessário para o sistema evoluir de uma fase para outra do processo sucessional, em que quanto maior esse tempo, menor a resiliência (Brasil, 2014).

### **3.1.13. Sucessão Secundária**

A Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, define como Sucessão Secundária o retorno instintivo da vegetação nativa após supressão total ou parcial da cobertura vegetal do solo (Brasil, 2014).

### **3.1.14. Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Perturbada – PRAD**

A Instrução Normativa ICMBIO Nº 11, de 11 de dezembro de 2014, estabelece que o PRAD deve definir as medidas necessárias à recuperação ou restauração da área perturbada ou degradada, com base nas características bióticas e abióticas da área e em informações secundárias a respeito do tipo de impacto causado, a resiliência da vegetação e a sucessão secundária. O PRAD deve propor métodos e técnicas a serem implantadas conforme as peculiaridades de cada área e do dano observado, incluindo medidas que garantam a proteção das áreas degradadas de quaisquer fatores que possam tornar difícil ou impedir o processo de recuperação/restauração. O PRAD deve ainda prever a possibilidade de alteração das técnicas definidas inicialmente para o caso de o resultado satisfatório não ser atingido (Brasil, 2014).

### **3.1.15. Licenciamento Ambiental**

A Lei Estadual nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016, aborda em seu Art. 16, que a construção, instalação, ampliação e o funcionamento de atividades que utilizam de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidoras ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento ambiental.

**“Parágrafo único** – Considera-se licenciamento ambiental o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidoras ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.” (Minas Gerais, 2016).

O Licenciamento Ambiental é constituído por três modalidades: Licenciamento Ambiental Trifásico; Licenciamento Ambiental Concomitante; Licenciamento Ambiental Simplificado.

O Licenciamento Ambiental Trifásico, as etapas de viabilidade ambiental, instalação e operação da atividade ou empreendimento são realizadas e, se aprovadas, são expedidas as seguintes licenças:

- Licença Prévia – LP: responsável por atestar a viabilidade ambiental da atividade ou do empreendimento em relação à sua concepção e localização, estabelecendo dos requisitos básico e das condicionantes a serem cumpridas nas fases subsequentes de sua implementação, com prazo de validade de 5 anos;
- Licença de Instalação – LI: autoriza a instalação da atividade ou do empreendimento, conforme as especificidades que constam nos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, com prazo de validade de 6 anos;
- Licença de Operação – LO: autoriza a operação da atividade ou empreendimento, tendo verificado o efetivo cumprimento das constantes da LP e da LI, com as medidas de controle ambiental e condicionantes, determinadas para a operação e, quando necessário, para a desativação, com prazo de validade de no máximo 10 anos.

No Licenciamento Ambiental Concomitante, são avaliados os mesmos processos definidos no Licenciamento Ambiental Trifásico, considerando os procedimentos definidos pelo órgão ambiental competente, as licenças são emitidas concomitantemente, segundo a localização, a natureza, as características e a fase da atividade ou empreendimento, conforme as seguintes alternativas:

- LP + LI + LO: podem ser solicitadas concomitantemente, em uma única fase, empreendimentos de classes 3 e 4;
- LP + LI: podem ser solicitadas concomitantemente, em uma única fase, empreendimentos de classes 5 e 6;
- LI + LO ou LIC + LO: podem ser concedidas concomitantemente quando a instalação implicar na operação do empreendimento.

O Licenciamento Ambiental Simplificado pode ser feito eletronicamente, em uma única fase, através de cadastro ou da apresentação do Relatório Ambiental Simplificado pelo empreendedor, seguindo critérios e pré-condições estabelecidos pelo órgão ambiental competente sucedendo a concessão de uma Licença Ambiental Simplificada – LAS.

Os prazos de análise podem ser diferentes para cada modalidade de licenciamento ambiental, desde que observado o prazo máximo de seis meses com início na formalização do respectivo requerimento, devidamente instruído, até seu deferimento ou indeferimento, exceto os casos que houver Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA – ou audiência pública, quando o prazo será de até doze meses.

Cabe destacar a existência da Deliberação Normativa COPAM 217, de 06 de dezembro de 2017, que dispõe sobre critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. Além disso, tem-se a análise dos critérios locacionais, referindo-se à relevância e à sensibilidade dos componentes ambientais que caracterizam o local para fins de planejamento, bem como verificação de fatores de restrição ou vedação (Minas Gerais, 2017).

### **3.2. Impactos típicos das áreas de disposição inadequada de resíduos**

A disposição de resíduos em lixões provoca diversos problemas de saúde pública, como proliferação de vetores de doenças (moscas, mosquitos, baratas, ratos), geração de gases que resultam em odores desagradáveis e intensificam o efeito estufa e, principalmente, poluição do solo e das águas superficiais e subterrâneas pelo chorume – líquido de coloração escura, malcheiroso e com potencial poluidor elevado, proveniente do processo de decomposição da matéria orgânica contida nos resíduos, bem como poluição visual (Silveira et al., 2019).

Quanto a questões sociais, os lixões a céu aberto influenciam na estrutura local, tornando-se uma área atrativa a populações de baixa renda da circunvizinhança, que enxergam na atividade de separação e comercialização de materiais recicláveis, uma alternativa de trabalho, mesmo que sob condições de insalubridade e sub-humanas da atividade (Silveira et al., 2019).

Em casos de disposição de resíduos em áreas de encostas, ainda é possível a ocorrência de instabilidade dos taludes por meio da sobrecarga e infiltração temporária de água pluvial, resultando em deslizamentos. Além disso, considerando que não existe controle em relação as tipologias de resíduos recebidos nestes locais, onde podem ser verificados, inclusive, a disposição de dejetos provenientes de serviços de saúde, principalmente dos hospitais, bem como das indústrias (FEAM, 2010).

A decomposição da matéria orgânica existente nos resíduos gera diversos gases, dentre eles o gás sulfídrico, nitrogênio, oxigênio e compostos orgânicos voláteis. Os gases considerados como os de maior relevância em termos de agravamento de impactos ambientais e volume liberado são o metano e o dióxido de carbono (Brito Filho, 2005).

Dessa forma, embora o chorume e os gases gerados representem os maiores problemas resultantes da decomposição dos resíduos depositados de maneira inadequada, também podem compreender os seguintes problemas (FEAM, 2010):

- Geração de fumaça e odores desagradáveis;
- Estética da paisagem natural afetada;
- Contribuição para o aumento do efeito estufa e riscos de incêndio;
- Presença de catadores em situações precárias, incluindo crianças;
- Desvalorização imobiliária circunvizinha à área de lixão.

### **3.3. Legislações Aplicáveis**

A legislação desempenha um papel fundamental na organização e funcionamento de uma sociedade, estabelecendo normas e fornecendo instrumentos que orientam as relações entre os cidadãos, instituições e meio ambiente. Por isso, é importante que sejam analisadas de acordo com a evolução ao longo do tempo considerando seu impacto na esfera dos resíduos sólidos.

#### **3.3.1. Levantamento de Legislações Federais**

As leis federais são aplicáveis em todo o território nacional e são fundamentais para a organização e funcionamento do Estado, sendo essenciais para orientar e regulamentar as atividades relacionadas à diversos setores da sociedade. Assim, desempenham um papel fundamental na gestão de resíduos sólidos, estabelecendo diretrizes, objetivos e instrumentos para a gestão integrada e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

- **Lei nº 6.938/1981 - Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA)**

A Lei nº 6.938/1981, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 1981), é um marco da legislação ambiental brasileira pela promoção da gestão ambiental através do conceito

de desenvolvimento sustentável. A PNMA estabelece conceitos fundamentais, como meio ambiente, degradação ambiental e poluição, e aborda os princípios do planejamento e fiscalização do uso dos recursos naturais, proteção dos ecossistemas, controle de atividades poluidoras, recuperação de áreas degradadas, monitoramento ambiental e educação ambiental.

Sobre os resíduos sólidos, a legislação busca reduzir a geração de resíduos, promover o tratamento adequado e minimizar os impactos ambientais, contribuindo para a preservação da saúde pública. A lei também aborda instrumentos como o Licenciamento Ambiental, Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Zoneamento Ambiental para garantir a implementação efetiva das diretrizes. Além disso, prevê a responsabilidade civil e criminal, aplicando penalidades para aqueles que não cumprem as normas estabelecidas. (Farias, 2006; Souto et al., 2022).

- **Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988**

A Constituição da República Federativa do Brasil, de 1988 estabelece através do campo legal a necessidade minimização dos impactos sobre o meio ambiente, já que ele está diretamente ligado a manutenção da vida. Em seu Art. 30, discorre que os municípios são responsáveis por legislar sobre questões de interesse em seu território, como a coleta, transporte, disposição final e limpeza pública. Logo, entende-se que a gestão, gerenciamento e consequências decorrentes dos resíduos sólidos urbanos cabe aos municípios, e assim, a recuperação ambiental das áreas degradadas pelos lixões existentes em sua extensão se enquadra nesse contexto (Brasil, 1988).

- **Lei 9.605/1998 – Lei dos Crimes ambientais**

Os crimes ambientais fazem parte das problemáticas a serem combatidas na busca pela minimização dos impactos sobre o meio ambiente, e a Lei 9.605/1998 foi um avanço fundamental na busca pelo desenvolvimento sustentável. A Lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades que causem danos ou prejuízos a qualquer elemento que compõe o meio ambiente, e determina as providências a serem tomadas (Brasil, 1998).

Assim, é possível verificar que a PNMA de 1981 prevê a responsabilidade civil e criminal para atividades que causem poluição ou degradação ambiental, e após, a Lei dos Crimes Ambientais passa a ser instrumento prático desse cenário, uma vez que em seu Art. 60, é estabelecido que

o crime ambiental se dá pelo não cumprimento de exigências das legislações ambientais, seja inadequação em termos de licenciamento, normas regulamentadoras, entre outras (Brasil, 1981).

- **Lei nº 9.795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental**

É importante despertar a consciência crítica sobre as questões ambientais que envolvem os resíduos e outros setores ambientais. A partir disso, a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental.

“Art. 5º São objetivos fundamentais da educação ambiental:

I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;

II - a garantia de democratização das informações ambientais;

III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;

IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;

V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;

VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;

VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.” (Brasil, 1999).

Portanto, a educação ambiental deve visar o estudo do meio onde o indivíduo vive, procurando levantar os principais problemas da comunidade, os conhecimentos necessários e as possibilidades de solução. No caso dos resíduos sólidos, é importante para evidenciar a relevância do papel do cidadão na coleta seletiva, na reutilização, na reciclagem, na logística reversa, entre outros, em benefício da qualidade de vida de todos (Melo, 2007).

- **Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005 - Lei Federal dos Consórcios Públicos**

A Lei nº 11.107/2005 institui os consórcios públicos, permitindo a gestão associada e cooperativa de serviços públicos e a busca por soluções conjuntas para problemas existentes. Trata-se, de arranjo de cooperação intergovernamental com intuito de promover iniciativas de gestão compartilhada entre os entes federados, garantindo maior estabilidade e permitindo atender maneira eficiente e abrangente, a fim de superar os impasses na gestão (Brasil, 2005).

É válido ressaltar que Minas Gerais é um Estado grande território e muitos municípios, assim, a articulação de uma gestão compartilhada pode ser uma solução importante já que alguns desses municípios podem possuir receita e organização que dificulte o conjunto de atribuições necessárias para uma gestão e gerenciamento eficazes em termos de RSU, e por isso, os consórcios constituem importante ferramenta para atingir os objetivos da PNRS (Longobucco, 2021).

- **Lei nº 11.445/ 2007 – Política Nacional de Saneamento Básico**

A Lei no 11.445/2007, evidencia a importância do planejamento integrado e participativo para uma gestão eficaz e aborda a exigência de elaboração de Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), contemplando as vertentes do abastecimento de água, do esgotamento sanitário, drenagem e manejo de águas pluviais e limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Além disso, discorre que o PMSB que deve conter metas de universalização para os serviços antes citados e apresenta a responsabilidade do planejamento também na esfera federal através do Plano Nacional do Saneamento Básico (PLANSAB).

Em seu Art. 29, a Lei define limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente, de forma que para a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços possa haver a cobrança dos serviços, através taxas ou tarifas (Brasil, 2007).

Ademais, a Lei 11.445/2007 instituiu a prestação regionalizada dos serviços de saneamento básico, buscando fornecer uma ferramenta de planejamento e gestão acessível aos pequenos municípios para cumprimento de seus objetivos, dialogando com a Lei Federal dos Consórcios Públicos que se mostra um importante instrumento (Brasil, 2007).

- **Lei Federal nº 12.187/2009 – regulamenta Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC)**

A Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e discorre sobre os princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos visando os desafios das mudanças climáticas, objetivando a promoção do desenvolvimento sustentável (Brasil, 2009).

Além disso, a PNMC estabelece o compromisso nacional com ações de redução das emissões de gases de efeito estufa, e os resíduos sólidos são uma grande fonte desses gases em ambientes urbanos, contribuindo com a emissão de gás metano proveniente da decomposição dos resíduos sólidos, por exemplo (Brasil, 2009).

- **Lei Federal nº 12.305/2010 – Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)**

A Lei 12.305 de 2010 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e é um marco na legislação ambiental brasileira, em que contextualiza novas perspectivas sobre a gestão dos RSU, e legaliza a responsabilidade municipal pelo gerenciamento de coleta, acondicionamento e disposição final dos resíduos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos exige a elaboração do PMGIRS (Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos), sendo um documento essencial para orientar as ações dos municípios na gestão sustentável dos resíduos e tem o objetivo de fornecer diretrizes para o manejo adequado dos resíduos sólidos, desde a coleta, o transporte, o tratamento, a destinação final até as ações de educação ambiental. O PMGIRS deve ser elaborado de forma participativa, e é fundamental para o cumprimento das metas de gestão de resíduos na esfera municipal (Brasil, 2010).

Além disso, também prioriza as iniciativas de soluções consorciadas, reforçando a Lei Federal dos Consórcios Públicos. Ademais, define metas para eliminação e recuperação de lixões, e define a parceria e a inclusão social e econômica dos catadores como uma obrigação legal, conforme pode ser também verificado no Decreto Federal 10.936/2022 que regulamenta a PNRS e prioriza a participação dos catadores no sistema de coleta seletiva e de logística reversa (Brasil, 2022).

- **Instrução Normativa Ibama nº 04, de 13 de abril 2011**

A Instrução Normativa do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) nº 04, de 13 de abril de 2011, estabelece normas e procedimentos para o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras e Utilizadoras de Recursos Ambientais. O objetivo é de regulamentar o cadastro de atividades que podem impactar o meio ambiente. Alguns pontos principais abordados na instrução normativa incluem o estabelecimento do Cadastro Técnico Federal, os prazos e a renovação, a classificação das atividades e as obrigações dos cadastrados (Brasil, 2011).

- **Lei nº 14.026/2020 - Atualiza o marco legal do saneamento básico.**

A Lei Federal nº 14.026/2020 atualiza o marco legal do saneamento básico, visa garantir a sustentabilidade econômico-financeira e adequar a prestação do serviço de saneamento no país. Nesse sentido, a Lei nº 14.026/2020 e o Decreto nº 10.588/2020 reafirmam os consórcios intermunicipais como ferramentas de prestação regionalizada dos serviços de gestão de resíduos. Portanto, o novo marco do saneamento vem para fomentar a gestão de resíduos sólidos urbanos no país e interrelacionar o meio ambiente com as perspectivas sociais e econômicas na garantia do cumprimento das políticas públicas. Além disso, a lei prorrogou o prazo para a adoção de mecanismos de disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos para 31 de dezembro de 2020, adiando o prazo estabelecido anteriormente na PNRS (Brasil, 2020).

- **Decreto Nº 11.043, de 13 de abril de 2022 - Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares)**

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares), instituído por meio do Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022, é um importante instrumento da Política Nacional de Resíduos Sólidos pois apresenta meios para se alcançar os objetivos por diretrizes, estratégias, ações e metas buscando melhorar a gestão de resíduos sólidos no país.

O documento apresenta horizonte de 20 anos e estabelece metas como eliminar práticas de disposição final inadequada, minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos que recebem destinação final, fomentar a reciclagem de resíduos da construção civil, promover a inclusão

social de catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, aumento do aproveitamento energético de resíduos sólidos, entre outras.

Ainda, estabelece diretrizes de implementação e ampliação da logística reversa e para aumento da porcentagem de material recuperado, com metas de 18% e 26% de recuperação para resíduos compostáveis e recicláveis, respectivamente, até 2040.

Por fim, dispõe sobre Programas e Ações sendo um deles o Programa Nacional Lixão Zero, já que, segundo o Planares, ainda, no final de 2018, o Brasil contabilizava mais de 3.000 lixões e aterros controlados. Ressalte-se que tal obrigatoriedade existe anteriormente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, com as Leis Federais nº 2.312/1954, nº 6.938/1981 e nº 9.605/1998, ainda sem o devido cumprimento efetivo. O programa prevê aprimoramento da gestão de RSU com o encerramento de lixões e aterros controlados, ampliação da coleta seletiva e da reciclagem de resíduos secos e orgânicos, recuperação de áreas contaminadas, atuação junto ao setor privado para implementação e expansão dos sistemas de logística reversa e aproveitamento do potencial energético dos resíduos sólidos (Planares, 2022).

- **Resoluções CONAMA**

Existem diversas resoluções CONAMA relacionadas aos resíduos sólidos, assim, busca-se através das resoluções orientar a gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, abrangendo desde a classificação e identificação até o licenciamento de atividades e a definição de critérios para planos de gerenciamento. Na Quadro 1 é possível observar as aplicáveis ao tema de resíduos sólidos.

**Quadro 1** - Resoluções CONAMA aplicáveis ao tema de resíduos sólidos.

| <b>Resolução CONAMA</b>      | <b>Descrição</b>   |
|------------------------------|--|
| Resolução CONAMA nº 1/1986   | Estabelece critérios básicos e diretrizes gerais para o licenciamento ambiental de atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como para o controle e a fiscalização dessas atividades. Aborda o Relatório de Controle Ambiental (RCA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) no processo de licenciamento ambiental. |
| Resolução CONAMA nº 5/1993   | Dispõe sobre a definição de resíduos sólidos, classificando-os e apresentando diretrizes para o gerenciamento.   |
| Resolução CONAMA nº 237/1997 | Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.   |
| Resolução CONAMA nº 52/2001  | Convoca Municípios para o licenciamento ambiental de   |

| <b>Resolução CONAMA</b>      | <b>Descrição</b>   |
|------------------------------|--|
|                              | sistema adequado de disposição final de lixo.  |
| Resolução CONAMA nº 275/2001 | Estabelece o Código de Cores para os diferentes tipos de resíduos, facilitando a identificação e segregação adequada.  |
| Resolução CONAMA nº 307/2001 | Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.   |
| Resolução CONAMA nº 313/2002 | Discorre sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.  |
| Resolução CONAMA nº 316/2002 | Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos.   |
| Resolução CONAMA nº 334/2003 | Dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.  |
| Resolução CONAMA nº 348/2004 | Altera a Resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.  |
| Resolução CONAMA nº 358/2005 | Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.  |
| Resolução CONAMA nº 362/2005 | Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado e contaminado.   |
| Resolução CONAMA nº 401/2008 | Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado   |
| Resolução CONAMA nº 404/2008 | Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbano (RSU).  |
| Resolução CONAMA nº 416/2009 | Dispõe sobre a preservação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.   |
| Resolução CONAMA nº 420/2009 | Dispõe sobre os critérios e valores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. |
| Resolução CONAMA nº 431/2011 | Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, contemplando a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos.  |
| Resolução CONAMA nº 452/2012 | Dispõe sobre os procedimentos de controle da importação de resíduos, conforme as normas adotadas pela Convenção da Basileia sobre o controle de movimentos transfronteiriços de resíduos perigosos e seu depósito.                             |
| Resolução CONAMA nº 448/2012 | Institui a Lista Nacional de Resíduos Sólidos, classificando os resíduos quanto à periculosidade.  |
| Resolução CONAMA nº 465/2014 | Define critérios e procedimentos para a elaboração e apresentação de planos de gerenciamento de resíduos sólidos.  |
| Resolução CONAMA nº 469/2014 | Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional.  |

**Fonte:** Elaborado pelas autoras.

- **Normas Brasileiras de Referência (NBR)**

As Normas Brasileiras de Referência são um conjunto de normas técnicas desenvolvidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) com o objetivo de padronizar processos em diversas áreas. As NBR desempenham um papel essencial na garantia da qualidade,

segurança e eficiência, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. O Quadro 2 apresenta a lista de normas brasileiras relacionadas à gestão de resíduos sólidos.

Quadro 2 - Normas Brasileiras de Referências (NBR) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

| <b>Normas Brasileiras de Referência (NBR)</b> | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| ABNT NBR 8.418/1984                           | Fixa condições mínimas exigíveis para a apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos.  |
| ABNT NBR 10157/1987                           | Aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação – procedimento.   |
| ABNT NBR 11.174/1990                          | Fixa as condições exigíveis para obtenção das condições mínimas necessárias ao armazenamento de resíduos Classes II - não inertes e III - inertes, de forma a proteger a saúde pública e o meio ambiente.                         |
| ABNT NBR 11.175/1990                          | Incineração de resíduos sólidos perigosos padrões de desempenho - procedimento.   |
| ABNT NBR 12.235/1992                          | Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.  |
| ABNT NBR 12.807/1993                          | Resíduos de Serviços de Saúde - Define termos empregados em relação aos RSS.  |
| ABNT NBR 12.808/1993                          | Classifica os RSS quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública para que tenham gerenciamento adequado.   |
| ABNT NBR 12.810/1993                          | Fixa os procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança.  |
| ABNT NBR 12.988/1993                          | Prescreve método para a verificação da presença de líquidos livres numa amostra representativa de resíduos.   |
| ABNT NBR 12.807/1993                          | Resíduos de Serviços de Saúde   |
| ABNT NBR 12.809/1997                          | Manuseio de resíduos de saúde: fixa os procedimentos exigíveis para garantir condições de higiene e segurança no processamento interno de resíduos infectantes, especiais e comuns, nos serviços de saúde.                        |
| ABNT NBR 13.853/1997                          | Fixa as características de coletores destinados ao descarte de resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes, tipo A.4, conforme a NBR 12.808.   |
| ABNT NBR 13.896/1997                          | Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação - procedimento   |
| ABNT NBR 14.719/2001                          | Estabelece os procedimentos para a destinação final das embalagens rígidas, usadas, vazias, adequadamente lavadas de acordo com a NBR 13.968, que contiveram formulações de agrotóxicos miscíveis ou dispersíveis em água.        |
| ABNT NBR 13.221/2003                          | Transporte terrestre de resíduos: estabelece os requisitos para o transporte terrestre de resíduos classificados como perigosos, conforme a legislação vigente, incluindo resíduos.   |
| ABNT NBR 14.935/2003                          | Estabelece os procedimentos para a correta e segura destinação final das embalagens de agrotóxicos vazias, não laváveis, não lavadas, mal lavadas, contaminadas ou não, rígidas ou flexíveis, que não se enquadrem na NBR 14.719. |
| ABNT NBR 7.500/2003                           | Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.  |
| ABNT NBR 7.501/2003                           | Transporte terrestre de produtos perigosos – terminologia: define os termos empregados no transporte terrestre de produtos perigosos.   |
| ABNT NBR 10.004/2004                          | Resíduos sólidos – Classificação: estabelece critérios e procedimentos para a classificação de resíduos sólidos, fornecendo diretrizes para a identificação de suas características.  |
| ABNT NBR 10.005/2004                          | Lixiviação de Resíduos Sólidos - Procedimento.  |
| ABNT NBR 10.006/2004                          | Solubilização de Resíduos - Procedimento.   |

| <b>Normas Brasileiras de Referência (NBR)</b> | <b>Descrição</b>   |
|---|--|
| ABNT NBR 10.007/2004                          | Amostragem de resíduos sólidos: define os procedimentos para a amostragem de resíduos sólidos, proporcionando diretrizes para garantir a representatividade das amostras.  |
| ABNT NBR 15.051/2004                          | Estabelece as especificações para o gerenciamento dos resíduos gerados em laboratório clínico. O seu conteúdo abrange a geração, a segregação, o acondicionamento, o tratamento preliminar, o tratamento, o transporte e a apresentação à coleta pública dos resíduos gerados em laboratório clínico, bem como a orientação sobre os procedimentos a serem adotados pelo pessoal do laboratório. |
| ABNT NBR 15.112/2004                          | Fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.   |
| ABNT NBR 15.113/2004                          | Fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.   |
| ABNT NBR 15.116/2004                          | Estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.   |
| ABNT NBR 7.503/2005                           | Ficha de emergência e envelope para o transporte terrestre de produtos perigosos.  |
| ABNT NBR 8.371/2005                           | Descreve os ascaréis para transformadores e capacitores, suas características e riscos, e estabelece orientações para seu manuseio, acondicionamento, rotulagem, armazenamento, transporte, procedimentos para equipamentos em operação e destinação final.  |
| ABNT NBR 9.735/2005                           | Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos.   |
| ABNT NBR 17.505/2006                          | Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – operações.  |
| ABNT NBR 14725/2010                           | Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente, tem previsão de conter as seguintes partes: Parte 1: Terminologia; Parte 2: Sistema de classificação de perigo; Parte 3: Rotulagem; Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ).   |
| ABNT NBR 13.221/2010                          | Transporte terrestre de resíduos: estabelece os requisitos para o transporte terrestre de resíduos classificados como perigosos, conforme a legislação vigente, incluindo resíduos.  |
| ABNT NBR 15.984/2011                          | Estabelece as diretrizes para projeto, construção e operação de áreas para receber, processar, armazenar e destinar as areias descartadas de fundição para fins de reuso, reciclagem ou disposição.  |
| ABNT NBR 9.191/2013                           | Estabelece os requisitos e métodos de ensaio para sacos plásticos destinados exclusivamente ao acondicionamento de lixo para coleta.   |
| ABNT NBR 14.652/2013                          | Estabelece os requisitos mínimos de construção e de inspeção dos coletores transportadores de resíduos de serviço de saúde.  |
| ABNT NBR 16.156/2013                          | Resíduos de equipamentos eletroeletrônicos: estabelece requisitos para proteção ao meio ambiente e para o controle dos riscos de segurança e saúde no trabalho na atividade de manufatura reversa de resíduos eletroeletrônicos.   |
| ABNT NBR 13.333/2017                          | Especifica os requisitos para a fabricação e utilização dos contentores metálicos de 0,8 m <sup>3</sup> a 1,6 m <sup>3</sup> , destinados a acondicionar os resíduos sólidos aplicáveis aos coletores-compactadores de carregamento traseiro, dotados de dispositivos de basculamento.   |
| ABNT NBR 12.810/2020                          | Especifica os requisitos aplicáveis às atividades de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) realizadas fora do estabelecimento gerador.  |
| ABNT NBR 16.849/2020                          | Estabelece os requisitos para aproveitamento energético de resíduos sólidos urbanos com ou sem incorporação de outros resíduos classe II - Não perigosos.  |
| ABNT NBR 15.116/2021                          | Especifica os requisitos para produção e recepção dos agregados reciclados (miúdos e graúdos), obtidos a partir do beneficiamento de resíduos da construção civil classe A.  |
| ABNT NBR 17.028/2022                          | Estabelece os requisitos para aproveitamento energético de resíduos sólidos perigosos em unidades de recuperação energética (URE)  |

| <b>Normas Brasileiras de Referência (NBR)</b> | <b>Descrição</b>  |
|---|---|
| ABNT NBR 13.221/2023                          | Estabelece os requisitos para o transporte terrestre de resíduos classificados como perigosos.  |
| ABNT NBR 17.100-1/2023                        | Estabelece os requisitos gerais aplicáveis às etapas de gerenciamento de resíduos, desde a origem do resíduo até sua destinação (3.8), incluindo a movimentação e operações intermediárias, se houverem.  |
| ABNT NBR 17.059/2023                          | Especifica os requisitos para o gerenciamento dos resíduos de saúde resultantes do cuidado no domicílio de doenças que requerem ou podem requerer uso de dispositivos descartados pelo consumidor para autoteste, medicamentos injetáveis, agulhas, seringas, lancetas, fitas reativas, canetas para aplicação de medicamentos, insumos usados na bomba de infusão de insulina e correlatos, visando à proteção e prevenção dos riscos ao meio ambiente, segurança ocupacional e saúde pública. |

Fonte: Elaborada pelas autoras.

### **3.3.2. Levantamento de Legislações Estaduais**

As legislações estaduais são essenciais para adaptação às necessidades e realidades específicas de cada região. Além disso, complementam as legislações federais, preenchendo lacunas e promovendo a resolução de desafios a nível regional.

- **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009 - Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais (PERS-MG)**

A Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009 dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais, sendo mais um instrumento para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

Em suas definições, destaca que os municípios que constarem uma política de resíduos sólidos poderão se beneficiar de incentivos fiscais estabelecidos pelo Estado para aquisição de equipamentos para o setor de limpeza urbana, da concessão de financiamentos pelo Estado e da transferência voluntária de recursos para a implantação de projetos de disposição final adequada do lixo (Minas Gerais, 2009).

A lei também prevê o apoio às organizações de catadores, com propostas de inserção social para as famílias de catadores, ressocialização de crianças, adolescentes e adultos, considerando a ocorrência de atividades em torno de lixões, como a catação de materiais. A PERS-MG foi regulamentada no mesmo ano de sua publicação, por meio do Decreto Estadual nº 45.181, de 25 de setembro de 2009.

- **Programa Minas Sem Lixões**

A Deliberação Normativa COPAM 52/2001 previa a Política de erradicação dos lixões, e a partir disso foi criado em 2003 pelo governo de Minas Gerais (FEAM, 2003), com o objetivo de ser uma política que fornece medidas para fomentar ações na busca pela erradicação dos lixões, sendo locais de disposição inadequada de resíduos. Além disso, fortaleceu as ações em prol da criação de aterros sanitários e formas adequadas de gestão dos resíduos sólidos no âmbito do estado de Minas Gerais.

É possível observar que o programa é uma iniciativa criada antes da aprovação da Lei Federal 12.305/2010 (PNRS) e da Lei Estadual 18.031/2009 (PERS-MG), e se mostra coerente com esses dois instrumentos legais, trabalhando em conjunto. Apesar da meta principal ser a erradicação dos lixões, um dos objetivos atrelados é o de apoio aos municípios no atendimento às normas de gestão adequada de resíduos, o que define como um instrumento para garantir a gestão integrada dos RSU no estado mineiro.

- **Deliberações Normativas COPAM**

As Deliberações Normativas (DNs) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) são fundamentais para orientar o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos a nível regional. Elas estabelecem normas desde a geração até a destinação final dos resíduos, padronizando processos e estabelecendo diretrizes. O Quadro 3 apresenta as principais Deliberações Normativas COPAM no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos.

Quadro 3 - Principais Deliberações Normativas COPAM no âmbito do gerenciamento de resíduos sólidos.

| <b>Deliberações Normativas COPAM</b>          | <b>Descrição</b>   |
|---|--|
| Deliberação Normativa COPAM 7 de 29/09/1981   | Fixa normas para disposição de resíduos sólidos.   |
| Deliberação Normativa COPAM 52 de 14/11/2001  | Política de erradicação dos lixões: convoca municípios para o licenciamento ambiental de sistema adequado de disposição final de lixo e dá outras providências.  |
| Deliberação Normativa COPAM 97 de 12/04/2006  | Estabelece diretrizes para a disposição final adequada dos resíduos dos estabelecimentos dos serviços de saúde no Estado de Minas Gerais e dá outras providências.   |
| Deliberação Normativa COPAM 117 de 27/06/2008 | Dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelas atividades minerárias no Estado de Minas Gerais.  |
| Deliberação Normativa COPAM 131 de 30/03/2009 | Prorroga prazos previstos para apresentação dos inventários de resíduos sólidos industriais e minerários, do cadastro de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas e da declaração de carga poluidora. |

| <b>Deliberações Normativas COPAM</b>           | <b>Descrição</b>   |
|--|--|
| Deliberação Normativa COPAM 136 de 22/05/2009  | Altera e complementa a Deliberação Normativa COPAM 90, de 15 de setembro de 2005, que dispõe sobre a declaração de informações relativas às diversas fases de gerenciamento dos resíduos sólidos industriais no Estado de Minas Gerais.  |
| Deliberação Normativa COPAM 170 de 03/10/2011  | Estabelece prazos para cadastro dos Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - PGIRS pelos municípios do Estado de Minas Gerais e dá outras providências.  |
| Deliberação Normativa COPAM 171 de 22/12/2011  | Estabelece diretrizes para sistemas de tratamento e disposição final adequada dos resíduos de serviços de saúde no Estado de Minas Gerais, altera o anexo da Deliberação Normativa COPAM nº 74, de 09 de setembro de 2004, e dá outras providências.   |
| Deliberação Normativa COPAM 214 de 26/04/2017. | Estabelece as diretrizes para a elaboração e a execução dos Programas de Educação Ambiental no âmbito dos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais.  |
| Deliberação Normativa COPAM 217 de 06/12/2017. | Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais no Estado de Minas Gerais e dá outras providências. |
| Deliberação Normativa COPAM 232 de 27/02/2019  | Institui o Sistema Estadual de Manifesto de Transporte de Resíduos e estabelece procedimentos para o controle de movimentação e destinação de resíduos sólidos e rejeitos no estado de Minas Gerais e dá outras providências.  |
| Deliberação Normativa COPAM 244 de 27/01/2022  | Dispõe sobre os critérios para implantação e operação de aterros sanitários em Minas Gerais e dá outras providências.  |

Fonte: Elaborado pelas autoras.

### **3.3.3. Levantamento de Legislações Municipais**

- **Lei Municipal 1.277/2009**

A Lei 1.277/2009 estabelece critérios para a coleta de materiais perfuro cortantes ou contaminantes em Descoberto, Minas Gerais, e dá outras providências.

A lei municipal determina, em seu artigo 2º, que o executivo municipal, deverá estabelecer uma coleta seletiva dos Resíduos de Serviços de Saúde – RSS (contaminantes e perfuro cortantes) estipulando o dia em que será realizada esta coleta.

Contudo, segundo a Lei Federal 12.305/2010, cabe ao gerador a responsabilidade do gerenciamento dos RSS e não ao executivo municipal. O poder executivo possui o encargo de exigir dos geradores de resíduos o Plano de Gerenciamento de Resíduos do Serviço de Saúde – PGRSS, desenvolvido por profissional capacitado para este fim. Quando aprovado o plano, deve ser feita a fiscalização das atividades geradoras destes resíduos, a fim de garantir a correta destinação final dos resíduos gerados.

- **Lei Municipal 1.365/2013**

A lei municipal 1.365/2013 determina a Semana do Meio Ambiente e dá outras providências. O município de Descoberto não possui uma lei direcionada à educação ambiental, mas no Art. 2º da Semana do Meio Ambiente constam os objetivos dos quais o inciso I dispõe:

“I – Promover a educação de crianças, jovens e adultos, buscando principalmente a conscientização da comunidade, de que todos têm direito ao ambiente ecologicamente equilibrado, competindo-lhes o dever de defendê-lo e preservá-lo, para as presentes e futuras gerações.” (Descoberto, 2013).

Ressalta-se que a Constituição Federal explicita no Art. 225, inciso VI, “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”. De acordo com a doutrina, a Carta Magna, determinou o Princípio da Educação Ambiental. A lei municipal 1.365/2013 apresenta essas premissas da Constituição Federal.

Adicionalmente, a Lei Federal Nº 9.795/1999, que ficou conhecida como Lei da Educação Ambiental, regulamenta o comando constitucional, onde é apresentado o conceito legal, no artigo primeiro:

“Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.” (Brasil, 1999).

A lei federal acrescentou em seu conceito de educação ambiental a concepção de sustentabilidade, de caráter constitucional, pois o uso sustentável dos recursos naturais deve atender as necessidades da geração presente, bem como fornecer a possibilidade do uso das gerações futuras, sendo uma meta a ser atingida pela sociedade, assim como determinado pelo *caput* do art. 225 da Constituição e, com a regulamentação na lei infraconstitucional, a educação ambiental é considerada como um fator primordial para a superação do desafio da sustentabilidade.

- **Lei Municipal 1.407/2014**

A Lei Municipal 1.407/2014 altera a Lei Nº 1.379/2013 que determina sobre a criação do Conselho Municipal do Meio Ambiente – CONDEMA e dá providências.

O Art. 2º da lei municipal define que cabe ao Conselho Municipal de Meio Ambiente – CONDEMA:

“XXVIII – Exercer o Controle Social dos serviços públicos de saneamento básico, nos termos do disposto na Lei Federal nº 11.445/2007 e Decreto Federal nº 7.217/2010.” (Descoberto, 2014).

A criação do Conselho de Meio Ambiente, indispensavelmente, envolve e mobiliza a população do município. Com informações disponíveis, cidadãos e cidadãs possuem acesso e passam a conhecer seus direitos e deveres despertando o sentimento de responsabilidade pela qualidade ambiental do lugar em que vivem. O Conselho Municipal de Meio Ambiente é responsável por opinar e assessorar o poder executivo municipal suas secretarias e o órgão ambiental municipal, nas questões relacionadas ao meio ambiente. Também é de competência do Conselho, um fórum de tomada de decisões, tendo caráter deliberativo, consultivo e normativo. A Lei Federal 12.305/2010 aborda para efeitos da lei que:

**“Controle social** conjunto de mecanismos e procedimentos que garantam à sociedade informações e participação nos processos de formulação, implementação e avaliação das políticas públicas relacionadas aos resíduos sólidos;

**Gestão integrada de resíduos sólidos** conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.” (Brasil, 2010).

Também, no inciso XIV do artigo 8º da lei mencionada, fica definido que são instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, dentre outros, os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos.

Todavia, a lei municipal gera um mecanismo que assegura a participação social na elaboração do PMGIRS, com uma representatividade organizada e efetiva na direção das atividades necessárias, bem como do acompanhamento da sua implantação.

- **Lei Municipal 1.438/2017**

A Lei Municipal 1.438 de 2017, autoriza o processo de terceirização das atividades que menciona e dá outras providências.

Esta lei permite o poder executivo a terceirizar os serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos, abrangendo a coleta, triagem, compostagem, transbordo, transporte e destinação final dos resíduos produzidos pelo município de Descoberto, nos modos de concessão e processo licitatório a modalidade de concorrência.

A Lei Federal 8.666/1993, regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, dispõe normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências, determina normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes como de obras, serviços, inclusive de publicidade, compras, alienações e locações no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Portanto, a lei municipal não fere o que é disposto pela legislação federal.

- **Lei Municipal 1.461/2019**

*“Caput:* Altera o Código de Posturas do Município de Descoberto, aprovado pela Lei Complementar nº 16, de 16 de novembro de 1955, a fim de adequar a legislação às novas necessidades administrativas do município.” (Descoberto, 2019).

O código de Posturas do município de Descoberto, sancionado em março de 2019, aborda nos artigos 45º ao 49º a respeito de resíduos sólidos, principalmente em vias e logradouros públicos. E os artigos 52º ao 54º contemplam sobre saneamento básico.

É definido, no Art. 45º, as competências do poder executivo por meio de políticas públicas, promover, zelar e controlar a coleta e destinação final do lixo urbano, tal como a realização da limpeza urbana. E, o Art. 46º apresenta as competências do poder público em regulamentar:

“I – a coleta regular do lixo urbano e sua destinação final;

II – a fiscalização do lixo especial, em parcerias com órgãos estaduais e federais;

III – as atividades de varrição, capina, coleta e destinação final dos resíduos delas provenientes nas vias e logradouros públicos;

IV – a apreensão e guarda apropriada de animais abandonados e vagando em vias e logradouros públicos, em locais inapropriados e especialmente preparados;

V – a implantação de sistema regular e programado de coleta seletiva de lixo domiciliar ou industrial urbano.” (Descoberto, 2019).

O Art. 47º apresenta as proibições:

“I – expor o lixo ou resíduo urbano para coleta fora do período estabelecido para seu recolhimento;

II – depositar ou descartar lixo ou material da construção civil em vias e logradouros públicos, terrenos públicos ou privados, inclusive nas margens de rodovias, estradas vicinais ou ferrovias situadas na circunscrição municipal, salvo se autorizado pelo Poder Público;

III – queimar lixo a céu aberto;

IV – conduzir materiais mal acondicionados em vias e logradouros públicos ou sem elementos necessários a proteção da respectiva carga ou o seu escoamento, comprometendo ou dificultando as atividades de limpeza urbana e segurança;

V – destinar ou arremessar substâncias líquidas ou sólidas para as vias e logradouros públicos;

VI – levar animais domésticos para evacuarem em vias e logradouros públicos ou, em ocorrendo, não recolher suas fezes;

VII – criar animais dentro do perímetro urbano quando esta criação ocorrer fora dos parâmetros sanitários, exalando odores ou produzindo ruídos acima do limite permitido.” (Descoberto, 2019).

Cabe ressaltar que os artigos mencionados estão em concordância com a PNRS, onde foi discorrido sobre os resíduos de limpeza pública, da coleta seletiva domiciliar ou industrial, também das diretrizes quanto ao acondicionamento, transporte e destinação final inadequada dos RSU.

O Art. 48º define que as atividades de manipulação do lixo de qualquer natureza como papéis, papelão, plásticos, resíduos, detritos ou equivalentes capazes de colocar em risco a saúde pública, em recintos fechados ou em vias públicas, deverão ser autorizadas e fiscalizadas pelo órgão municipal competente, sem divergir o que é preconizado na legislação federal, assim como consta no Art. 10º da Lei Federal 12.305/2010, que responsabiliza ao Distrito Federal e aos municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios, sem prejudicar as competências de controle e fiscalização dos órgãos federais e estaduais.

Referente aos resíduos de construção civil o artigo 49º dita que toda e qualquer atividade de aterro “bota-fora” de materiais inertes não agressivos ao meio ambiente assim como terra, tijolos, argamassa, podas de árvores deverão ser autorizadas.

Em relação ao saneamento básico o código de posturas está de acordo com a Lei Federal 11.445/2007, os artigos do código são apresentados a seguir:

“Art. 52º - o saneamento básico, como abastecimento de água, coleta, tratamento e disposição final de esgotos estão sujeitos a controle pelo Poder Executivo.

Art. 53º - É vedado:

- I - comprometer a limpeza das águas destinadas ao consumo;
- II – lançamento de esgoto a céu aberto ou na rede de água pluviais;
- III – passagem de tubulações de água potável pelo interior de fossas, ramais de esgoto e caixas de inspeção de esgoto;
- IV – passagem de tubulações de esgoto sanitário por reservatório ou depósito de água.

**Parágrafo único** É obrigatória a instalação de tanques sépticos dentro de padrões técnicos vigentes, onde não for possível a utilização de rede de esgoto.

Art. 54º - Todo estabelecimento deverá possuir, em conformidade com as normas técnicas (NR):

- I – água corrente potável;
- II – ventilação e iluminação;
- III – pias e lavabos com sifão ou caixa sifonadas;
- IV – recipientes adequados ao acondicionamento do lixo;
- V – piso revestido;
- VI – paredes e tetos acabados e revestidos;
- VII – compartimento sanitário;
- VIII - imunização contra insetos e roedores;
- IX – ralos para o escoamento dos efluentes decorrentes da lavagem;
- X – sistema e equipamento de segurança.” (Brasil, 2007).

- **Lei Municipal 1.471/2019**

Esta lei estabelece o Fundo Municipal de Meio Ambiente – FMMA, com intuito de propor diretrizes, propor normas técnicas legais, procedimentos e ações, captar recursos, objetivando a defesa, conservação, recuperação e melhorias da qualidade ambiental do município, assim como implementar ações destinadas a uma gestão adequada dos recursos naturais, englobando

a manutenção, melhoria e recuperação da qualidade de ambientes, de forma a garantir um desenvolvimento integrado e sustentável e a elevação da qualidade da população local, além de outras atividades definidas pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente.

A Lei Federal nº 4.320, de 17 de março de 1964, trata dos chamados fundos especiais nos seguintes artigos:

“Art. 71º - Constitui fundo especial o produto de receitas especificadas que, por lei, se vinculam à realização de determinados objetivos ou serviços, facultada a adoção de normas peculiares de aplicação.

Art. 72º - A aplicação das receitas orçamentárias vinculadas a fundos especiais far-se-á através de dotação consignada na Lei de Orçamento ou em créditos adicionais.

Art. 73º - Salvo determinação em contrário da lei que o instituiu, o saldo positivo do fundo espacial apurado em balanço será transferido para o exercício seguinte, a crédito do mesmo fundo.

Art. 74º - A lei que instituir fundo especial poderá determinar normas peculiares de controle, prestação e tomada de contas, sem de qualquer modo, elidir a competência específica do Tribunal de Contas do órgão equivalente.” (Brasil, 1964).

A Lei Municipal está em conformidade com a legislação federal, definindo os objetivos e/ou serviços, além de apresentar normas para sua aplicação, como é possível observar em seus artigos.

#### **4. RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DE LIXÕES**

Um lixão ou aterro controlado se dá por encerrado quando o município deixa de encaminhar os resíduos sólidos para esta área, obtendo nova solução, preferencialmente, para a disposição final ambientalmente adequada.

O processo de desativação de áreas ocupadas por lixões ocorre, muitas vezes, sem considerar critérios técnicos, procedendo-se apenas a cessão da disposição de resíduos no local, fechamento e abandono da área (FEAM, 2010). Contudo, o encerramento do lixão não deve ser resumido apenas em cessar a disposição de resíduos, mas realizar medidas necessárias para minimizar os impactos ambientais negativos ou ainda, quando observada a necessidade, recuperar a área degradada (CNM, 2024).

A escolha da melhor técnica deve ser guiada por um estudo prévio detalhado do local, que possibilite a avaliação das condições físicas e das condições ambientais atingidas da área. Os estudos para a definição da melhor técnica, como também os projetos e operações de recuperação devem ser realizados com supervisão técnica de profissionais habilitados. Estes estudos e projetos devem ser submetidos ao órgão ambiental junto à documentação pertinente ao processo de licenciamento do novo local em que será feita a disposição final ou os tratamentos dos resíduos sólidos urbanos (CNM, 2024).

A Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM, dispõe em seu “Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos”:

- Técnicas de Desativação
  - Remoção dos Resíduos;
  - Recuperação Simples;
  - Recuperação Parcial.
- Adequação provisória como Aterro Controlado;
- Recuperação como Aterro Sanitário.

Além disso, determina critérios a serem observados no encerramento de lixões. Independente da alternativa técnica escolhida para o encerramento de um lixão ou aterro controlado, devem ser considerados o tempo e os recursos técnicos e econômicos necessários, proporcionais ao grau de comprometimento da área e à capacidade da Prefeitura Municipal em articular a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos.

Cabe ressaltar que, em todos os casos, as soluções de engenharia e de controle ambiental devem fazer parte de um documento desenvolvido por profissional habilitado, denominado de Plano de Reabilitação de Área Degradada por Lixão (FEAM, 2010).

## 5. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo baseia-se na avaliação dos impactos do aterro controlado desativado no município de Descoberto, MG, com a proposta de recuperação dessa área. Inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica para verificar as legislações federais, estaduais e municipais pertinentes ao tema de resíduos sólidos e à recuperação de áreas degradadas, bem como definições e impactos gerais relacionados.

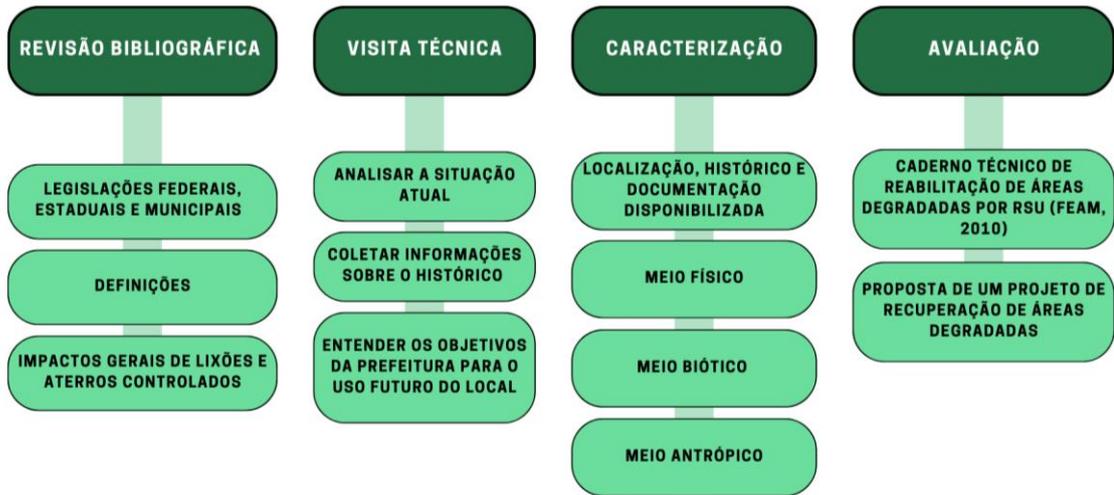
Em seguida, foi conduzida uma visita técnica na área, que se mostrou fundamental para compreender o estado atual do local. Durante a visita, foram coletadas informações importantes sobre o histórico da área, além de discutidos os objetivos da prefeitura para o futuro do local. A visita foi essencial para alinhar as propostas de recuperação com as expectativas e necessidades do município, garantindo que a intervenção seja adaptada à realidade e demandas locais.

Como parte das etapas seguintes, foi feita uma caracterização completa da área, abordando aspectos como localização, histórico, meio físico, biótico e antrópico. Essa análise detalhada permitiu o desenvolvimento de propostas de recuperação eficazes e sustentáveis. A prefeitura também forneceu documentos relevantes, como o Licenciamento de Transbordo, Usina de Triagem e Compostagem, Cadastro Ambiental Rural (CAR), Projeto Topográfico, análises da qualidade da água em corpos hídricos e poço próximos, além de fotos antigas do local, que subsidiam o processo.

Com base nessas informações, as avaliações foram realizadas de acordo com as orientações do Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por RSU (FEAM, 2010) e os critérios para elaboração de um Projeto de Recuperação de Área Degradada (PRAD). O presente trabalho apresenta as etapas de desenvolvimento do PRAD, que incluem a caracterização do meio físico, biótico e antrópico, bem como o projeto em si, contendo objetivo geral, objetivo específico e implantação do PRAD através de propostas de recuperação da área, desde a limpeza e isolamento até a manutenção e monitoramento contínuo.

Ao final, foram feitas sugestões de uso futuro para a área recuperada, visando integrar as propostas com as necessidades e expectativas da comunidade local. O esquema da metodologia pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1: Esquema da Metodologia utilizada no trabalho.



Fonte: Autoras, 2024.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

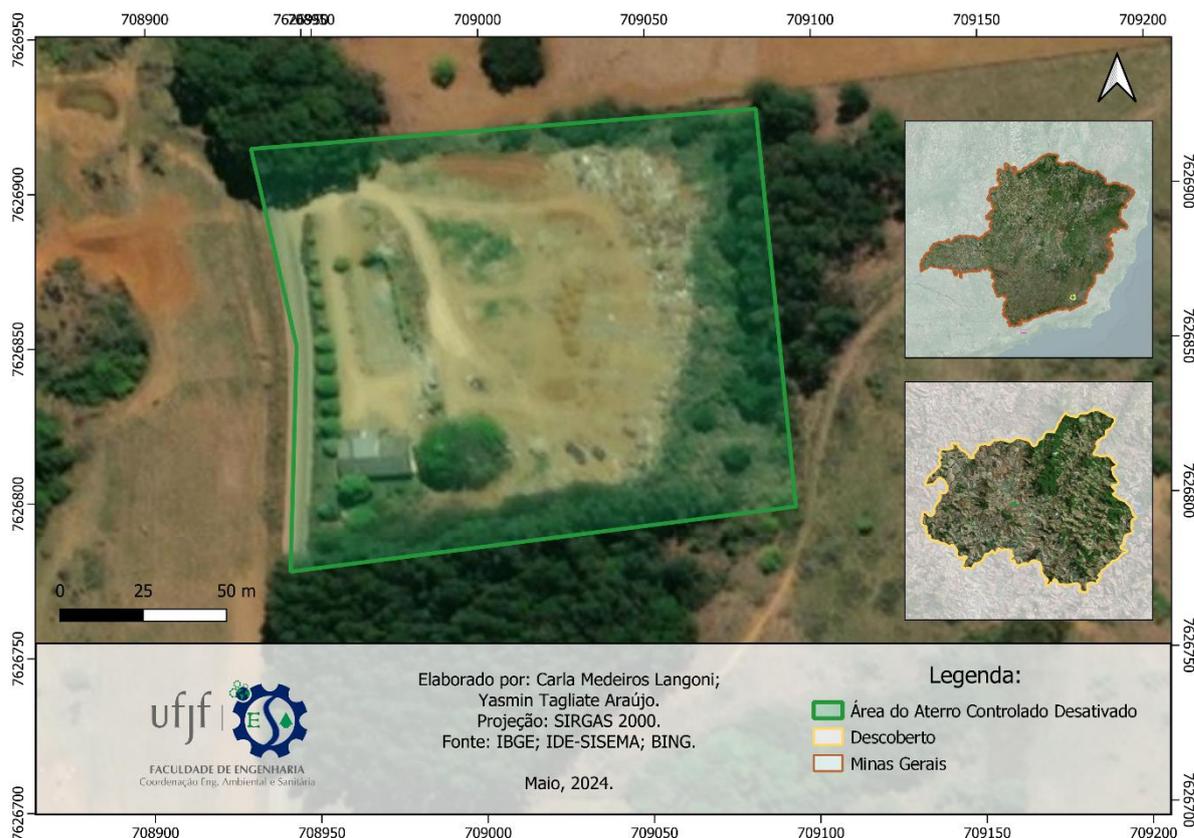
### 6.1. Caracterização da Área de Estudo

#### 6.1.1. Meio Antrópico

##### 6.1.1.1. Localização e Acesso

A área de estudo trata-se de um aterro controlado desativado no Município de Descoberto (MG). O município se encontra inserido na Mesorregião da Zona da Mata mineira, possui as coordenadas geográficas 42°58'04"O longitude, 21°27'36"S latitude, altitude na sede de 340 m e uma área total de 213,168 km<sup>2</sup> (IBGE, 2022). Sobre o aterro controlado, tem-se as coordenadas 42°58'59 "O longitude, 21°26'55"S latitude, e sua área de extensão total é de 20.014 m<sup>2</sup> (Google Earth Pro, 2023). Na Figura 2 é possível verificar a localização do município e do aterro.

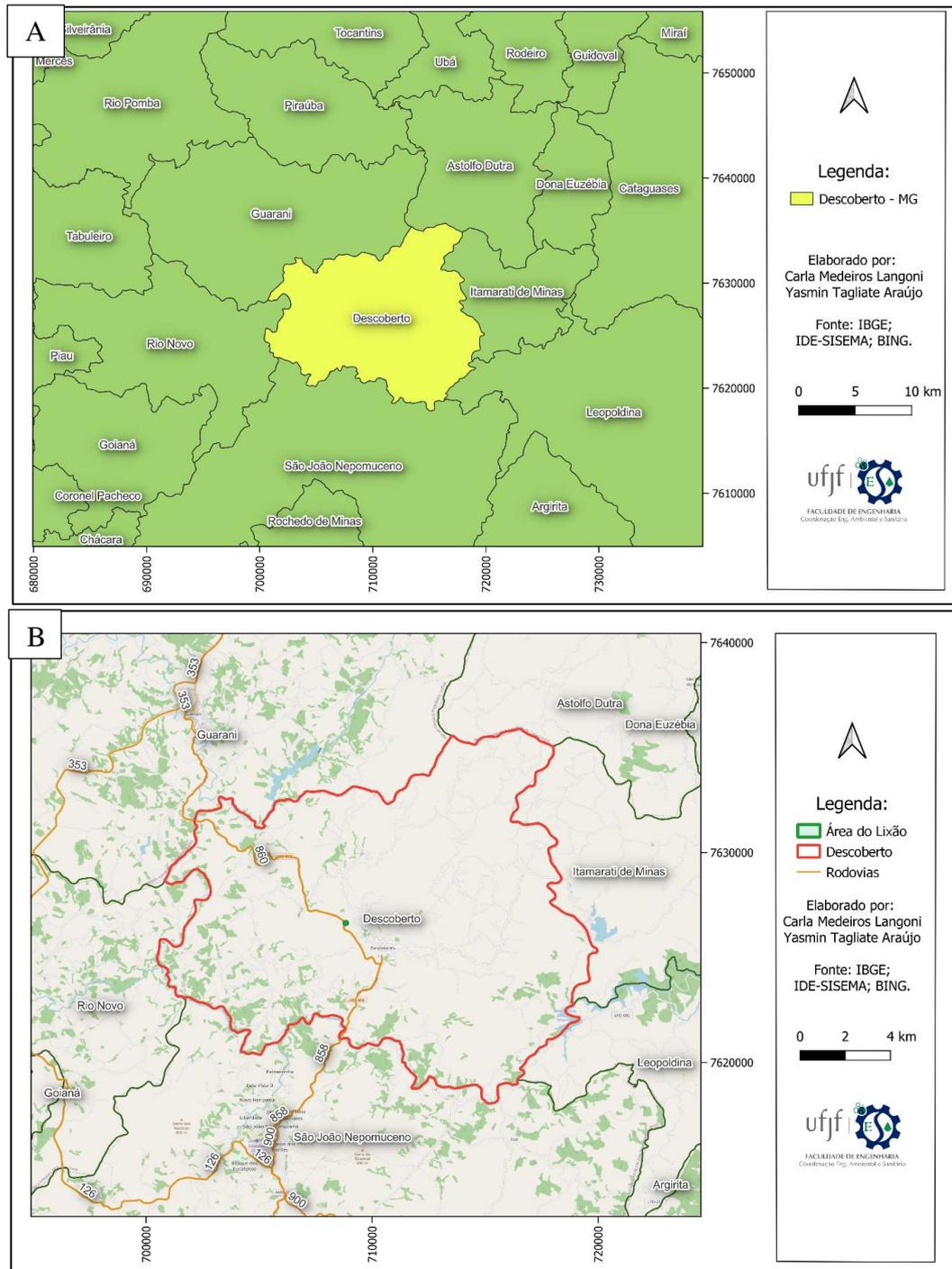
Figura 2 – Mapa de Localização do aterro controlado de Descoberto, MG.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Os municípios que fazem limite com Descoberto são ao norte Guarani e Astolfo Dutra, ao sul São João Nepomuceno, a leste Itamarati de Minas e Leopoldina e a oeste Rio Novo como demonstra a Figura 3A. Além disso, o município se localiza a 45 km de Cataguases, a 76 km de Juiz de Fora, a 68 km de Ubá, a 119 km de Muriaé e 126 km de Viçosa. A área do aterro controlado se localiza a 1,2 km do início do perímetro urbano.

Figura 3 – Municípios que fazem limite e Rodovias que passam por Descoberto, MG.

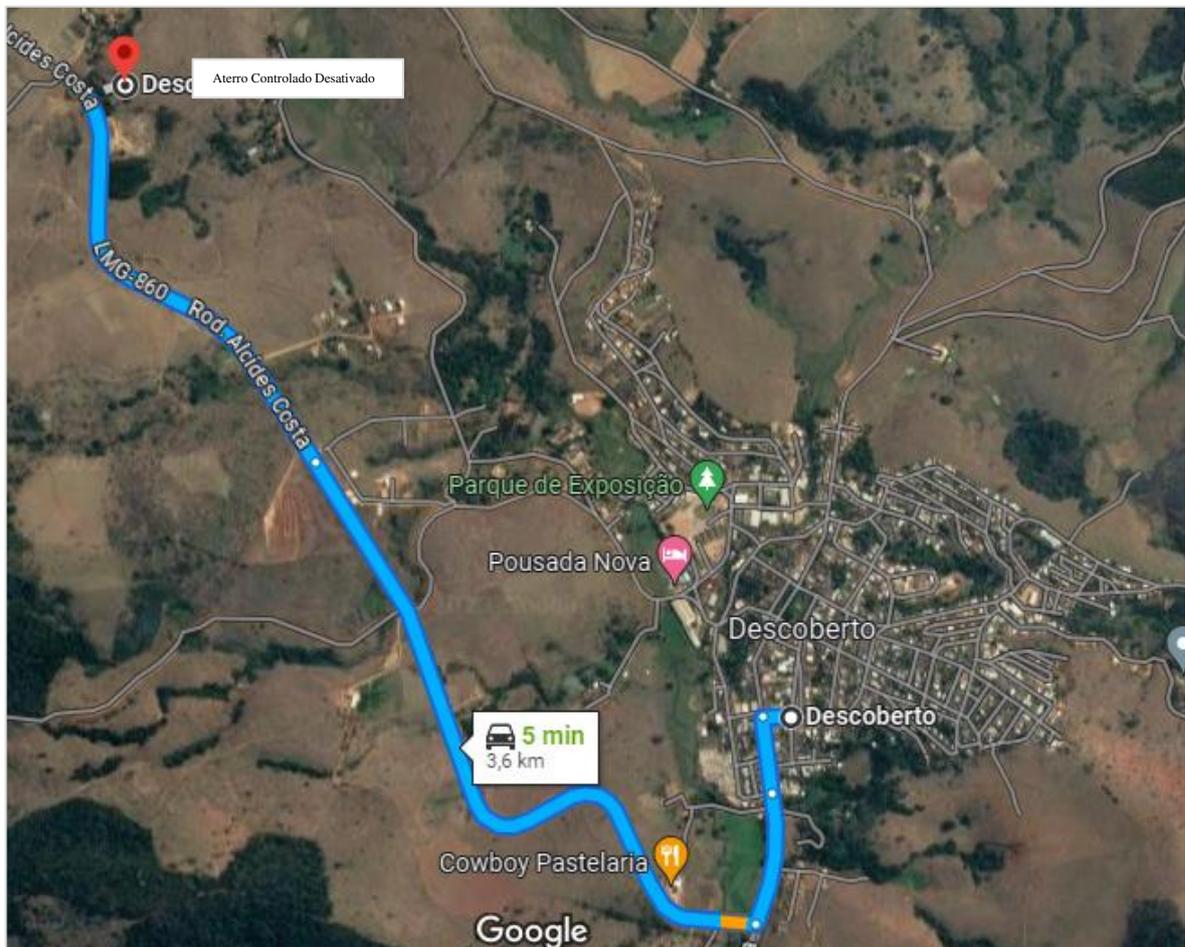


Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

As rodovias de acesso à Descoberto são a MG-860, que conecta o município de Guarani e a MG-858 que conecta a cidade de São João Nepomuceno, conforme apresenta a Figura 3B.

A concentração urbana mais próxima da área do Aterro Controlado desativado fica a 3,5 km de distância, considerando o centro de Descoberto. Além disso, o local com atividades de aviação mais próximo da área do Aterro Controlado desativado é o Aero clube de São João Nepomuceno, a aproximadamente 14,7 km de distância; também existem aeroportos nas proximidades, estando o Aeroporto Zona da Mata – Presidente Itamar Franco a uma distância de 42,4 km, o Aeroporto de Leopoldina a 51,2 km e o Aeroporto Municipal José Resende Brando a 68,6 km.

Figura 4 - Distância do Aterro Controlado ao núcleo populacional mais próximo.

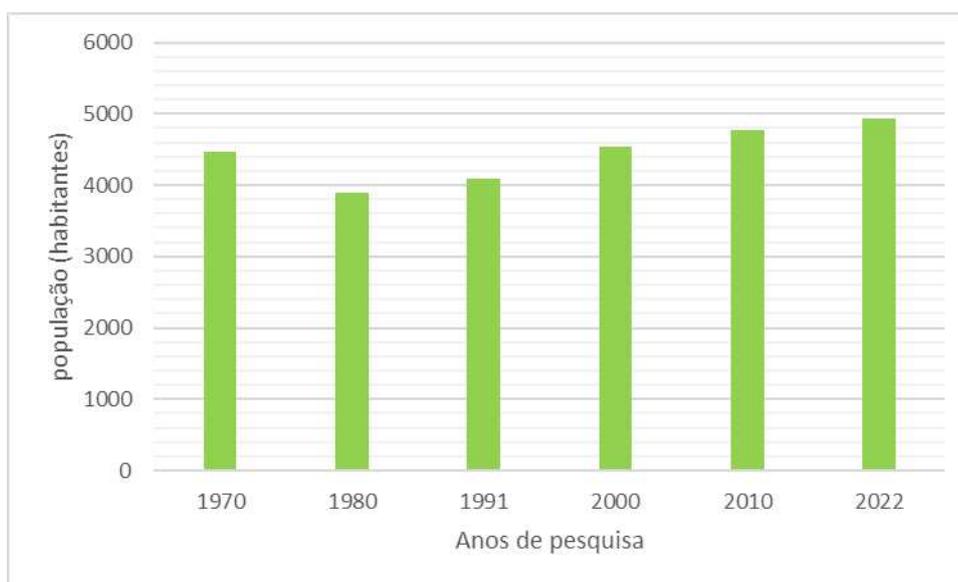


Fonte: Google Maps, 2024.

### 6.1.1.2. Aspectos Demográficos

Os dados referentes à população urbana do município de Descoberto de acordo com os censos do IBGE são apresentados na Figura 5, demonstrando a evolução entre os anos de 1970 e 2022. A população em 2010 era de 4.768 habitantes enquanto em 2022 de 4.928 habitantes, representando um aumento de 3,36%.

Figura 5 – Evolução da população com o decorrer dos anos de Descoberto, MG.



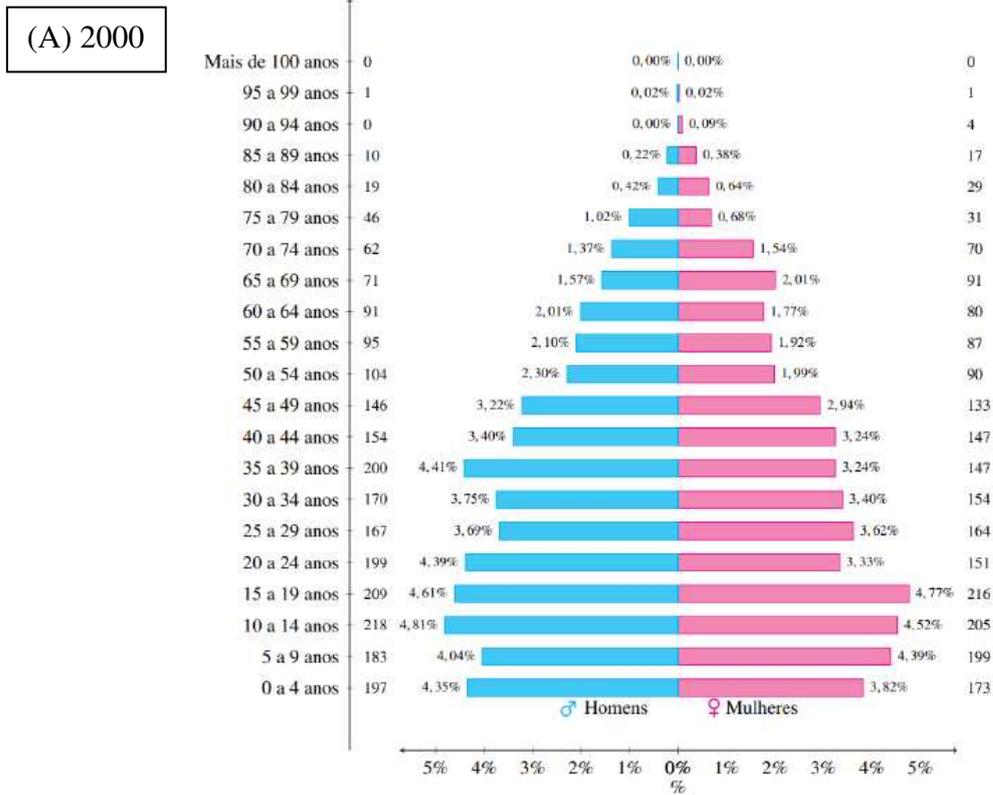
Fonte: Elaborado pelas autoras com base em IBGE, 2023.

Em 2010, de acordo com o Censo, tem-se 2.408 homens e 2.360 mulheres, e em 2022, 2.493 homens e 2.435 mulheres. Assim, apesar do aumento na população, não ocorreu alteração na porcentagem de homens (51%) e mulheres (49%) do ano de 2010 para o ano de 2022. Além disso, com o passar dos anos a urbanização do município foi crescendo, passando de 28,4% da população total de no ano de 1970 para 85,3% no censo de 2010.

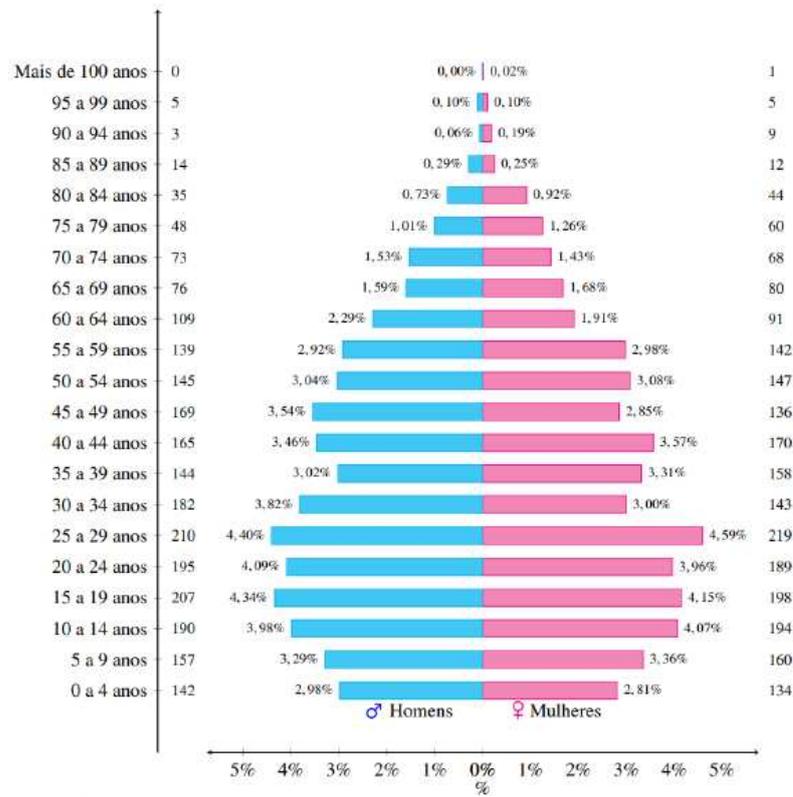
Entre 2010 e 2022, a razão de dependência no município, que demonstra o percentual da população de menos de 15 anos e da população de 65 anos e mais (população dependente) em relação à população de 15 a 64 anos (população potencialmente ativa) passou de 46,3% para 48,8% e a taxa de envelhecimento que é a razão entre a população de 65 anos ou mais de idade em relação à população total, de 10,6% para 16,6%. No topo da pirâmide etária no ano de 2022 é possível observar que a população com mais de 60 anos representa 23% do total, enquanto

em 2010 a mesma parcela representava 16,2%. A pirâmide etária dos anos de 2000, 2010 e 2022 pode ser observada na Figura 6.

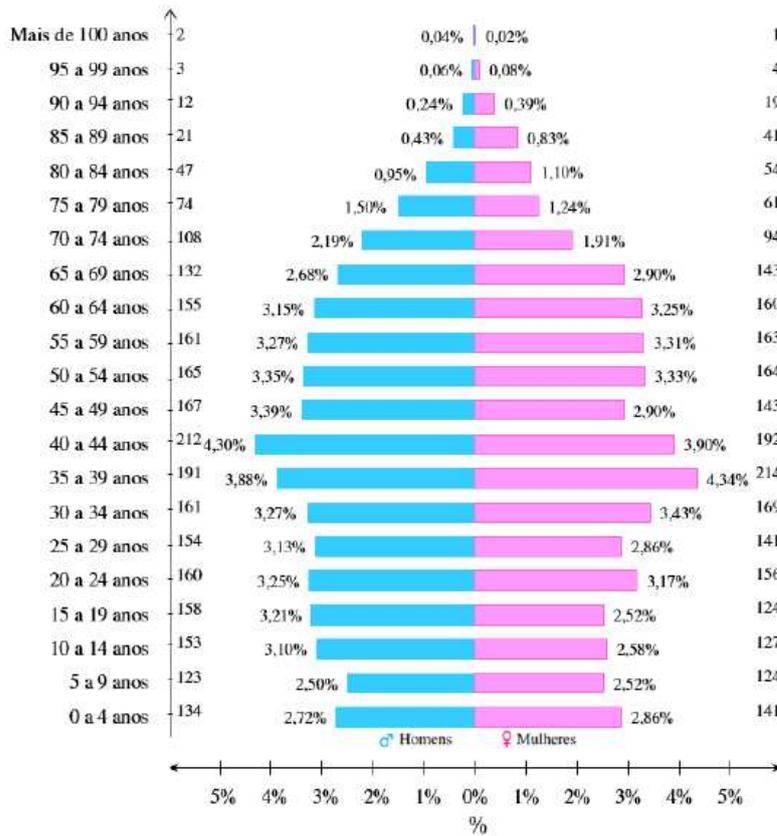
Figura 6 – Pirâmide etária de acordo com o Censo (2000, 2010 e 2022).



(B) 2010



(C) 2022



Fonte: IBGE, 2024.

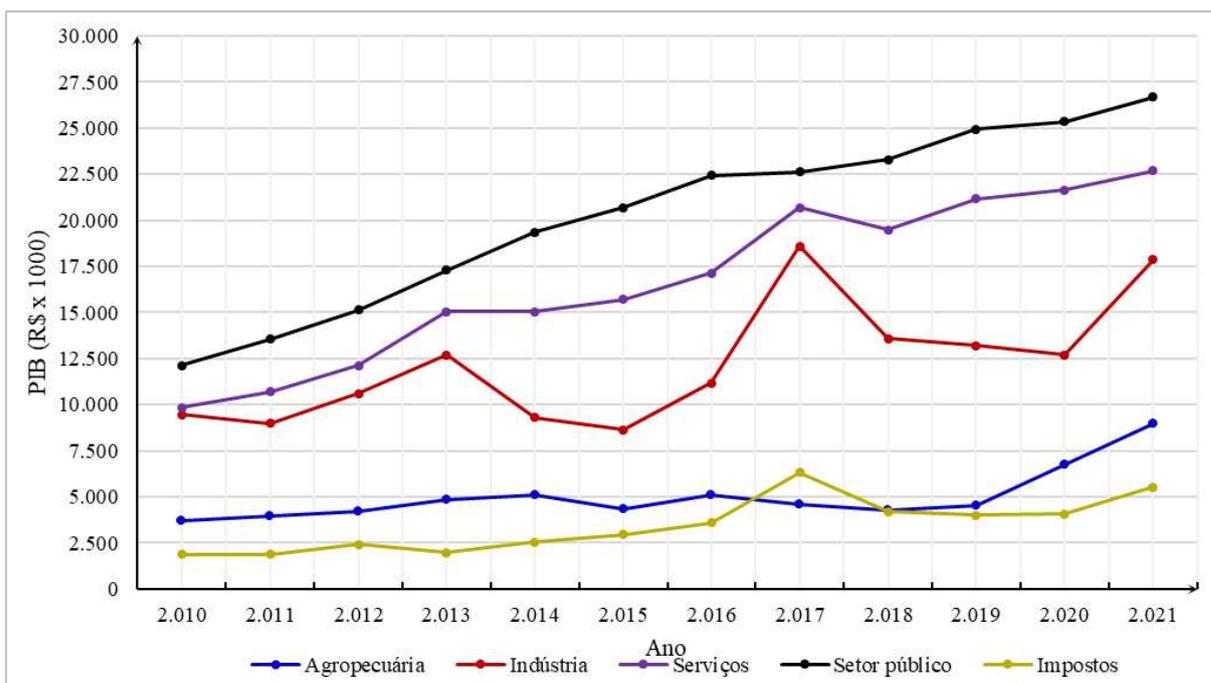
### 6.1.1.3. Economia

De acordo com o IBGE, em 2021 o salário médio mensal no município de Descoberto foi de 1,4 salários-mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em comparação à população total foi de 20,2%. Em relação a outros municípios de Minas Gerais, assumiu as posições 793 de 853 e 217 de 853, respectivamente. Já em comparação com cidades do Brasil, ocupou as posições 5333 de 5570 e 1530 de 5570, respectivamente. Levando em consideração domicílios com rendimentos mensais de até meio salário-mínimo *per capita*, apresentou 34% da população nessa situação, ocupando as posições 579 de 853 dentre as cidades do estado e 3770 de 5570 dentre as cidades do país.

Segundo o IBGE, o Produto Interno Bruto – PIB, é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, normalmente dentro de um ano, calculado conforme a moeda utilizada no país. Em Descoberto, o PIB, no ano de 2021 foi de R\$16.206,30, ocupando as posições 853º no estado e 5570º no país.

A Figura 7 apresenta a evolução do PIB de Descoberto, com série histórica dos anos de 2010 a 2021, onde é possível notar o destaque de maiores valores no segmento terciário, composto por serviços e comércio, além do de administração pública (Descoberto, 2024).

Figura 7 - PIB de Descoberto MG - série histórica (2010 - 2021).



Fonte: AGEVAP - CEIVAP, 2024; IBGE, 2021.

#### **6.1.1.4. Cultura, Turismo e Lazer**

A Serra do Relógio é a principal atração turística do município de Descoberto especialmente, a Pedra do Relógio, com a sua elevação rochosa a 1.434 m de altitude, é espaço para ecoturismo, sendo este o ponto mais alto em um raio de 70km na Zona da Mata. Outro local atrativo culturalmente é a Capela do Rosário, 1888, bem como o passeio pelas ruas de pedra, admirando os casarões centenários.

Os eventos de destaque são a Festa de São Sebastião, o Café com Broa (acontece todo último domingo do mês), Encontro na Praça Caboclo Teixeira (acontece no mês de julho), Comemorações do Dia do Município (acontece no dia 12 de dezembro) e o Passeio Ciclístico (realizado no mês de junho).

Pelo fato de Descoberto não ser um polo regional, durante festas e feriados nacionais, a população se dirige à Cataguases muitas vezes, não gerando grande impacto na geração de resíduos devido a um aumento da população visitante. É importante ressaltar que a área do aterro controlado não se localiza em áreas de valor histórico ou cultural.

#### **6.1.1.5. Saúde**

Segundo o IBGE (2021), a taxa de mortalidade média no município é de 23,81 para cada 1.000 nascidos vivos, ocupando a posição 128 de 853 do estado e em relação ao país, ocupa a posição 809 de 5570.

Descoberto conta com o sistema de Gestão Dupla Estadual e Municipal. O município não possui Hospital, somente com Unidades Básicas de Saúde, com atendimento das 07:00 às 22:00 e assistência de 24hrs (AGEVAP, 2024).

Além disso, há três consultórios médicos de auxílio à zona rural, com atendimento de 15 em 15 dias. Em casos graves, é realizado o encaminhamento para os municípios mais próximos com hospitais estruturados (Engebrax, 2020).

O município conta com uma variedade de serviços de saúde disponíveis para a população, incluindo um consultório odontológico, uma farmácia básica e uma equipe de três ambulâncias dedicadas a primeiros socorros e resgates. Além disso, duas vans estão em operação para transportar passageiros que necessitam de tratamentos especializados em hospitais regionais. Os serviços de saúde abrangem áreas como Epidemiologia, Assistência Social, Psicologia,

Fonoaudiologia, Fisioterapia e Nutrição, garantindo um amplo suporte para as necessidades médicas e de bem-estar da comunidade (Engebrax, 2020).

Os serviços de saúde produzem resíduos perigosos devido à presença de microrganismos nos resíduos não tratados, os quais representam uma séria ameaça à saúde humana e ao meio ambiente. Esses microrganismos podem sobreviver por longos períodos no interior dos resíduos hospitalares, aumentando o risco de contaminação tanto para as pessoas quanto para o ecossistema circundante (Engebrax, 2020).

Além dos aspectos microbiológicos dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), como a existência de bactérias, vírus, fungos e protozoários, há também fatores físico-químicos que devem ser considerados. Estes incluem características como umidade, teor de carbono, presença de hidrogênio, enxofre, sólidos voláteis, poder calorífico, bem como a concentração de cloro e cloretos. Esses parâmetros, se não controlados adequadamente, podem contribuir para a degradação do meio ambiente, agravando os impactos negativos dos resíduos de saúde (Engebrax, 2020).

Levando em consideração a periculosidade dos RSS verifica-se a importância do manejo e gerenciamento destes resíduos, incluindo a disposição ambientalmente adequada.

#### **6.1.1.6. Indicadores de Qualidade da água**

O sistema de abastecimento de água no município é de responsabilidade da COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais desde maio de 2014. De acordo com o Produto 5 do PMGIRS de Descoberto, em 2019, o sistema atendia 100% da população urbana e 99% da população total. (AGEVAP, 2024).

A COPASA apresenta os indicadores sanitários em função das suas especificidades, e no caso dos referentes à qualidade da água fornecida à população durante o ano de 2019 foram apresentados valores para os parâmetros Cloro, Coliformes Totais, Cor, Escherichia coli, Fluoreto, Turbidez e pH (AGEVAP, 2024).

Dentre as 118 amostras analisadas, apenas 4 amostras estavam com o pH fora do padrão. O pH fora do esperado pode neutralizar os agentes desinfetantes e diminuir a eficácia de remoção dos microrganismos, influenciar na dissipação das formas dos compostos químicos, contribuir para alteração no grau de solubilidade das substâncias e no seu potencial de toxicidade (Xavier;

Quadros; da Silva, 2022). Além disso, se o pH for mais baixo que o esperado pode-se ocorrer corrosão em tubulações, e se os valores mais elevados podem contribuir para precipitação de sais e incrustações nas tubulações. (Dinnebier, 2016).

Na área do aterro controlado, devido a condicionante da licença para Estação de Transbordo e Unidade de Triagem e Compostagem do Município de Descoberto, são realizados monitoramentos da qualidade da água semestralmente e enviados à Supram ZM.

Conforme consta no Parecer Técnico de Licença Ambiental Simplificada (RAS) emitido em fevereiro de 2022, de SLA Nº 5407/2021, a Condicionante 01 corresponde a execução do Programa de Automonitoramento, demonstrando o atendimento aos padrões definidos nas normas vigentes. Diante disso, o monitoramento de água superficial é feito no Córrego Pouso Alegre a montante e a jusante, realizando a análise dos seguintes parâmetros: cádmio (Cd), chumbo (Pb), cromo (Cr), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), manganês (Mn), mercúrio (Hg), zinco (Zn), Sólidos em Suspensão Total, Sólidos Sedimentáveis, Coliformes Totais, *Escherichia coli* e Enterococos. As análises devem ser apresentadas semestralmente à Supram- ZN. A prefeitura disponibilizou os laudos realizados nos meses de julho de 2022 e fevereiro de 2023, realizados pela empresa Engequisa Engenharia Química Sanitária e Ambiental LTDA, CNPJ: 25.703.935/0001-65. Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises realizadas no Córrego Pouso Alegre (montante e jusante).

| Parâmetros                  | Resultado                     |         |                               |         |                               |         | DN<br>COPAM/CERH<br>08/2022 – Águas<br>Doces – Classe 2 |
|-----------------------------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|---------|---|
|                             | Data da coleta:<br>07/07/2022 |         | Data da coleta:<br>09/02/2023 |         | Data da coleta:<br>24/05/2024 |         |   |
|                             | Montante                      | Jusante | Montante                      | Jusante | Montante                      | Jusante |   |
| DBO (mg/L O <sub>2</sub> )  | <2                            | <2      | <u>7</u>                      | <2      | <2                            | -       | 5   |
| DQO (mg/L O <sub>2</sub> )  | <5                            | <5      | 20                            | <5      | <5                            | -       | -   |
| Sólidos em Suspensão (mg/L) | 7                             | 4,5     | 9                             | 3,5     | <2,5                          | -       | 100   |
| Sólidos Sedimentáveis       | <0,10                         | <0,19   | <0,10                         | <0,10   | <0,10                         | -       | -   |
| Cádmio Total - Cd (mg/L)    | <0,0005                       | <0,0005 | <u>0,0045</u>                 | <0,0005 | <0,0005                       | -       | 0,001   |
| Chumbo Total - Pb (mg/L)    | <0,005                        | <0,005  | <0,005                        | <0,005  | <0,005                        | -       | 0,01  |
| Cromo Total – Cr (mg/L)     | <u>&lt;0,11</u>               | <0,01   | 0,014                         | <0,01   | <0,01                         | -       | 0,05  |

| Parâmetros                       | Resultado                     |                 |                               |                 |                               |         | DN<br>COPAM/CERH<br>08/2022 – Águas<br>Doce – Classe 2 |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------|--|
|                                  | Data da coleta:<br>07/07/2022 |                 | Data da coleta:<br>09/02/2023 |                 | Data da coleta:<br>24/05/2024 |         |  |
|                                  | Montante                      | Jusante         | Montante                      | Jusante         | Montante                      | Jusante |  |
| Manganês<br>Total - Mn<br>(mg/L) | <0,05                         | <0,05           | 0,11                          | <0,05           | <0,062                        | -       | 0,1  |
| Mercúrio<br>Total - Mg           | <0,0002                       | <0,0002         | <0,0002                       | <0,0002         | <0,0002                       | -       | 0,0002   |
| Zinco Total –<br>Zn (mg/L)       | 0,11                          | <u>0,26</u>     | <0,01                         | <0,01           | 0,13                          | -       | 0,18   |
| Coliformes<br>Totais             | <u>&gt;2000</u>               | <u>&gt;2000</u> | <u>&gt;2000</u>               | <u>&gt;2000</u> | <u>&gt;2419,6</u>             | -       | 1000 UFC   |
| Enterococos<br>Fecais            | 55                            | 62              | <1                            | 10              | 110                           | -       | -  |
| <i>E.coli</i><br>(UFC/100mL)     | 90                            | 130             | <1                            | <1              | 150                           | -       | 1000 UFC   |

Fonte: Adaptado de ENGEQUISA (2022).

De acordo com o que foi apresentado, os parâmetros dos pontos de montante e jusante do Córrego Pouso Alegre os parâmetros Sólidos em Suspensão, Chumbo Total, Manganês Total, Mercúrio Total e *E.coli* se encontram dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação vigente. Já a DBO à montante, no ano de 2023, apresentou valor em discordância com a legislação; o metal Zinco apresentou um valor fora do padrão permitido, no ano de 2022, no ponto a jusante; Cádmiu apresentou um valor fora do padrão exigido na amostragem a montante do ano de 2023; Cromo Total, apresentou em 2022, na análise a montante valores fora dos padrões; Coliformes Totais resultou em valores fora do estabelecido pela legislação em todas as amostragens realizadas. Estes resultados podem ser em decorrência dos afluentes e presença de residências nas proximidades, que podem encaminhar elementos que contribuem para estes resultados para o corpo hídrico. Além disso, em maio de 2024 foi realizada a análise do Córrego Pouso Alegre, o resultado a montante foi disponibilizado para este trabalho, é possível notar que somente o parâmetro Coliformes Totais apresenta valores acima do padrão estabelecido.

Quanto ao parâmetro de Coliformes Totais, a presença deste não indica contaminação fecal necessariamente, logo, considerando os resultados obtidos pela *E.coli*, nota-se que não é contaminação fecal, considerando a precisão desse parâmetro (Conte, 2004).

Ainda consta no Parecer Técnico de Licença Ambiental Simplificada (RAS), as análises para o Poço Manual (cisterna) devem ser realizadas numa frequência semestral dos seguintes parâmetros: Cd, Pb, Cr, Mn, Hg, Zn, Coliformes Totais, *E.colli* e Enterococos. Os resultados adquiridos estão representados na Tabela 2.

A legislação levada em consideração foi a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010, na qual dispõe sobre o Programa Estadual de Gestão de Áreas Contaminadas, que estabelece as diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. Esta legislação determina como valores orientadores as concentrações de substâncias químicas que estabelecem orientação referente a qualidade e as alterações do solo e da água subterrânea (Minas Gerais, 2010).

Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010, define como investigação confirmatória, o processo de identificação das áreas contaminadas que possui como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias químicas de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação. Também define como Valor de Investigação (VI) como a concentração de determinada substância no solo ou na água subterrânea acima da qual existem riscos potenciais, diretos ou indiretos, à saúde humana, considerando um cenário de exposição padronizado (Minas Gerais, 2010).

Tabela 2 - Resultados das análises realizadas no poço (cisterna).

| Parâmetros                    | Resultado                     |                               |                               | COPAM/CERH<br>08/2010 –<br>Águas<br>Subterrâneas –<br>VI |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
|                               | Data da coleta:<br>07/07/2022 | Data da coleta:<br>09/02/2023 | Data da coleta:<br>24/05/2024 |  |
| Cádmio – Cd (mg/L)            | <0,0005                       | 0,0014                        | <0,0005                       | 5  |
| Chumbo – Pb (mg/L)            | <0,005                        | <0,005                        | <0,005                        | 10   |
| Cromo – Cr (mg/L)             | <0,01                         | <0,01                         | <0,01                         | 50   |
| Manganês – Mn (mg/L)          | <0,05                         | 0,11                          | 0,085                         | 400  |
| Mercúrio – Hg (mg/L)          | <0,0002                       | <0,0002                       | <0,0002                       | 1  |
| Zinco – Zn (mg/L)             | 0,094                         | 0,017                         | 0,25                          | 1050   |
| Coliformes Totais (UFC/100mL) | >2000                         | 1400                          | 1986,343                      | -  |
| <i>E. coli</i> (UFC/100mL)    | 3                             | <1                            | 1                             | -  |
| Enterococos (UFC/100mL)       | 210                           | <1                            | 43                            | -  |

Fonte: Adaptado de ENGEQUISA (2022).

Como é possível observar na Tabela 2, os valores obtidos nas análises realizadas em julho de 2022, fevereiro de 2023 e maio de 2024 apresentaram resultados dentro dos padrões estabelecidos pelos valores de investigação determinados pela legislação vigente. É importante ressaltar que, nos últimos dois anos foi constatada a presença de *E.coli* na água deste poço, no entanto essa cisterna não é utilizada para consumo humano, sendo empregada apenas para limpeza das instalações e descarga, o que reduz os riscos associados ao seu uso direto.

Diante dos resultados apresentados e considerando que o município possui Licença Simplificada (RAS) da Estação de Transbordo e UTC, foi apresentada através do Parecer Técnico, uma Declaração de Inexistência de Área Contaminada, emitida em 22/09/2021 (protocolo: DI-001455/2021), assegurando sob penas da lei não existir nenhuma área suspeita de contaminação e/ou contaminada no local, pode-se concluir que as águas subterrâneas e superficiais não foram diretamente impactadas pela presença do Aterro Controlado desativado no município de Descoberto.

#### **6.1.1.7. Indicadores de Esgoto**

Em Descoberto, existe uma rede coletora de esgoto capaz de atender 100% da população urbana. Como o município não possui estação de tratamento de esgoto, assim é lançado diretamente no Ribeirão do Grama (PMGIRS - Produto 2 de Descoberto/MG - Engebrax, 2019).

#### **6.1.1.8. Indicadores de Drenagem**

Em Descoberto, as principais estruturas são as sarjetas e bueiros. As águas pluviais drenadas nas áreas urbanas são direcionadas para o Ribeirão do Grama, o qual possui construções próximas a margem (PMGIRS - Produto 2 de Descoberto/MG - Engebrax, 2019).

Na área do aterro controlado o sistema de drenagem do empreendimento é composto por canaletas de drenagem no entorno do terreno (Figura 8), de modo a direcionar o escoamento das águas pluviais para as bocas de lobo.

Figura 8 – Canaleta de drenagem no entorno do terreno para direcionamento das águas pluviais.



Fonte: Autoras, 2023.

#### **6.1.1.9. Indicadores Epidemiológicos**

Os parâmetros epidemiológicos são fundamentais para compreender os efeitos das medidas de saneamento ou sua falta na saúde humana, além da possibilidade de apontar desequilíbrios ambientais. O manejo inadequado de resíduos pode contribuir com a proliferação de vetores e agentes patogênicos, que por sua vez estão associados à propagação de diversas doenças entre a população (Tavares, 2014).

Algumas doenças relacionadas ao manejo inadequado de resíduos sólidos urbanos são leptospirose, arboviroses em geral, malária, cólera, giardíase, entre outras. É visto que tem sido muito frequente a ocorrência das doenças relacionadas ao *aedes aegypti* nesse ano de 2024, como a dengue. O descarte irregular pode contribuir para o agravamento em epidemias, já que o vetor da dengue precisa de água parada para se proliferar (Ministério da Saúde, 2023).

Nesse sentido, em dezembro de 2023, o Ministério da Saúde anunciou a previsão de aumento nos casos de dengue para os primeiros meses de 2024 e de acordo com o Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde, Minas Gerais é o estado com mais casos prováveis de dengue em todo o Brasil. Assim, de acordo com o DATASUS, em 2023, no município de Descoberto houve 103 casos que foram notificados como Dengue, enquanto em 2024 existe a possibilidade de aumento dos casos (Datusus, 2024).

#### **6.1.1.10. Indicadores de Resíduos Sólidos**

A responsabilidade da coleta de resíduos domiciliares está a cargo da prefeitura, atendendo 100% da área urbana, a coleta é realizada porta a porta. Os resíduos domésticos são levados para a unidade de triagem e compostagem (UTC) do município, onde parte deles é separada manualmente considerando os resíduos recicláveis, após são prensados e destinados ao Depósito de temporário Resíduos – DTR conforme apresentado na Figura 9, a outra parte é depositada em uma caçamba para posteriormente ser encaminhado a destinação final. O transporte e disposição final dos resíduos convencionais é de responsabilidade da empresa terceirizada União Recicláveis Rio Novo LTDA, que encaminha os resíduos até o aterro sanitário do município de Leopoldina/MG, visto que em Descoberto não há aterro sanitário.

Figura 9 – Registro de visita in loco do Aterro Controlado desativado de Descoberto (MG).

(A) Prensa para os resíduos recicláveis.



(B) Resíduos recicláveis prensados.



(C) Caminhão depositando os resíduos.



(D) Caçamba.



Fonte: Autoras, 2023.

Vale ressaltar que segundo a Lei nº 12.305/2010 é prevista a elaboração do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), sendo importante instrumento de planejamento, com objetivo de realizar um levantamento de todos os resíduos gerados dentro dos limites do município, desenvolver estratégias para sua gestão e manejo eficientes, e estabelecer mecanismos de controle para a implementação de ações ao longo do período de planejamento de 20 anos (Brasil, 2010).

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é essencial para a eficiente administração dos resíduos em um município, atendendo às exigências legais, reduzindo impactos ambientais, protegendo a saúde pública, incentivando a participação da comunidade e promovendo a sustentabilidade. Em Descoberto, o processo de elaboração do PMGIRS está finalizado, com a aprovação do Produto 7 – Manual Operativo, destacando-se como uma ferramenta fundamental para o planejamento e gestão eficaz dos resíduos sólidos no município.

Outro ponto relevante a destacar é que Descoberto possuía uma área de passivo ambiental, localizada na Estrada Descoberto Serra da Grama, km 11. Em 2002, foi encontrado mercúrio elementar na zona rural do município, onde residem 70 famílias, e sua origem parece estar associada ao garimpo de ouro no século XIX, sendo a presença desse contaminante resultado do processo de apuração (amalgamação) do ouro. (FEAM, 2005).

Em 2021, foi lançado edital para contratação de uma empresa que ficará responsável pelas obras de descontaminação deste solo, entretanto essa ação já deveria ter sido executada anteriormente, mas a empresa inicialmente envolvida no processo desistiu. Entretanto, em 2023, foram continuadas as medidas para execução. Após a remoção do solo contaminado, os resíduos foram destinados a um Aterro de Resíduos Perigosos. Atualmente, em 2024, o processo de recuperação dessa área está na reta final.

#### 6.1.1.11. Resíduos Gerados

- **Quantidade de resíduos sólidos dispostos no Aterro Controlado**

A quantidade de resíduos depositados no Aterro Controlado de Descoberto foi estimada a partir de dados obtidos no SNIS (2024), constando o período de 2011 a 2018, intervalo de funcionamento do aterro. Para esta estimativa foram utilizados os seguintes indicadores:

- IN021 - Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana;
- IN015 - Taxa de cobertura regular do serviço de coleta de RDO em relação à população total do município.

Destaca-se que de acordo com as informações fornecidas pelo Glossário do Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos – SINIR+ (2024), RDO é a sigla para resíduos sólidos domiciliares e o RPU a sigla para resíduos sólidos públicos.

Além disso, o SNIS não apresenta dados referentes ao ano de 2011, desse modo, a massa coletada per capita em relação a população urbana para este ano foi determinada levando em conta a taxa de crescimento da geração por ano, que segundo a ABRELPE – Sudeste (2019), no período de 2010 a 2019, foi de 1,14%. Assim, considerando o valor gerado no ano seguinte e a população do ano em questão foi possível estimar a massa coletada *per capita* no ano de 2011 em Descoberto.

Os resultados da massa anual coletada em relação a população atendida e da massa acumulada coletada em relação a população atendida são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Estimativa da geração de Resíduos em Descoberto - MG (2011 - 2018).

| ANO   | População (hab) IBGE | População urbana (hab) | IN021-SNIS ou (Diagnóstico PMGIRS): Geração (kg/hab/dia) | IN015 (SNIS): taxa de cobertura pop. Total (atendido) | Massa anual coletada em relação a pop. atendida (toneladas) | Massa Acumulada coletada em relação a pop. atendida (toneladas) |
|-------|----------------------|------------------------|--|---|---|---|
| 2011* | 4787                 | 4085                   | 0,29*  | 85%   | 433,76  | 433,76  |
| 2012  | 4804                 | 4100                   | 0,42   | 85%   | 628,53  | 1062,29   |
| 2013  | 4968                 | 4240                   | 0,23   | 85%   | 355,95  | 1418,24   |
| 2014  | 4989                 | 4258                   | 0,24   | 85%   | 373,00  | 1791,24   |
| 2015  | 5010                 | 4276                   | 0,25   | 85%   | 390,19  | 2181,43   |
| 2016  | 5029                 | 4292                   | 0,45   | 85%   | 704,96  | 2886,39   |
| 2017  | 5047                 | 4307                   | 0,23   | 100%  | 361,57  | 3247,96   |
| 2018  | 4996                 | 4264                   | 0,24   | 100%  | 373,53  | 3621,49   |

\*Estimado.

Fonte: SNIS (2024).

Conforme é possível observar na Tabela 3, a massa acumulada coletada em relação a população atendida nos anos de atividade foi de 3621,49 toneladas, sendo assim, esta é a quantidade estimada de recebimento de resíduos por parte do Aterro Controlado. Também foi possível obter a quantidade de resíduos depositados diariamente, sendo este valor de 1,24 ton/dia, dentro do intervalo de 2011 e 2018.

Na literatura, trabalhos como Mercedes (1997), Lima e Surliuga (2000), Ranuci (2008) e Silva e Santos (2010) sugerem valores para a densidade aparente média dos resíduos sólidos entre 150 e 231 kg/m<sup>3</sup>. Então, para estimar o volume do maciço de resíduos foi adotado o valor de 190 kg/m<sup>3</sup>, considerando que houve compactação devido ao tempo e altura da massa de resíduos, porém pouca, já que esse material não passou por processos diretos de compactação. Assim, o volume do maciço encontrado foi de aproximadamente 19000 m<sup>3</sup>.

- **Gravimetria dos resíduos sólidos de Descoberto – MG**

A gravimetria é um processo de amostragem que consiste na separação dos componentes e na avaliação de suas quantidades em percentuais. Normalmente, nesse processo, os materiais são classificados em categorias como: madeiras, papéis, plásticos, materiais orgânicos, metais, entre outros (Almeida et.al., 2018).

A partir de informações fornecidas pela Prefeitura de Descoberto, a taxa de cobertura de coleta contempla 100% da população (Engebrax, 2021). O “Produto 3 - Diagnóstico Municipal Participativo” (Engebrax, 2021), realizou um levantamento do contexto atual do município referente a gestão dos resíduos, desde a geração até a disposição final, além disso a caracterização dos resíduos sólidos, a fim de se obter a quantidade de resíduos produzidos.

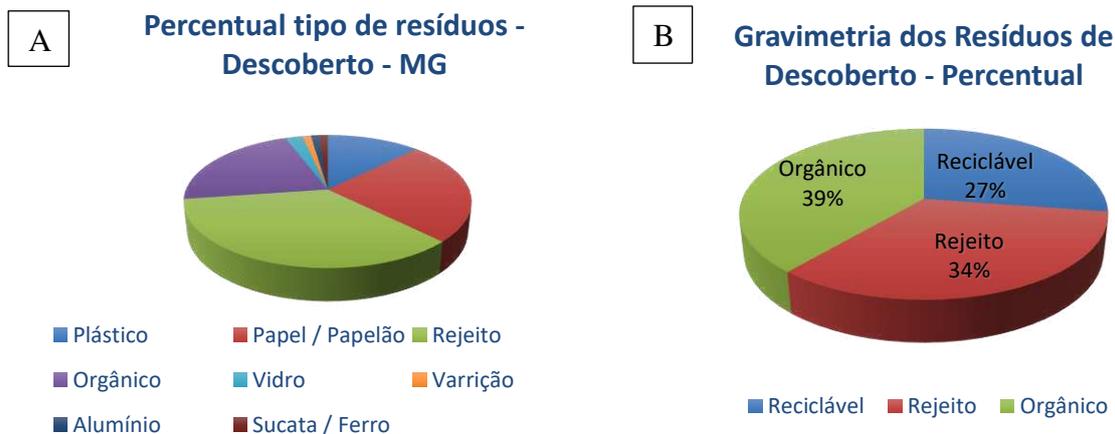
Desse modo, o estudo gravimétrico realizado foi baseado na ABNT NBR 10.007/2004, onde foi feito o quarteamento, análise, separação e pesagem dos materiais amostrados. A coleta para a determinação da gravimetria dos resíduos foi realizada no ano de 2019, os resultados qualitativos e quantitativos dos resíduos foram obtidos através da análise feita na Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) (Engebrax, 2021). Os resultados são apresentados na Tabela 4 e na Figura 10.

Tabela 4 - Composição Gravimétrica dos Resíduos de Descoberto - MG.

| <b>Material</b> | <b>Peso (Kg)</b> | <b>Percentual (%)</b> |
|-----------------|------------------|-----------------------|
| Plástico        | 11               | 12,50                 |
| Papel / Papelão | 22               | 25,00                 |
| Rejeito         | 31               | 35,23                 |
| Orgânico        | 19               | 21,59                 |
| Vidro           | 2                | 2,27                  |
| Varrição        | 1                | 1,14                  |
| Alumínio        | 1                | 1,14                  |
| Sucata / Ferro  | 1                | 1,14                  |
| Total           | 88               | 100                   |

Fonte: Engebrax, 2021.

Figura 10 - Gráfico do Percentual da Gravimetria dos Resíduos Gerados no município de Descoberto - MG.



Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Engebrax, 2021.

De acordo com a PNRS, rejeitos são os resíduos sólidos, cujas possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e viáveis economicamente não sejam aplicáveis, sendo o único meio de destinação final a disposição ambientalmente adequada (Brasil, 2010). Desse modo, é possível observar nos gráficos e tabela acima, que o resíduo de maior porcentagem em relação aos tipos gerados é o rejeito com 35,23% (Figura 10A), destaca-se que os resíduos orgânicos apresentam maior porcentagem em relação aos outros de 39% (Figura 10B). A PNRS aborda ainda que, a ordem prioritária de tecnologias a serem aplicadas aos resíduos são de ‘não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos’ (Brasil, 2010), isso significa que tratamentos adequados devem ser realizados aos resíduos orgânicos, como utilização em compostagem, e aos recicláveis, diminuindo a porcentagem de rejeitos.

- **Sistema de Logística Reversa no município de Descoberto – MG**

A Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, define logística reversa como um instrumento econômico e social composto por um conjunto de ações, procedimentos e meios que visam a viabilidade da coleta e da restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para o reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambiental adequada (Brasil, 2010). Também aborda a respeito das responsabilidades de

implementação do sistema de logística reversa independente do setor público de limpeza urbana, conforme artigo 33:

“Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II – pilhas e baterias;

III – pneus;

IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V – lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes.” (BRASIL, 2010).

Em 2022, foi publicado o Decreto nº 10.936/2022, que regulamenta a PNRS e discorre diretrizes nacionais para o saneamento básico. Além disso, aborda sobre a implementação do Programa Nacional de Logística Reversa e a obrigatoriedade do fornecimento de informações referente aos sistemas de logística reversa no Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR) (Brasil, 2022).

No ano de 2023, foram estabelecidos novos decretos que abordam sobre a temática logística reversa. O Decreto nº 11.413/2023 que institui três novos instrumentos relativos a logística reversa, o Certificado de Crédito de Reciclagem de Logística Reversa, o Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral e o Crédito de Massa Futura. Já o Decreto nº 11.414/2023 tem como intuito prestar apoio aos catadores de recicláveis e reutilizáveis.

Com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Descoberto, em fase final, um dos objetivos inseridos no documento para um gerenciamento adequado é fortalecer a cadeia de reciclagem no município e inserir socialmente os catadores de recicláveis. Assim, nos projetos, programas e ações existe uma meta de criação de cooperativas ou outra forma de associação de catadores de materiais recicláveis, promovendo inclusão social e emancipação econômica. Essa ação se destribe em algumas atividades como levantamento e cadastro dos catadores individuais e associações/cooperativas no município ou cidades

vizinhas, análise da viabilidade da criação de associações/cooperativas de catadores de materiais recicláveis e compra de equipamentos para beneficiar o trabalho realizado pelos catadores e/ou organizações de modo a facilitar a venda e comercialização dos materiais (AGEVAP – CEIVAP, 2024).

Segundo o “Produto 3 – Diagnóstico Municipal Participativo” realizado pela empresa Engebrax (2021), o município de Descoberto não possui uma legislação municipal que determine a estruturação e implementação dos sistemas de logística reversa, desse modo, a Prefeitura Municipal deve assegurar o cumprimento das medidas de controle e propiciar o desenvolvimento por meio de chamamentos públicos, de parcerias, de convênios etc., para o melhor aproveitamentos dos resíduos de logística reversa.

Em relação a logística reversa no município, alguns estabelecimentos desempenham este compromisso, como a Pousada Luar de Minas, que recebe materiais de pilhas descartadas (AGEVAP, 2024).

Quanto a logística reversa de lâmpadas, existe um acordo setorial do estado de Minas Gerais, em que a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM é responsável, que dispõe sobre pontos de coletas de lâmpadas no estado, dentre estes, o mais próximo do município de Descoberto fica localizado a aproximadamente 45,1 km de distância, no município de Cataguases. Além disso, de acordo com o disponibilizado pelo SNIR+, no ano de 2023, num raio de 50 km de Descoberto, são encontrados pontos de entregas para lâmpadas em Ubá.

Segundo o “Produto 5 – PMGIRS de Descoberto/MG” realizado pela AGEVAP (2024) a logística reversa de pneus em Descoberto é nulo, contudo, a indústria Reciclanip, localizada em Cataguases, dispõe de um ponto de coleta (AGEVAP, 2024).

Quanto a resíduos provenientes de embalagens de agrotóxicos, o município de Descoberto não apresenta nenhum estabelecimento para realização dessa logística reversa. Ainda, conforme disponibilizado pelo SNIR+, em 2023, não há local nas proximidades de Descoberto para o recebimento deste material (AGEVAP, 2024).

- **Custos relacionados ao gerenciamento dos RSU gerados em Descoberto – MG**

O Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS) fornece informações e indicadores relacionados aos resíduos sólidos que as prefeituras e órgãos municipais apresentam ao sistema nos respectivos anos de referência. Com base nisso, os indicadores utilizados para obter dados sobre os custos do município foram:

- FN222: Receita arrecadada com taxas e tarifas referentes à gestão e manejo de RSU (Antigo campo GE006);
- FN218: Despesa dos agentes públicos executores de serviços de manejo de RSU (Antigo campo GE023);
- FN219: Despesa com agentes privados executores de serviços de manejo de RSU (Antigo campo GE009);
- FN220: Despesa total com serviços de manejo de RSU (antigo campo GE007).

A Tabela 5 apresenta os valores obtidos para estes indicadores em seus respectivos anos.

Tabela 5 - Indicadores dos custos do município referentes ao manejo dos RSU.

| <b>Ano de Referência</b> | <b>FN218<br/>(R\$)</b> | <b>FN219<br/>(R\$)</b> | <b>FN222<br/>(R\$)</b> | <b>FN220<br/>(R\$)</b> |
|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>2022</b>              | -                      | -                      | 43.200,00              | 300.846,35             |
| <b>2021</b>              | 396.645,85             | 192.209,04             | 29.343,98              | 588.854,89             |
| <b>2020</b>              | 593.971,21             | 191.869,00             | 29.499,31              | 785.840,21             |
| <b>2019</b>              | 515.884,56             | 5.550,00               | 161.698,08             | 521.434,56             |
| <b>2018</b>              | 680.415,79             | 5.244,00               | -                      | 685.659,79             |
| <b>2017</b>              | 658.616,66             | 0                      | -                      | 658.616,66             |
| <b>2016</b>              | 225.749,42             | 5.520,00               | 0                      | 231.269,42             |
| <b>2015</b>              | -                      | -                      | 19.996,52              | 572.920,80             |
| <b>2014</b>              | -                      | -                      | 4.556,40               | -                      |
| <b>2013</b>              | -                      | -                      | 3.391,00               | -                      |
| <b>2012</b>              | -                      | -                      | -                      | -                      |

Fonte: SNIS, 2024.

Conforme é possível observar na tabela, o ano de 2012 é destacada pela ausência de todos os indicadores; no período de 2013 a 2015 não houve registro de despesas dos agentes públicos e privados que executam os serviços de manejo de RSU; no intervalo de 2017 a 2018, não existe dados referentes a aquisição de receita arrecadada por meio de taxas e tarifas provenientes da gestão e manejo de RSU; já o intervalo de 2012 a 2014, o dado de despesa total com serviços de manejo de resíduos.

- **Resíduos Especiais em Descoberto – MG**

Em relação ao manejo de Resíduos de Serviços de Saúde - RSS, no município de Descoberto, segundo o Produto 3 – Diagnóstico Municipal Participativo Engebrax (2021), a empresa terceirizada responsável pelo acondicionamento e transporte dos RSS é a Colefar LTDA – ME. Destaca-se que a empresa não apresenta licenciamento para o tratamento e disposição final dos resíduos, sendo estes encaminhados para outras empresas autorizadas. Além disso, tendo que a responsabilidade pela gestão dos RSS de estabelecimentos particulares são os próprios

geradores, a Prefeitura Municipal não realiza fiscalização do gerenciamento dos resíduos gerados nestes estabelecimentos (Engebrax, 2021).

Quanto aos Resíduos de Construção Civil, de acordo com o “Produto 3 – Diagnóstico Municipal Participativo” Engebrax (2021), os resíduos são coletados nas proximidades da construção geradora e encaminhados para a Unidade de Triagem e Compostagem – UTC do município de Descoberto. Os RCC são dispostos juntos aos demais resíduos que são encaminhados à UTC, sendo depositados em áreas separadas dos demais. Os resíduos de construção civil são reaproveitados nas estradas rurais, permanecendo na UTC até utilização dos mesmos para a pavimentação das estradas (Engebrax, 2021).

O SNIS dispõe de informações referentes aos Resíduos de Serviço de Saúde e Resíduos de Construção Civil. A Tabela 6 apresenta informações e indicadores destes resíduos no período de 2012 a 2022, foram utilizados os seguintes indicadores:

- **CC020** - Há empresas especializadas (caçambeiros") que prestam serviço de coleta de RCC no município? (Antigo campo CO028)";
- **RS003** - Coleta de RSS - O próprio gerador ou empresa contratada por ele;
- **RS008** - Coleta de RSS - Próprio gerador ou empresa contratada por ele;
- **RS028** - Coleta de RSS - Prefeitura ou empresa contratada por ela;
- **RS030** - O município envia RSS coletados para outro município?
- **RS031** - Municípios para onde são remetidos os RSS;
- **RS044** - Quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores (valor anual coletado somente de resíduos dos serviços de saúde (RSS) executadas pela Prefeitura, próprio gerador ou empresa contratada por ela.);
- **IN026\_RS** - Taxa de resíduos sólidos da construção civil (RCC) coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada;
- **IN036\_RS** - Massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana;
- **IN037\_RS** - Taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada.

Tabela 6 - Resíduos de Serviços de Saúde e de Construção Civil em Descoberto - MG.

| Ano de Referência | CC020 | RS003 | RS028 | RS030 | RS031                            | RS044 (ton/ano) | IN026_RS (%) | IN036_RS (Kg/1000) | IN037_RS (%) |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|-----------------|--------------|--------------------|--------------|
| 2022              | Não   |       |       | Sim   | Iguatama/MG<br>Belo Horizonte/MG |                 | 1,08         |                    |              |
| 2021              | Não   | Não   | 0,9   | Sim   | Iguatama/MG                      | 0,9             | 30           | 0,57               | 0,09         |
| 2020              | Não   |       | 0,6   | Sim   | Iguatama/MG                      | 0,6             | 37,5         | 0,38               | 0,07         |
| 2019              | Não   | Sim   |       | Sim   | Iguatama/MG                      |                 | 78,95        |                    |              |
| 2018              | Não   | Sim   |       | Sim   | Iguatama/MG                      |                 | 80,65        |                    |              |
| 2017              | Não   | Sim   | 1,5   | Sim   | Iguatama/MG                      | 1,7             | 81,97        | 1,08               | 0,46         |
| 2016              | Não   | Não   | 1,2   | Não   | -                                | 1,2             |              | 0,77               | 0,17         |
| 2015              | Não   |       |       | Não   | -                                |                 | 23,44        |                    |              |
| 2014              | Não   |       |       | Não   | -                                |                 | 21,64        |                    |              |
| 2013              | Não   |       |       | Não   | -                                |                 | 22,49        |                    |              |
| 2012              | Não   | Não   | 1,3   | Sim   | Lavras/MG                        | 1,3             | 41,3         | 0,87               | 0,21         |

Fonte: SNIS, 2024.

De acordo com a Tabela 6, a coleta dos RSS foi realizada pelo gerador ou empresa contratada por este somente nos anos de 2018 e 2019. Em relação ao envio de RSS a outros municípios, nos anos de 2013 a 2016 não há registros deste encaminhamento a outros municípios, nos anos enviados, os municípios contemplados foram Lavras-MG, em 2012, e Iguatama-MG nos outros anos.

A quantidade total de RSS coletada pelos agentes executores (valor anual coletado somente de RSS executadas pela Prefeitura, próprio gerador ou empresa contratada por ela.) é relatada para os anos de 2012, 2016, 2017, 2020 e 2021, com seus respectivos valores em toneladas por ano.

Quanto a massa de RSS coletada per capita em relação à população urbana, foram apresentados dados nos anos de 2012, 2016, 2017, 2020 e 2022, cuja média é de 0,734 Kg/1000 hab/dia. Assim como a taxa de RSS coletada em relação à quantidade total coletada, cujos valores declarados são menores que 1%.

Ainda, conforme apresentado na Tabela 6, em Descoberto – MG não existe empresas especializadas (caçambeiros") que prestam serviço de coleta de RCC. É possível observar que a taxa de RCC coletada pela prefeitura em relação à quantidade total coletada apresenta maiores valores nos anos de 2017, 2018 e 2019, com valores de 81,97%, 80,65% e 78,95% respectivamente.

#### **6.1.1.12. Histórico da área do Aterro Controlado Desativado**

Parte da área do aterro controlado desativado em Descoberto, MG, atualmente possui Licença Ambiental Simplificada, cujo processo é SLA nº 5407/2021, para realização das atividades conforme DN COPAM nº 217/2017, de códigos E-03-07-8 “Estação de transbordo de resíduos sólidos urbanos” e E-03-07-9 “Unidade de triagem de recicláveis e/ou de tratamento de resíduos orgânicos originados de resíduos sólidos urbanos”.

O aterro controlado de Descoberto, com área total de aproximadamente 2 ha, esteve em funcionamento por cerca de 7 anos, de 2011 a 2018. Segundo dados fornecidos pela Prefeitura Municipal de Descoberto e visita in loco, na qual algumas informações foram obtidas de funcionários responsáveis pelo funcionamento da atual UTC (informação verbal<sup>1</sup>), licenciada recentemente, durante a vigência do aterro controlado, não foi realizado controle dos tipos de resíduos que eram depositados, sendo que a coleta abrangia a região urbana e rural, portanto, o aterro controlado recebia todo tipo de resíduos, podendo englobar resíduos sólidos domiciliar e comercial, de construção civil, agrossilvipastoril, resíduos perigosos, etc. O método de descarte utilizado no aterro controlado foi de depósito dos resíduos e recobrimento com terra.

Em 2018, após o aterro controlado ser desativado, foi realizada a ação de aterramento e compactação do solo. Foi informado durante a visita, que na parte cuja declividade apresenta valor menor, desde o início de operação do aterro controlado até o encerramento, o terreno foi elevado em cerca de 10 m, já na região mais próxima ao local onde atualmente opera a UTC, a altura foi elevada em aproximadamente 7 m, conforme representado na Figura 11.

---

<sup>1</sup> Gestor e Funcionários da UTC de Descoberto – MG, em novembro de 2023.

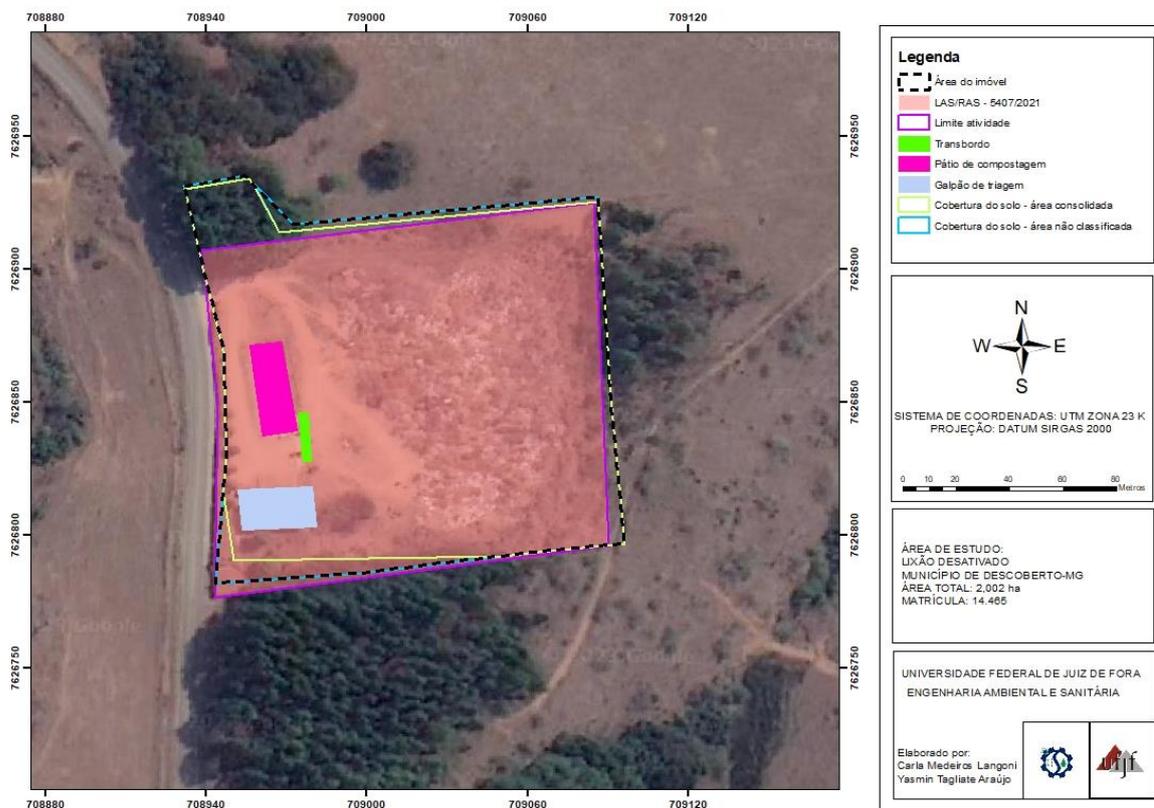
Figura 11 - Pontos de elevação do terreno devido a disposição de resíduos.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

O município de Descoberto, atualmente encaminha os resíduos acumulados na área de transbordo para o aterro sanitário localizado em Leopoldina – MG sendo de responsabilidade da empresa União Recicláveis Rio Novo LTDA. Contudo, a área cujo aterro controlado foi desativado ainda recebe resíduos provenientes de limpezas urbanas e resíduos de construção civil, que permanecem no local por um tempo antes da destinação final. Na área a ser estudada, atualmente, existem a estação de transbordo, o pátio de compostagem, o galpão de triagem e o local de antigo despejo de resíduos como consta na Figura 12.

Figura 12 – Disposição da área do aterro controlado.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

### 6.1.1.13. Diagnóstico dos Resíduos no Aterro Controlado

Com as imagens de satélite disponíveis no Google Earth Pro, foi possível visualizar que a área Aterro Controlado sofreu transformações considerando o período de 2011 a 2023. Os dados permitiram acompanhar a evolução da área no período em que o mesmo esteve em atividade e alguns anos após.

A prefeitura adquiriu a área para a finalidade de disposição de resíduos sólidos no início de 2011, assim, é possível visualizar pelo Google Earth Pro que nesse mesmo ano estava em atividade. Os valores encontrados podem ser visualizados na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação anual da variação da área útil do Aterro Controlado.

| <b>Mês/Ano</b> | <b>Perímetro (m)</b> | <b>Área de solo exposto (m<sup>2</sup>)</b> |
|----------------|----------------------|---|
| 06/2011        | 651                  | 11.534                                      |
| 06/2014        | 402                  | 10.955                                      |
| 04/2016        | 410                  | 10.882                                      |
| 09/2017        | 462                  | 13.348                                      |
| 05/2018        | 432                  | 9.441                                       |
| 09/2019        | 451                  | 11.353                                      |
| 09/2020        | 460                  | 13.115                                      |
| 09/2023        | 381                  | 9.605                                       |

Fonte: Elaborado pelas autoras com base no Google Earth, 2024.

Dessa forma, foram observadas alterações no solo exposto, com alguns períodos de expansão e outros de redução da área de aterramento de resíduos. Essa variação pode ter ocorrido devido ao aumento da geração de resíduos de acordo com o aumento da população atrelado ao recobrimento com terra na área, como pode ser visto em 2017, sendo a maior área útil. Em paralelo ocorreram momentos em que a vegetação busca sua recuperação e volta a aparecer, mas logo após não consegue permanecer ou avançar, como pode ser observado em 2018, sendo a menor área útil (Google Earth Pro, 2023). Considerando o ano de maior área útil e o de menor, tem-se uma variação de 29,3%, enquanto no período completo, do 2011 para o ano de 2023 a área reduziu cerca de 16,7%. Assim, foi possível delimitar a região foco do trabalho, e a Figura 13 demonstra essa variação.

Figura 13 – Evolução do ano com maior área para o menor.



Fonte: Adaptado de Google Earth Pro, 2024.

## 6.1.2. Meio Físico

### 6.1.2.1. Climatologia

Clima do município é do tipo Tropical Semiúmido, e segundo a classificação de Köppen, a região da de Descoberto possui clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado. Utilizando dados da estação meteorológica de Juiz de Fora, com os dados de 1991 a 2020, a temperatura média anual é de 19,4 °C, enquanto a média das mínimas é de 15,6 °C e a média das máximas é de 25,0 °C (INMET, 2024).

Sobre a precipitação acumulada, o pluviômetro mais próximo se encontra em Juiz de Fora, assim a média anual total é de 1564,8 mm, o período chuvoso acontece nos meses de outubro a março, com os maiores índices pluviométricos em novembro, dezembro e janeiro, chegando a 236,2 mm, 310,4 mm e 297,4 mm, respectivamente. O período de estiagem acontece nos meses de abril e a setembro, sendo junho, julho e agosto os meses com menores índices pluviométricos, chegando a 17,3 mm, 14,4 mm e 18,8 mm, respectivamente (INMET, 2024).

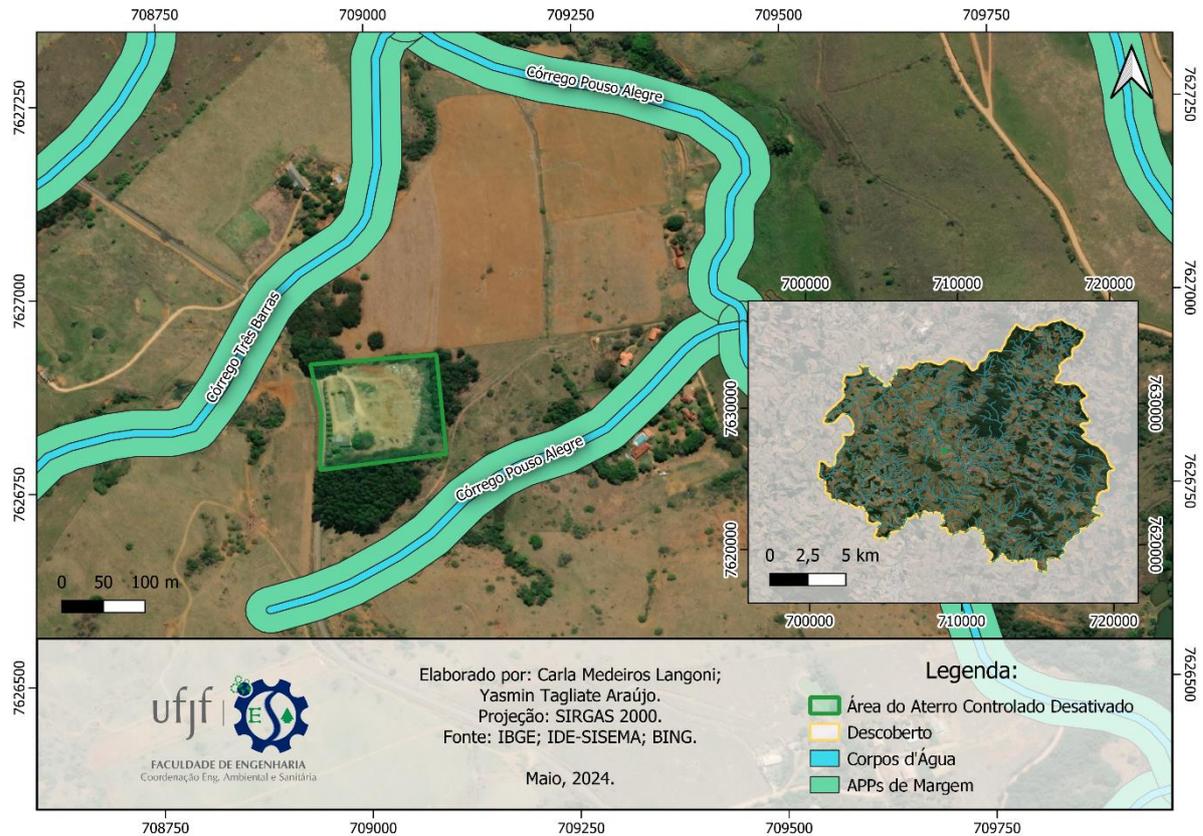
### **6.1.2.2. Hidrografia**

O município pertence à sub-bacia do rio Pomba, na Bacia do Rio Paraíba do Sul, e dentre os diversos cursos de águas existentes na extensão territorial destaca-se o rio Novo, o ribeirão do Grama e o córrego Pouso Alegre (Pereira Filho et al., 2013).

No que diz respeito à área do aterro controlado, é possível observar que nas proximidades existem o Córrego Três Barras (com distância aproximada de 75 m dos limites do imóvel) e o Córrego Pouso Alegre (SNIRH, 2023), com distância de aproximadamente 60 m da área do imóvel do aterro controlado. Considerando as áreas de Áreas de Preservação Permanente (APP) de margem de acordo com o Código Florestal Brasileiro, as mesmas não conflituam com os limites do aterro controlado, distando aproximadamente 0,3 km (300 metros) da área do imóvel do aterro, como demonstra a Figura 14.

Cabe destacar que, um dos requisitos estabelecidos pela FEAM (2010) para a realização da metodologia proposta é necessário que o depósito de resíduos não esteja localizado com menos de 200 metros de distância de corpos hídricos utilizados para irrigação de hortaliças e consumo humano. Desse modo, conforme mencionado anteriormente, apesar dos corpos hídricos distarem menos que 200 metros da área de aterro controlado desativado, no 6.1.2.4 - Uso e ocupação da terra, a área de aterro e a circunvizinhança está localizada em uma área cujo uso e ocupação da terra é de pastagem, não tendo a presença de produção de hortaliças. Além disso, é válido ressaltar que as residências mais próximas ao local se encontram a aproximadamente 250 m de distância, assim, mesmo que haja produção pessoal de hortaliças, encontra-se na distância adequada.

Figura 14 – Hidrografia de Descoberto e da área do aterro controlado.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

No terreno, a 65 m da área de interesse, existe um poço manual (cisterna) que é utilizado para limpeza das instalações e usos na descarga, pela Estação de Transbordo e UTC, regularizado através de Certidão de Uso Insignificante nº294524/2021, válida até outubro de 2024. Assim, esse é o ponto de captação de água subterrânea mais próxima.

Além disso, de acordo com os dados de captação de água superficial foram obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA), considerando os cursos d'água próximos a área de estudo, o ponto de captação de água superficial para consumo humano mais próximo localiza-se a cerca de 802m de distância. O local está inserido sobre meio rural, não havendo presença de aglomerado populacional, portanto o uso de recursos hídricos a montante e a jusante do aterro podem variar pela utilização de poços e descarga de efluentes.

A partir disso, é importante analisar os possíveis impactos da disposição final inadequada de resíduos sobre os corpos d'água, considerando o relevo e a declividade do terreno. Assim, devido a licença para Estação de Transbordo e Unidade de Triagem e Compostagem do

Município de Descoberto são realizados monitoramentos da qualidade da água, semestralmente, desde 2022. A amostragem para análise é feita em três pontos, sendo das águas superficiais a montante ( $21^{\circ}26'32.94''\text{S}$ ,  $42^{\circ}59'1.62''\text{O}$ ) e a jusante ( $21^{\circ}27'0.75''\text{S}$ ,  $42^{\circ}58'35.78''\text{O}$ ) do Córrego Pouso Alegre e das águas subterrâneas no poço manual (Figura 15) ( $21^{\circ}26'57.12''\text{S}$ ,  $42^{\circ}59'1.01''\text{O}$ ). Esses pontos podem ser observados na Figura 16.

Figura 15 – Poço manual (cisterna).



Fonte: Autoras, 2023.

Figura 16 – Pontos de monitoramento.



Fonte: Google Earth, 2023.

Ainda, conforme repassado pela Prefeitura de Descoberto – MG, o local de estudo não apresenta sinais de alagamentos, também considerando a configuração de drenagem do terreno, apresentando escoamento superficial devido a declividade, conforme mencionado no decorrer deste documento.

### 6.1.2.3. Solos

Na Zona da Mata, em termos gerais, os principais solos presentes são os Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico e os Argissolos Vermelho-Amarelo predominantemente eutrófico. Nos pontos mais altos da paisagem predominam Latossolos Vermelho-Amarelo húmico. Também é possível encontrar Nitossolos em algumas áreas, especialmente próximos aos diques de rochas máficas. Nas regiões mais baixas, em terraços naturais, são comuns os Argissolos Vermelho-Amarelos Câmbico distrófico e eutrófico. Ao longo dos cursos d'água, predominam os solos aluviais, geralmente eutróficos, enquanto em áreas mais deprimidas são encontrados os solos hidromórficos, geralmente distróficos. A inclinação do terreno varia de ondulado a fortemente ondulado, com declives entre 15% e 30% (Baruqui, 1982; Duarte, 2010).

Ademais, visando as técnicas de recuperação para a área do aterro controlado desativado foi indicado pelo responsável pelo meio ambiente do município (informação verbal<sup>2</sup>) que existe disponibilidade de solo apropriado para o encapsulamento dos resíduos a menos de 1,5 km do local, assim como área de empréstimo, que pode ser cedida à prefeitura em condições financeiras notoriamente vantajosas. Essa análise é importante pois pode ser necessário recobrimento do maciço de resíduos com uma camada de solo ou o nivelamento do platô (FEAM, 2010; Descoberto, 2024).

#### **6.1.2.4. Uso e ocupação da terra**

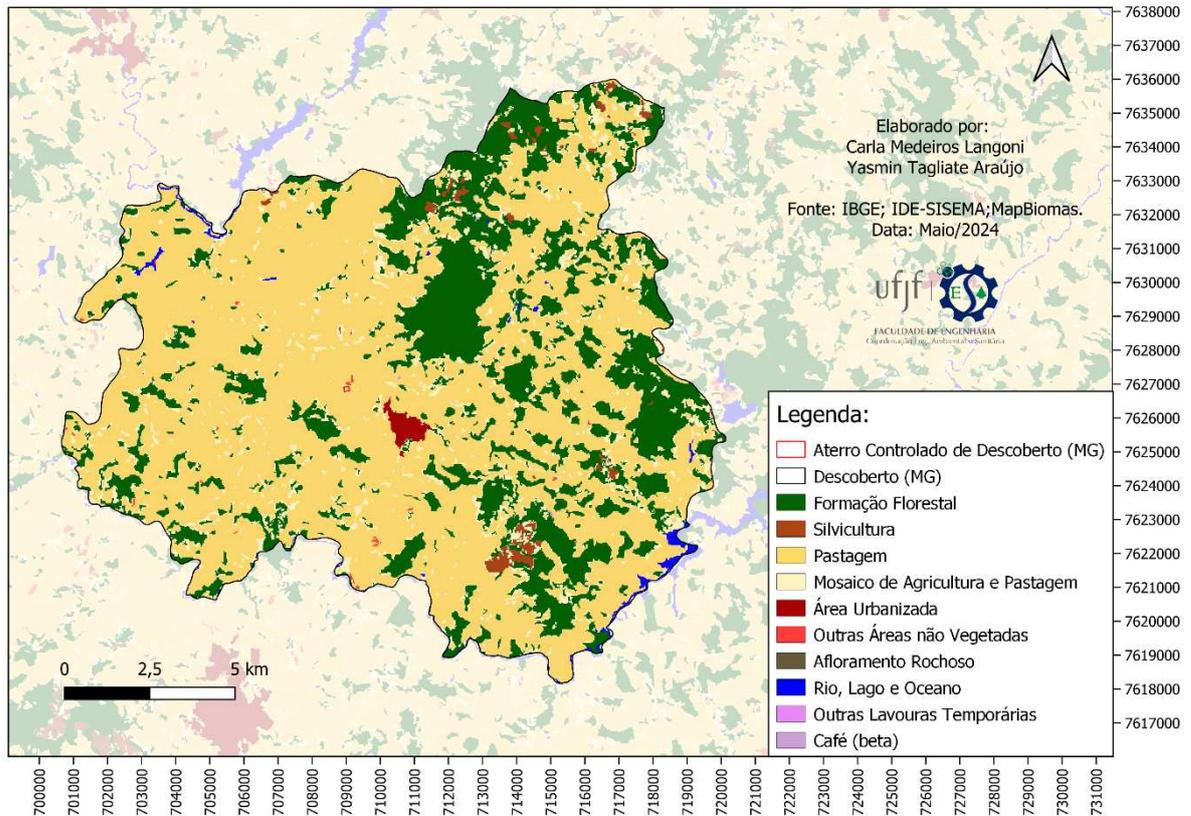
Para análise do uso e ocupação da terra foi utilizado o Projeto MapBiomas coleção 8, assim é possível observar as classes de paisagem mais representativas no município. A pastagem é a classe com maior proporção em Descoberto, já a Formação Florestal se mostra espalhada, com maior concentração nas proximidades das RPPNs do município. Isso demonstra que com o crescimento urbano e de atividades antrópicas as áreas vegetadas tendem a reduzir, por isso, as RPPNs apresentam grande importância pois permitem a criação voluntária de áreas protegidas pela sociedade. Em uma paisagem dominada por interferências antrópicas, esses fragmentos assumem grande importância pois essas reservas protegem uma altíssima riqueza biológica (Pinto et al., 2004). As classes da paisagem no município podem ser observadas na Figura 17.

É importante ressaltar que não foi possível observar através do Mapbiomas em específico a área do Aterro Controlado pois a extensão da área de interesse é pequena em relação a resolução do satélite LandSat que foi utilizado nesse caso, ao tamanho dos pixels são de 30x30 m, assim pode ocorrer generalização de algumas áreas, gerando imprecisão na divisão das classes.

---

<sup>2</sup> Informação fornecida pelo Diretor do Departamento de Meio Ambiente, Saneamento e Agropecuária - Prefeitura Municipal de Descoberto, Helvécio Rodrigues Pereira Filho, em maio de 2024.

Figura 17 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra em Descoberto (MG) – 2022.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

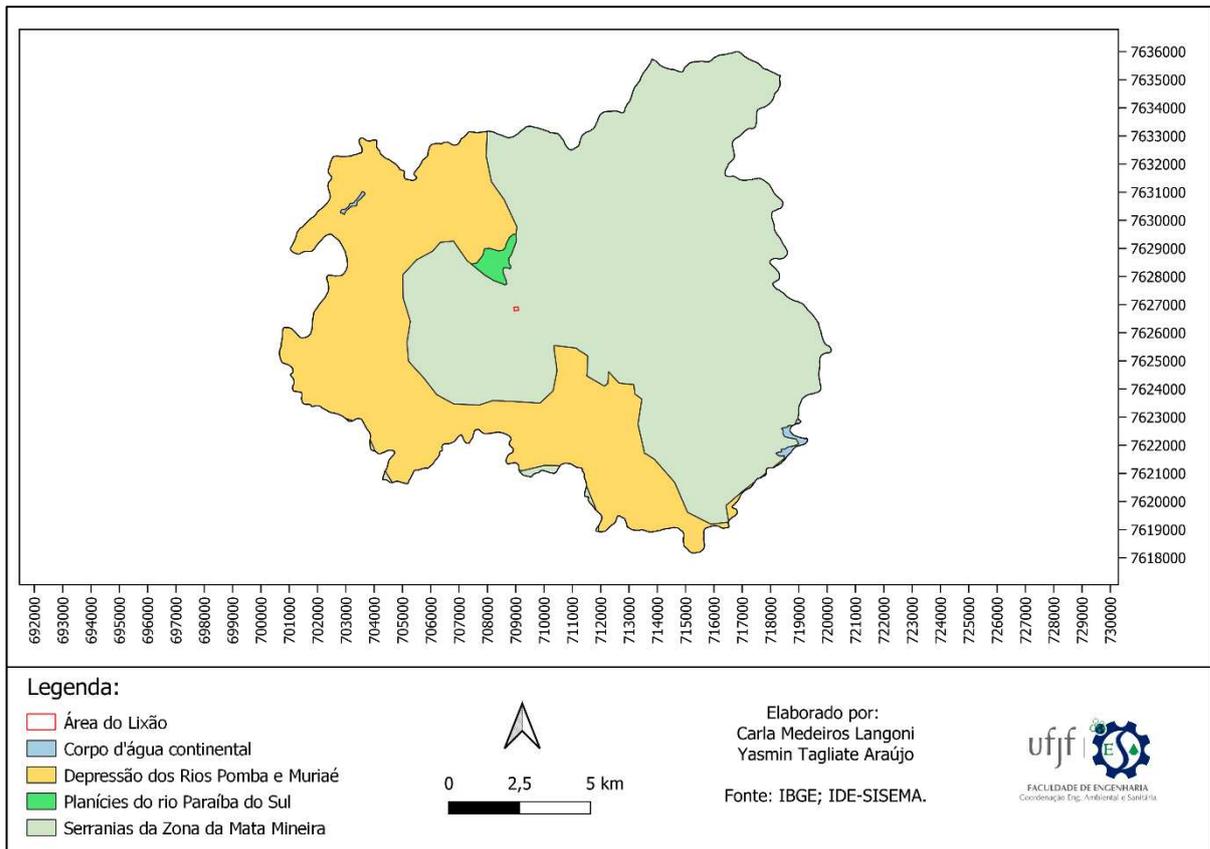
### 6.1.2.5. Geomorfologia e Relevô

O município se localiza na Serra da Mantiqueira, uma das mais altas do sistema orográfico brasileiro, estando próximas aos limites do estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro. Descoberto possui uma grande diferença de altitudes, variando de 350 m a 1.434 m. O seu ponto mais alto é o pico da serra do Relógio e o mais baixo no Ribeirão do Grama. Ademais, sobre a área do aterro controlado, a altitude se encontra entre 410 e 435 m.

O relevo da Zona da Mata Mineira tem domínio dos Mares de Morros conforme a classificação de Ab'Saber (Ab'saber, 1996). Destaca-se na área locais plano, ondulados e montanhosos, se mostrando um relevo com formas diversificadas. As elevações possuem topos arredondados com vertentes convexas finalizando em vales planos (Valverde, 1958). É uma área em maioria composta de rochas pré-cambrianas, que são mais susceptíveis à erosão quando profundamente intemperizadas e fraturadas (Souza et al., 2009).

Possui formas de relevo variadas com encostas íngremes e fundos de vale formando vários cursos d'água com cascatas de águas, abruptas elevações inclusive escarpadas em suas encostas rochosas chegando a mais de 45° (Pereira Filho et al., 2013). A Figura 18 representa a geomorfologia de Descoberto de acordo com o IDE-SISEMA.

Figura 18 – Geomorfologia de Descoberto, MG.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2023.

Por fim, é possível observar que a área do aterro controlado varia de 432 m na entrada a leste até 411 m no final do terreno a oeste, enquanto varia de 428 m ao norte até 426 m ao sul. Os perfis longitudinais e as curvas de nível referentes a essas variações podem ser verificados na Figura 19 e as curvas de nível podem ser verificadas na planta no ANEXO I.

Figura 19 – Perfil longitudinal da área do aterro controlado.



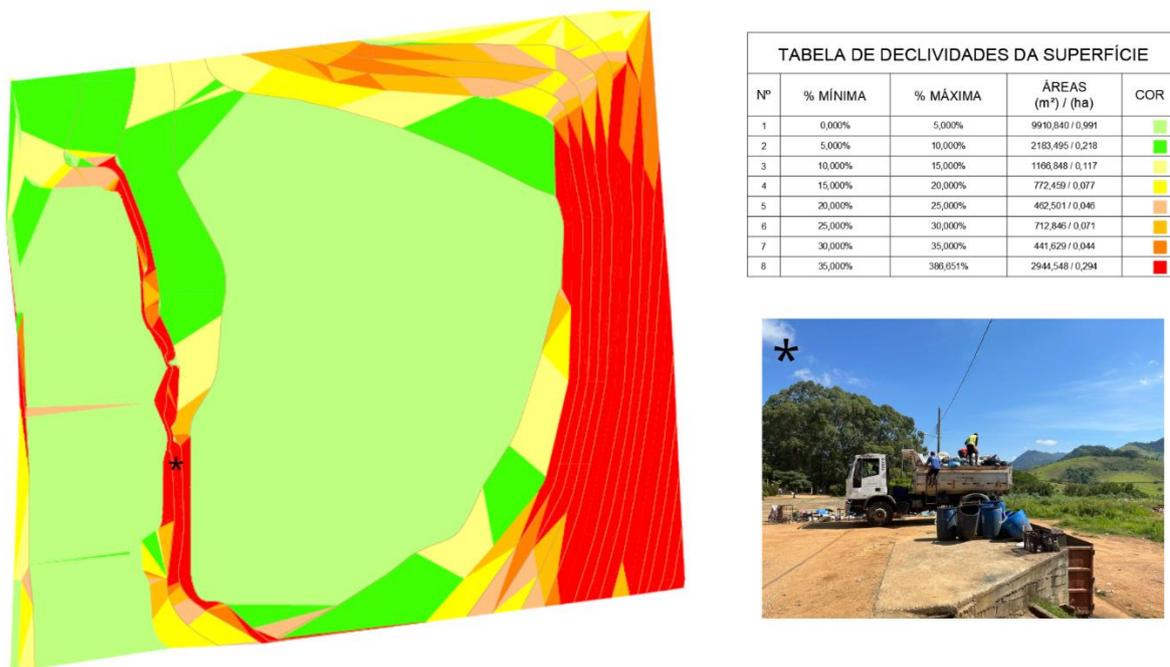
Fonte: Google Earth Pro, 2023.

Essas características são cruciais para entendimento da dinâmica de movimentação de escoamento no local, já que o chorume é um líquido com grande potencial poluidor, produzido

na decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos e através do escoamento superficial e da lixiviação, pode se tornar um agravante tanto da poluição do solo, quanto das águas superficiais e subterrâneas, comprometendo a qualidade desses recursos naturais (Correia, 2020).

Cerca de 67% do terreno apresenta declividade entre 0 e 10%, de acordo com o levantamento topográfico realizado para o licenciamento da área de transbordo, como demonstra a Figura 20. É válido ressaltar que a área não apresentou escorregamentos ou trincas no período de operação como Aterro Controlado ou após a desativação. A partir disso, é possível validar que o local demonstra taludes considerados estáveis na condição em que se encontra, sem indícios de riscos. Ademais, é necessário que seja feito monitoramento adequado para garantir que esse cenário permanece o mesmo no decorrer do tempo.

Figura 20 – Declividade da área de interesse.



Fonte: Autoras, 2024.

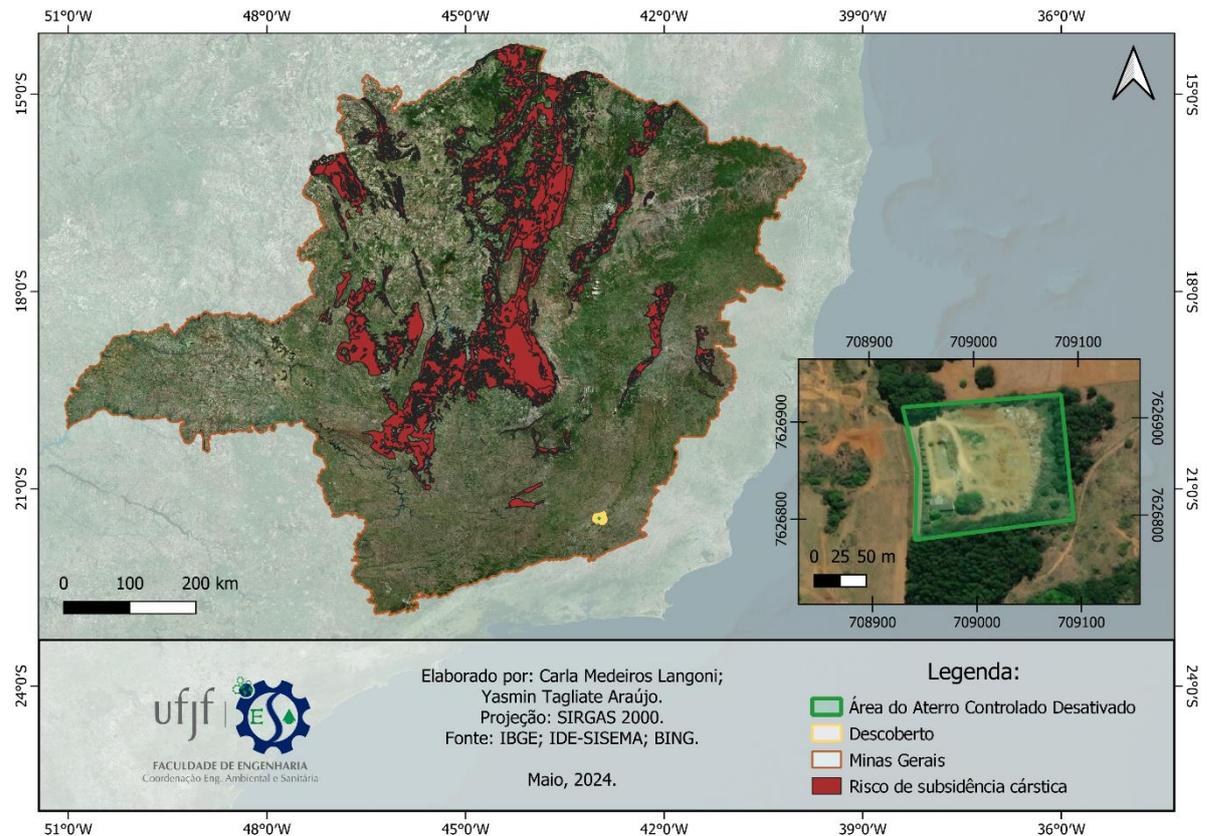
Ademais, é possível observar que as áreas com maior inclinação se encontram nas extremidades, representando aproximadamente 16% do terreno total analisado. Vale destacar que a região com maior inclinação está localizada entre as áreas de menor inclinação, evidenciando a separação entre a zona de compostagem, triagem e transbordo, e a área de

deposição de resíduos. Essa divisão (demarcada com asterisco na Figura 20) apresenta ângulos significativamente maiores, com uma estrutura reforçada e previamente planejada para facilitar as operações.

É importante evidenciar que, devido à ausência de legislação específica para determinar a estabilidade de taludes formados por maciços de resíduos, a avaliação dessa característica na área de estudo foi realizada por meio de um levantamento histórico sobre a ocorrência de deslizamentos ou escorregamentos, nos quais não foram encontrados indícios. Além disso, foi conduzida uma visita técnica para verificar possíveis trincas ou áreas de empoçamento, que poderiam comprometer a estabilidade, nos quais também não foram constatados. Contudo, para que essa condição se mantenha, é essencial realizar um monitoramento contínuo, utilizando métodos topográficos e observações do comportamento do aterro controlado desativado, a fim de garantir a segurança dos trabalhadores e das comunidades vizinhas.

Para escolha da melhor maneira de atuar na recuperação da área como a desse estudo é preciso compreender se o local está localizado em áreas de formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas. Como demonstra a Figura 21, a área de interesse desse trabalho não se encontra em área de risco de subsidência cárstica. Esse tipo de relevo se caracteriza pela dissolução das rochas, formando uma série de feições tais como cavernas, grutas, abrigos, entre outros. Algumas atividades antrópicas são extremantes impactantes ao sistema cárstico, por isso existência de cavidades em áreas onde se planeja implantar algum projeto demanda cautela visando a conservação dessas áreas (Teles et al, 2019).

Figura 21 - Zonas de risco de subsidência cárstica em Minas Gerais.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

### 6.1.3. Meio Biótico

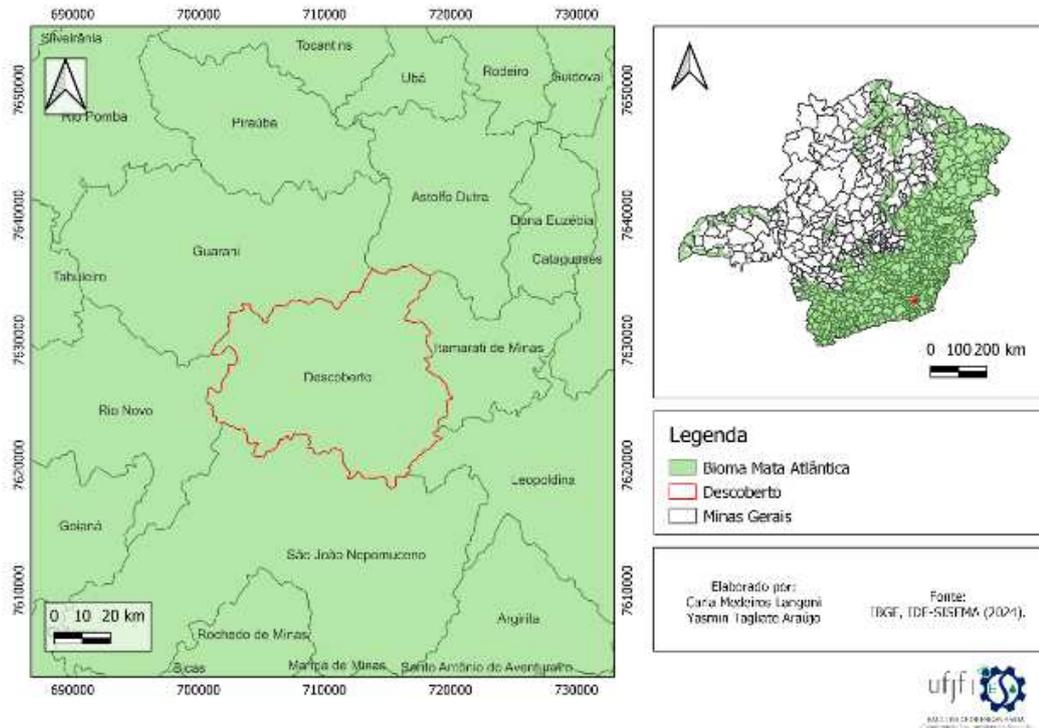
#### 6.1.3.1. Bioma e Vegetação

O município de Descoberto encontra-se em sua totalidade inserido no bioma da Mata Atlântica e a caracterização da ocupação do município são apresentados, conforme observado na Figura 22. A Mata Atlântica está entre os biomas mais ameaçados do mundo. A cobertura original era de 1.309.736 km<sup>2</sup>, e, atualmente restam apenas 24% desta área, que se encontra dividida em diversos fragmentos. Mais de 90% do bioma encontra-se no Brasil, se apresentando também na Argentina e no Paraguai. A Mata Atlântica ocupa 15% do território brasileiro, contemplando 17 estados do país. Também, abrange nove das 12 regiões hidrográficas do Brasil. O bioma abriga cerca de 70% da população brasileira e, é responsável por 80% da economia do país. Além disso, é a região agrícola principal do país, produzindo a maior parte das culturas básicas e dos alimentos consumidos dentro do país (SOS Mata Atlântica, 2023).

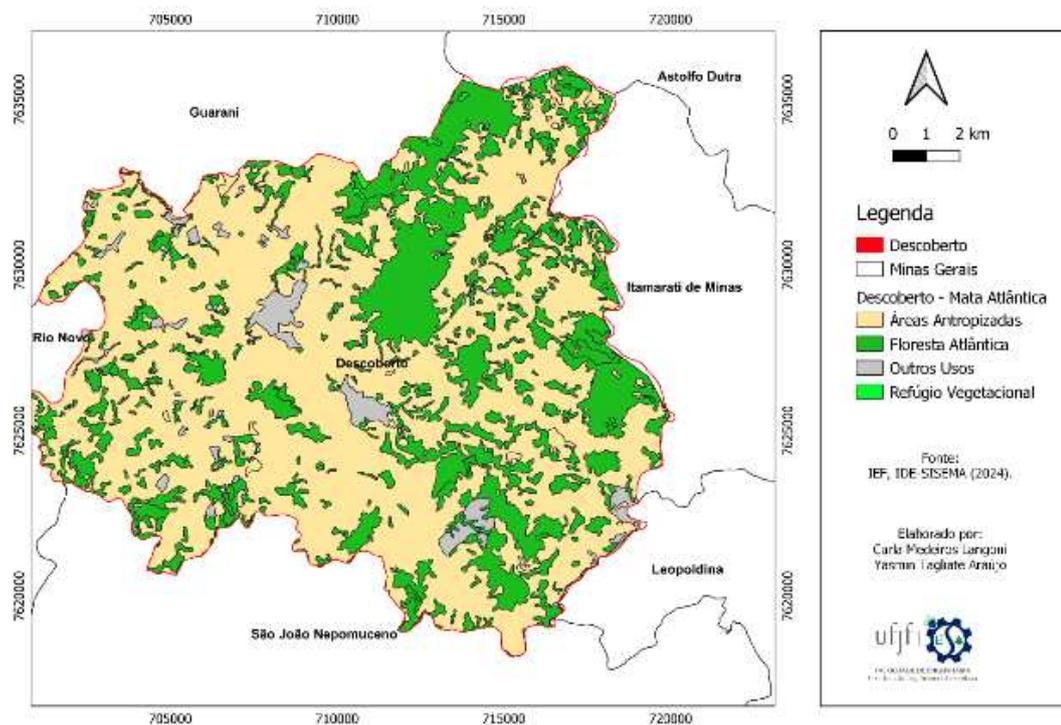
Segundo a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências, determina para efeitos da lei que compõem o bioma as formações florestais nativas e ecossistemas relacionados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encraves florestais do Nordeste (Brasil, 2006).

A Mata Atlântica é considerada um *hotspot*, que significa áreas com elevada biodiversidade, incluindo espécies endêmicas que apresentam alto grau de ameaça, sendo assim, este bioma é o lar de mais de 20.000 espécies, cuja 6.000 são endêmicas, não ocorrendo em nenhum outro lugar do mundo. Além disso, é a floresta de maior diversidade de árvores no mundo. Também abriga 1.989 espécies ameaçadas da flora e fauna nacional, onde a maioria são endêmicos. Corresponde a 25% de todas as espécies ameaçadas no país. Ainda, somente 13% da Mata Atlântica é protegida por diferentes tipos de áreas de proteção e, apenas 9% do bioma é aplicado exclusivamente à conservação (SOS Mata Atlântica, 2023).

Figura 22 – Caracterização do município de Descoberto – MG.



(A) Município de Descoberto inserido no Bioma Mata Atlântica

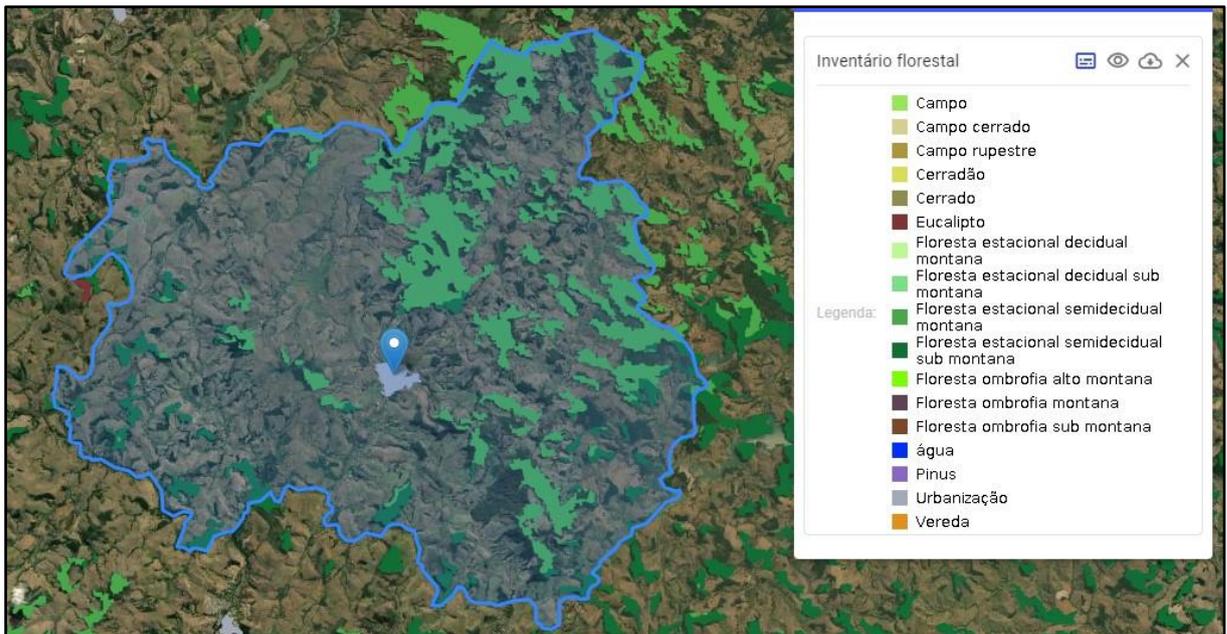


(B) Caracterização da distribuição da Mata Atlântica e ocupação em Descoberto.

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

As florestas presentes na região do município são Floresta Estacional Semidecidual Montana e Floresta Estacional Semidecidual Submontana, sendo possível observar na Figura 23, obtida pelo Infraestrutura de Dados Espaciais – IDE SISEMA, através do inventário florestal realizado pelo Instituto Estadual de Florestas – IEF (IDE-SISEMA, 2024).

Figura 23 - Características florestais no município de Descoberto.



Fonte: IDE-SISEMA, 2024.

### 6.1.3.2. Áreas Protegidas

Conforme disposto pelo Código Florestal Brasileiro, as Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas protegidas que podem estar cobertas ou não por vegetação nativa. Sua função é preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. Além disso, as APPs facilitam o fluxo gênico de fauna e flora, protegem o solo e garantem o bem-estar das populações humanas (Brasil, 2012). Conforme descrito na seção sobre Hidrografia, a área do aterro controlado não está situada em uma APP de curso d'água, nem em qualquer outro tipo de APP.

A Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, define uma Unidade de Conservação (UC) como um espaço territorial com recursos ambientais significativos, incluindo águas jurisdicionais. Estas áreas são legalmente estabelecidas pelo Poder Público, com o objetivo de conservação e limites claramente definidos, operando sob um regime especial de administração que garante a proteção adequada.

A Unidade de Conservação mais próxima do aterro controlado desativado de Descoberto é a Área de Proteção Ambiental (APA) Municipal Serra dos Núcleos, localizada a aproximadamente 9,5 km da área.

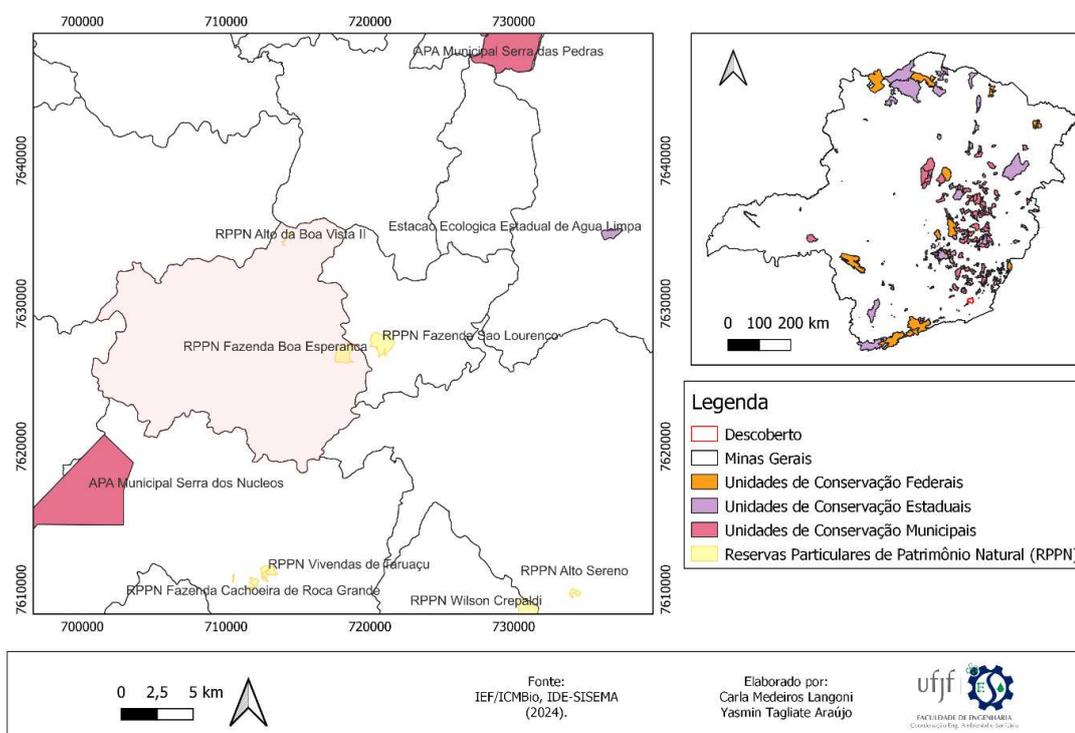
De acordo com o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2022), uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) é uma Unidade de Conservação de domínio privado, registrada na matrícula do imóvel, destinada à conservação da biodiversidade.

Na Figura 24, são destacadas as seguintes RPPNs:

- **RPPN Alto da Boa Vista II:** área total de 125,27 ha.
- **RPPN Fazenda Boa Esperança:** área total de 126,80 ha.
- **RPPN Fazenda São Lourenço:** área total de 177,2 ha.
- **RPPN Sítio Sannyasim:** área total de 5 ha (conforme indicado no Produto 5).
- **RPPN Jurerê:** área total de 7 ha.
- **ReBio Represa do Grama:** área total de 254,79 ha.

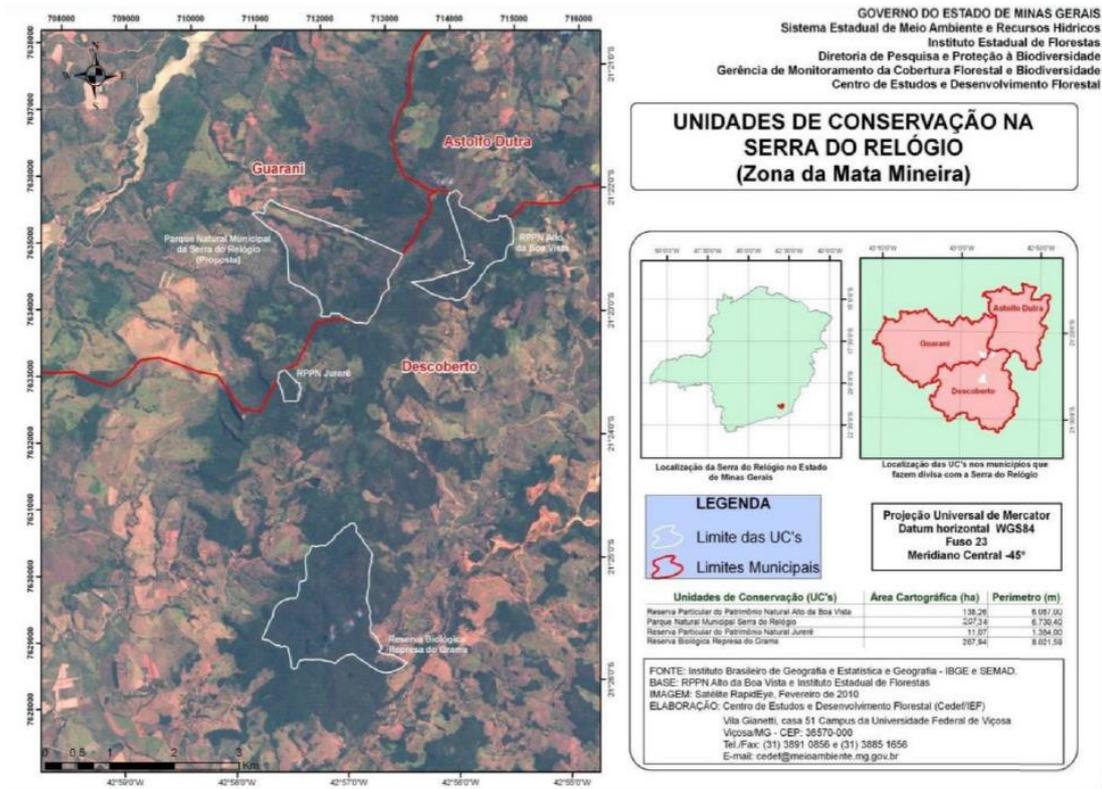
Também são dispostos na Figura 25, as Unidades de Conservação presentes em Descoberto e municípios limítrofes, sendo estas RPPN Jurerê, RPPN Alto da Boa Vista e Reserva Biológica do Grama.

Figura 24 - Áreas protegidas em Descoberto e região.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Figura 25 - Unidades de Conservação em Descoberto e suas proximidades.

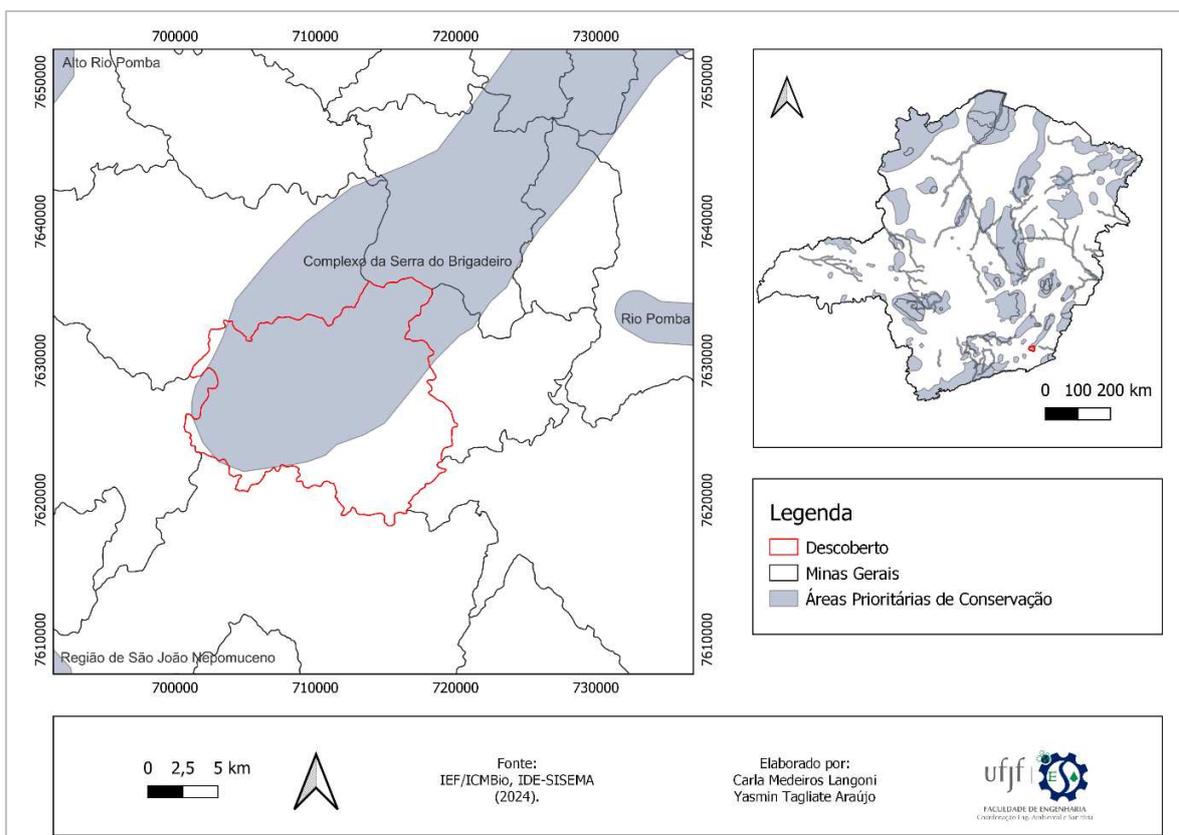


Fonte: IEF, 2024.

O Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) definiu as Áreas Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira como um importante instrumento de política pública. Este instrumento visa apoiar a tomada de decisões de maneira objetiva e participativa, orientando o planejamento e a implementação de ações relacionadas à conservação, recuperação e uso sustentável dos ecossistemas. As iniciativas incluem a criação de Unidades de Conservação (UC), o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras, a fiscalização ambiental, o incentivo ao uso sustentável e a regularização ambiental (MMA, s.d.).

Conforme ilustrado na Figura 29, o município de Descoberto faz parte do Complexo da Serra do Brigadeiro. De acordo com o Instituto Estadual de Florestas (IEF), o Parque é uma das mais importantes reservas naturais de Minas Gerais. Ele abriga inúmeras nascentes que desempenham um papel crucial na formação das Bacias Hidrográficas do Rio Doce e do Paraíba do Sul. Além disso, a região é caracterizada por Florestas Atlânticas de Encosta e Campos de Altitude, e também é um habitat para espécies botânicas raras (IEF, 2024).

Figura 26 - Área Prioritária para Conservação, Descoberto - MG.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

## 6.2. PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS (PRAD)

Considerando a caracterização da área de Aterro Controlado do município de Descoberto e, os requisitos sugeridos pelo Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos elaborado pela FEAM, no ano de 2010, a técnica de desativação que atende a área de estudo é a Recuperação Simples.

Segundo a FEAM (2010), a Recuperação Simples prevê o encapsulamento dos resíduos e, é sugerida aplicação quando for observada a inviabilidade da remoção dos resíduos dispostos no local, devido a quantidade de resíduos e dificuldades operacionais, quando a área ocupada pelos resíduos não for muito grande e, quando o local não puder ser recuperado como aterro controlado ou aterro sanitário. Além disso, esta técnica é recomendada somente quando um conjunto de condições específicas for atendido, conforme apresentado na Quadro 4.

Quadro 4 - Requisitos estabelecidos pela FEAM (2010) para a adoção técnica de Recuperação Simples.

| <b>Requisitos FEAM (2010)</b>   | <b>Atende</b> | <b>Tópico</b>                                    |
|---|---------------|--|
| O maciço do depósito deve ter pequena altura e ter taludes estáveis na condição em que se encontra, podendo ser capeado com solo, sem manejo de lixo, de modo seguro e economicamente viável. | SIM           | <b>6.1.2.5. Geomorfologia e Relevo</b>           |
| O depósito <b>não</b> deve estar localizado em: áreas de formação cárstica, ou sobre qualquer outra formação geológica propícia à formação de cavernas  | SIM           | <b>6.1.2.5. Geomorfologia e Relevo</b>           |
| O depósito <b>não</b> deve estar localizado em: áreas de valor histórico ou cultural, como, por exemplo, os sítios arqueológicos.   | SIM           | <b>6.1.1.4. Cultura, Turismo e Lazer</b>         |
| O depósito <b>não</b> deve estar localizado em: áreas de preservação permanente, áreas de proteção ambiental e reservas biológicas.   | SIM           | <b>6.1.3.2. Áreas Protegidas</b>                 |
| O depósito <b>não</b> deve estar localizado em: áreas com menos de 200 metros de distância de corpos hídricos utilizados para irrigação de hortaliças e consumo humano.                       | SIM           | <b>6.1.2.2. Hidrografia</b>                      |
| Deve haver disponibilidade de solo apropriado para o encapsulamento dos resíduos a menos de 1,5 km do local.  | SIM           | <b>6.1.2.3. Solos</b>                            |
| Não ter ocorrido comprometimento das águas subterrâneas, constatado em análises químicas e biológicas.  | SIM           | <b>6.1.1.6. Indicadores de Qualidade da água</b> |
| A área de empréstimo, comprovando-se sua capacidade e qualidade, deverá ser cedida à prefeitura em condições financeiras notoriamente vantajosas, mediante documento de fé pública;           | SIM           | <b>6.1.2.3. Solos</b>                            |
| Os catadores de lixo do município já se encontram ou estão em processo formal de organização.   | SIM           | <b>6.1.1.10.1. Resíduos Gerados</b>              |

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Além dos requisitos da FEAM, também foram obtidos dados da caracterização do local que são de relevância direta com a escolha do melhor método de recuperação, conforme apresentado na Tabela 8. A planta demonstrando a distribuição das propostas de implantação deste trabalho se encontram no Apêndice II.

Tabela 8 - Resumo das informações do Aterro Controlado de Descoberto – MG.

| <b>Atributo</b>                                       | <b>Valor</b>       | <b>Tópico</b>   |
|---|--------------------|---|
| Fração biodegradável dos resíduos                     | 39%                | <b>6.1.1.10.1. Resíduos Gerados</b>                               |
| Idade dos últimos resíduos dispostos                  | 6 anos             | <b>6.1.1.11.Histórico da área do Aterro Controlado Desativado</b> |
| Área do aterro controlado                             | 2 ha               | <b>6.1.1.11.Histórico da área do Aterro Controlado</b>            |
| Pluviosidade anual no local                           | 1564,8 mm          | <b>6.1.2.1. Climatologia</b>                                      |
| Frequência de alagamento observados                   | Inexistente        | <b>6.1.2.2. Hidrografia</b>                                       |
| Distância ao núcleo populacional mais próximo         | 3,5 km             | <b>6.1.1.1. Localização e Acesso</b>                              |
| Distância ao aeroporto mais próximo                   | 14,7 km            | <b>6.1.1.1. Localização e Acesso</b>                              |
| Distância à captação de água superficial mais próxima | 802 m              | <b>6.1.2.2. Hidrografia</b>                                       |
| Distância à captação de água subterrânea mais próxima | 65 m               | <b>6.1.2.2. Hidrografia</b>                                       |
| Distância de Unidade de Conservação (UC) mais próxima | 9,5 km             | <b>6.1.3.2. Áreas Protegidas</b>                                  |
| Distância de APP mais próxima                         | 0,3 km             | <b>6.1.3.2. Áreas Protegidas</b>                                  |
| Distância ao corpo hídrico mais próximo               | 60 m               | <b>6.1.2.2. Hidrografia</b>                                       |
| Previsão para desativação                             | Desativado em 2018 | <b>6.1.1.11.Histórico da área do Aterro Controlado</b>            |
| Quantidade total de resíduos no Aterro Controlado     | 3621,49 ton        | <b>6.1.1.10.1. Resíduos Gerados</b>                               |
| Quantidade de resíduos depositados diariamente        | 1,24 t/dia         | <b>6.1.1.10.1. Resíduos Gerados</b>                               |
| Espessura da camada de resíduos                       | 7 a 10 m           | <b>6.1.1.11.Histórico da área do Aterro Controlado</b>            |

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

### **6.2.1. Objetivo geral**

O objetivo do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para a área do aterro controlado desativado no município de Descoberto, MG, é restaurar a área de maneira ambientalmente adequada, assegurando sua reintegração ao ecossistema local e viabilizando seu uso futuro de forma sustentável. O projeto busca implementar práticas que promovam a recuperação da biodiversidade, a estabilização do solo e a reabilitação das funções ecológicas da área. Para atingir esses objetivos, serão seguidas etapas baseadas no método de Recuperação Simples, conforme as diretrizes estabelecidas pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM).

### **6.2.2. Objetivos específicos**

A proposta do Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas com base na Recuperação Simples FEAM (2010) consiste nos seguintes procedimentos para a recuperação adequada da área de estudo:

1. Isolamento e identificação da área;
2. Limpeza da área;
3. Reconfiguração do terreno e encapsulamento dos resíduos;
4. Melhorias no sistema de drenagem pluvial;
5. Construção dos drenos verticais de biogás;
6. Implantação de cobertura vegetal;
7. Manutenção e Monitoramento;

### 6.2.3. IMPLANTAÇÃO DO PRAD

#### 6.2.3.1. Isolamento e identificação da área

A área onde está localizado o aterro controlado desativado possui Licenciamento Ambiental para a Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) e Transbordo, conforme mencionado no item 6.1.1.6. Na entrada, há uma placa de identificação indicando: “Unidade de Triagem e Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos – UTC” e “Entrada permitida somente para pessoas autorizadas”. A área é cercada por arame e cerca viva e possui um portão de entrada. Como a área já está cercada, recomenda-se apenas a manutenção do cercamento quando necessário.

A área em recuperação deve ser identificada adequadamente para que não haja intervenções indesejadas prejudicando o desenvolvimento da área, portanto, sugere-se que seja instalada uma placa de identificação do local com advertências conforme Figura 28.

Figura 27 - Proteção e identificação da Área de Aterro Controlado desativado.



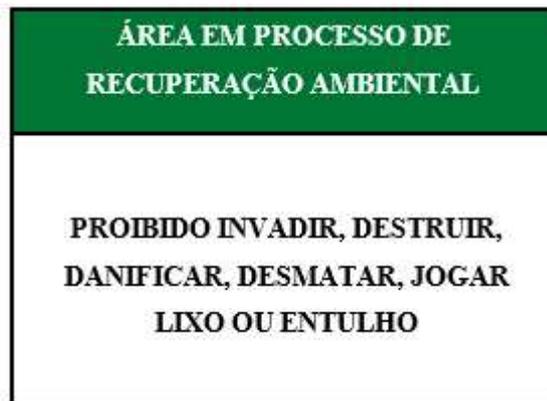
a) Entrada do Aterro Controlado de Descoberto em 2011.



b) Entrada da Usina de Triagem e Compostagem – Aterro Controlado desativado, 2019.

Fonte: Google Maps, 2024.

Figura 28 – Exemplo de identificação na área.



Fonte: Autoras, 2024.

#### **6.2.3.2. Limpeza da área**

Sugere-se que área em questão seja limpa para que a implantação seja realizada com sucesso, visando preparar o terreno para os demais passos. A limpeza consiste na remoção e destinação final dos resíduos da vegetação, vegetação invasora, e retirada de qualquer tipo de resíduo remanescente ou entulhos tanto da área objetivada quanto do seu entorno. Para a realização deste serviço, é indicada a utilização de foices e roçadeiras.

#### **6.2.3.3. Reconfiguração do terreno e encapsulamento dos resíduos**

Para o planejamento dessa etapa, foram utilizadas as informações levantadas na visita in loco e os dados do levantamento topográfico já existente do terreno. Como pode ser verificado na Figura 29, a UTC já existe e está posicionada à oeste, assim como sua área de atividade e a destinada ao transporte interno de veículos. Na parte leste, local anteriormente alvo de deposição de resíduos, serão dispostas as medidas visando a recuperação.

Foi delimitada uma Área de Estabilização de Talude na parte mais inclinada do terreno, abrangendo aproximadamente 20 metros a partir da extremidade leste, com mais de 35% de declividade, representando 2.570 m<sup>2</sup>. Para garantir boa sustentação dessa área, sugere-se que seja realizado o retaludamento com a construção de bermas. Esse processo consiste em alterar a geometria do talude para evitar escorregamentos, suavizando a inclinação e assegurando a estabilidade necessária. Além disso, para evitar o acúmulo de água das chuvas, o platô superior

deve possuir uma inclinação mínima de 2% em relação à sudeste, indicando escoamento para o lado da escada hidráulica que será proposta.

Devido à exposição do solo, nas bermas deve-se realizar a hidrossemeadura. Esse método envolve o preparo do solo com cavas para aderência das sementes, seguido pelo lançamento de uma mistura de água, sementes de gramíneas e leguminosas nativas, fertilizantes e materiais adesivos por meio de caminhões-pipa (Silva; Paschoalin Filho, 2018). A técnica busca garantir a cobertura vegetal do talude rapidamente, reduzindo o escoamento superficial.

A hidrossemeadura foi escolhida devido às suas diversas vantagens, incluindo alta taxa de germinação e cobertura homogênea. Além disso, melhora a absorção da energia dos impactos da chuva, é um processo rápido que diminui a necessidade de mão-de-obra, proporciona maior capacidade de retenção de água e pode ser executada em áreas de difícil acesso (Fernandes e Freitas, 2011).

A Área de Limpeza possui cerca de 8.540 m<sup>2</sup>, e como mencionado anteriormente, deve passar pela remoção de todo tipo de resíduos que estiverem soltos e dispersos no solo, sendo direcionados à Área de Resíduos Realocados com dimensões de aproximadamente 30x30 m, como demonstra a Figura 29. Essas dimensões foram estipuladas considerando a quantidade média de resíduos soltos visualizada na área no dia da visita, já que Descoberto não possui dados da quantificação remanescentes no local. A Área de Resíduos Realocados será posicionada à sul da Área de Limpeza, na parte mais plana do terreno, para que a entrada e a Área de Transporte Interno de Veículos existente não seja afetada. As coordenadas em UTM, Datum SIRGAS 2000, zona 23K previstas para a Área de Resíduos Realocados consta na Tabela 9.

Tabela 9 – Vértices da Área de Resíduos Realocados.

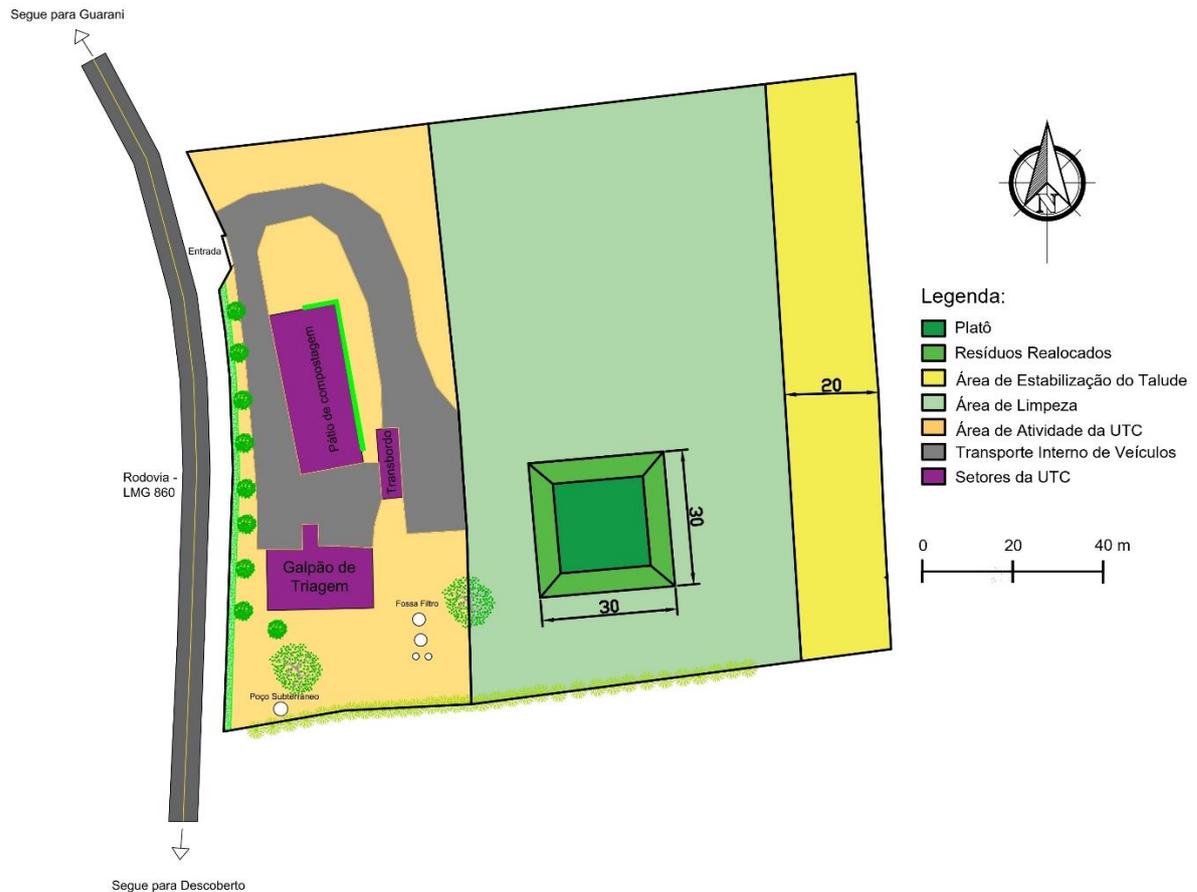
| Vértice | Coordenadas UTM |               |
|---------|-----------------|---------------|
|         | Latitude        | Longitude     |
| 1       | 7626837.88 m S  | 709008.90 m E |
| 2       | 7626809.00 m S  | 709010.00 m E |
| 3       | 7626809.00 m S  | 709041.00 m E |
| 4       | 7626837.00 m S  | 709040.00 m E |

Fonte: Autoras, 2024.

Ademais, a FEAM (2010) orienta o encapsulamento dos resíduos na Área de Resíduos Realocados, representando o maciço (900 m<sup>2</sup>), com uma camada de 50 cm de argila, sendo necessário o volume de 450 m<sup>3</sup>, nesse caso. Após compactação, esse material apresenta baixa permeabilidade e é reduzida a suscetibilidade ao trincamento, sendo adequado como solo de empréstimo para estabilização. A baixa permeabilidade é crucial para evitar a infiltração de chorume advindo do processo de decomposição. Cabe destacar que, esta atividade deve ser realizada em período de seca, a fim de evitar que os resíduos sejam carreados ou que haja infiltração dos componentes devido à precipitação, além de considerar a facilidade de manejo e organização destes.

Além disso, após os processos citados anteriormente, Área de Limpeza e a Área de Resíduos Realocados devem ser sobrepostas com 10 cm de solo orgânico como sugerido pela FEAM (2010) para desenvolvimento da cobertura vegetal, totalizando um volume de aproximadamente 1.000 m<sup>3</sup> deste. Esse aterramento tem objetivo de cobrir toda a área que irá receber cobertura vegetal, visando não só a estruturação das plantas, mas também o revestimento de qualquer resíduo parcialmente sob o solo que continue visível.

Figura 29 – Reorganização do terreno.



Fonte: Autoras, 2024.

#### 6.2.3.4. Melhorias no sistema de drenagem pluvial

A ABNT NBR 8.419/1992, que dispõe sobre a apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, apresenta como condição específica a previsão de um sistema de drenagem das águas superficiais que tendem a escoar para a área de aterro, assim como as que precipitam diretamente sobre esta área.

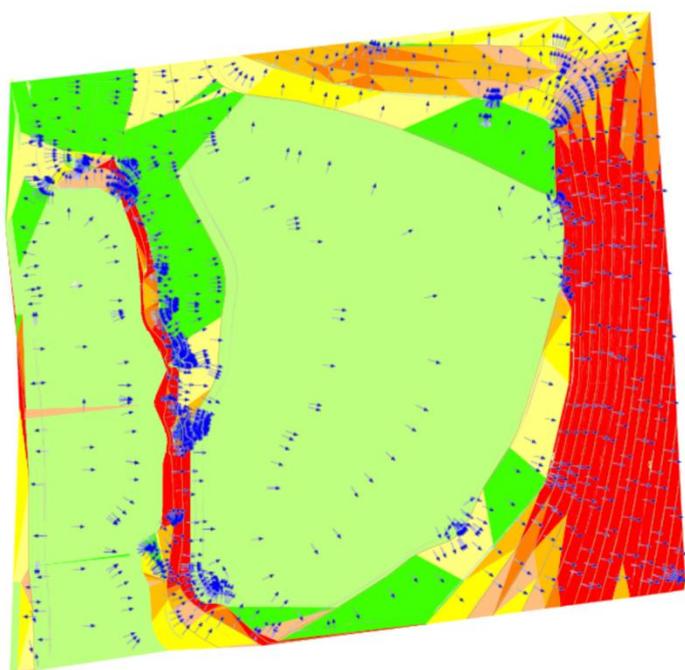
No Parecer Técnico do Licenciamento de Estação de Transbordo e Unidade de Triagem e Compostagem do Município de Descoberto, SLA N°: 5.407/2021, consta a descrição da existência de um sistema de drenagem no empreendimento, sendo composto por canaletas no entorno do pátio de compostagem, responsáveis pela coleta da água pluvial e pela distribuição para as bocas de lobo localizadas em pontos estratégicos, com intuito de evitar erosão nas dependências das estruturas. Além disso, também é mencionado a necessidade de melhoria dos canais de drenagem em volta dos galpões e do empreendimento para torná-lo mais eficiente. Desse modo, foi designado ao empreendimento a “Condicionante 02: Implantação de canaletas

de drenagem no entorno dos galpões e do empreendimento, proporcionando a melhoria do escoamento das águas pluviais para as bocas de lobo”, no prazo de 180 dias, após emissão da licença. Assim, o sistema de drenagem objeto da condicionante 02 contempla a área do antigo depósito dos resíduos sólidos urbano, o aterro controlado a ser recuperado.

O sistema de drenagem do Aterro Controlado de Descoberto desativado será composto por canaletas dispostas nas áreas de escoamento preferencial, inseridas no local de interesse para recuperação demonstrado no decorrer deste documento, sendo estas direções apontadas na Figura 30.

As canaletas previstas serão de concreto - meia seção (Figura 31), com inclinação de 2% com intuito de evitar a ocorrência de acúmulo d’água de acordo com FEAM (2010). Além disso, indica-se a construção de uma escada hidráulica na lateral do terreno, para a qual as canaletas devem ser direcionadas (Figura 32). A escada hidráulica terá como objetivo encaminhar o escoamento superficial para o ponto exultório considerado, se tratando do corpo hídrico presente nesta direção, dessa forma, o fluxo pluvial será encaminhado para o córrego principal Pouso Alegre. O memorial de dimensionamento do sistema de drenagem encontra-se no Apêndice I deste documento.

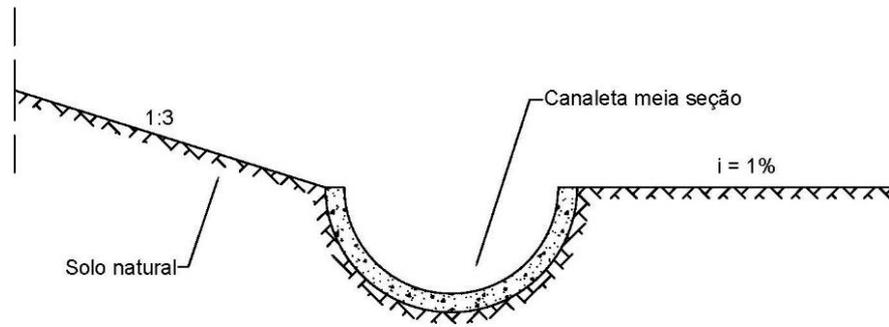
Figura 30 – Direção do fluxo preferencial do escoamento superficial.



| TABELA DE DECLIVIDADES DA SUPERFÍCIE |          |          |                   |     |
|--------------------------------------|----------|----------|-------------------|-----|
| Nº                                   | % MÍNIMA | % MÁXIMA | ÁREAS (m²) / (ha) | COR |
| 1                                    | 0,000%   | 5,000%   | 9910,840 / 0,991  | ■   |
| 2                                    | 5,000%   | 10,000%  | 2183,495 / 0,218  | ■   |
| 3                                    | 10,000%  | 15,000%  | 1168,848 / 0,117  | ■   |
| 4                                    | 15,000%  | 20,000%  | 772,459 / 0,077   | ■   |
| 5                                    | 20,000%  | 25,000%  | 462,501 / 0,046   | ■   |
| 6                                    | 25,000%  | 30,000%  | 712,846 / 0,071   | ■   |
| 7                                    | 30,000%  | 35,000%  | 441,629 / 0,044   | ■   |
| 8                                    | 35,000%  | 386,651% | 2944,548 / 0,294  | ■   |

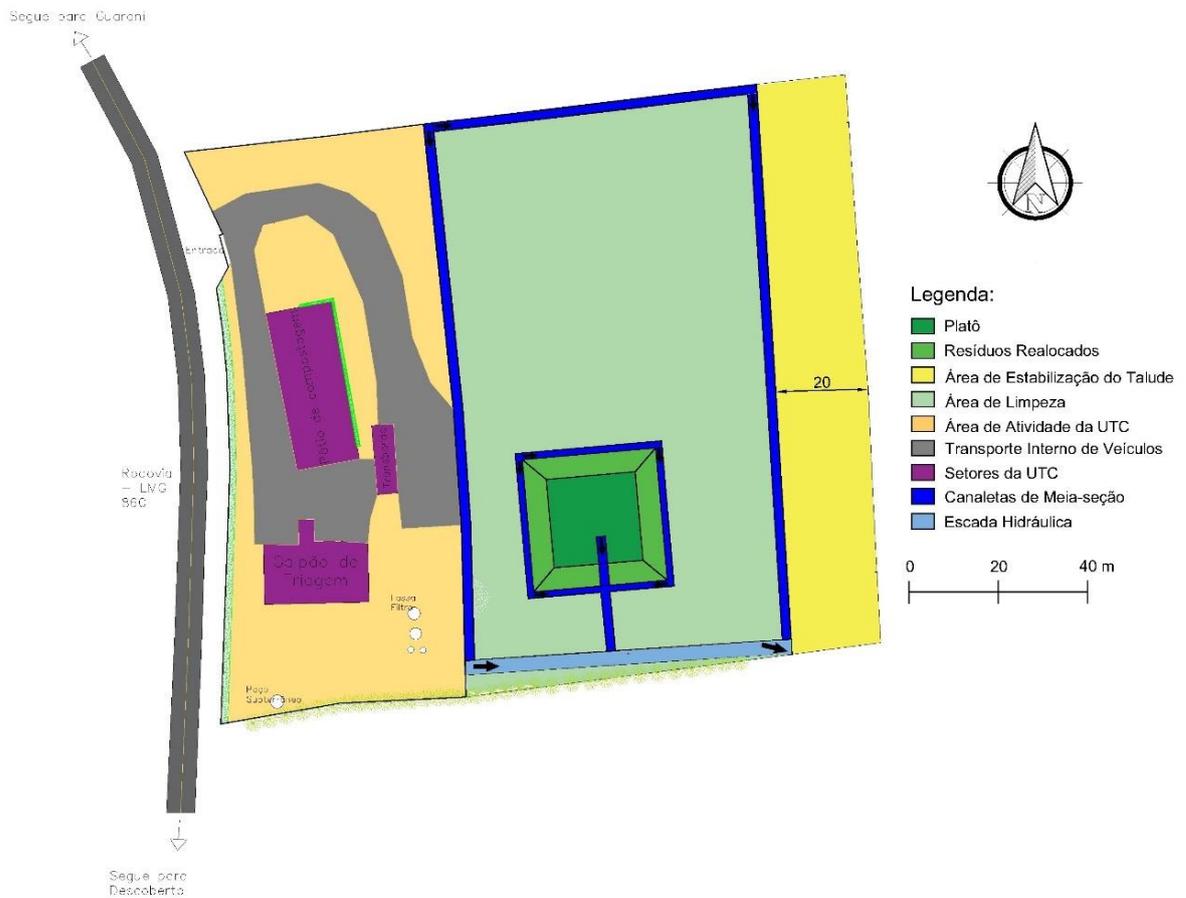
Fonte: Autoras, 2024.

Figura 31 - Canaletas de meia seção ou "meia-cana".



Fonte: Adaptado de Soares, 2013.

Figura 32 - Sistema de drenagem da área a ser recuperada.



Fonte: Autoras, 2024.

Cabe ressaltar que, devido a presença de uma estrada de terra próximo ao local em que o fluxo de drenagem seria encaminhado, sugere-se que seja realizado o plantio de capim vetiver, com objetivo de diminuir a velocidade do escoamento, evitando danos que possam ocasionar na estrada.

### 6.2.3.5. Construção dos drenos verticais de biogás

O sistema de drenagem de gás tem a função de drenar e direcionar os gases resultantes da decomposição da matéria orgânica, principalmente metano e gás carbônico. A presença de gás no interior da massa de resíduos pode aumentar as pressões internas, o que contribui para a instabilidade do maciço (Oliveira e Gomes, 2018; Costa, 2023). Além disso, o sistema permite que os gases sejam direcionados de forma segura, evitando sua liberação descontrolada na atmosfera e possibilitando a queima ou o reaproveitamento energético desses gases, se viável (Silva, 2016).

Para a Recuperação Simples, a FEAM (2010) sugere que sejam construídos drenos verticais de gás. O dimensionamento desses drenos depende da vazão de biogás a ser drenada, no entanto, não existem modelos de cálculos específicos, assim os drenos são construídos de forma empírica, prevalecendo o bom senso do projetista (CEMPRE, 2018).

Segundo a ABNT NBR 15.849/2010, que trata das diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramentos de aterros sanitários de pequeno porte, são considerados critérios para instalação ou dispensa desse tipo de sistema, como demonstra a Tabela 10 (ABNT, 2010). Nesse caso, para o Aterro Controlado de Descoberto a fração orgânica dos resíduos de acordo com a gravimetria realizada é de 39%, a sugestão é que se deve considerar o sistema de drenagem de gases observando a altura ao final da conformação do maciço.

Tabela 10 - Instruções para a consideração do sistema de drenagem dos gases.

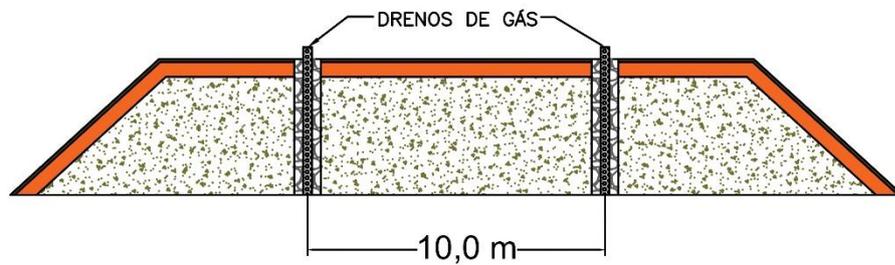
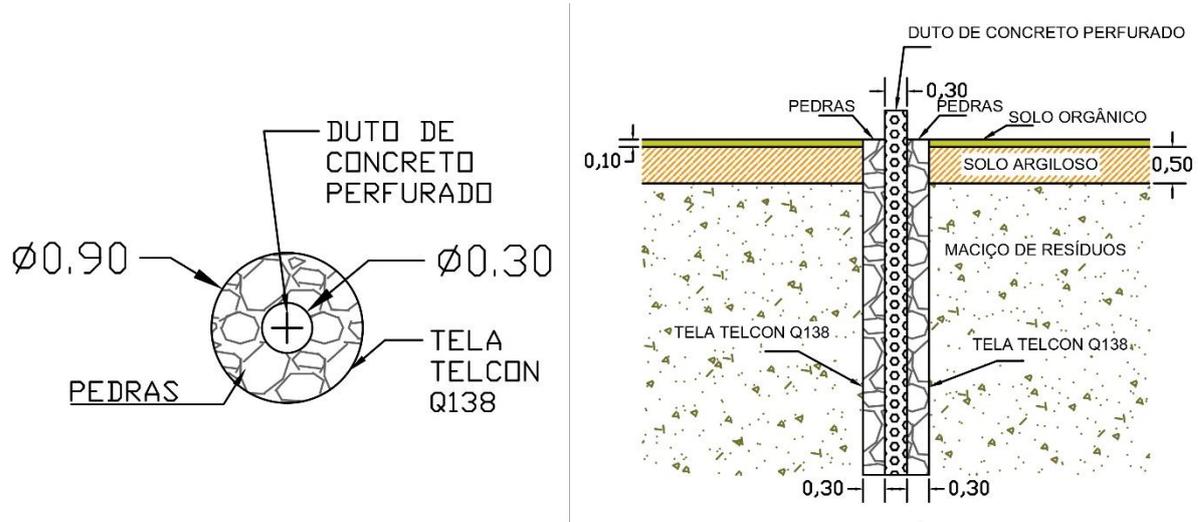
| Caracterização da operação       |      | Altura Final do Aterro |            |
|----------------------------------|------|------------------------|------------|
|                                  |      | =<3                    | >3         |
| Fração orgânica dos resíduos (%) | =<30 | Dispensar              | Dispensar  |
|                                  | >30  | Dispensar              | Considerar |

Fonte: ABNT, 2010.

Neste caso, será prevista a implantação de dois drenos verticais, de diâmetro 0,3 m, na extensão do platô da Área de Resíduos Realocados, com espaçamento de 10 metros entre eles, em conformidade com a NBR 15.849/2010, que sugere um espaçamento máximo de 30 metros (Silva, 2016; ABNT, 2010). O posicionamento e dimensões do sistema de dutos podem ser observados na Figura 33 e Figura 34. As coordenadas UTM sugeridas para o primeiro duto são longitude 709.019,00 m E e latitude 7.626.822,00 m S, e para o segundo longitude 709.029,00 m E e latitude 7.626.822,00 m S.

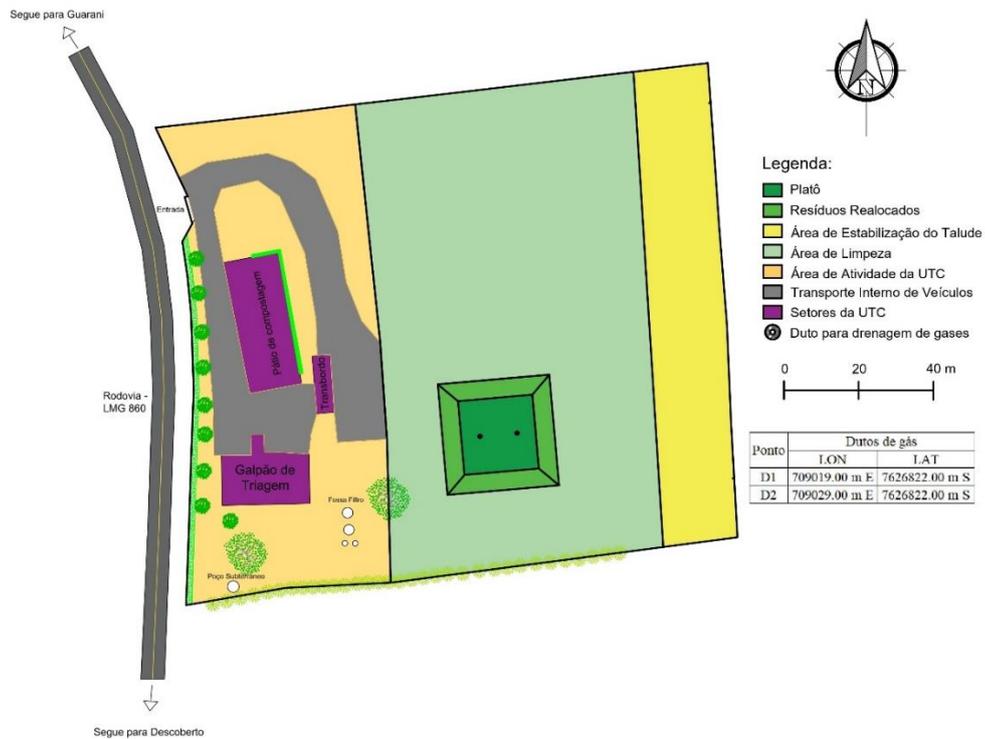
Os drenos verticais devem estar acima do nível de cobertura do maciço, e a altura mínima recomendada para a implantação do sistema é de 3 metros, conforme a NBR 15.849/2010. Assim, é sugerido que os dois drenos previstos tenham uma profundidade de 5 metros, podendo ser ajustada caso a camada de resíduos se mostre maior do que o esperado. Além disso, os tubos devem ser envoltos por pedras do tipo rachão de espessura igual à do duto (0,3 m), e essas fixadas com o auxílio de uma tela de aço. Vale ressaltar que, durante a visita ao local, foi observado que não há grande quantidade de resíduos soltos na área. Portanto, acredita-se que a camada do maciço não ultrapassará os 4,5 metros de profundidade, considerando que a altura final de cada dreno deverá ser cerca de 0,5 m acima da cota final do maciço (Silva, 2016).

Figura 33 – Vistas do sistema de drenagem para gases.



Fonte: Autoras, 2024.

Figura 34 – Vista em planta dos dutos para drenagem de gases.



Fonte: Autoras, 2024.

### 6.2.3.6. Implantação de cobertura vegetal

#### 6.2.3.6.1. Espécies recomendadas

De acordo com Silva (2019), diversas espécies vegetais leguminosas podem contribuir com a estabilização de taludes, o controle de erosão do solo e com a revegetação de áreas degradadas. Ressalta ainda que as plantas leguminosas apresentam eficiência na restauração dos solos, além disso, existe uma importância na interação de leguminosas associadas com gramíneas na fase primária de sucessão ecológica, com a produção de biomassa que resulta numa composição maior do solo, agregando nutrientes, para o desenvolvimento de outras espécies que possam se estabelecer, garantindo a manutenção do ecossistema (Silva, 2019).

Em relação a recuperação de áreas degradadas, a utilização de gramíneas vem sendo evidenciada, pois estas espécies promovem a completa e contínua cobertura do solo, proporcionando proteção de maneira eficiente a este. Além do mais, as gramíneas apresentam um sistema radicular de alta densidade na camada superficial do solo, capaz de conferir estabilidade (Gylssels & Poesen 2003, Bindle 2003). Algumas espécies recomendadas para recuperação de área degradada podem ser visualizadas no Quadro 5 e no Quadro 6.

Quadro 5 - Espécies de gramíneas recomendadas para recuperação de área degradada.

| Família    | Nome Científico   | Nome Popular     |
|------------|---|------------------|
| Asteraceae | <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.)<br>DC.                 | Macela-do-campo  |
| Poaceae    | <i>Paspalum notatum</i> Flugüé                                | Grama-batatais   |
| Poaceae    | <i>Brachiaria humidicola</i> (Rendel)<br><i>Schuwnickerdt</i> | Capim-humidícola |
| Poaceae    | <i>Chrysopogon zizanioides</i>                                | Capim-vetiver    |
| Poaceae    | <i>Digitaria swazilandensis</i> Stent                         | Capim Suázi      |
| Asteraceae | <i>Emilia fosbergii</i> Nicolson                              | Algodão-de-preá  |

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Quadro 6 - Espécies de leguminosas recomendadas para recuperação de área degradada.

| <b>Família</b> | <b>Nome Científico</b>      | <b>Nome Popular</b> |
|----------------|-----------------------------|---------------------|
| Fabaceae       | <i>Arachis pintoii</i>      | Amendoim-forrageiro |
| Fabaceae       | <i>Cajanus cajan</i>        | Feijão-Guandu       |
| Fabaceae       | <i>Crotalaria juncea L.</i> | Crotalaria júncea   |
| Fabaceae       | <i>Stylosanthes spp.</i>    | Estilosantes        |
| Poaceae        | <i>Pennisetum glaucum</i>   | Milheto             |
| Fabaceae       | <i>Mucuna aterrima</i>      | Mucuna-preta        |

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2024.

Dentre as espécies recomendadas, foram selecionadas as descritas a seguir para a área de estudo:

- **Gramíneas:**

- Grama-batatais: trata-se de uma planta herbácea rizomatosa, ou seja, cujos caules localizam-se embaixo da terra e suas folhas acima do solo, é rasteira e resistente. Esta espécie compõe tapetes uniformes onde se encontra, sendo cultivada para gramados, pois resistem a pisoteio, seca e solos pobres em nutrientes;

- Capim-agulha: o capim-humidícola é uma gramínea forrageira, que possui boa capacidade de adaptação a solos com drenagem deficiente, é capaz de formar densa camada de cobertura do solo, reduzindo o aparecimento de espécies invasoras.

- **Leguminosas:**

- Amendoim Forrageiro: é uma leguminosa herbácea perene, de porte baixo, podendo atingir de 20 a 60 cm de altura, possui crescimento rasteiro. Além disso, apresenta boa compatibilidade com gramíneas. Também, é capaz de promover ótima cobertura do solo, de fixar nitrogênio, de acumular fósforo orgânico mais facilmente em camadas superficiais, de acelerar taxas de decomposição e liberação de nutrientes da matéria orgânica. O amendoim forrageiro pode ser usado no controle de erosão do solo e na recuperação de áreas degradadas, pois possui capacidade de crescer sob sombreamento e de promover agregação do solo.

- Feijão Guandu: é uma leguminosa arbustiva usualmente cultivada como plantação de subsistência, sendo uma leguminosa de dossel espesso e com elevada produção de biomassa, pode servir de forragem para o gado, bem como ser utilizado na restauração de áreas degradadas e na agricultura de baixo insumo externo.

- **Cronograma Financeiro das Espécies Recomendadas**

Além disso, foram realizadas médias de valores a serem gastos para as sementes e para a biomanta como informado na Tabela 11. Para a previsão das sementes foram realizadas estimativas baseadas na quantidade necessária em quilogramas de cada tipo de semente de acordo com referências como a Embrapa. Considerando a área estipulada para cada espécie e o seu preço médio em quilogramas foi possível adotar valores aproximados. Para a biomanta, foi realizada uma pesquisa do preço médio do metro quadrado, com a área de extensão pré estabelecida foi possível estimar o gasto previsto. Todas as áreas foram medidas com auxílio do software *AutoCAD* a partir do arquivo referente ao levantamento topográfico. Entretanto é válido ressaltar que esses preços podem variar a depender de diversos fatores como local de compra ou época do ano, por exemplo.

Tabela 11 – Preços aproximados para as sementes e biomanta.

|                                   | <b>Gramma Batatais</b><br><i>(Paspalum notatum)</i> | <b>Amendoim Forrageiro</b><br><i>(Arachis pintoii)</i> | <b>Feijão Guandu</b><br><i>(Cajanus cajan)</i> | <b>Capim Humidicola</b><br><i>(Brachiaria humidicola)</i> | <b>Biomanta</b>         |
|-----------------------------------|---|--|--|---|-------------------------|
| <b>Área (m<sup>2</sup>)</b>       | 9843  | 805  | 240  | 645   | 1290                    |
| <b>Preço médio</b>                | R\$ 80,00/kg  | R\$ 400,00/kg  | R\$ 50,00/kg                                   | R\$ 40,00/kg  | R\$ 6,00/m <sup>2</sup> |
| <b>Quantidade necessária (kg)</b> | 65  | 1 a 2  | 0,3 a 0,5                                      | 7   | -                       |
| <b>Gasto previsto</b>             | R\$ 5.200,00  | R\$ 800,00   | R\$ 50,00                                      | R\$ 280,00  | R\$ 7.740,00            |
| <b>Total</b>                      |   |  | R\$ 14.070,00                                  |   |                         |

Fonte: Autoras, 2024.

### 6.2.3.6.2. Estruturação das áreas

- **Área de Limpeza e Bermas**

Sugere-se que seja feito na Área de Limpeza e Bermas o plantio de gramíneas por hidrossemeadura, pois essa cobertura possibilita uma proteção densa e homogênea, diminuindo o impacto e escoamento de água diretamente sobre o solo (Magalhães, 2021). A sugestão dentre as gramíneas recomendadas anteriormente é a Gramma Batatais pois representa uma vegetação

rasteira para recobrir o solo exposto, se adapta a diferentes tipos de solos, é considerada planta colonizadora e resistente (Pereira, 2008; Lomolino, 2017).

- **Área de Resíduos Realocados**

Para a área de Resíduos Realocados sugere-se o consórcio de gramíneas e leguminosas rasteiras na parte inclinada, considerando que na fase primária de sucessão ecológica essas são as colonizadoras, resistindo a condições adversas e produzindo biomassa para a manutenção do ecossistema (Souza, 2007). É válido ressaltar que a área inclinada é local com menor estabilidade no maciço, não sendo indicado o cultivo de vegetação com estruturas maiores e complexas. A associação de leguminosas a gramíneas proporciona proteção com uma cobertura densa e homogênea, diminuindo o escoamento de água diretamente sobre o solo (Magalhães, 2021).

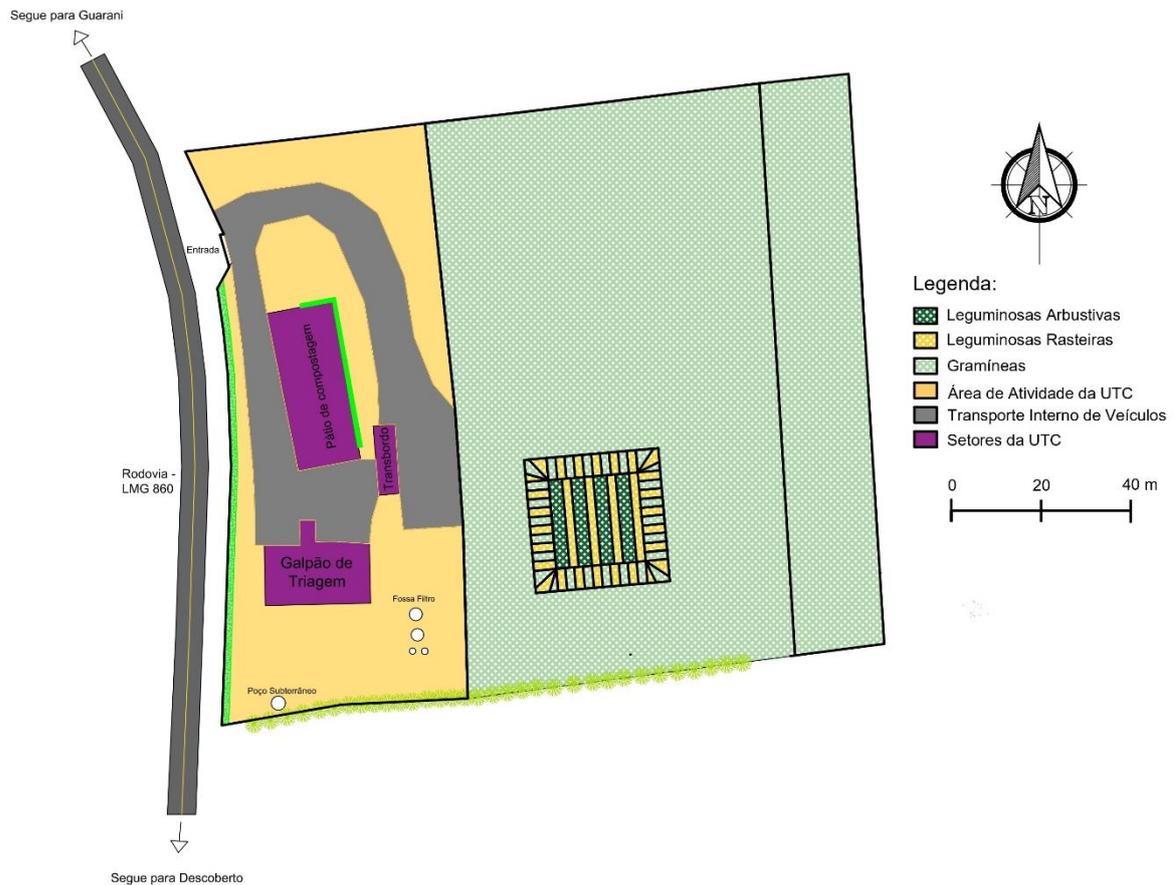
Assim, buscando diversidade de espécies, para a área inclinada é indicada a associação da *Brachiaria humidicola* (gramínea) e do *Arachis pintoi* (leguminosa rasteira) que deverão ser associadas por linhas, com 2 m de largura, intercaladas. O *Arachis pintoi*, conhecido popularmente por Amendoim Forrageiro, é uma leguminosa de porte rasteiro que se adapta a diferentes tipos de solo, proporciona bom recobrimento e favorece a introdução de nitrogênio no solo (Pereira, 2008). Em consórcio, algumas referências como Pereira (2008), Barcellos et al (2008) e EMBRAPA (2021) indicam a *Brachiaria humidicola*, também conhecida como Capim Humidícola. Essa gramínea apresenta pouca exigência em relação a solos, facilidade de manejo e aceitabilidade econômica (Pereira, 2008; Miranda, 2010; EMBRAPA, 2021).

Ainda, nessa mesma parte inclinada da Área de Resíduos Realocados, é indicada a colocação de biomanta, sugeridas as de fibra de coco, sendo geotêxteis biodegradáveis que visam melhorar a estabilidade com a redução do escoamento superficial, protegendo o solo de impactos do sol, da chuva e do vento, até que sejam aderidas ao solo e a vegetação anteriormente descrita se desenvolva. Além disso, essa técnica de bioengenharia, têm como principais vantagem o baixo custo de instalação e manutenção, além de não exigir maquinário específico (Mariani, 2016).

Para o platô do maciço, recomenda-se a associação de leguminosas rasteiras e arbustivas, como o Amendoim Forrageiro e o Feijão Guandu respectivamente. O Feijão Guandu, sendo uma leguminosa arbustiva, auxilia na fixação biológica de nitrogênio e proporciona alto teor de matéria orgânica (Oliveira e Dalbem, 2022). Sugere-se que seja realizado o semeio em fileiras alternando as espécies na extensão do platô. As fileiras de espécie arbustiva possuirão cerca de

3 metros e distanciamento, enquanto as de leguminosas rasteiras possuirão cerca de 2 metros, e ambas deverão ser plantadas por semeadura a lanço. A disposição da área é representada na Figura 35.

Figura 35 – Disposição das espécies no terreno.



Fonte: Autoras, 2024.

### 6.2.3.7. Método de plantio

- **Hidrossemeadura**

Conforme mencionado no item anterior, para as áreas de Limpeza e Bermas devem ser realizados plantios pelo método de hidrossemeadura. Este método é recomendado para áreas muito inclinadas ou de difícil acesso pelo procedimento manual é adotado as mesmas proporções, contudo, lançando os materiais nos taludes acrescidos de solo orgânico, ou mesmo, depositados nas covas ou sulcos no talude, sucedendo da aplicação da hidrossemeadura (DNIT, 2006).

A Norma DNIT 072 de 11 de julho de 2006 dispõe sobre o Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas íngremes ou de difícil acesso pelo processo de revegetação herbácea – Especificação de serviço, nesta norma são especificados os procedimentos necessários para aplicação da hidrossemeadura que serão descritos a seguir.

Na hidrossemeadura é realizada a mistura de água, sementes, adubo e nutrientes, adesivos a ser aplicado na superfície. Considerando a carga normal de um caminhão aspergidor (de 5.000 L de água), que corresponde a uma Carga de Aplicação de Volume ou Peso de Sementes e Fertilizantes de 2.500 m<sup>2</sup> de talude. Já a quantidade a ser utilizada de camada protetora é da ordem de 3.000 kg por hectare (DNIT, 2006).

A camada protetora é composta por material obtido da trituração de fibras vegetais e acetato de celulose, cujo resultado se assemelha a algodão, o intuito deste material é de fixar a semente e demais materiais, fornecendo proteção imediata ao solo no combate a erosão, assim como conservação da umidade do solo, controle da temperatura, prevenção de compactação do solo, redução do impacto da chuva sobre a superfície semeada, redução do escoamento de água sobre superfície, impede a erosão do solo etc (DNIT, 2006).

A qualidade das sementes é fator decisivo para a hidrossemeadura, portanto, as sementes devem ser de primeira qualidade, obtidas de campos de produção comprovando requinte e geneticidade, procedente de plantas resistentes a pH baixos, pouca fertilidade e umidade (DNIT, 2006).

O adesivo fixador possui como finalidade ajudar na fixação dos materiais aplicados na hidrossemeadura, devendo apresentar as seguintes características: ser inofensivo a saúde, não possuir sensibilidade a oscilações de temperaturas, não alterar sob radiação solar, não prejudicar a germinação das sementes, dentre outros (DNIT, 2006).

Quanto ao preparo do solo, para realização de hidrossemeadura, consiste em executar ranhuras, ou coveamento com ferramenta manual, no sentido horizontal do talude, com objetivo de facilitar a adesão da mistura do talude para promover e facilitar a adesão da mistura no talude (DNIT, 2006).

De acordo com a Norma DNIT 072/2006, a hidrossemeadura corresponde as seguintes etapas:

a) Regularização manual de taludes:

Trata-se do preparo das superfícies que deve ser iniciado de cima para baixo. A superfícies deverão se mostrar planas, sem ressalto ou cavidades.

b) Escarificação da superfície do talude:

A superfície dos taludes já concluídos deverá ser escarificada com furos ou covas desencontrados, podem ser executadas manualmente ou com auxílio de equipamentos específicos.

c) Calagem:

A calagem do solo refere-se à atividade de distribuir manualmente calcário dolomítico na superfície do talude e incorporá-lo ao solo por meio de coveamento, na quantidade recomendada de acordo com a necessidade edáfica e pedológica, visando à correção da acidez. A calagem é usada para eliminar os efeitos tóxicos do alumínio, ferro e manganês do solo, além de realizar a correção de deficiência em cálcio e magnésio, sugere-se que essa etapa seja executada em período de 30 dias antes do plantio.

d) Adubação orgânica da área:

Indica-se que a adubação orgânica normal seja executada de 2 a 3 semanas antecedendo ao tratamento da hidrossemeadura, salvo quando a aplicação da matéria orgânica é feita com material industrializado ou com aplicação de técnicas avançadas de decomposição, além do que a matéria orgânica deve se apresentar apta a utilização. Cabe destacar que, o produto mais recomendado é o vegetal decomposto, tendo em vista que este contém todos os elementos que a planta necessita, como o NPK mais microelementos e mais a matéria orgânica necessária.

e) Preparo do material (ou mistura):

Para a mistura aquosa, o enchimento do tanque de 5000 litros deve ocorrer da seguinte forma:

- Colocar 3.000 litros de água no tanque;
- Adicionar o aparelho agitador;
- Adicionar o fertilizante organo-mineral ou NPK;
- Adicionar matéria orgânica no caso de uso de NPK simples;
- Adicionar o adesivo fixador vagarosamente para evitar a formação de caroços;
- Adicionar o material formador da camada protetora constituído por fardos de fibra de celulose a razão de 3.000 kg por hectare;
- Acrescentar as sementes selecionadas, mantendo o tanque sempre em agitação;

- Ter o cuidado de se colocar as sementes no tanque sempre em último lugar;
- Após a colocação dos insumos agrícolas no tanque, completar o volume do tanque com água.

Observa-se que com o uso do material como camada protetora não é obrigatório o uso do adesivo fixador se este já possuir elemento fixador na composição.

f) Plantio ou aplicação da mistura ou jateamento com equipamento hidrossemeador:

A aplicação deve ser realizada pulverizando-se de maneira uniforme a mistura aquosa sobre a superfície previamente preparada. No decorrer deste processo, o misturador deve se encontrar em movimento, garantindo que a suspensão do material e a homogeneização da mistura ocorra no tanque. Sugere-se que a aplicação seja feita dos locais mais altos para os mais baixos, evitando assim o encharcamento e o escorregamento da mistura. Com esse processo de jateamento, o volume de 5000 litros será usado para revestir de 2.500 a 3.300 m<sup>2</sup>, isto representa uma ordem de 2,0 a 1,5 litros da mistura aquosa para recobrir 1 (um) m<sup>2</sup> de área.

g) Irrigação:

O período de aplicação da hidrossemeadura é aquele que antecede as chuvas intensas do verão, comumente utilizado os meses de setembro a dezembro, pode ser aplicado no período posterior as chuvas intensas, de março a junho. No caso de aplicação no período de seca, garantir a irrigação pelo menos uma vez por semana.

h) Adubação de cobertura após 60 dias do plantio e replantes até a total formação da camada vegetal:

Depois de 45 dias da aplicação da camada da hidrossemeadura com camada protetora, sugere que seja feita a primeira aplicação de fertilizantes, com intuito de corrigir as deficiências nutricionais das plantas, repetindo o processo conforme necessidade. É recomendado a aplicação de fertilizante duas vezes no mínimo, sendo uma em 45 dias após o plantio, e a outra em período chuvoso.

i) Tratamento fitossanitário:

O tratamento deve ser realizado sempre que o revestimento vegetal sofrer ataque de pragas e moléstias, até que seja observado seu eficaz desenvolvimento e consolidação. A escolha dos defensivos agrícolas, a época, a forma e término de aplicação, é de responsabilidade da fiscalização. As dosagens devem ser rigorosamente controladas.

j) Replântio:

Quando decorrido o período de surgimento das hidrossemeadas, é necessário realizar um replântio, atingindo principalmente as superfícies que demonstram falhas de germinação ou mesmo de aplicação. Sugere-se que esta ação seja repetida conforme verificada necessidade em manutenção, até que toda a superfície esteja revestida por completo.

- **Biomantas**

Devem ser instaladas biomantas nos taludes formados na Área de Resíduos Realocados, com objetivo de garantir a estabilização do maciço e de evitar danos por processos erosivos.

A Norma DNIT 074 de 11 de julho de 2006, dispõe sobre o tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos – Especificação de serviço. Diante disso, determina alguns procedimentos de implantação de biomanta, descritos a seguir.

a) Preparo do terreno

Para aplicação da biomanta, é recomendado que a superfície do talude esteja o mais regularizada possível, garantindo a total aderência das biomantas sobre a superfície. As deformações da superfície dos taludes devem ser removidas, com objetivo de evitar a formação de novos focos erosivos, desmoronamentos e escorregamentos (DNIT, 2006b).

b) Coveamento ou preparo para plantio:

Tendo realizado a regularização da superfície do talude e a restauração do sistema de drenagem, é iniciado o preparo do solo, que corresponde a realização de micro-coveamento, ou seja, pequenas covas próximas e de profundidade suficiente, de modo

a reter todos os insumos a serem aplicados, como fertilizantes, corretivos, mulch, adesivos e sementes. O coveamento do talude é feito com uso de enxada e o espaçamento entre as covas deve ser de 10 cm, com profundidade de 5 cm. Os insumos podem ser colocados manualmente ou por via aquosa (hidrossemeadura).

c) Grampeamento das mantas ou telas vegetais:

As mantas devem ser grampeadas ao longo da superfície, onde é feita uma valeta para receber a primeira linha de grampos e fixar a parte superior da manta. Indica-se que a aplicação se inicie no topo do talude, ou seja, partindo da crista do talude e desenrolando-se a bobina, fixando-a e moldando-a sobre uma valeta escavada com 10 cm de largura e 10 cm de profundidade deixando ultrapassar 20 cm da manta além da valeta.

A ancoragem é feita com o grampeamento da biomanta na valeta, inicialmente é retomado o solo sobre esta e aplicada a compactação manualmente desta camada, procedendo da dobra dos 20 cm excedentes da manta sobre o solo compactado na valeta promovendo a fixação com grampos, em que o espaçamento mínimo será a cada 40 cm e em toda extensão e largura desta, conservando ainda a bobina da manta na crista do talude. Após a implantação de fertilizantes e sementes sobre a superfície regularizada e coveada, é realizado o desenrolar da bobina e o seu grampeamento ao longo do talude. As bobinas devem ser estendidas sempre no sentido da declividade do talude. Os trespases laterais das biomantas devem ser de 3 a 4 cm, e a sobreposição longitudinal deve possuir no mínimo 5 cm, tendo o grampeamento nos trespases com espaçamento mínimo de 30 cm. A fixação pode ser feita com grampos de aço, madeira, bambu ou polivinil. Cabe salientar que, quanto melhor a fixação da biomanta ao solo, maior segurança.

- **Semeadura a lanço**

Conforme descrito anteriormente, para a área do platô do maciço, será utilizada a semeadura a lanço, das espécies Amendoim-Forageiro e Feijão-Guandu. Para orientação do plantio a lanço foi utilizado o guia de semeadura direta para restauração de florestas e cerrados de Rocha et. al (2020). A semeadura a lanço permite que as sementes sejam distribuídas de maneira que ocupe todo o solo desejado, sendo a semeadura realizada de forma manual eficaz e não eleva significativamente os custos (Rocha; et. al, 2020).

a) Preparo do solo:

No plantio a lanço, antecedendo a realização do plantio, deve haver um preparo, para isso, inicialmente deve-se observar a presença de vegetação indesejada, em caso de afirmativo e verificando a densidade desta, é necessário realizar a roçagem ou aplicação de herbicida, em toda a área para dessecar.

Após o processo de roçagem ou quando a vegetação secar, deve-se utilizar uma grade aradora de duas a três vezes durante a estação seca. Depois, deve-se aguardar por um período de pelo menos 15 dias de descanso para que ocorra a dissecação das espécies indesejadas por influência do sol. Em locais de maior compactação do solo, pode ser usado um arado ou um subsolador antes de passar a grade aradora. Com o revolvimento do solo, o restante de sementes de espécies indesejadas irá germinar. Neste momento, recomenda-se passar a grade niveladora para acabar com as plantas recém germinadas, sendo esta ação repetida quantas vezes se fizer necessária.

A etapa de preparo do solo reduz as plantas indesejadas e seu banco de sementes, reduzindo a necessidade de controle de mato competição pós-plantio. Com o solo destorroado e descompactado, as chances de sucesso do estabelecimento das sementes plantadas aumentam consideravelmente. É recomendado que o preparo seja no final de uma estação chuvosa.

b) Plantio:

Com objetivo de facilitar a dispersão das sementes, de maneira automática, pode-se utilizar dispersores, misturando as sementes a um substrato para evitar a estratificação no reservatório. As misturas comumente utilizadas são com areia seca, terra seca, serragem, ou serragem e areia juntas na proporção 1:1 em peso. É importante regular o implemento garantindo que a abertura permita a passagem da maior semente da sementeira. No decorrer da sementeira é importante manter o trator numa rotação de 1.800 rpm, promovendo uma boa dispersão das sementes. As sementes devem ser misturadas sobre uma lona ou chão rígido no local de plantio, com as mãos ou com auxílio de ferramentas como enxada e pá.

Já se tratando de sementeira manual, pode ganhar escala se feita da carroceria de uma caminhonete ou trator, evidencia-se os cuidados com a segurança do pessoal envolvido nesta tarefa.

Após a semeadura, deve-se incorporar essas sementes ao solo, sendo possível realizar com a utilização de uma grade bem fechada e percorrendo com ela lentamente, usando rolo de pneus ou manualmente com o rastelo.

c) Monitoramento:

O monitoramento é uma etapa essencial desde os primeiros dias até os primeiros anos, para garantir que haja sucesso. Nas duas primeiras semanas, indica-se que a área seja visita de 2 a 3 dias, pois este é o momento de verificação da germinação, e onde é possível observar se há causas de baixa germinação, como pisoteamento, predação por formigas, aves ou outros animais, arraste de sementes pela chuva, sementes muito enterradas, dentre outros. Passada estas duas semanas, deve se retornar a área entre 40 e 60 dias após o plantio, para verificar a existência de espécies invasoras e controlar se for o caso. Depois, observada o bom desenvolvimento sem intervenções, os monitoramentos podem ocorrer anualmente como está procedendo a sucessão natural.

d) Controle de plantas indesejadas/espécies invasoras:

A vantagem do plantio a lanço é a cobertura e transformação rápida do solo pela alta densidade de plantas, acelerando o processo de restauração. Contudo, é necessário manter o controle de espécies indesejadas antes do plantio. A capina manual seletiva deve ser realizada com cuidado para não atingir as plantas em processo de germinação. São recomendados herbicidas direcionados as plantas invasoras.

e) Controle de formigas:

Para o controle de formigas pode ser aplicado iscas formicidas, à base de bagaço de laranjas, óleos essenciais e cobre atuam por ingestão e são de ação lenta, garantindo a dinâmica de contaminação da colônia. As iscas devem ser posicionadas próximas as bocas dos formigueiros e junto dos carreiros. Trata-se de um método comum e eficiente, contudo, para aplicá-lo, deve-se garantir que o solo esteja seco (Barbosa, 2021).

f) Adensamento/enriquecimento/replântio:

Nos primeiros meses, é possível observar a evolução da germinação, se observada uma densidade abaixo do esperado, pode ser feito o replântio de toda a área, adensas as áreas

falhadas ou enriquecer com espécies importantes das fases sucessionais. O adensamento e enriquecimento deve ser realizado sempre que observada falhas de plantio na área.

Por fim, destaca-se que existem outras opções para aplicação dos métodos de plantio, sendo as biomantas indicadas para garantia da estabilidade dos taludes, portando pode ser aplicada nas bermas, bem como a sementeira a lanço pode ser realizada na área de limpeza, ficando a critério do responsável pela execução do projeto e pelo gestor da área e dos recursos e definição das técnicas financeiramente viáveis.

### **6.2.3.8. Manutenção e Monitoramento**

A manutenção é uma das etapas mais importantes durante o processo de recuperação de áreas degradadas pois envolve atividades visando o controle mais eficiente do que foi proposto. Se a manutenção é ineficiente, em especial nos primeiros anos após o início do processo de recuperação ela pode colaborar para o insucesso das propostas.

O monitoramento é crucial para o sucesso da implantação deste projeto, pois permite avaliar os impactos ao longo do tempo e identificar desvios em relação ao esperado, possibilitando a mitigação de problemas (Lima, 2015). É importante considerar que algo que não apresenta problemas hoje pode exibir características diferentes no futuro devido a eventos extremos que podem ocorrer e que não foram contemplados na análise inicial.

O monitoramento deve ser realizado com periodicidade a depender da etapa da avaliação, sendo que na fase de implantação é sugerido que sejam realizadas análises mensais durante os primeiros 3 meses, e posteriormente pode ser realizado semestralmente.

- **Roçagem das gramíneas**

Deve ser realizada a roçagem das gramíneas quando atingirem a partir de 7 cm de altura para manter o gramado saudável.

- **Irrigação**

A cobertura vegetal deve ser irrigada nos períodos com menor índice pluviométrico, representados pelo 2º e 3º trimestres do ano. Se a sementeira não for realizada em período

chuvoso será necessário que a irrigação seja feita após a sua execução. Pode ser feita mais vezes, em caso de murcha das plantas.

- **Controle de espécies invasoras**

Deve ser realizada uma capina para a retirada de espécies competidoras de 30 a 40 dias após o plantio, podendo variar de acordo com a presença das espécies invasoras percebidas no local. Depois, mensalmente durante 6 meses, e após esse período semestral.

- **Adubação**

Deve ser realizada a adubação de 45 a 60 dias após a semeadura, para prover nutrientes essenciais ao crescimento das plantas. Depois, realizada semestralmente.

- **Combate a formigas**

Aplicar medidas de controle: controle de cultura, mecânico ou químico, sendo o último o mais eficaz. Depois, mensalmente durante 6 meses, e após esse período semestral.

- **Replântio**

Ressemeio de estabelecimento da vegetação, a ser realizado de 2 vezes após a implantação visando cobrir áreas de solo exposto e fortalecer locais em que as espécies tiveram mais dificuldades de se estabelecerem.

- **Manutenção do sistema de drenagem de gases**

Observar as condições dos dispositivos de drenagem de gases em sua estrutura e funcionamento. Se necessário, fazer reparos para correções e limpeza de qualquer cobertura verde que possa atrapalhar seu funcionamento eficaz.

- **Manutenção do sistema de drenagem de águas pluviais**

Observar as condições dos dispositivos de drenagem de águas pluviais em sua estrutura e funcionamento. Se necessário, fazer reparos para correções e limpeza de qualquer cobertura verde que possa atrapalhar seu funcionamento eficaz.

- **Manutenção do cercamento**

Observar as condições do cercamento, e se necessário, fazer reparos.

- **Águas subterrâneas e superficiais**

Na área do aterro controlado, conforme o Parecer Técnico que defere a Licença Ambiental Simplificada, modalidade LAS/RAS, concedida pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), a Condicionante 01 da SLA Nº 5407/2021 corresponde a execução do Programa de Automonitoramento, visando demonstrar o atendimento aos padrões definidos nas normas vigentes. Por isso, são realizados semestralmente, em três pontos, monitoramentos da qualidade da água nos parâmetros definidos e enviados à Supram ZM.

Dessa forma, deverá ser aproveitada a estrutura já existente para o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e superficiais. As coordenadas desses pontos constam no tópico 6.1.1.6.

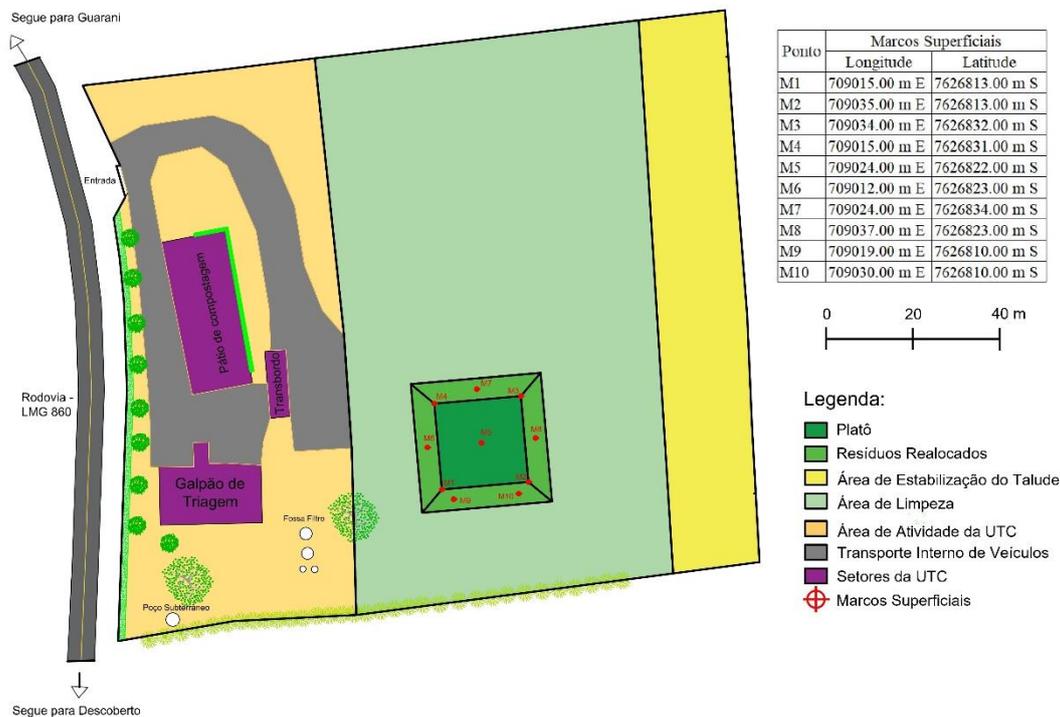
- **Marcos Superficiais**

Os marcos superficiais devem ser instalados junto aos taludes externos do aterro para registrar as possíveis deformações verticais, os deslocamentos horizontais e recalques da Área de Resíduos Realocados. Esses marcos serão pontos materializados no terreno com coordenadas determinadas a partir das redes geodésicas. Dessa forma, é possível avaliar o comportamento do maciço e identificar precocemente possíveis anomalias que possam comprometer a segurança global (Brito Filho, 2005).

Nesse caso, serão dispostos 10 marcos superficiais em pontos estratégicos através do Datum SIRGAS 2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), código EPSG 31983, e

coordenadas do Sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23K, como apresenta a Figura 36. O monitoramento desses marcos será realizado através de serviços de topografia.

Figura 36 – Localização dos marcos superficiais no terreno.



Fonte: Autoras, 2024.

- **Monitoramento do sistema de drenagem de águas pluviais e de gases**

Semestralmente devem ser avaliadas as condições de funcionamento do sistema. Cabe ressaltar que, por meio da verificação do sistema de drenagem é possível identificar se a proposta de vegetação está estabelecida, considerando que esta apresenta como uma de suas funções, a retenção de sedimentos, desse modo, caso sejam identificados sedimentos nas canaletas de drenagem pluvial dispostas conforme mencionado anteriormente, pode ser um indício de necessidade de manutenção das áreas de plantio.

### **6.2.3.9. Educação Ambiental**

Para garantir que os funcionários da UTC estejam preparados e bem treinados para lidar com o gerenciamento da área e sua recuperação, devem ser implementadas um conjunto de ações por meio de treinamentos, cursos e palestras, que podem estar inseridos em um Programa de Educação Ambiental.

É importante destacar que o PMGIRS de Descoberto está em processo de finalização e contém medidas voltadas para a promoção de educação ambiental no ensino formal e não formal, com um horizonte de planejamento até 2042.

Essas ações foram estruturadas com base na situação atual do município e incluem uma agenda participativa. A integração das características desse projeto com as ações previstas no PMGIRS permitirá atender às demandas necessárias de forma integrada e eficiente.

### 6.2.3.10. Cronograma Físico

Quadro 7 – Cronograma Físico previsto para o Projeto.

| Atividades   | 1° ano |   |   |   | 2° ano |   |   |   | 3° ano |   |   |   |
|--|--------|---|---|---|--------|---|---|---|--------|---|---|---|
|  | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 |
| <b>Implantação</b>                                     |        |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Isolamento, placas e controle de formigas              | ■      |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Limpeza do terreno (Resíduos Dispersos)                |        | ■ |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Construção das bermas                                  |        | ■ |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Formação da Área de Resíduos Realocados                |        | ■ |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Inserção de solo argiloso                              |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Inserção de solo orgânico                              |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Implantação do sistema de drenagem de águas pluviais   |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Implantação do sistema de drenagem de gases            |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Implantação dos marcos superficiais                    |        |   | ■ |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Adubação e calagem                                     |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Coveamento   |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Plantio de Sementes de Gramíneas                       |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Plantio de Sementes de Leguminosas Rasteiras           |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Plantio de Sementes de Leguminosas Arbustivas          |        |   |   | ■ |        |   |   |   |        |   |   |   |
| <b>Manutenção</b>                                      |        |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Irrigação  |        |   |   |   |        | ■ | ■ |   |        | ■ | ■ |   |
| Controle de espécies invasoras                         |        |   |   | ■ | ■      |   |   |   | ■      |   |   | ■ |
| Roçagem das gramíneas                                  |        |   |   |   |        | ■ | ■ | ■ | ■      | ■ | ■ | ■ |
| Adubação   |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Combate a formigas                                     |        |   |   |   |        | ■ | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Replanteio   |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        |   |   | ■ |
| Manutenção do sistema de drenagem de gases             |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Manutenção do sistema de drenagem de águas pluviais    |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Manutenção do cercamento                               |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        |   |   | ■ |
| <b>Monitoramento</b>                                   |        |   |   |   |        |   |   |   |        |   |   |   |
| Monitoramento da estabilidade do maciço                |        |   | ■ | ■ | ■      | ■ | ■ | ■ | ■      | ■ | ■ | ■ |
| Monitoramento do sistema de drenagem de gases          |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Monitoramento do sistema de drenagem de águas pluviais |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |
| Monitoramento das águas subterrâneas e superficiais    |        |   |   |   |        |   | ■ |   |        | ■ |   | ■ |

Fonte: Autoras, 2024.

## **7. SUGESTÃO DE USO FUTURO**

A proposta do PRAD visa recuperar a área do Aterro Controlado de Descoberto - MG, possibilitando uso futuro dessa área pela Prefeitura. Ressalta-se que a área em questão, se encontra licenciada para Unidade de Triagem e Compostagem (UTC), conforme o Parecer Técnico que defere a Licença Ambiental Simplificada, modalidade LAS/RAS.

A área total a ser recuperada possui aproximadamente 12.000 m<sup>2</sup> (1,2 ha), conforme demonstrado na Figura 37, englobando todo o terreno, exceto a parte utilizada para o funcionamento da Unidade de Triagem e Compostagem (UTC). Desses, 900 m<sup>2</sup> serão ocupados pelo maciço de resíduos remanescentes, onde ocorrerá o monitoramento. Não sendo, portanto, recomendado o uso futuro dessa área específica do maciço.

Já para a Área de Limpeza (8.540 m<sup>2</sup>), foram levantadas alternativas de uso, sendo a sugestão inicial a implantação de um Aterro de Resíduos de Construção Civil, alternativa factível que deve ser avaliada a partir de projeto específico.

Outra alternativa seria a utilização da área para depósito provisório de RCC (cerca de 2.650 m<sup>2</sup>) e um local separado para depósito de resíduos provenientes de podas municipais, com área de aproximadamente 850 m<sup>2</sup>, de acordo com a Figura 37. É válido ressaltar que essas áreas podem variar de acordo com a análise direcionada para essa finalidade. Assim, como sugestão, os resíduos de construção civil de Classe A poderiam ser reaproveitados para a pavimentação de estradas rurais, permanecendo na UTC provisoriamente.

Figura 37 – Plantas de sugestão para utilização futura da área.



Fonte: Autoras, 2024.

Para projeção de geração de resíduos da construção civil foram utilizados dados do SNIS, de acordo com os produtos do PMGIRS em construção no município, que determina horizonte de planejamento de 20 anos, finalizando em 2042. O Produto 3 (Diagnóstico Municipal Participativo), ressalta que esses resíduos não possuem relatório mensal informando os quantitativos pela Prefeitura Municipal, dessa forma, para estimativa desses valores foi considerada uma geração de 300 toneladas em 2020, sendo 0,16 kg/hab.dia de acordo com SNIS (2020). Com o crescimento da população, espera-se que ocorra um aumento de geração de RCC, assim considerando a geração per capita e a população projetada para o horizonte de planejamento do PMGIRS tem-se os valores da Tabela 12.

Tabela 12 – Projeção de RCC no horizonte de planejamento do PMGIRS.

|              | Classe A (ton) | Classe B' (ton) | Classe B (ton) | Classe C (ton) | Classe D (ton) |
|--------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>2024</b>  | 244,9          | 30,6            | 15,3           | 14,7           | 0,6            |
| <b>2025</b>  | 246,2          | 30,8            | 15,4           | 14,8           | 0,6            |
| <b>2026</b>  | 247,5          | 30,9            | 15,5           | 14,9           | 0,6            |
| <b>2027</b>  | 248,7          | 31,1            | 15,6           | 14,9           | 0,6            |
| <b>2028</b>  | 250,0          | 31,3            | 15,6           | 15,0           | 0,6            |
| <b>2029</b>  | 251,3          | 31,4            | 15,7           | 15,1           | 0,6            |
| <b>2030</b>  | 252,6          | 31,6            | 15,8           | 15,2           | 0,6            |
| <b>2031</b>  | 253,8          | 31,7            | 15,9           | 15,2           | 0,6            |
| <b>2032</b>  | 255,1          | 31,9            | 16,0           | 15,3           | 0,6            |
| <b>2033</b>  | 256,5          | 32,1            | 16,0           | 15,4           | 0,6            |
| <b>2034</b>  | 257,8          | 32,2            | 16,1           | 15,5           | 0,6            |
| <b>2035</b>  | 259,1          | 32,4            | 16,2           | 15,5           | 0,7            |
| <b>2036</b>  | 260,4          | 32,6            | 16,3           | 15,6           | 0,7            |
| <b>2037</b>  | 261,7          | 32,7            | 16,4           | 15,7           | 0,7            |
| <b>2038</b>  | 263,1          | 32,9            | 16,4           | 15,8           | 0,7            |
| <b>2039</b>  | 264,4          | 33,1            | 16,5           | 15,9           | 0,7            |
| <b>2040</b>  | 265,8          | 33,2            | 16,6           | 16,0           | 0,7            |
| <b>2041</b>  | 267,1          | 33,4            | 16,7           | 16,0           | 0,7            |
| <b>2042</b>  | 268,5          | 33,6            | 16,8           | 16,1           | 0,7            |
| <b>TOTAL</b> | 4874,4         | 609,3           | 304,7          | 292,5          | 12,2           |

Fonte: Adaptado de AGEVAP, 2024.

É possível observar que para Classe A, aqueles que podem ser reutilizados ou reciclados como agregados, é o que apresenta maiores quantitativos, seguidos pelos resíduos potencialmente recicláveis, como metal, plástico, papel, papelão, vidro (Classe B) e madeiras (Classe B'). Para os resíduos que não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (Classe C) e os resíduos perigosos como tintas, solventes, óleos e outros contaminados ou prejudiciais à saúde (Classe D) as previsões quantitativas são bem menos expressivas.

Essas sugestões são oferecidas levando em consideração o que foi solicitado pelo gestor de Meio Ambiente do município. Cabe destacar que, para aplicação das sugestões feitas, é necessário realizar um projeto detalhado conforme estabelecido por normas e legislações vigentes, executado por profissionais especializados, com levantamento de todas as informações necessárias e análise da viabilidade de implantação, sujeito à aprovação do órgão ambiental responsável, principalmente se tratando de utilizar a área para Aterro de RCC.

Além disso, considerando a existência de um espaço no terreno destinado ao funcionamento do Transbordo e da UTC, conforme mostrado anteriormente e detalhado (usina de triagem) na Figura 38, é fundamental otimizar o uso desse espaço para garantir sua eficiência. Quanto mais resíduos forem encaminhados para a reciclagem e os orgânicos passarem pelo processo de compostagem, menos resíduos serão destinados ao Aterro Sanitário de Leopoldina. Isso resultará na redução dos custos da Prefeitura para o encaminhamento de resíduos e permitirá ganhos com a reciclagem e a compostagem dos materiais orgânicos (Brasil, 2022; AGEVAP, 2024).

Figura 38 – Disposição detalhada da área de triagem de Descoberto (MG).



Fonte: Adaptado de Loures, 2024.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a tendência de crescimento populacional e aumento da geração de resíduos sólidos, a destinação adequada desses resíduos torna-se essencial, pois a disposição incorreta pode acarretar diversos impactos ao meio ambiente e à saúde pública. Entretanto, ainda existem muitas áreas afetadas por lixões e aterros controlados que precisam ser corretamente manejadas e recuperadas.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para um aterro controlado desativado no município de Descoberto (MG), visando mitigar os impactos ambientais e promover a revitalização sustentável do ecossistema afetado pela disposição inadequada de resíduos sólidos.

Para isso, foi realizada uma caracterização abrangente do local, com avaliação dos impactos e proposta de ações que atendam às demandas de recuperação da área, considerando as orientações técnicas do Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por RSU (FEAM, 2010) e os critérios que compõem um PRAD. Assim, o PRAD sugerido para a área do aterro controlado desativado em Descoberto (MG) visa uma recuperação ambientalmente adequada, considerando as características específicas do local e propondo um uso futuro sustentável.

Além disso, o monitoramento da área é crucial para o sucesso da implantação do projeto, considerando que características adicionais ou eventos extremos podem surgir após a análise inicial. Implementadas as técnicas propostas, devem ser realizadas medidas de monitoramento para otimizar o projeto e garantir a eficiência das ações. O monitoramento dos marcos superficiais, da qualidade da água e dos sistemas de drenagem de gases e águas pluviais deve ser prioritário para alcançar os resultados esperados a longo prazo.

Considerando que parte da área é construída e licenciada para uma Unidade de Triagem e Compostagem (UTC), o município dispõe de estrutura para o gerenciamento adequado dos resíduos, o que facilita a implantação das propostas.

Por fim, é válido ressaltar que o município de Descoberto (MG) demonstra preocupação com a gestão dos resíduos sólidos e com a recuperação do aterro controlado desativado, mostrando atenção às demandas necessárias e mantendo seu compromisso e interesse em agir conforme as normas vigentes.

## REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2019. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas Públicas e Resíduos Especiais, 2019.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2021. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas Públicas e Resíduos Especiais, 2021.

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil de 2022. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas Públicas e Resíduos Especiais, 2022.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8.419/1992. Dispõe sobre as normas técnicas para implantação de Aterro Sanitário. Disponível em: <<https://www.observatorioderesiduos.unb.br/painel/assets/uploads/files/996de-nbr-8.419-nb-843-apresentacao-de-projetos-de-aterros-sanitarios-rsu.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.849: Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento. Rio de Janeiro, RJ, 2010.

AB´SABER, A.N. Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Arredores de São Paulo. XVIII Congresso Internacional de Geografia, Guia de excursão N° 4. Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, 1958. p. 302.

ACORDO SETORIAL DE LÂMPADAS FLUORESCENTES DE VAPOR DE SÓDIO E MERCÚRIO E DE LUZ MISTA. Brasília – DF, 27 de novembro de 2014. Disponível em [https://drive.google.com/file/d/1Ta\\_LWcl3A3QWQZiAqcFX1bibK3D4KHxV/view](https://drive.google.com/file/d/1Ta_LWcl3A3QWQZiAqcFX1bibK3D4KHxV/view). Acesso em: 23 abr. 2024.

AGEVAP - CEIVAP. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 4 - Prognóstico. 2023. Disponível em: <[http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arc\\_pubMidia\\_Processo\\_228-2019\\_Descoberto\\_P4.pdf](http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arc_pubMidia_Processo_228-2019_Descoberto_P4.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2024.

AGEVAP - CEIVAP. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 5 – Versão Preliminar. 2024. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1Pw9EqsYq0rf5wvu1EKuV-r\\_W1kRtpSip/view](https://drive.google.com/file/d/1Pw9EqsYq0rf5wvu1EKuV-r_W1kRtpSip/view)>. Acesso em: 15 fev. 2024.

ALBERTE, Elaine; CARNEIRO, Alex; KAN, Lin. Recuperação de Áreas Degradadas por Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos. *Diálogos & Ciência* – Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana. Ano III, n. 5, jun. 2005.

ALMEIDA, L. T. F.; SILVA, S. K. B.; SANTOS JÚNIOR, G. M.; BARROS, F. Análise gravimétrica de resíduos sólidos: um estudo de caso em uma escola municipal da cidade de caruaru. XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Maceió, AL. 2018. Disponível em: < [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_268\\_536\\_36089.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_268_536_36089.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2024.

BARBOSA, Flávia Rabelo. Formigas cortadeiras. Publicação: 08 de dezembro de 2021. EMBRAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/manga/producao/doencas-e-pragas/pragas/secundarias/formigas-cortadeiras>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 37. 2008. p.51-67.

BRASIL Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 1323, de abril de 2024. Prorroga o prazo estabelecido pela Lei 14.026/2020 para encerramento dos lixões em municípios com menos de 50 mil habitantes e estabelece medidas alternativas para a gestão de resíduos sólidos. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2024. Disponível em: < [https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=2409996&filenam e=PL%201323/2024](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2409996&filenam e=PL%201323/2024)>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Decreto nº 97.632, de 10 abril de 1989. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Dispõe sobre a regulamentação do artigo 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1989. Disponível em: <

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 16 abr. 2024.

BRASIL. Instrução Normativa nº 04, de 13 de abril de 2011. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de aterros sanitários de pequeno porte para resíduos sólidos urbanos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 abr. 2011.

BRASIL. Instrução Normativa nº 11 de dezembro de 2014. Brasil, 11 de dez. 2014. 14p

BRASIL, Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Presidência da República - Casa Civil. Brasília, DF, 17 mar. 1964.

BRASIL. Lei nº 6.938/1981, Política Nacional do Meio Ambiente Legislação Federal. Brasil, 31 ago.

BRASIL. Lei nº 9605 de 1998. Lei de Crimes Ambientais. Brasília, 12 de fevereiro de 1998.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 abr. 1999.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Diário Oficial da União, nº 138, de 18 de julho de 2000.

BRASIL. Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 6 abr. 2005.

BRASIL. Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Congresso Nacional, Brasília, DF, 22 dez. 2006.

BRASIL. Lei nº 11.445/2007, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 2009.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF, 2010.

Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm). Acesso em: 09 jun 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Institui o novo marco regulatório do Saneamento Básico. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2020, p. 1, 15 jul. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares [recurso eletrônico] /coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022. Disponível em: <[https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano\\_nacional\\_de\\_residuos\\_solidos-1.pdf](https://www.gov.br/mma/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/agendaambientalurbana/lixao-zero/plano_nacional_de_residuos_solidos-1.pdf)>. Acesso em 26 nov. 2023.

BRITO FILHO, L. F., 2005. Estudo de Gases em Aterros. Casos: Nova Iguaçu e Terra Brava. Dissertação de Mestrado, Programa de Engenharia Civil /COPPE /UFRJ, Rio de Janeiro. 2005. 218 p.

CAMPOS, H. K. T. Renda e evolução da geração per capita de resíduos sólidos no Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo, v. 17, n. 2, p. 171-180, abr./jun. 2012.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado - Coordenação geral André Vilhena. – 4. ed. – São Paulo (SP), 2018. 316 p.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade do Solo – Valores orientadores para solo e água subterrânea. São Paulo, SP. s.d. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/solo/valores-orientadores-para-solo-e-agua-subterranea/>>. Acesso em: 04 jun. 2024.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Decisão de Diretoria Nº 125/121/E, de dezembro de 2021. Dispõe sobre a Aprovação da Atualização da Lista de Valores Orientadores para Solo e Água Subterrânea. Publicado no Diário Oficial Estado de São Paulo - Caderno Executivo I (Poder Executivo, Seção I), edição nº 131 (240) do dia 17 dez. 2021. São Paulo, SP. 2021.

CHAVES, T. A.; ANDRADE, A. G. Capim Vetiver (*Vetiveria zizanioides*): Produção de mudas e uso no controle da erosão e na recuperação de áreas degradadas. Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Agricultura e Pecuária. Niterói, 2013. 16 p.

CNM – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS. Encerramento de lixão e aterro controlado – Orientações e Alertas. Brasília, DF. 2024.

CONTE, V. D.; COLOMBO, M.; ZANROSSO, A. V.; SALVADOR, M. Qualidade microbiológica de águas tratadas e não tratadas na região Nordeste do Rio Grande do Sul. Universidade de Caxias do Sul – UCS/RS. Biologia – Instituto de Biotecnologia. Caxias do Sul, RS. V. 16, nº 11-12, 2004.

CORREIA, S. A. 2020. Impactos ambientais causados pelo lixão desativado da cidade de Delmiro Gouveia - AL. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Unidade Delmiro Gouveia - Campus do Sertão, Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia.

COSTA, Lucas Ferreira. Plano de Recuperação de Área Degradada: Estudo de caso do Aterro Controlado de Carmo de Minas - MG. 2023. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2023. 83 f.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 maio 2005.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Hidrologia e Hidráulica: Conceitos Básicos e Metodologias. Capítulo 2: Hidráulica de Canais, Travessias e Barramentos. 2016. Disponível em: <<https://engcivil20142.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/08/capitulo02.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Norma DNIT nº 072 de 11 de julho de 2006. Tratamento ambiental de áreas de uso de obras e do passivo ambiental de áreas íngremes ou de difícil acesso pelo processo de revegetação herbácea – Especificação de serviço. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 23 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Norma DNIT nº 074 de 11 de julho de 2006. Tratamento ambiental de taludes e encostas por intermédio de dispositivos de controle de processos erosivos – Especificação de serviço. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. Rio de Janeiro, RJ, 2006. 24 p.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.277/2009. Ementa: Determina critérios para a coleta de materiais perfuro cortantes ou contaminantes em nosso município e dá outras providências.; Publicada em: 7 de julho de 2009.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.360/2013. Ementa: Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico destinado à execução dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário na sede do Município de Descoberto/MG e dá outras providências.; Publicada em: 15 de maio de 2013.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.365/2013. Ementa: Institui a Semana do Meio Ambiente e dá outras providências.; Publicada em: 11 de julho de 2013.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.407/2014. Ementa: Altera a Lei 1.379/2013 que dispõe sobre a criação do Conselho Municipal do Meio Ambiente - CODEMA e dá outras providências.; Publicada em: 19 de dezembro de 2014.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.438/2017. Ementa: Autoriza a terceirização das atividades que menciona e dá outras providências; Publicada em: 11 de julho de 2017.

DESCOBERTO/MG. Lei Complementar 1.461/2019. Ementa: Altera o Código de Posturas do Município de Descoberto, aprovado pela Lei Complementar no 16, de 16 de novembro de 1955, afim de adequar a legislação às novas necessidades administrativas do município; Publicada em: 11 de março de 2019.

DESCOBERTO/MG. Lei Ordinária 1.471/2019. Ementa: Cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente - FMMA e dá outras providências.; Publicada em: 18 de outubro de 2019.

Dinnebier, H. C. F., Garbossa, A. A., Silva, F. A. da, & Matthiesen, A. (2016). Um estudo sobre os rótulos de água mineral envasada. In: Jornada de Iniciação Científica (JINC), 10., 2016, Concórdia. Anais... Brasília: Embrapa, p. 99-100.

DUARTE, M. P. ; PARAGUASSU, L. C. ; BARROS, A. C. ; SAADI, A. . Erosão na Zona da Mata mineira: Condicionantes Naturais e Efeitos Antrópicos. 2010. (Apresentação de

Trabalho/Simpósio). Disponível em: <<http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/8/9/8.pdf>>. Acesso em: 18 de mar. 2024.

EMBRAPA (Empresa Brasileira Pesquisa Agro Pecuária). Amendoim Forrageiro para Consorciação de Pastagens e Sistemas Intensivos de Produção. 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229323/1/27243.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2024.

ENGEBRAX. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 1 - Legislação Preliminar. 2019. Disponível em: <[http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq\\_pubMidia\\_Processo\\_228-19\\_P1-DESCOBERTO.pdf](http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_228-19_P1-DESCOBERTO.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ENGEBRAX. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 2 - Caracterização Municipal. 2019. Disponível em: <[http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq\\_pubMidia\\_Processo\\_228-19\\_P2-DESCOBERTO.pdf](http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_228-19_P2-DESCOBERTO.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ENGEBRAX. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos - Produto 3 - Diagnóstico Municipal Participativo. 2019. Disponível em: <[http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq\\_pubMidia\\_Processo\\_228-2019\\_Descoberto\\_P3.pdf](http://18.229.168.129:8080/publicacoesArquivos/ceivap/arq_pubMidia_Processo_228-2019_Descoberto_P3.pdf)>. Acesso em: 11 nov. 2023.

FARIAS, T. Q. Aspectos gerais da política nacional do meio ambiente – comentários sobre a Lei no 6.938/81. In: *Âmbito Jurídico*, Rio Grande, IX, n. 35, dez 2006. Disponível em: <[http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=1544](http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=1544)>. Acesso em: 22 nov. 2023.

FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente); CDTN (Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear); CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais). Diagnóstico da contaminação ambiental em Descoberto, Minas Gerais, em decorrência do afloramento de mercúrio em dezembro de 2002. Relatório de progresso. Belo Horizonte – FEAM. Minas Gerais, 2005.

FERNANDES, J. P.; FREITAS, A. R. M. Introdução à Engenharia Natural. v. 2. Lisboa: EPAL, 2011. 107p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FUNASA. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Cadernos Temáticos Saneamento Básico. Brasil, jun. 2016. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Drenagem+e+Manejo+das+%C3%81guas+Pluviais+Urbanas.pdf/72c03623-99ee-40d8-b1e8-107c182daf8e?version=1.0#:~:text=Para%20obras%20de%20microdrenagem%2C%20o,de%2050%20ou%20100%20anos.>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (FEAM). Caderno Técnico de Reabilitação de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos. Belo Horizonte: FEAM, 2010. 36 p.

GYSSSELS, G. & POESEN, J. 2003. The importance of plant root characteristics in controlling concentrated flow erosion rates. *Earth Surface Processes and Landforms* 28: 371-384.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades e Estados. Ibge.gov.br. Descoberto (MG). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/descoberto.html>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIOSIVERSIDADE. Perguntas e respostas sobre RPPN. Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/servicos/servicos-do-icmbio-no-gov.br/crie-sua-rppn/perguntas-e-respostas-sobre-rppn#:~:text=O%20que%20%C3%A9%20uma%20Reserva,afeta%20a%20titularidade%20do%20im%C3%B3vel>>. Acesso em: 23 mar. 2024.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS. Parque Estadual da Serra do Brigadeiro. Belo Horizonte, MG, 2024. Atualização publicação: 05 fev. 2024. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/197?task=view#:~:text=Caracterizado%20pela%20Floresta%20Atl%C3%A2ntica%20de,ainda%20n%C3%A3o%20catalogadas%20pela%20ci%C3%A2ncia>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Clima. Disponível em: <<https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KURIAN, J.; ESAKKU, S.; NAGENDRAN, R.; VISVANATHAN, C. A Decision Making Tool for Dumpsite Rehabilitation in Developing Countries. In: Tenth International Waste Management and Landfill Symposium. Sardenha – Itália, 2005. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Kurian\\_Joseph2/publication/237377780\\_A\\_DECISION](http://www.researchgate.net/profile/Kurian_Joseph2/publication/237377780_A_DECISION)>

[\\_MAKING\\_TOOL\\_FOR\\_DUMP SITE\\_REHABILITATION\\_IN\\_DEVELOPING\\_COUNTRIES/links/0c9605260f04603c58000000.pdf](#)>. Acesso em: 20 nov. 2023.

LIMA, Andreia Nogueira. Análise do monitoramento da contaminação ambiental do solo do aterro de resíduos sólidos urbanos encerrado de Seropédica. [www.arca.fiocruz.br](http://www.arca.fiocruz.br), 2015. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13920>>. Acesso em: 21 jun. 2024.

LIMA, M. W.; SURLIUGA, G. C. Análise das características do lixo domiciliar urbano do Município do Rio de Janeiro. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, RS, 2000.

LOMOLINO, Ana Laura Gonçalves. Plano de Recuperação de Área Degradada: Restauração da área do antigo lixão do município de Estrela do Sul-MG. 2017. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

LONGOBUCCO, Breno. Consorciamento público no estado de Minas Gerais: análise da eficácia da Lei nº 11.107/2005 e dos fatores que limitam a atuação dos consórcios públicos. 2021. 178 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Direito, Faculdade de Direito e Ciências do Estado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/43502>. Acesso em: 25 nov. 2023.

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação Da Política Nacional De Resíduos Sólidos. *Revista de administração pública*, Rio de Janeiro, v. 52, n. 1, p. 24-51, jan./fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7612155117>.

MAGALHÃES, L. Uso de ensaios geotécnicos na concepção de projetos de recuperação de áreas degradadas: estudo de caso da voçoroca do Jardim Botânico da UFJF, em Juiz de Fora (MG). Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2021.

MARIANI, Priscila Pacheco. Produção e aplicação de biomantas para controle de erosão em taludes. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2016.

MELO, Gutemberg de Pádua Educação ambiental para professores e outros agentes multiplicadores/ Gutemberg de Pádua Melo – João Pessoa: Superintendência do IBAMA na Paraíba, 2007.

MERCEDES, S. S. P. Perfil de geração de resíduos sólidos domiciliares no município de belo horizonte no ano de 1995. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, 1997.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010. Diário Executivo de Minas Gerais de 16. Set. 2010. Diário Oficial de Minas Gerais, Poder Executivo. Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS. Deliberação Normativa Copam nº 217, de 6 de dezembro de 2017. Diário executivo de Minas Gerais de 08. Dez. 2017. Diário Oficial de Minas Gerais, Poder Executivo. Belo Horizonte, MG.

MINAS GERAIS. Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais - PERS-MG. Diário Oficial do Estado, Belo Horizonte, MG, 13 jan. 2009.

MINAS GERAIS. Lei nº 21.972, de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos – Sisema – e dá outras providências. Assembleia Legislativa de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG. 21 jan. 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Áreas Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade Brasileira. Brasil, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias>>. Acesso em: 22 mar. 2024.

MIRANDA, Vanessa Soares. Reabilitação de área degradada pela deposição de resíduos sólidos urbanos usando gramíneas forrageiras. 2010. 24 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2010.

NOGUEIRA, Israel de Almeida. Recuperação de Lixões: Proposta de Metodologia de Apoio à Tomada de Decisão. 2015, 102 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, MG. Disponível em: [https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2014/02/TCC\\_Israel\\_FINALIZADO.pdf](https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental//files/2014/02/TCC_Israel_FINALIZADO.pdf). Acesso em: 10 nov. 2023.

OLIVEIRA, A. D.; DALBEM, E. A. Utilização de Espécies Gramíneas e Leguminosas para Recuperação de Áreas Contaminadas por Resíduos Sólidos. Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da Fait, Itapeva, v. 19, maio 2022. Disponível em: <[https://fait.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/pMW8iicbCkM8deC\\_2022-10-30-16-28-34.pdf](https://fait.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/pMW8iicbCkM8deC_2022-10-30-16-28-34.pdf)>. Acesso em: 22 jun. 2024.

OLIVEIRA, K. T. L. L.; GOMES, R. A. Contribuições da Recuperação do Biogás de Aterro Sanitário: uma análise para Goiânia. Boletim Trimestral Conjuntura Econômica. Goiânia, 2008.

PEREIRA, Aloisio Rodrigues. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. 2. ed. Belo Horizonte, MG. FAPI, 2008.

PEREIRA FILHO, Helvécio Rodrigues et al. Plano de Manejo- Reserva Particular do Patrimônio Natural Alto da Boa Vista I e II. Descoberto - Mg, 2013. 289 p.

PINTO, L. P., A. Paglia, A. Paese & M. Fonseca. 2004. O papel das reservas privadas na conservação da biodiversidade. In RPPN: Conservação em Terras Privadas – desafios para a sustentabilidade. Rodrigo Castro & Maria E. Borges (orgs.). Edições CNRPPN. Planaltina do Paraná.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. **Documentação Técnica DP-H03.** Diretrizes de projeto de hidráulica e drenagem – Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método Racional. Superintendências de Projetos e de Obras. 1999. São Paulo, SP. Disponível em: <[https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/DRENAGEM%20URBANA/dh-h03\\_diretrizes\\_de\\_projeto\\_para\\_estudos\\_hidrologicos\\_metodo\\_racional.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/infraestrutura/arquivos/SMSO%202018/DRENAGEM%20URBANA/dh-h03_diretrizes_de_projeto_para_estudos_hidrologicos_metodo_racional.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2024.

RANUCI, R. M. C. Determinação da Composição Física dos Resíduos Sólidos Urbanos produzidos na Cidade de Foz do Iguaçu - PR. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade Dinâmica de Cataratas - UDC, Engenharia Ambiental, 2008.

ROCHA, G. B.... [et. al.]. Guia de semeadura direta [livro eletrônico]: para restauração de florestas e cerrados. 1ª ed. São Paulo: Agroicone Ltda, 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD. Panorama Resíduos Sólidos Urbanos em Minas Gerais – Ano Base 2022. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <[http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2023/SANEAMENTO/Panorama\\_RSU\\_-\\_Ano\\_base\\_2022\\_-\\_final.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2023/SANEAMENTO/Panorama_RSU_-_Ano_base_2022_-_final.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2024.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMAD. Panorama dos Resíduos Sólidos no Estado de Minas Gerais com base nos dados do Sistema MTR – MG – Ano Base 2022. Belo Horizonte, 2024. Disponível em: <[http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2024/MTR/V\\_FINAL\\_PanoramaSistemaMTR\\_anobase2022\\_08\\_03\\_24\\_completa.pdf](http://www.meioambiente.mg.gov.br/images/stories/2024/MTR/V_FINAL_PanoramaSistemaMTR_anobase2022_08_03_24_completa.pdf)>. Acesso em: 11 set. 2024.

SILVA, J. C. G. da; PASCHOALIN FILHO, J. A. Estudo comparativo entre técnicas de proteção superficial de taludes situados na rodovia SP-563: biomanta, hidrossemeadura e grama em placa. In: VII SINGEP - Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 2018, São Paulo. Anais [...] São Paulo: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://www.singep.org.br/7singep/resultado/83.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

SILVA, Karine Trajano da. Projeto de um Aterro Sanitário de Pequeno Porte. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016. 97 f.

SILVA, Michele Chagas da; SANTOS, Gemelle Oliveira dos. Densidade aparente de resíduos sólidos recém coletados. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia, 2010, Fortaleza. Anais... Fortaleza: IFCE, 2010.

SOUZA, Carolinne Matias de. Recuperação de áreas degradadas em aterros sanitários. 2007. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

SILVEIRA, P. O. L.; FERRI, K. C. F.; PONCIAN, I. M.; PAULA, C. R.; PESSUTI, F.; PELAZZA, B. B.; FERRI, L. P. Impactos ambientais provocados pela disposição de resíduos sólidos no município de Caiapônia – GO. Revista Eletrônica Graduação – Pós-graduação em Educação. Universidade Federal de Goiânia. Itinerarius Reflecionis. Caiapônia, GO. V.15, N.3, ISSN. 1807-9342, 2019.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS – SNIR. Glossário. Disponível em: < <https://sinir.gov.br/informacoes/glossario/>>. Acesso em: 30 abr. 2024.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH). Mapa Interativo - Catálogo de Metadados da ANA. Disponível em: < <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=ef7d29c2ac754e9890d7cdbb78cbaf2c>>. Acesso em: 20 nov. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Série Histórica. 2024. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em: 27 abr. 2024.

SOARES, Homero. Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Faculdade de Engenharia – Departamento de Engenharia. Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Juiz de Fora, MG, 2013. Disponível em: <[https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Apostila\\_GRS.pdf](https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/09/Apostila_GRS.pdf)>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SOUTO, Ana Flávia Lins; MAIA, Hérica Juliana Linhares; MEDEIROS, Ana Rosa de Brito; GONDIM, Kilma Maísa de Lima. Gestão dos recursos naturais: uma análise das contribuições da política nacional de meio ambiente (lei 6938/81) / natural resources management. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 16542-16555, 7 mar. 2022. South Florida Publishing LLC. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv8n3-068>.

SILVA, Bruna Cardoso de Melo. Recuperação da área do antigo lixão da Estrutural – DF através da utilização de espécies arbóreas fitorremediadoras e de leguminosas nativas do Cerrado. Universidade de Brasília – Faculdade de Tecnologia. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25357/1/2019\\_BrunaCardosoDeMeloSilva\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/25357/1/2019_BrunaCardosoDeMeloSilva_tcc.pdf)>. Acesso em: 23 jun. 2024.

SOUZA, E.; TOLEDO, C. C.; FERNANDES FILHO, E. I. Uso do Solo na Zona da Mata, Minas Gerais. VIII Simpósio de Geografia Física Aplicada, Viçosa, MG, 2009.

SOS MATA ATLÂNTICA. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Relatório Técnico, Período 2021-2022. São Paulo, SP. 2023.

TAVARES, Fernanda Gláucia Ramos; TAVARES, Heloany Suelen Picanço. Resíduos sólidos domiciliares e seus impactos socioambientais na área urbana de Macapá-AP. Orientadora: Helenilza Ferreira Albuquerque Cunha. Coorientadora: Gláucia Regina Maders. 2014. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Ambientais) – Departamento de Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014. Disponível em: <http://repositorio.unifap.br:80/jspui/handle/123456789/480>. Acesso em: 15 mar. 2024.

TELES, E.F.B.; MORAIS, F. Gestão de áreas cársticas: uma proposta para a conservação ambiental. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. Anais... Campinas: SBE, 2019. p.336-341. Disponível em: <[http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe\\_336-341.pdf](http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_336-341.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2024.

VALVERDE, O. Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, n. 1, 1958. p. 3-79.

VENTURA, R. C. A. Implantação de Área Verde em Lixão Desativado no Município de Sertânia – PE. 2021. 42fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2021.

XAVIER, Manoel das Virgens Souza; QUADROS, Helenita Costa; DA SILVA, Monique Santos Sarly. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. Research, Society and Development, v. 11, n. 1, p. e42511125118-e42511125118, 2022.

## APÊNDICE I - Dimensionamento do sistema de drenagem pluvial – Aterro Controlado

Conforme descrito, a implantação do sistema de drenagem é um dos componentes do método de Recuperação Simples. Na ABNT NBR 8.419/1992 direciona que devem ser apresentados no sistema de drenagem superficial todos os parâmetros e fórmulas utilizadas para o dimensionamento de canais, destacando-se a intensidade de chuva, o tempo de recorrência (período de retorno), a duração e o coeficiente de escoamento superficial (ABNT, 1992). A seguir serão descritos os cálculos do dimensionamento.

### - Tempo de concentração - tc

Para obter o tempo de concentração, foi considerado como talvegue – comprimento do curso d'água principal da bacia (L), dessa forma, foi levado em consideração a distância entre a área do Aterro Controlado Desativado ao curso hídrico principal Pouso Alegre, cujo escoamento é favorável, com 500 m de distância aproximadamente. Já com relação ao parâmetro H foi levado em conta a cota ocupada pelo terreno do aterro controlado desativado de 420 m e pelo córrego Pouso Alegre de 380 m, resultando em H de 40 m. Diante disso, o tempo de concentração é dado pela Equação 1:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385} \quad (1)$$

Onde:

tc = tempo de concentração (min);

L = comprimento do curso d'água principal da bacia (km);

H = diferença de nível entre o ponto mais remoto e a seção considerada (m).

Considerando que o comprimento do talvegue, neste caso, o caminho d'água formado pelo terreno até o ponto exultório é de L = 0,083 km e o H = 40 m, tem-se:

$$tc = 57 \cdot \left(\frac{0,5^3}{40}\right)^{0,385}$$

$$tc = 6,186 \text{ min}$$

Sendo o tempo de concentração de 6,186 min.

- Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação - Im

Para obtenção da intensidade de precipitação, alguns parâmetros são variáveis para cada região, sendo assim, foi utilizado o *software* Pluvio PLUVIO 2.1 (Parâmetros da Equação de Intensidade, Duração e Frequência da Precipitação - IDF), desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos – GPRH, do Departamento de Engenharia Agrícola – DEA da Universidade Federal de Viçosa – UFV, os parâmetros obtidos pelo software são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13 - Parâmetros da equação de intensidade, duração e frequência da precipitação – Descoberto, MG.

| Parâmetros | Valor  |
|------------|--------|
| <b>K</b>   | 720,01 |
| <b>a</b>   | 0,188  |
| <b>b</b>   | 5,297  |
| <b>c</b>   | 0,707  |

Fonte: Autoras, 2024.

Considerando estes parâmetros e a equação IDF, foi obtida a Equação 2 para o município de Descoberto:

$$I_m = \frac{K.T^a}{(tc+b)^c} \quad (2)$$

Onde:

T = período de retorno (anos);

tc = duração da precipitação (min);

K, a, b e c = parâmetros de ajuste, relativos à estação chuvosa estudada.

Utilizando os parâmetros de Descoberto – MG, resulta-se:

$$I_m = \frac{720,01 . T^{0,188}}{(t+5,297)^{0,707}} \quad (3)$$

Assim, foi utilizado o tempo de concentração obtido anteriormente, de  $t_c = 6,186$  min, bem como foi adotado o valor para o tempo de retorno de  $T = 10$  anos, recomendado para microdrenagem. Dessa forma, foi obtida a intensidade:

$$I_m = \frac{720,01 \cdot 10^{0,188}}{(6,186 + 5,297)^{0,707}}$$

$$I_m = 197,64 \text{ mm/h}$$

Logo, a intensidade de precipitação para o município é de  $I_m = 197,64$  mm/h.

#### - Vazão de Projeto - $Q_{m\acute{a}x}$

Para obtenção da vazão máxima de projeto, foi utilizado o Método Racional, recomendado para bacias que não apresentam complexidade e possuam até  $2\text{km}^2$ , de acordo com São Paulo (1999), sendo assim, para o dimensionamento do sistema de drenagem, foi levado em consideração o terreno do qual o aterro controlado está inserido, incluindo as áreas de transbordo e UTC, com intuito de possuir uma segurança maior na vazão obtida, cabe ressaltar que, as canaletas serão implantadas somente na área a ser recuperada, conforme mencionado. Desse modo, a área de contribuição possui um total de  $2\text{ha}$  ( $0,02 \text{ km}^2$ ).

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{C \cdot i_m \cdot A}{360} \tag{4}$$

Onde:

$Q_{m\acute{a}x}$  = vazão máxima de escoamento superficial ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$C$  = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

$i_m$  = intensidade máxima média de precipitação para uma duração igual ao tempo de concentração ( $\text{mm/h}$ );

$A$  = área da bacia de drenagem ( $\text{ha}$ ).

Ainda, foi adotado um coeficiente de escoamento superficial de  $C = 0,60$ , considerando a área como adjacente ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas (FUNASA, 2016). Substituindo os valores tem-se:

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{0,6 \cdot 197,64 \cdot 2}{360}$$
$$Q_{m\acute{a}x} = 0,6588 \text{ m}^3/\text{s}$$

Assim, a vazão de projeto é de  $Q_{m\acute{a}x} = 0,6588 \text{ m}^3/\text{s}$  que equivale a 658,8 L/s.

#### - Dimensionamento das canaletas

A vazão permite o dimensionamento das canaletas que compõem o sistema de drenagem, portanto, foi optado pela utilização de canaletas de meia seção. O diâmetro da tubulação foi obtido pela Equação de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i} \cdot A_m \quad (5)$$

Onde:

$Q$  = vazão de projeto ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$n$  = coeficiente de rugosidade de Manning;

$R_H$  = raio hidráulico (m) =  $A_m/P_m$ ;

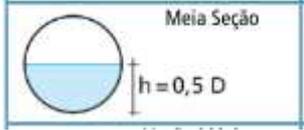
$i$  = declividade média (m/m) – admitido de 2%;

$A_m$  = área molhada (m);

$P_m$  = perímetro molhado (m).

Considerando os elementos característicos que compõe as seções conforme a geometria (Tabela 14), foi possível obter o diâmetro da tubulação. Além disso, foi adotado como coeficiente de rugosidade  $n = 0,015$ , indicado para canais revestimento de concreto com bom acabamento.

Tabela 14 – Elementos característicos canal de meia seção.

| Geometria da Seção  | Área molhada (Am)         | Perímetro molhado (Pm)  | Raio hidráulico |
|---|---------------------------|-------------------------|-----------------|
|  | $\frac{\pi \cdot D^2}{8}$ | $\frac{\pi \cdot D}{4}$ | $\frac{D}{4}$   |

Fonte: Adaptado de DAEE (2016).

O diâmetro da tubulação é dado por:

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{Q \cdot n \cdot 8 \cdot 4^{\frac{2}{3}}}{\sqrt{i} \cdot \pi}\right)^8} \quad (6)$$

$$D = \sqrt[3]{\left(\frac{0,6588 \cdot 0,015 \cdot 8 \cdot 4^{\frac{2}{3}}}{\sqrt{0,02} \cdot \pi}\right)^8}$$

$$D = 0,11834 \text{ m}$$

$$D = 118,34 \text{ mm}$$

A fim de praticidade de execução do projeto, dado o diâmetro obtido, foi adotado  $D = 200 \text{ mm}$ . Assim, considerando a Tabela 14, também foram obtidos  $Am = 15700 \text{ mm}$  e  $Pm = 314 \text{ mm}$ . O resumo das informações referentes ao sistema de drenagem é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 – Parâmetros das canaletas do sistema de drenagem.

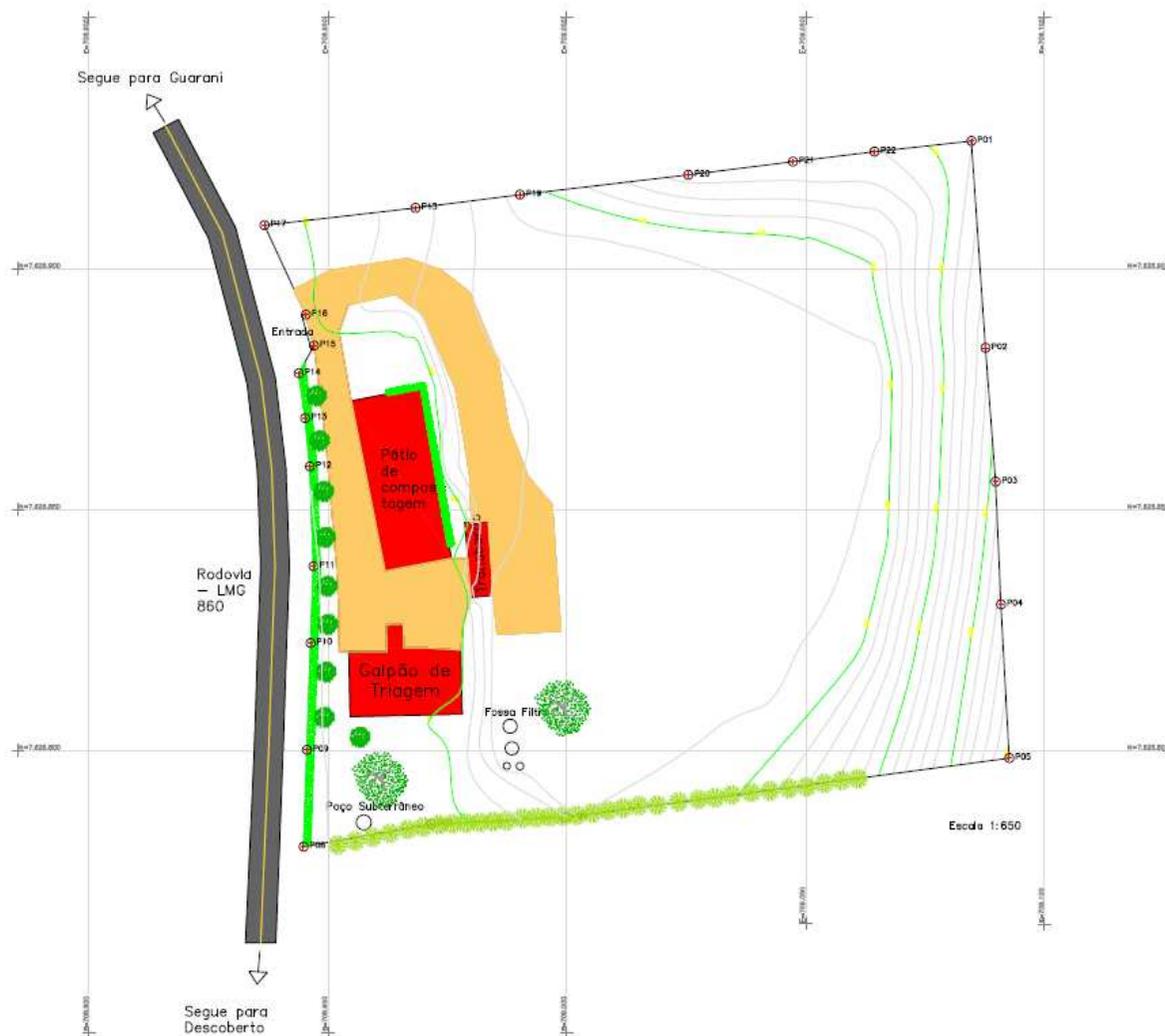
| Parâmetro   | Valor | Unidade |
|---|-------|---------|
| Tempo de retorno - <b>T</b>                       | 10    | anos    |
| Coefficiente de escoamento superficial - <b>C</b> | 0,60  | -       |
| Coefficiente de rugosidade - <b>n</b>             | 0,015 | -       |
| Diâmetro da canaleta - <b>D</b>                   | 200   | mm      |
| Inclinação das tubulações - <b>i</b>              | 2     | %       |

Fonte: Autoras, 2024.

## APÊNDICE II - Distribuição das propostas de implantação



# ANEXO I - Curvas de nível na área do aterro controlado.



| LADOS    |          | AZIMUTES   | DISTANCIA (m) | COORDENADAS (UTM) |              |
|----------|----------|------------|---------------|-------------------|--------------|
| Vértices | Vértices |            |               | E (metros)        | N (metros)   |
| P01      | P02      | 176°02'56" | 43,07         | 709.084,88        | 7.626.926,54 |
| P02      | P03      | 175°35'54" | 27,86         | 709.087,63        | 7.626.883,58 |
| P03      | P04      | 177°33'15" | 25,47         | 709.089,77        | 7.626.855,80 |
| P04      | P05      | 176°51'37" | 31,97         | 709.090,85        | 7.626.830,35 |
| P05      | P06      | 262°28'05" | 93,70         | 709.092,50        | 7.626.798,42 |
| P06      | P07      | 267°08'30" | 28,20         | 708.999,72        | 7.626.786,14 |
| P07      | P08      | 260°04'40" | 27,07         | 708.971,55        | 7.626.784,73 |
| P08      | P09      | 2°00'29"   | 20,05         | 708.944,89        | 7.626.780,07 |
| P09      | P10      | 1°55'18"   | 22,23         | 708.945,59        | 7.626.800,10 |
| P10      | P11      | 2°05'24"   | 15,96         | 708.946,34        | 7.626.822,32 |
| P11      | P12      | 358°00'24" | 20,74         | 708.946,92        | 7.626.838,27 |
| P12      | P13      | 354°25'31" | 10,07         | 708.946,20        | 7.626.859,00 |
| P13      | P14      | 351°42'52" | 9,38          | 708.945,22        | 7.626.869,02 |
| P14      | P15      | 28°40'55"  | 6,59          | 708.943,87        | 7.626.878,30 |
| P15      | P16      | 345°09'29" | 6,62          | 708.947,03        | 7.626.884,09 |
| P16      | P17      | 335°06'01" | 20,49         | 708.945,34        | 7.626.890,48 |
| P17      | P18      | 83°30'58"  | 31,79         | 708.936,71        | 7.626.909,07 |
| P18      | P19      | 82°54'38"  | 22,05         | 708.968,29        | 7.626.912,66 |
| P19      | P20      | 83°18'51"  | 35,48         | 708.990,18        | 7.626.915,38 |
| P20      | P21      | 82°48'55"  | 22,07         | 709.025,41        | 7.626.919,51 |
| P21      | P22      | 83°07'37"  | 17,20         | 709.047,31        | 7.626.922,28 |
| P22      | P01      | 83°46'29"  | 20,39         | 709.064,39        | 7.626.924,33 |



**Convenções**

- + Pontos Georreferenciados
- Cerca Viva (Cortina Verde)
- Estruturas do Empreendimento
- Vias internas
- Curvas de Nível Intermediárias (1 metro)
- Curvas de Nível Mestras (5 metros)

Fonte: Adaptado de Loures, 2024.