

**INSTITUTO  
FEDERAL**

Goiano

---

Campus  
Rio Verde

**BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO  
DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE -  
GOIÁS**

**JAIR JEFERSOM DE SOUZA MOREIRA**

**RIO VERDE, GO**

**2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE.  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE  
ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GOIÁS**

**JAIR JEFERSOM DE SOUZA MOREIRA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Wellington Dozinete Guimarães.

Rio Verde - GO

Dezembro, 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

M838a            Moreira, Jair Jefersom de Souza  
                  Alternativas Locacionais Para a Implantação De  
Aterro Sanitário No Município De Rio Verde - Goiás /  
Jair Jefersom de Souza Moreira; orientador  
Wellington Donizete Guimarães. -- Rio Verde, 2022.  
                  35 p.

                  TCC (Graduação em Graduação em Engenharia  
Ambiental) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2022.

                  1. Destinação resíduos. 2. Geoprocessamento. 3.  
Resíduos sólidos. 4. Saneamento básico. I. Guimarães,  
Wellington Donizete, orient. II. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |                                                      |                                                         |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Jair Jefersom de Souza Moreira

Matrícula:

2017102200740467

Título do trabalho:

Alternativas Locacionais Para a Implantação De Aterro Sanitário No Município De Rio Verde - Goiás

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

26 / 01 / 2023

Data

*Jair Jefersom S. Moreira*

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

*Wellington Souza de Almeida*

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 89/2022 - GGRAD-RV/DE-RV/CMPRV/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos **15** dias do mês de **dezembro** de **2022**, às **19** horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: **Wellington Donizete Guimarães (orientador)**, **Lucas Peres Angelini (membro)** e **Wilker Alves Morais (membro)**, para examinar o Trabalho de Curso intitulado **ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE - GOIÁS**, do estudante **Jair Jefersom de Souza Moreira**, Matrícula nº **2017102200740467**, do Curso de **Bacharelado em Engenharia Ambiental** do IF Goiano - **Campus Rio Verde**. A palavra foi concedida ao(a) estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do(a) candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** da estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Wellington Donizete Guimarães

Orientador(a)

*(Assinado Eletronicamente)*

Lucas Peres Angelini

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Wilker Alves de Morais

Membro

## Observação:

( ) O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Lucas Peres Angelini, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 16/12/2022 09:26:11.
- **Wilker Alves Morais, 2017102320140165 - Discente**, em 15/12/2022 21:24:17.
- **Wellington Donizete Guimaraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 15/12/2022 21:04:40.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 15/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 453882

Código de Autenticação: b823bc510a



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Rio Verde  
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970  
(64) 3624-1000

Dedico este trabalho a Deus e a minha família, em destaque a minha mãe, que sempre foi meu suporte e estímulo para lutar pelos meus objetivos e metas.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter sido a base da minha família, sendo provedor de saúde, proteção, força e companheirismo durante toda a trajetória da minha vida.

À minha família, composta pelo meu pai Jair, minha irmã Juliane e especialmente à minha mãe Janete, uma mulher forte, batalhadora e cristã, que exerceu papel fundamental na minha educação e formação como indivíduo.

Um agradecimento especial também a minha namorada Kemelly, pessoa muito importante que esteve presente em praticamente toda minha trajetória de graduação, me incentivando e sendo apoio nos momentos necessários.

Ao meu colega de turma Guilherme, que em nossa parceria atuou efetivamente em diversos projetos acadêmicos, contribuindo assim com minha evolução nesta trajetória.

Aos meus amigos e demais familiares que acreditaram no meu potencial e me incentivaram a correr atrás dos meus objetos e sonhos.

E não menos importante, ao meu caro orientador Prof. Wellington Donizete, que foi um dos responsáveis por despertar meu interesse na área de geoprocessamento e por aceitar ser o responsável em me conduzir nesta reta final do meu processo de graduação.

## RESUMO

MOREIRA, Jair Jefersom de Souza. **Alternativas Locacionais Para A Implantação De Aterro Sanitário No Município De Rio Verde - Goiás.** 2022. 35p Monografia (Curso de Bacharelado de Engenharia Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2022.

O crescimento populacional acelerado, a alta exploração de matérias primas para atender as necessidades da população, está ocasionando a grande geração de resíduos sólidos urbanos, desta forma trazendo dificuldades para os gestores municipais em gerenciar todo esse volume de resíduos, e em vários casos, gerando impactos significativos ao meio ambiente. A falta de destinação final adequada possui destaque em boa parte dos municípios brasileiros, devido a questões financeiras, má gestão ou falta de áreas aptas para aterros sanitários. De tal forma, este estudo teve o objetivo de encontrar áreas aptas para a implantação de aterro sanitário no município de Rio Verde no estado de Goiás, visto que o município não realiza a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, descumprindo assim a Lei Federal nº 12305/2010. A metodologia consistiu em análises espaciais aplicando os critérios previstos no arcabouço legal brasileiro, com a utilização do software de uso livre QGIS para processamento de dados obtidos através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Sistema Estadual de Geoinformação, Environmental Systems Research Institute e Prefeitura Municipal de Rio Verde. O resultado encontrado por meio da confecção de mapas de adequabilidade, identificou 1.288,25 Km<sup>2</sup> de áreas aptas a receber a implantação do aterro sanitário no município de Rio Verde segundo os critérios de distanciamento de aeródromo, topografia, distanciamento de cursos hídricos, acessos, tamanho mínimo, distância mínima de núcleos populacionais e áreas já antropizadas.

**Palavras-chave:** Destinação resíduos, Geoprocessamento, resíduos sólidos, saneamento básico.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização do aterro controlado de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (RIO VERDE, 2018).....	11
<b>Figura 2:</b> Pilha de empilhamento e aterro de resíduos. <b>Fonte:</b> (RIO VERDE, 2018). .....	11
<b>Figura 3:</b> Localização do município de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (SIEG, 2021), elaborado pelo autor (2022). .....	15
<b>Figura 4:</b> Aeródromos na região de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (SIEG, 2014), elaborado pelo autor (2022).....	18
<b>Figura 5:</b> Declividade do município de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (INPE, 2008), elaborado pelo autor (2022). .....	19
<b>Figura 6:</b> Distanciamento de núcleos populacionais. <b>Fonte:</b> (IBGE, 2020), elaborado pelo autor (2022). .....	20
<b>Figura 7:</b> Acessos do município de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (SIEG, 2012), elaborado pelo autor (2022).....	21
<b>Figura 8:</b> Drenagem do município de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (SIEG, 2014), elaborado pelo autor (2022).....	22
<b>Figura 9:</b> Uso do solo no município de Rio Verde. <b>Fonte:</b> (ESRI, 2020), elaborado pelo autor (2022).....	24
<b>Figura 10:</b> Áreas passíveis à implantação do empreendimento. <b>Fonte:</b> Elaborado pelo autor (2022).....	25
<b>Figura 11:</b> Áreas propostas para o recebimento do empreendimento. <b>Fonte:</b> Elaborado pelo autor (2022). .....	26

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	9
2.1 Resíduos Sólidos .....	9
2.2 Destinação Resíduos Sólidos .....	10
2.3 Cenário Atual do Município .....	10
2.3 Aterro Sanitário .....	12
2.4 Arcabouço Legal .....	12
2.5 Utilização de Sistemas de Informações Geográficas .....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1 Área de Estudo .....	15
3.2 Critérios Abordados .....	15
3.3 Fonte de Dados .....	16
3.4 Processamento .....	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
4.1 Proximidade Com Aeródromos .....	17
4.2 Declividade .....	18
4.3 Distanciamento de Núcleos Populacionais .....	19
4.6 Uso e Ocupação do Solo .....	23
4.7 Disponibilidade de Áreas .....	24
4.8 Áreas Propostas .....	25
5 CONCLUSÕES .....	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29
ANEXOS .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida das pessoas está ligada diretamente ao saneamento básico, pois este é responsável pelo fornecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza pública, manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. A falta de um ou mais desses recursos, pode interferir drasticamente na saúde das pessoas. O saneamento básico é uma das necessidades das pessoas que vivem nos grandes e pequenos centros urbanos, o atendimento a esta necessidade é um desafio aos gestores de diversos países no mundo, principalmente dos em desenvolvimento. No Brasil, varias regiões enfrentam problemas relacionados a saneamento, sendo em muitos casos o principal motivo pela mortandade infantil e baixa expectativa de vida das pessoas (ÁGUAS DE TIMON, 2022).

O manejo de resíduos sólidos é um dos pilares do saneamento, sendo composto por coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos. No Brasil, boa parte dos municípios conta com coleta urbana regularmente, entretanto, não ocorre o tratamento e destinação destes resíduos adequadamente, trazendo assim, impactos negativos à sociedade e principalmente ao meio ambiente (ABRELPE, 2022).

Das formas de destinação final de resíduos sólidos urbanos, a disposição em solo é a mais empregada no Brasil, dentre os motivos, está a característica do país em possuir extensa área territorial. Todavia, para a disposição adequada destes resíduos em solo deve-se empregar o aterro sanitário, cuja estrutura é composta por sistema de impermeabilização do solo, coleta e tratamento de chorume e gases, bem como o recobrimento dos resíduos para evitar propagação de vetores (SCHALCH *ET AL.*, 2015).

O município de Rio Verde, localizado no sudoeste goiano, destina os resíduos gerados em seus centros urbanos e áreas rurais a um “aterro controlado”. Esse tipo de aterro é caracterizado pelo recobrimento dos resíduos com uma camada de solo, objetivando evitar propagação de vetores e o possível contato dos materiais com pessoas.

A Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010 regulamenta que todos os municípios do país se adequem quanto ao gerenciamento dos resíduos sólidos. De tal forma, este estudo teve o objetivo de encontrar áreas aptas para a implantação de aterro sanitário no município de Rio Verde no estado de Goiás, visto que o município não realiza a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos, descumprindo assim a Lei Federal nº 12305/2010. A técnica escolhida para a verificação dos critérios locacionais foi a álgebra de mapas com a utilização do software de uso livre QGIS (Versão 3.16.9).

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Como muitos outros conceitos, o conceito de saneamento básico foi socialmente construído ao longo da história da humanidade de acordo com as condições materiais e sociais, do avanço do conhecimento e da ocupação populacional de cada época (MORAES E BORJA, 2014).

Uma das definições de saneamento é feito pela Lei Federal nº14026/2020, onde é caracterizado como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza pública, manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

Para Da Silva e Liporone (2011), o saneamento básico é uma das principais políticas que podem ser implantadas em uma comunidade, que em meios a outros serviços, destaca-se a necessidade de realizar a coleta e a disposição adequada dos resíduos sólidos.

### 2.1 Resíduos Sólidos

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010), resíduos sólidos são definidos como material, substância, objeto ou propriedade descartada produzida pelas atividades humanas na sociedade, em estado sólido ou semissólido.

A produção de resíduos sólidos urbanos (RSU) está ligada diretamente com o consumismo. A partir da revolução industrial, a produção de RSU aumenta a passos largos. Segundo Costa *et al.* (2018), desde o advento da revolução industrial, a sociedade realiza o consumo não mais para a sobrevivência e prover bem-estar, mas de forma exagerada, desta forma, predando os recursos naturais e gerando grande quantidade de resíduos sem destinação final adequada.

No Brasil, segundo ABRELPE (2020), a produção de RSU per capita passou de 348,3 kg/hab/ano para 379,2 kg/hab/ano em cerca de uma década. De acordo ainda com o panorama, a produção individual multiplicada a população brasileira, gera em torno de 79 milhões de toneladas por ano, desta forma trazendo dificuldades para os gestores dos municípios em gerenciar de forma adequada todo esse volume de resíduos.

A PNRS (BRASIL, 2010), traz em seu Art. 3º, inciso X que o “gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. Já no Art. 9º, é determinada

a ordem prioritária de gerenciamento dos resíduos sólidos: “não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”. A referida lei determina ainda em seu Art. 3º, Inciso XV que os rejeitos são os materiais que devem ter a destinação ambientalmente adequada devido ao esgotamento de todas as possibilidades de tratamento e recuperação viáveis dos materiais.

## **2.2 Destinação Resíduos Sólidos**

A destinação final dos RSU é uma problemática em quase todos os municípios brasileiros. Muitas vezes, os RSU não possuem uma destinação final adequada. A destinação final e adequada dos RSU pode influenciar na qualidade do meio ambiente e na saúde pública (SOARES; SALGUEIRO; GAZINEU, 2007).

Segundo Schalch *et al.* (2015), o aterro sanitário é a única forma de destinação final aceitável, pois ela é realizada de forma ambientalmente adequada. A CETESB (2020), apresenta o aterro sanitário como uma obra de engenharia que possibilita dispor os resíduos sólidos no solo causando o menor impacto possível ao meio ambiente. Além do aterro sanitário como forma de disposição final, segundo o IBGE (2011), existem outras duas formas que são categorizadas como inadequadas, lixões e aterros controlados:

“Lixões são áreas que recebem os resíduos sólidos em seu estado bruto sobre o terreno, sem nenhum preparo de impermeabilização e de tratamento dos efluentes líquidos derivados da decomposição do lixo, como o chorume, que por sua vez acaba infiltrando no solo, contaminando todo o lençol freático, e, conseqüentemente, toda a população que se utiliza desse recurso hídrico”.

“Os aterros controlados são considerados uma fase intermediária entre o lixão e aterro sanitário. Sua principal característica consiste no cuidado de cobrir diariamente os resíduos sólidos com uma camada de terra ou outro tipo de material visando diminuir a incidência de animais transmissores de doenças. Esta forma de disposição de resíduos sólidos, apesar de ser considerada atualmente inadequada, vem sendo cada vez mais utilizada, principalmente pelos municípios de pequeno e médio porte” (IBGE, 2011).

## **2.3 Cenário Atual do Município**

Em Rio Verde a disposição final dos resíduos sólidos urbanos é realizada em uma unidade caracterizada como “aterro controlado”, esta unidade localiza-se no Km 12 da Rodovia BR-452, sentido Rio Verde-Itumbiara (Figura 1). O local inicialmente teve seu

projeto concebido para que atuasse como um aterro sanitário pleno, com a metodologia de disposição em trincheiras (valas), impermeabilizadas e com as medidas para coleta e tratamento do chorume, bem como a coleta e queima dos gases produzidos pelo processo de decomposição. Entretanto, devido a problemas operacionais ocasionou na mudança de sua concepção original e se tornando o chamado aterro controlado (Figura 2) (RIO VERDE, 2018).



**Figura 1.** Localização do aterro controlado de Rio Verde. **Fonte:** (RIO VERDE, 2018).



**Figura 2:** Pilha de empilhamento e aterro de resíduos. **Fonte:** (RIO VERDE, 2018).

### 2.3 Aterro Sanitário

Semelhantemente a definição da CETESB, a norma da ABNT NBR nº 8419 de 1992, define o aterro sanitário como técnica de disposição de resíduos sólidos urbanos no solo, de modo a não causar problemas de segurança e danos à saúde pública e reduzindo os impactos ambientais. Este tipo de empreendimento aplica métodos embasados em princípios de engenharia, confinando os resíduos no menor espaço territorial possível, cobrindo-os com uma camada de terra diariamente (ABNT, 1992).

De acordo com o Obladen, Obladen e Barros (2009), existem três métodos distintos de construção de aterro sanitário, tais como:

- Método de rampa - consiste na utilização de terrenos com declive, onde os seguindo a declividade existente os resíduos são depositados e compactados e recobrimento do material ao final do dia;
- Método de trincheira – caracteriza-se na abertura de valas de dois a três metros de profundidade, em alguns casos até cinco metros caso o lençol freático seja mais profundo, e o material retirado serve como cobertura.
- Método da área - É uma técnica propícia para regiões baixas, onde o solo local não possibilita ser utilizado como cobertura, sendo necessário retirar o material de jazidas que, viabilidade de logística, devem situar-se o mais próximas possível do local a ser aterrado. Todavia, os demais procedimentos são iguais ao método da rampa.

Além do local empregado para o aterro dos resíduos, o empreendimento necessita de outras estruturas como apoio, sendo as principais e mais comuns: guarita, balança para controle da quantidade de resíduos recebidos, prédio administrativo, oficina e ainda, todo o local deve ser cercado e monitorado para evitar a entrada de pessoas e animais (VG RESÍDUOS, 2018).

### 2.4 Arcabouço Legal

A Lei Federal nº 12.305 de agosto de 2010 em seu Art. 1º, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde dispõe sobre os princípios, objetivos, instrumentos, e também as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Esta lei definiu em seu Art. 54, prazo para os municípios se adequarem até o ano de 2014, porém não conseguiram se adequar, então pela Lei Federal 14.026 de julho de 2020 foi prorrogado o prazo para os municípios que apresentaram até o final de 2020 o plano de

gerenciamento de resíduos sólidos. Os prazos são definidos pelo o porte dos municípios e a região, de tal forma:

- Até 2 de agosto de 2021, para as capitais de Estados e Municípios integrantes de regiões metropolitanas;
- Até 2 de agosto de 2022, para os municípios com população acima de 100.000 habitantes;
- Até 2 de agosto de 2023, para os municípios com população entre 50 mil e 100 mil habitantes; e,
- Até 2 de agosto de 2024, para os municípios cuja população é inferior a 50 mil habitantes.

O município de Rio Verde no estado de Goiás, de acordo com o IBGE (2020), possui uma população estimada em 241 mil habitantes. Desta forma, ele se enquadra na categoria de população acima de 100 mil habitantes, logo, segundo a legislação, possui o prazo para a regularização da disposição final ambientalmente adequada dos resíduos urbanos gerados até o início de agosto de 2022.

Para a realização da disposição ambientalmente adequada dos RSU é necessário a utilização do aterro sanitário. A seleção da área para a implantação do aterro sanitário, é através de levantamento das áreas cujas características estão de acordo com a NBR 13.896 (1997) da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Esta norma “fixa as condições mínimas exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos, de forma a proteger adequadamente as coleções hídricas superficiais e subterrâneas próximas, bem como os operadores destas instalações e populações vizinhas” (ABNT, 1997). Os critérios previstos na norma são eles:

- topografia - recomendam-se locais com declividade superior a 1% e inferior a 30%;
- geologia e tipos de solos existentes - coeficiente de permeabilidade inferior a  $10^{-6}$  cm/s e uma zona não saturada com espessura superior a 3,0 m;
- recursos hídricos - o aterro deve ser localizado a uma distância mínima de 200 m de qualquer coleção hídrica ou curso de água;
- vegetação - o estudo macroscópico da vegetação é importante, uma vez que ela pode atuar favoravelmente na escolha de uma área quanto aos aspectos de redução do fenômeno de erosão, da formação de poeira e transporte de odores;
- acessos - fator de evidente importância em um projeto de aterro, uma vez que são utilizados durante toda a sua operação;

- tamanho disponível e vida útil - em um projeto, estes fatores encontram-se interrelacionados e recomenda-se a construção de aterros com vida útil mínima de 10 anos;
- custos - a elaboração de um cronograma físico-financeiro é necessária para permitir a análise de viabilidade econômica do empreendimento;
- distância mínima a núcleos populacionais - recomenda-se que esta distância seja superior a 500 m.

A localização do aterro sanitário envolve critérios de outras normativas, sendo elas apresentados a seguir (Quadro 1):

Quadro único: Critérios de restrição de áreas para implantação de aterro sanitário.

Distância de Unidades de Conservação	3.000 m a partir do limite da UC (distância sujeita a anuência)	Resolução CONAMA nº 428/2010
Distância de aeródromos	20 km (distância sujeita a anuência)	Lei Federal nº 12.725/2012

Fonte: Próprio autor (2021).

## 2.5 Utilização de Sistemas de Informações Geográficas

Para conseguir selecionar áreas que cumprem os requisitos normativos, é necessário a utilização de ferramentas e análises variadas. Segundo Samizava (2008), ferramentas para apoiar e auxiliar na tomada de decisões estão se tornando cada vez mais importantes para o planejamento ambiental, em destaque para as informações geradas por análises espaciais em ambiente SIG, reduzem muito a incerteza da tomada de decisão e proporcionam mais segurança e agilidade nos processos.

Os sistemas de informações geográficas (SIG) não possuem uma única definição, os autores em seus variados temas de estudos o definem diferentemente. Para Ferreira e Da Graça Raffo (2012), SIG “pode ser descrito como um sistema de apoio à decisão que envolve um conjunto de funções automatizadas com capacidade de armazenamento, gestão, transformação e visualização de dados espacialmente referenciados”. Já para Filippini Alba (2014), SIG é uma ferramenta de cálculo que pode integrar e processar vários tipos de informação e é especialmente adequado para variáveis de naturezas espaciais, globais, regionais ou locais.

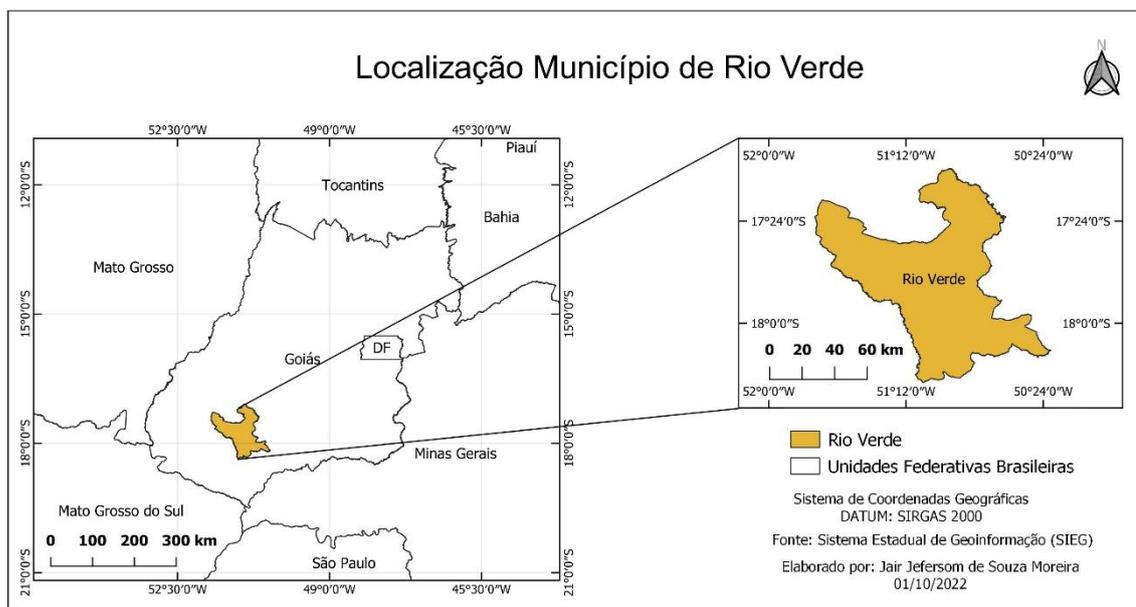
Diversos autores se apoiaram na versatilidade e eficácia de ambientes SIG para definição de locais para a implantação de aterros sanitários. Em Minas Gerais, Felicori *et al.* (2016) utilizou-se de ferramentas SIG para a definição de áreas para a implantação de aterros

sanitários e usinas de compostagem na Zona da Mata Mineira. A mesma abordagem foi empregada com sucesso em outros estudos e lugares: Lourenço (2015), Osório no Rio Grande do Sul, Moreira *et al.* (2016), município de Serra no Espírito Santo e Fernandes e Ribeiro (2017), Grossos Rio Grande do Norte.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de Estudo

O local de realização do estudo foi o espaço territorial do município de Rio Verde no estado de Goiás (Figura 3). Segundo IBGE (2020), o município possui uma área de 8.379,66 Km<sup>2</sup> com uma densidade demográfica de 24,74 habitantes/Km<sup>2</sup> e de acordo com Prado *et al.* (2019), possui um nível de desenvolvimento econômico que se destaca na região sudoeste, comparado aos demais municípios. Já o clima do município, de acordo com Dos Santos Alves *et al.* (2016) “apresenta duas estações bem definidas: uma seca (de maio a outubro) e outra chuvosa (novembro a abril), sendo mesotérmico úmido, com temperaturas amenas durante o inverno e calor no verão e, principalmente na primavera”.



**Figura 3:** Localização do município de Rio Verde. **Fonte:** (SIEG, 2021), elaborado pelo autor (2022).

#### 3.2 Critérios Abordados

Para a seleção da área para a implantação do aterro sanitário, utilizou-se do arcabouço legal brasileiro através da Resolução CONAMA n° 428/2010, Lei Federal n° 12.725/2012,

bem como na norma da ABNT NBR 13.896 (1997), sendo a norma com enfoque maior, pois tem mais critérios a serem empregados.

A pesquisa foi realizada unicamente de forma *ex-situ*, compreendendo apenas a verificação de critérios obtidos através do levantamento do arcabouço legal brasileiro relacionado a implantação de aterro sanitário que puderam ser observados sem a necessidade de ir até os locais, motivado por questões econômicas e/ou devido a acessibilidade. Desta forma, o critério que verifica a geologia e coeficiente de permeabilidade do solo não foi empregado neste estudo.

### **3.3 Fonte de Dados**

Através do Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG) foi obtido os planos de informações referente a localização dos aeródromos, rodovias e hidrografia para o estado de Goiás.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) para a região do município de Rio Verde foi obtido através do Portal TOPODATA de gestão do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Já o plano de informação referente aos núcleos populacionais foi obtido através do portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para todo o território nacional e, o plano de informação referente ao uso do solo teve como fonte o Environmental Systems Research Institute (ESRI) que desenvolve o mapa de classificação de uso do solo global.

Foi utilizado ainda complementarmente, o plano de informação com a estradas não pavimentadas presentes no município que foi fornecido pela Prefeitura Municipal de Rio Verde.

### **3.4 Processamento**

Os planos de informações obtidos encontravam-se em formatos vetoriais e matriciais, bem como em diferentes sistemas de coordenadas, desta forma, foi necessário padronizá-los para o formato matricial e para o sistema de projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM), Zona 22 Sul. O DATUM utilizado foi o SIRGAS 2000, sistema de referência oficial para todo o território brasileiro.

Com todos os planos de informações padronizados, foi realizado o seu recorte mantendo apenas a área do município, em seguida extraiu-se a declividade a partir do MDE, e

as superfícies de distâncias para os planos que deviam atender o critério de proximidade. Por fim, os dados foram combinados usando álgebra de mapas com a utilização da Calculadora Raster, para selecionar os locais que atendiam os critérios estabelecidos.

O tamanho da área do aterro utilizada neste estudo, foi obtida através do cálculo da estimativa do crescimento populacional do município através da projeção geométrica. O Método Geométrico prevê que o crescimento da população e o crescimento da taxa relaciona-se proporcionalmente em todos intervalos de tempo e proporcionais à população presente em um dado período de tempo. Desta forma, para a estimativa utilizou-se de dados da população do município do último senso realizado em 2010.

Ressalta-se que, todos os processamentos realizados utilizando os planos de informações obtidos, foram com a utilização do software de uso livre QGIS, Versão 3.16.9.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O processamento dos dados segundo os critérios estabelecidos, resultaram em uma série de mapas temáticos, com exceção do critério de proximidade com Unidade de Conservação (UC).

A Resolução CONAMA nº 428/2010 por meio do Parágrafo 2º do Art. 1º, estabelece o critério de que empreendimentos de significativos impactos ambientais que localizados à um distanciamento de até 3 Km da UC precisará de anuência da gestão para UC para a devida operação. Entretanto, enfatiza-se que no município de Rio Verde, verificou-se que não há a presença de nenhuma UC estabelecida que poderia restringir a disponibilidade de áreas para o aterro.

### **4.1 Proximidade Com Aeródromos**

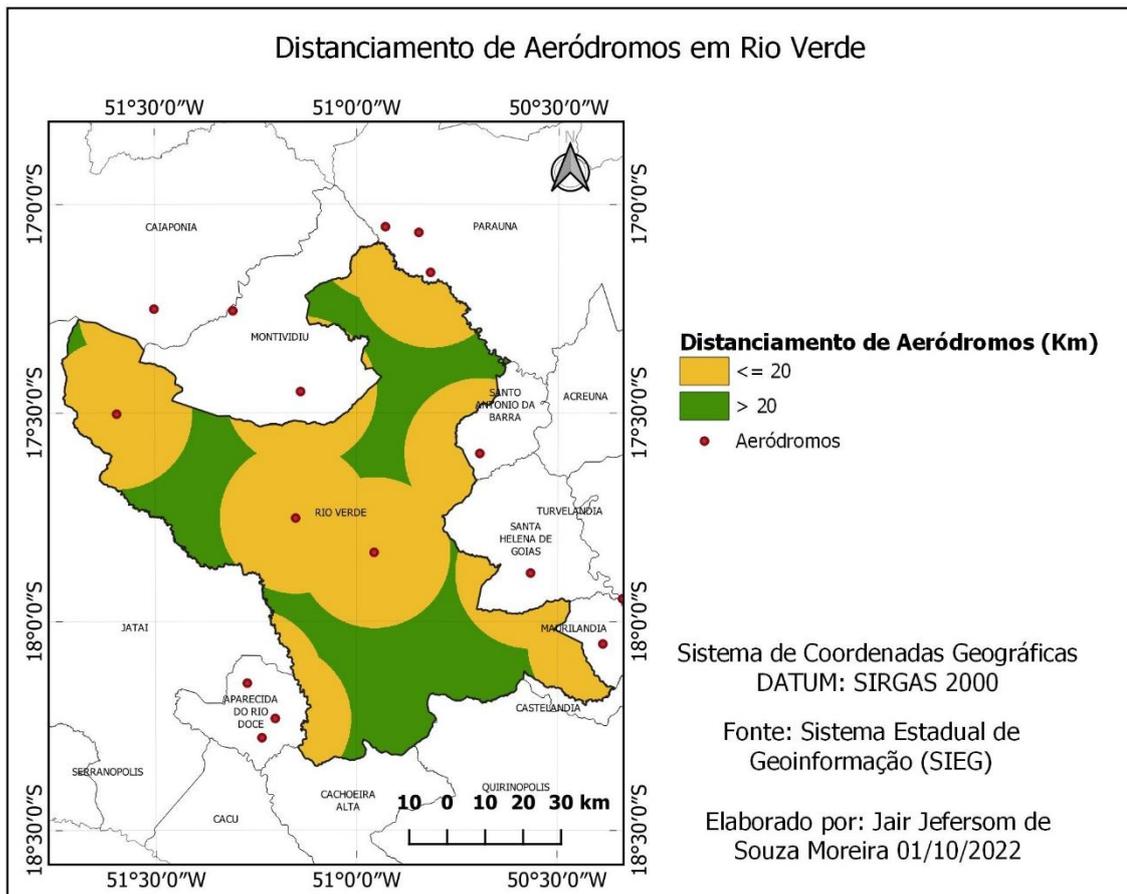
De acordo com Silva (2021), a presença de aterros sanitários com problemas próximos à aeroportos, pode ocorrer de atrair urubus e outras aves para se alimentarem de materiais em decomposição, esses animais podem entrar nas rotas das aeronaves e causar acidentes aéreos.

Deste modo, a Lei Federal nº 12.725/2012 estabelece instrumentos para o controle de atividades que possam atrair animais na área de pouso e decolagem, ao mesmo tempo estabelece o instrumento Área de Segurança Aeroportuária (ASA), que determina restrições para o uso e ocupação do solo em um raio de 20 km a partir da pista de pouso e decolagem.

Através do levantamento realizado, verificou-se que no município de Rio Verde há três aeródromos, sendo dois localizados na região central e o terceiro mais ao noroeste do

município (Figura 4). Frente a isso, as áreas que melhor atendem ao critério do distanciamento estabelecido pela legislação, são as porções nordeste e sul da área de estudo.

Salienta-se que, a legislação trás a regulamentação quanto ao distanciamento mínimo de aeródromos, entretanto, trás ainda a possibilidade da implantação do empreendimento com distanciamento inferior, desde que, com a devida anuência da gestão dos aeródromos próximos.



**Figura 4:** Aeródromos na região de Rio Verde. **Fonte:** (SIEG, 2014), elaborado pelo autor (2022).

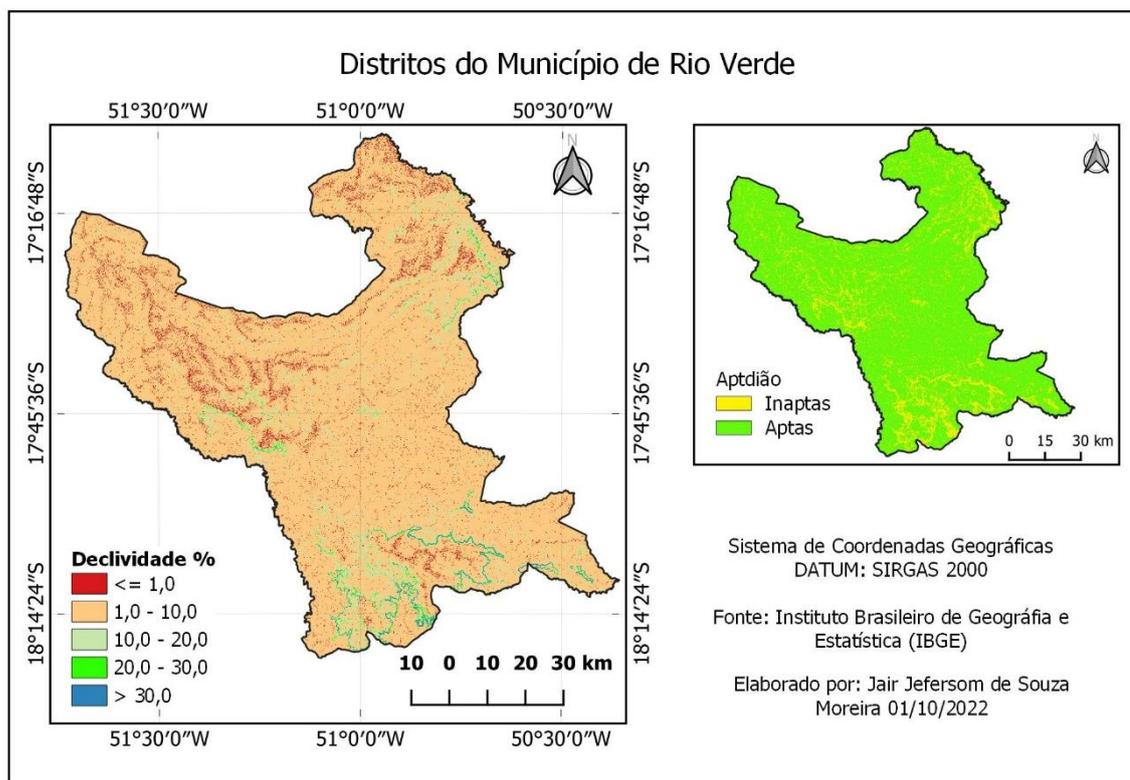
## 4.2 Declividade

Aterros construídos em locais com declividade muito baixa (<1%) possuem riscos devido à possibilidade de ocorrência de alagamentos, pois o escoamento superficial tende a ir para estas regiões. Todavia, regiões com declividade superior à 30% são locais com tendência a ocorrência de processos erosivos (MOREIRA, 2016). Do mesmo modo, Guiqin *et al.* (2009) destaca que regiões com declividade muito acentuada não é interessante para receber este tipo de empreendimento, uma vez que, os custos para construção e manutenção nestas regiões são elevados.

Conforme verificado por Santos *et al.* (2018) estudando as bacias hidrográficas e cursos de água do município de Rio Verde, bem como é possível ser observado no mapa de declividade do município (Figura 5), a declividade de ocorrência é predominantemente menor que 10%. Segundo a classificação da Embrapa (2006), estas regiões são características por serem planas, suavemente onduladas ou onduladas.

Pode-se verificar que as regiões nordeste e noroeste está a maior concentração de áreas com declividade inferior à 1%. Na região sul é possível visualizar fragmentos nos quais a declividade chega acima de 30%.

Da perspectiva do critério declividade, o local adequado para receber a implantação do aterro são as regiões centrais do município, estas apresentam maior potencial devido ao maior território disponível de ocorrência de declividade entre 1 e 10%.



**Figura 5:** Declividade do município de Rio Verde. **Fonte:** (INPE, 2008), elaborado pelo autor (2022).

### 4.3 Distanciamento de Núcleos Populacionais

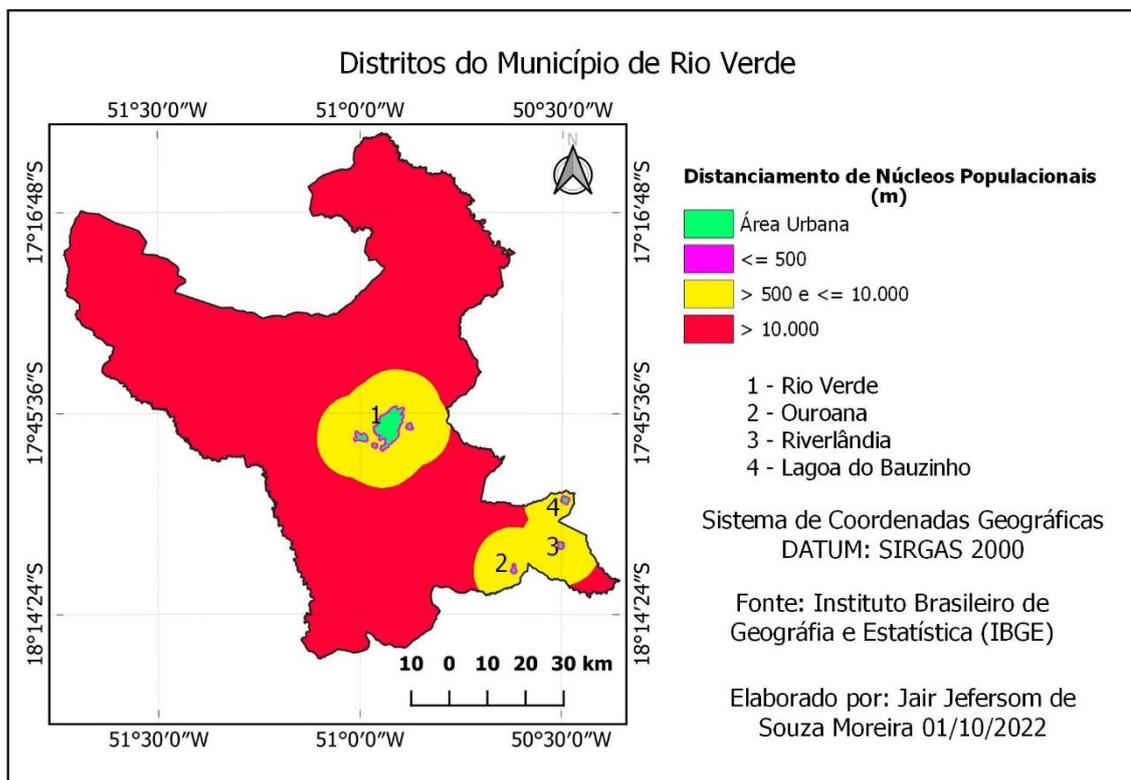
Pampolini e Lana (2017), enfatizam a importância de o local de implantação do aterro respeitar um distanciamento mínimo da fonte geradora de RSU, de modo a evitar que ocorra incômodos a população, tais como: ruídos, odores e desvalorização imobiliária. Concomitantemente, De Oliveira Neto (2011) ressalta que, este tipo de empreendimento

quando não instalado e operado de forma adequada, pode contribuir com a propagação de vetores transmissores de doenças e ao mesmo tempo agravar problemas sociais devido a catadores e pessoas vindo a ter contato com essas áreas.

O município de Rio Verde é constituído de quatro distritos, sendo estes: Rio Verde (distrito-sede), Ouroana, Riverlândia e Lagoa do Bauzinho (RIO VERDE (GO), 2015). Rio Verde possui sua zona urbana localizada na região central do município, já os demais distritos encontram-se localizados na região sudeste (Figura 6). Para aplicação do critério de distanciamento de núcleos populacionais foram considerados todos os distritos do município.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), prevê através de sua NBR 13.896 de 1997 que, a implantação de aterro sanitário deve ocorrer com distanciamento mínimo de 500 m de núcleos populacionais. Desta forma, as áreas com distanciamentos inferiores à 500 m dos núcleos populacionais são excluídas neste critério, todavia, áreas muito distantes não é interessante devido aos altos custos relacionados com a logística. Para este estudo, adotou-se como áreas adequadas, às enquadradas acima do distanciamento de 500 m.

Vale ressaltar que, a maior geração de RSU é proveniente do distrito-sede Rio Verde devido a maior população do município encontrar-se localizada neste local. Sendo assim, para viabilização da logística, é importante que a área escolhida esteja localizada prioritariamente na região central do município.



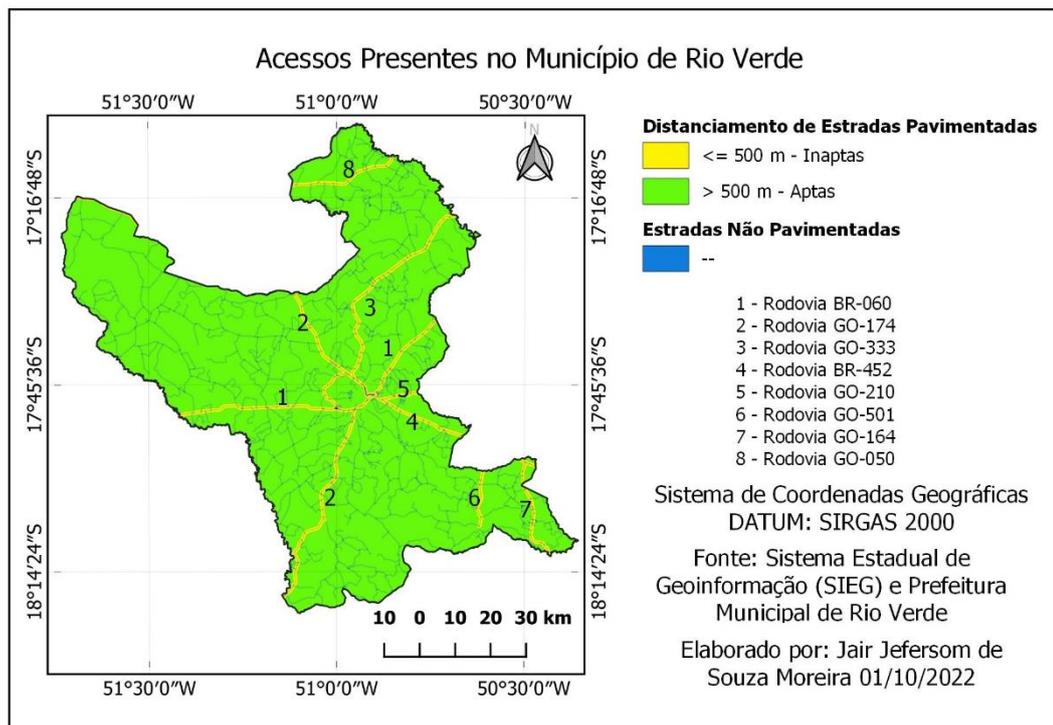
**Figura 6:** Distanciamento de núcleos populacionais. **Fonte:** (IBGE, 2020), elaborado pelo autor (2022).

#### 4.4 Vias de Acessos

Acessos aos aterros sanitários é um fator fundamental a ser levado no projeto, a norma da ABNT NBR 13.896 (1997) cita a importância, entretanto, a mesma não define qual o distanciamento máximo e mínimo a serem considerados. Weber (2000) em seu projeto para o município de Osório/RS adotou o distanciamento mínimo de 200 m. Segundo o autor, este distanciamento foi definido com o objetivo de preservar as áreas de circulação do impacto visual que o aterro gera.

Já para este projeto, o distanciamento mínimo foi considerado o proposto por Spigolon *et.al* (2015), sendo este no valor de 500 m, uma vez que o município possui elevada área territorial e áreas muito distantes dos acessos encarecem o projeto devido ao alto custo com logística e implantação novos acessos. Os distanciamentos foram aplicados apenas às rodovias pavimentadas presentes no município (Figura 7), uma vez que, estradas não pavimentadas necessitam de maior manutenção, podem causar danos aos veículos e o tráfego é limitado.

O destaque de áreas com maior aptidão a receberem o projeto são as que estão diretamente conectadas com o centro urbano do município na região central. A Rodovia BR-060 corta o município de leste a oeste, sendo interessante pelo fato que a mesma é duplicada. Outra via importante é a Rodovia BR-452 devido a mesma ser acesso aos outros três distritos do município, desta forma, reduzindo custos com logística dos resíduos provenientes destes locais.



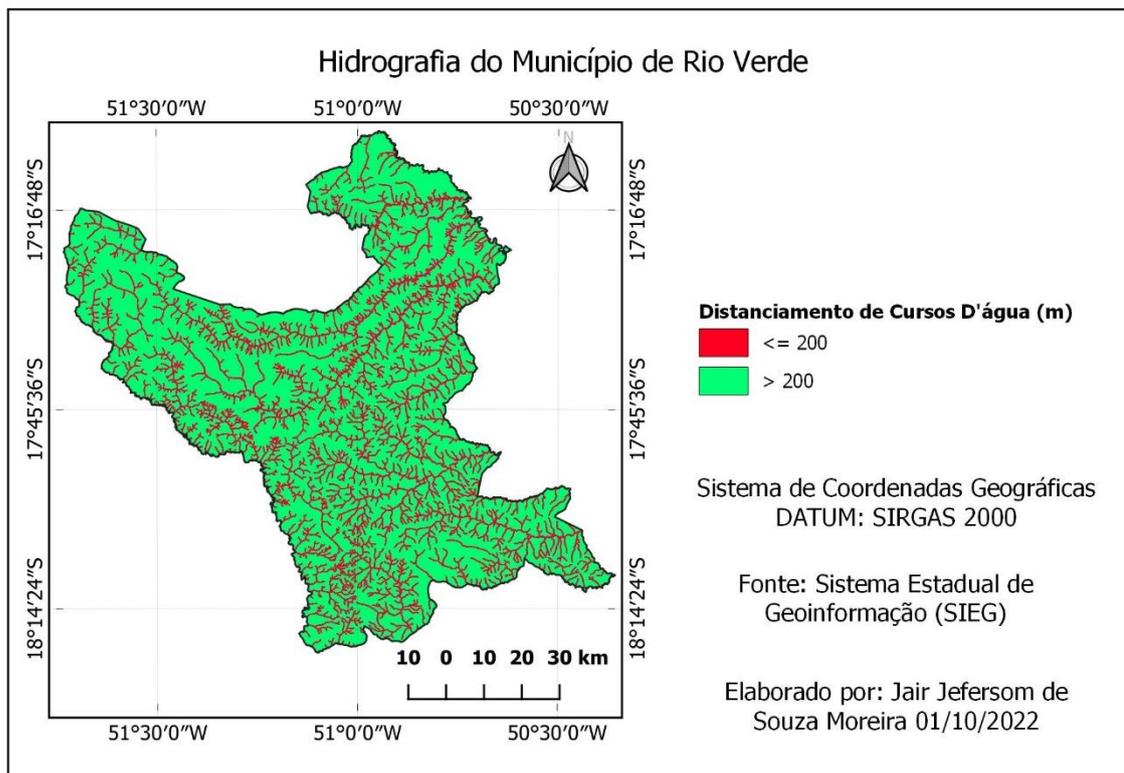
**Figura 7:** Acessos do município de Rio Verde. **Fonte:** (SIEG, 2012), elaborado pelo autor (2022).

#### 4.5 Proximidade Com Corpos Hídricos

A construção de aterros sanitários a uma distância segura de cursos d'água é de extrema importância para reduzir o risco de poluição ambiental. A produção de lixiviados é um processo natural de decomposição de resíduos urbanos, de forma que o seu tratamento, desde a geração até à entrega ao sistema de tratamento, deve ser projetado de acordo com as normas técnicas mais exigentes, pois em eventuais problemas, na compactação ou no sistema de impermeabilização, se tal aterro estiver localizado em uma área próxima a um corpo d'água, as consequências poderão ser graves (DE OLIVEIRA NETO, 2011).

O autor ainda enfatiza que além de prejuízos a ictiofauna local, a contaminação poderá causar problemas à saúde pública, no caso em que o manancial afetado seja utilizado para abastecimento público.

As regiões norte e sul do município apresentam as menores densidades hídrica (Figura 8), entretanto, as mesmas encontram-se mais distantes da maior fonte geradora. Todavia, a região central apresenta maior densidade limitando um pouco as opções de áreas, mas para o projeto e operação do aterro é importante ter curso hídrico próximo para que seja utilizado de corpo receptor aos efluentes pós tratamento.



**Figura 8:** Drenagem do município de Rio Verde. **Fonte:** (SIEG, 2014), elaborado pelo autor (2022).

#### 4.6 Uso e Ocupação do Solo

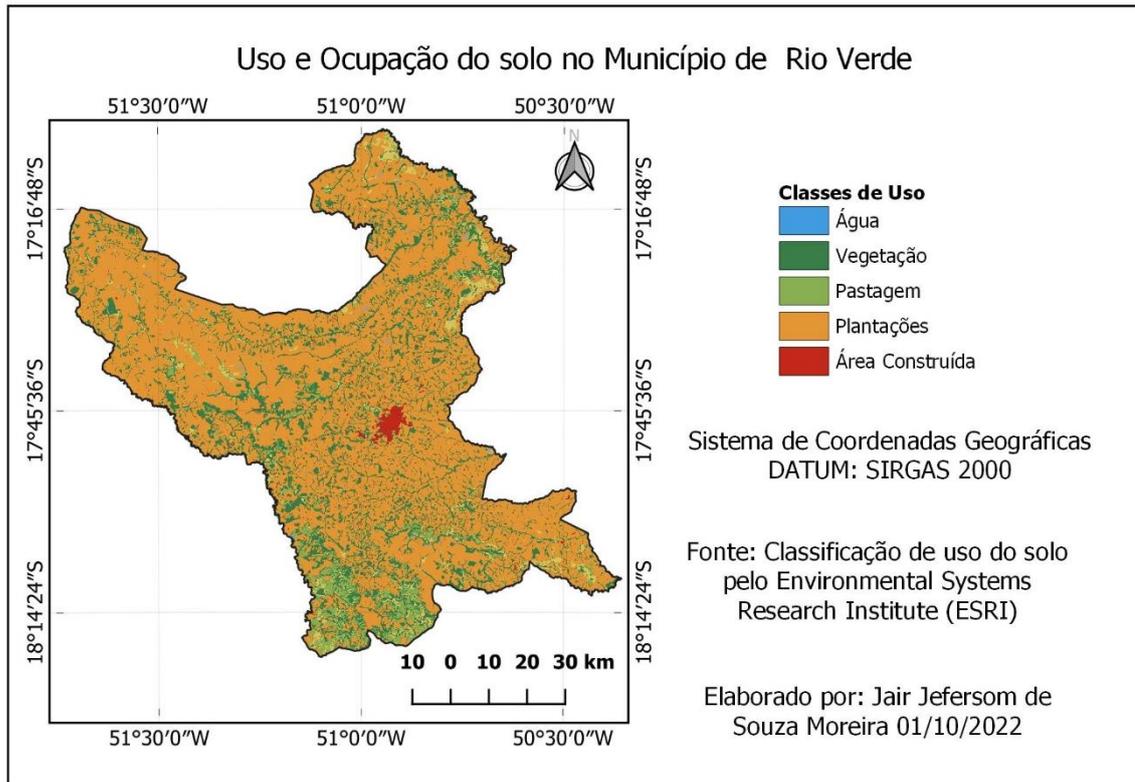
Por meio do mapa de uso do solo disponibilizado por ESRI (2020), foi possível verificar que no município de Rio Verde há vários locais com edificações em áreas rurais, além dos perímetros urbanos (Figura 9). Os locais rurais verificados, caracteriza-se por sua maioria empreendimentos vinculados à pecuária intensiva por meio de granjas de aves e suínos, bem como, empreendimentos agrícolas.

Verificou-se ainda, baixa presença de vegetação nativa de porte florestal, sendo a maior quantidade presente, compondo Áreas de Preservação Permanente (APP) de corpos hídricos, que por sua vez, apresentam bem distribuídos em todo o município.

O município de Rio Verde possui como motor de renda o setor primário, com a produção agrícola e pecuária. As áreas de pecuária encontram-se concentradas na região sudoeste, entretanto, há pequenos fragmentos espalhados nas regiões sudeste, nordeste e noroeste.

Pôde ainda ser observado que, a predominância no município é a produção agrícola, com áreas destinadas à esta finalidade em todo o território, em destaque para a região noroeste com menor densidade hídrica, entretanto, com nascentes de importantes rios que abastecem a região sudoeste do estado, como o Rio Verde ou Verdão.

Ressalta-se que, os locais utilizados por agricultura e pecuária são mais interessantes para receber a implantação do empreendimento, uma vez que, dispensam a necessidade de realizar supressão da vegetação e a topografia de zonas agrícolas caracteriza-se por ser de baixa declividade. Entretanto, estes locais caracterizam-se por serem de elevado valor aquisitivo.



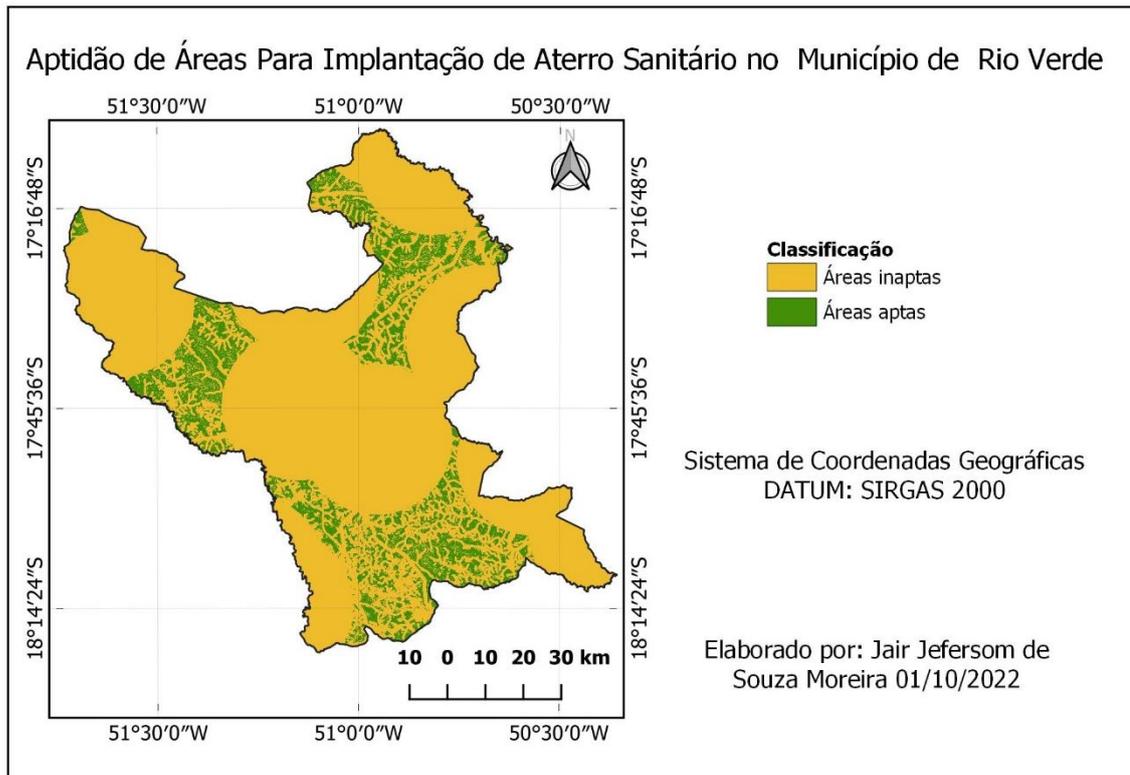
**Figura 9:** Uso do solo no município de Rio Verde. **Fonte:** (ESRI, 2020), elaborado pelo autor (2022).

#### 4.7 Disponibilidade de Áreas

Através da aplicação de todos os critérios necessários, verificou-se que o município possui aproximadamente 1.288,25 Km<sup>2</sup> de áreas aptas e 7.091,41 Km<sup>2</sup> de áreas inaptas para a implantação do empreendimento, sendo as áreas aptas representam o percentual de 15% de todo o território municipal. O parâmetro que mais restringiu a aptidão das áreas no município de Rio Verde, foi a proximidade com aeródromos, tornando inaptas as áreas nas regiões nordeste, quase que a totalidade da região noroeste, a região sudoeste e sudoeste e principalmente a região central (Figura 10).

A maior quantidade de áreas aptas está localizada na região sul próximo aos distritos de Ouroana e Riverlândia. Enfatiza-se que, nesta região é predominante a utilização das áreas para a atividade de agricultura.

Os acessos à essa região se dão por meio das rodovias GO-174, BR-452 e GO-501, todas pavimentadas e caracterizadas por serem de pista simples (apenas 1 pavimento asfáltico e duplo sentido de circulação).



**Figura 10:** Áreas passíveis à implantação do empreendimento. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2022).

#### 4.8 Áreas Propostas

Foram escolhidas três áreas para compor os dados preliminares que poderão ser utilizados para a tomada de decisão quanto ao local para implantar o aterro sanitário (Figura 11). Elas foram definidas levando-se em consideração a facilitação da logística dos resíduos das fontes geradoras até o empreendimento.

A Área 1, localiza-se na região centro-norte do município às margens da Rodovia GO-333, via que conecta o município de Rio Verde à Paraúna. O local fica a aproximadamente 20 km da principal fonte geradora de resíduos, a cidade de Rio Verde. Ressalta-se que a área possui o tamanho de 120 ha, atendendo assim ao tamanho mínimo necessário encontrado através da projeção de crescimento da população pelo método geométrico, sendo o valor de 118 ha considerando uma vida útil de 20 anos de operação.

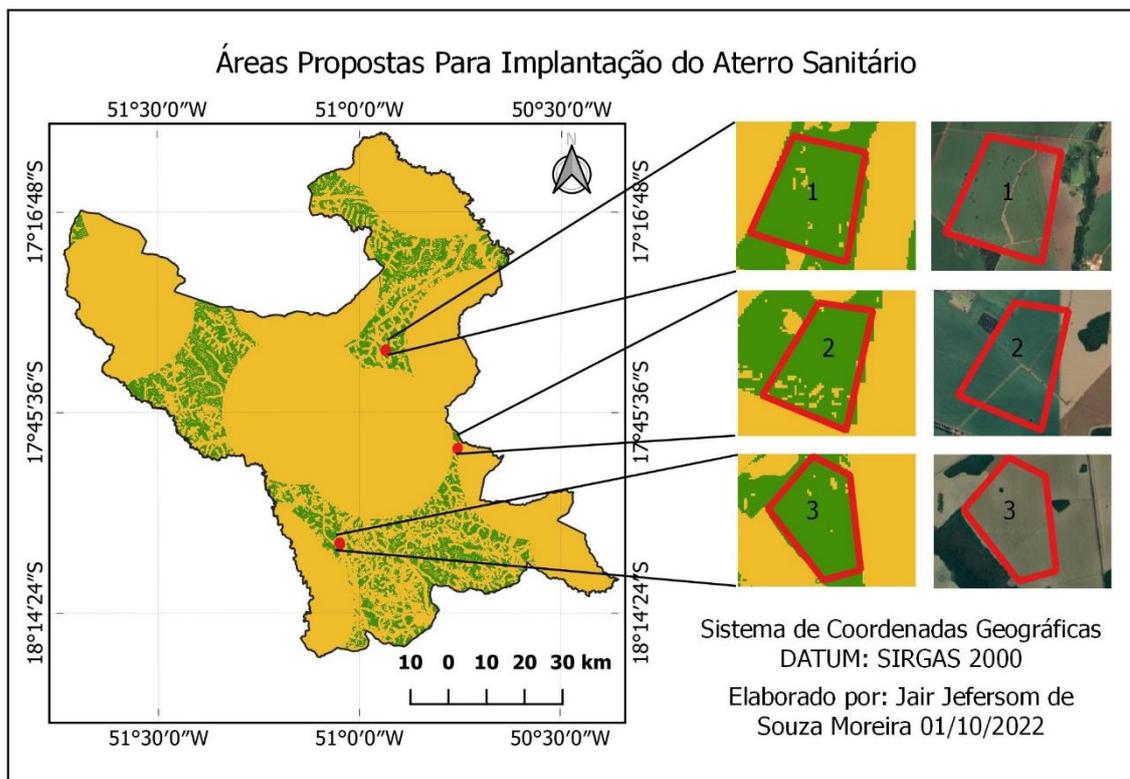
A segunda área proposta possui excelente localização dentro do município, uma vez que encontra-se entre a cidade de Rio Verde e os distritos localizados na região sudeste, propiciando assim um fácil escoamento dos resíduos das principais fontes geradoras para o empreendimento. O acesso ao local dar-se por meio da Rodovia BR-452, à 16 Km da cidade

de Rio Verde e 47 Km do distrito mais distante (Riverlândia). O local delimitado conta com área de 143 ha, sendo toda sua totalidade utilizada para fins agrícolas.

A terceira e última área, de aproximadamente 138 ha, encontra-se às margens da Rodovia GO-174, sentido Rio Verde – Aparecida do Rio Doce. O local é o mais distante das fontes geradoras das três propostas, cerca de 40 Km da cidade de Rio Verde e 100 Km do distrito mais distante (Riverlândia), entretanto, considerando o crescimento urbano e a pavimentação de novas rodovias, essa distância pode ser reduzida consideravelmente nos próximos anos.

Enfatiza-se que, as três áreas propostas possuem em seu interior fragmentos caracterizados como não aptos, isto pode ser devido à pequenos fragmentos de vegetação nativa, declividade irregular e/ou benfeitorias. Salienta-se que, os fatores naturais indesejáveis podem ser corrigidos por meio de supressão de vegetação devidamente autorizada pelo órgão ambiental e por técnicas de terraplanagem.

Enfatiza-se ainda que, as áreas citadas possuem em sua proximidade corpos hídricos que podem ser utilizadas como corpo receptor ao efluente tratado do empreendimento para autodepuração e destinação final.



**Figura 11:** Áreas propostas para o recebimento do empreendimento. **Fonte:** Elaborado pelo autor (2022).

Mesmo que o município disponha de varias áreas aptas a receber a implantação do empreendimento, sugere-se que tenha como medida complementar a destinação dos resíduos,

a conscientização da população e investimento em tratamento dos resíduos por meio da compostagem, pirólise, incineração e se possível a reciclagem/reutilização. Esta medida tem o intuito de possibilitar ao aterro sanitário a ser instalado que recebe apenas os rejeitos, trazendo assim, maior vida útil ao aterro.

## 5 CONCLUSÕES

Através do levantamento realizado, pôde-se encontrar no município de Rio Verde uma quantidade elevada de áreas aptas a receber a implantação de um aterro sanitário, segundo critérios prescritos pela legislação brasileira, para recebimento dos resíduos sólidos provenientes da cidade e dos distritos, bem como das áreas rurais que necessitam deste serviço.

Verificou-se que, apesar da elevada disponibilidade de áreas aptas para a implantação do empreendimento, o critério de proximidade com aeródromos restringiu a grande parte da área do município. Os locais apresentaram distâncias superiores à 20 Km da cidade e dos distritos, fator que aumenta os custos com a logística dos resíduos das maiores fontes geradoras até o aterro. Entretanto, ressalta-se que a Lei Federal nº 12.725/2012 prevê a possibilidade de anuência por parte da administração do aeródromo, possibilitando assim que o aterro possa ser implantado a uma distância inferior aos 20 Km.

Além de identificar áreas aptas a receber a implantação do aterro que atenderá o município, este estudo pôde atestar a eficácia das ferramentas SIG para aplicação de critérios locais. Desta forma, permitindo a realização de análise prévia de áreas antes de investimento em deslocamento de equipe, análises de solos e outros fatores necessários de serem avaliados na escolha do local ideal.

Espera-se que, este estudo possa ser utilizado como instrumento pelos responsáveis à implantação do aterro sanitário nas tomadas de decisões devido à segurança e confiabilidade fornecida e pelo empenho envolvido em seu desenvolvimento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUAS DE TIMON. Dia Mundial da Saúde, 2022. **Saneamento básico proporciona qualidade de vida para a população**. Disponível em: <<https://aguasdetimon.com.br/dia-mundial-da-saude-saneamento-basico-proporciona-qualidade-de-vida-para-a-populacao/>>. Acesso em: 09 de jan. de 2023.

AMARAL, Ana Karolyna Nunes; COSTA, Frederick Douglas Rodrigues; RIBEIRO, Noely Vicente. Avaliação da área de disposição final de resíduos sólidos no município de Goiânia–GO. **Ateliê Geográfico**, v. 11, n. 2, p. 205-222, 2017.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2022), “**Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**”, disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 09 jan. 2023.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2020), “**Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018-2019**”, disponível em: <http://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em 04 outubro. 2022.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13896: **aterros de resíduos não perigosos** – critérios para projeto, implantação e operação – procedimento. Rio de Janeiro, 1997.

Aterro sanitário. CETESB, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/biogas/aterro-sanitario/>>. Acesso em: 08 de ago. de 2021.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Topodata: banco de dados geomorfométricos do Brasil**. Variáveis geomorfométricas locais. Rio Verde, 2008. <http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em: 01 de set. de 2022.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF.

BRASIL. Lei Nº 12.725, de 16 de outubro de 2012. **Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos**. Brasília. 2012. Publicado no Diário Oficial da União em 17.10.2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/L12725.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12725.htm). Acesso em: 10 de set. 2019.

BRASIL. Lei n. 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000**, para atribuir à Agência Nacional de águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento [...]. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/L14026.htm).

CASTRO, Jackeline de Siqueira et al. Utilização de SIG e análise multicritério para seleção de áreas com potencial para a construção de universidades e loteamentos universitários. **Boletim de ciências geodésicas**, v. 21, p. 652-657, 2015.

Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAM A nº. 428, de 17 de dezembro de 2010**. Brasília, DF, 20 dezembro 2010. Disponível em:  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641>. Acesso em: 08/10/2022

COSTA, Beatriz Souza; DIZ, Jamile B. Mata; DE OLIVEIRA, Márcio Luís. Cultura de consumismo e geração de resíduos. **Revista Brasileira de Estudos Políticos**, 2018.

DA SILVA, Clayton Borges; LIPORONE, Francis. Deposição irregular de resíduos sólidos domésticos em Uberlândia: algumas considerações. **Observatorium: Revista eletrônica de geografia**, v. 2, n. 6, 2011.

DE OLIVEIRA NETO, José Terra. Determinação de áreas favoráveis à implantação de aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos para o Município de Piumhi-MG. 2011.

DIAS, Sylmara Gonçalves. O desafio da gestão de resíduos sólidos urbanos. **GV EXECUTIVO**, v. 11, n. 1, p. 16-20, 2012.

DOS SANTOS ALVES, Wellmo et al. Análise morfométrica da bacia do Ribeirão das Abóboras–Rio Verde (GO). **Geosciences= Geociências**, v. 35, n. 4, p. 652-667, 2016.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ENSINAS, Adriano Viana et al. Estudo da geração de biogás no aterro sanitário Delta em Campinas/SP. **Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. tracer method based on FTIR absorption spectroscopy. Environ. Sci. Technol**, v. 35, n. 1, p. 21-25, 2003.

ESRI - Enviromental Systems Research Institute. ArcGIS Desktop help. Redlands, 2020

FELICORI, Thaís de Carvalho et al. Identificação de áreas adequadas para a construção de aterros sanitários e usinas de triagem e compostagem na mesorregião da Zona da Mata, Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, p. 547-560, 2016.

FERNANDES, Rogério Taygra Vasconcelos; SILVEIRA, Brenno Dayano Azevedo; OLIVEIRA, Maria Rosângela. Planejamento urbano “open source”: Um estudo de caso na identificação de áreas para implantação de aterro sanitário. **HOLOS**, v. 8, p. 126-144, 2017.

FERREIRA, Ricardo Vicente; DA GRAÇA RAFFO, Jorge. O uso dos sistemas de informação geográfica (SIG) no estudo da acessibilidade física aos serviços de saúde pela população rural: revisão da literatura. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 8, n. 15, 2012.

FILIPPINI ALBA, José Maria. Modelagem SIG em agricultura de precisão: conceitos, revisão e aplicações. **Embrapa Clima Temperado-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2014.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A POPULAÇÃO (UNFPA, sigla em inglês).

**Relatório Situação da População Mundial 2010**. Disponível em:

<<https://brazil.unfpa.org/pt-br/publications/situa%C3%A7%C3%A3o-da-popula%C3%A7%C3%A3o-mundial-2010>> Acesso em: 08 de ago. de 2021.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A POPULAÇÃO (UNFPA, sigla em inglês). **Relatório Situação da População Mundial 2021**. Disponível em: <[https://brazil.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swop2021-report-br\\_web\\_0.pdf](https://brazil.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/swop2021-report-br_web_0.pdf)> Acesso em: 08 de ago. de 2021.

GUIQIN, W., LI, Q., GUOXUE, L., & LIJUN, C. Landfill site selection using spatial information technologies and AHP: a case study in Beijing, China. **Journal of Environmental Management**, 90(8), 2414 e 2421, 2009.

IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, **Estimativas da população residente com data de referência 1 de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **IBGE/MUNIC, Perfil dos Municípios Brasileiros**, 2011.

LOURENÇO, Roberto Wagner et al. Metodologia para seleção de áreas aptas à instalação de aterros sanitários consorciados utilizando SIG. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 122-140, 2015.

MORAES, Luiz Roberto Santos; BORJA, Patrícia Campos. Revisitando o conceito de saneamento básico no Brasil e em Portugal. **Revista do Instituto Politécnico da Bahia**, n. 20-E, p. 5-11, 2014.

MOREIRA, Luana Lavagnoli et al. SIG Aplicado à seleção de áreas potenciais para instalação de aterro sanitário no município de serra-ES. **Geosciences= Geociências**, v. 35, n. 4, p. 531-541, 2016.

OBLADEN, Nicolau Leopoldo; OBLADEN, Neiva Terezinha Ronsani; BARROS, KR de. Guia para elaboração de projetos de aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos. **Série de publicações temáticas do CREA-PR**, v. 3, n. 4, 2009.

PAMPOLINI, Diógenes Guilherme; LANA, Cláudio Eduardo. Uso de geoprocessamento para indicação de áreas favoráveis à construção de aterro sanitário no município de Ouro Preto (MG). **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 49, p. 368-382, 2017.

BRASIL. Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a lei n.9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providencias. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília DF.

RIO VERDE, Lei Complementar N° 142 de 30 de novembro de 2018. Aprova o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Rio Verde-GO - PMGIRS; e dá outras providências. Disponível em:

<<http://camararioverde.com.br/conteudo/projetosleis/18122018041220.pdf>>. Acesso em: 20 de jan. de 2023.

SAMIZAVA, Tiago Matsuo et al. SIG Aplicado À Escolha De Áreas Potenciais Para Instalação De Aterros Sanitários No Município De Presidente Prudente-SP. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 60, n. 1, 2008.

SANTOS, Gilmar Oliveira et al. Caracterização morfométrica das bacias hidrográficas inseridas no município de Rio Verde, Goiás, como ferramenta ao planejamento urbano e agrícola. **Geografia, Ensino e Pesquisa, Santa Maria–MS**, v. 22, n. 17, p. 01-13, 2018.

SCHALCH, V.; CASTRO, M. A. S.; CÓRDOBA, R. E. **Tratamento e disposição final ambientalmente adequada de resíduos sólidos**. 1ª Edição. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2015.

SIEG. **Sistema Estadual De Geoinformação De Goiás. Downloads/SIG – Shapefiles**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 01 set. 2022.

SILVA, Edson Pereira da. **O aterro sanitário e o transbordo de Goiânia como atrativos de risco de fauna para o tráfego aéreo do aeroporto Santa Genoveva**. 2021.

SOARES, Liliane Gadelha da Costa; SALGUEIRO, Alexandra Amorim; GAZINEU, Maria Helena Paranhos. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco—um estudo de caso. **Revista Ciências & Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2007.

SPIGOLON, Luciana Maria Gasparelo et al. Seleção de áreas adequadas para a instalação de aterro sanitário utilizando SIG e análise multicritério—estudo de caso: UGRHI 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiá). **Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil**, p. 1983-1990, 2015.

VG RESÍDUOS. Blog: Gerenciamento de Resíduos Sólidos, 2018. Como Funciona o Aterro Sanitário. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/como-funciona-o-aterro-sanitario/>> Acesso em: 12 de jan. de 2023.

WEBER, Eliseu; HASENACK, Heinrich. Avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário através de análises em SIG com classificação contínua dos dados. **Porto Alegre: UFRGS**, 2000.

**ANEXOS**

**Anexo Único** – Mapa de áreas aptas a receber a implantação do aterro no município de Rio Verde/GO

51°30'0"W

51°0'0"W

50°30'0"W

# MAPA DE ÁREAS APTAS À IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO NO MUNICÍPIO DE RIO VERDE/GO



17°0'0"S

17°0'0"S

17°30'0"S

17°30'0"S

18°0'0"S

18°0'0"S

18°30'0"S

18°30'0"S

## Áreas

-  Não aptas
-  Aptas

10 0 10 20 km



Sistema de Coordenadas: Geográficas  
DATUM: SIRGAS 2000  
Elaboração: Moreira, 2022.  
Data: 15/10/2022

51°30'0"W

51°0'0"W

50°30'0"W