

**Universidade Federal de Goiás
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Graduação em Geologia**

**ANÁLISE LOCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE ATERRO
SANITÁRIO EM ÁREA PREDETERMINADA NO MUNICÍPIO DE
INDIARA, GO:
Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto
Ambiental**

**Diullie Hannie Parreira Costa
Nínive Viana Nunes**

**Aparecida de Goiânia, GO
2025**



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE GOIÁS FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Diullie Hannie Parreira Costa e Ninive Viana Nunes

Título do trabalho: Análise locacional para a Construção de Aterro Sanitário em Área Predeterminada no Município de Indiara, GO: Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

- Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à)(s) autor(a)(es)(as) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Luiz Dos Santos Tavares**, **Professora do Magistério Superior**, em 11/12/2025, às 15:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Diullie Hannie Parreira Costa**, **Discente**, em 11/12/2025, às 23:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Nínive Viana Nunes**, **Discente**, em 11/12/2025, às 23:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5812605** e o código CRC **532A6941**.



Diullie Hannie Parreira Costa
Nínive Viana Nunes



Análise Locacional para a Construção de Aterro Sanitário em Área Predeterminada no Município de Indiara, GO: Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de
Geologia da Universidade
Federal de Goiás, como requisito
parcial para obtenção do título
de Bacharel.**

Orientadora: Profa. Dra. Tatiana
Luiz dos Santos Tavares

Aparecida de Goiânia, GO
2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Parreira Costa, Diullie Hannie
ANÁLISE LOCACIONAL PARA A CONSTRUÇÃO DE ATERRO
SANITÁRIO EM ÁREA PREDETERMINADA NO MUNICÍPIO DE
INDIARA, GO [manuscrito] : Caracterização e Mapeamento das Áreas
Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental / Diullie Hannie
Parreira Costa, Nínive Viana Nunes. - 2025.
xciii, 93 f.

Orientador: Profa. Dra. Tatiana Luiz dos Santos Tavares.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal de Goiás, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Geologia,
Aparecida de Goiânia, 2025.

Bibliografia. Anexos.

Inclui mapas, fotografias, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Aterro Sanitário. 2. Geologia Ambiental. 3. Indiará. 4.
Mapeamento Geológico. I. Nunes, Nínive Viana. II. Tavares, Tatiana
Luiz dos Santos, orient. III. Título.

CDU 55



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos cinco dias do mês de dezembro do ano de 2025 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Análise locacional para a Construção de Aterro Sanitário em Área Predeterminada no Município de Indiara, GO: Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental”, de autoria de Diullie Hannie Parreira Costa e Ninive Viana Nunes, do curso de Geologia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UFG. Os trabalhos foram instalados pela Profa. Dra. Tatiana Luiz dos Santos Tavares - orientadora (FCT/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Profa. Dra. Fernanda Maciel Canile (FCT/UFG) e Profa. Dra. Débora Nogueira Lopes (FCT/UFG). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição da estudantes. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora atribuiu a nota final de 8,5 (oito e meio), tendo sido o TCC considerado aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Fernanda Maciel Canile, Professora do Magistério Superior**, em 11/12/2025, às 15:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Debora Nogueira Lopes, Professor do Magistério Superior**, em 12/12/2025, às 08:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Tatiana Luiz Dos Santos Tavares, Professora do Magistério Superior**, em 19/12/2025, às 17:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5812601** e o código CRC **36B6F9B1**.

Dedicamos este trabalho às nossas mães,
Líllian e Lucilene, e aos nossos irmãos,
Dalinne e Ítalo, pelo apoio incondicional.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, nossos sinceros agradecimentos à professora Tatiana Luiz dos Santos Tavares, que nos acompanhou durante toda a trajetória da escolha e desenvolvimento do nosso estudo.

Agradecemos às professoras Fernanda Maciel Canile e Débora Nogueira Lopes por aceitarem nosso convite para compor a banca examinadora.

Também agradecemos ao nosso colega de curso Bruno Costa Barcellos, pelo apoio ao nos acompanhar durante parte das atividades em campo.

Por último, agradecemos aos participantes das pesquisas pela contribuição, ao Secretário do Meio Ambiente do município de Indiará, José Osvaldo Fiuza por sanar nossas dúvidas e ao fazendeiro Valdeires Alves Ribeiro por ter nos guiado em parte da área de estudo.

Individualmente, agradeço também todo o apoio emocional da minha melhor amiga, Chiara, mesmo estando em outro continente. Por fim, agradeço aos meus avós maternos Altino e Rute, por acreditarem em mim e, com certeza, sentirem orgulho da minha trajetória.

Diullie Hannie Parreira Costa

Meus agradecimentos individuais à Taynah, por me acompanhar em grande parte da minha jornada acadêmica e, também, na vida.

Nínie Viana Nunes

We'll save this planet,
We love this planet.
Everything precious,
That I want to protect.

The Planet, BTS

RESUMO

PARREIRA COSTA, D. H.; NUNES, N. V. “Análise Locacional para a Construção de Aterro Sanitário em Área Predeterminada no Município de Indiara, GO: Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2025.

Este projeto tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica locacional de um aterro sanitário no município de Indiara (GO), pesquisa justificada pela carência de disposição adequada de resíduos em regiões interioranas do país e pela necessidade de mitigar impactos ambientais. Considerando que a área inicialmente pré-selecionada pela prefeitura do município se mostrou inviável, a nova seleção locacional baseia-se nos critérios técnicos de Cruz e Almeida (2020), utilizando uma abordagem metodológica que integra dados secundários, análise geológica e ferramentas de geoprocessamento. O mapeamento geológico realizado permitiu identificar quatro principais unidades litológicas: o Complexo Anápolis-Itauçu (NPlait), o Complexo Gnáissico-Migmatítico Campestre (NP2cam), as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (M1dl) e os Depósitos Aluvionares (Q2a), além de possibilitar a geração de mapa geológico, estrutural e perfil geológico. Para a avaliação do risco e da adequação da área de estudo e seu entorno imediato, foram gerados mapas de uso e ocupação do solo, suscetibilidade à inundação, declividade, hipsométrico e potenciométrico. Considerando que a nova localização cumpre rigorosamente grande parte dos requisitos necessários para a implementação de um aterro sanitário, espera-se que os resultados forneçam a base técnica para a tomada de decisões eficazes sobre a viabilidade locacional, e contribuam ativamente para a gestão sustentável dos resíduos sólidos no município.

Palavras-chave: Aterro Sanitário. Geologia Ambiental. Indiara. Mapeamento Geológico.

ABSTRACT

PARREIRA COSTA, D. H.; NUNES, N. V. “Análise Locacional para a Construção de Aterro Sanitário em Área Predeterminada no Município de Indiara, GO: Caracterização e Mapeamento das Áreas Adjacentes para Avaliação de Impacto Ambiental” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2025.

This project aims to evaluate the technical locational viability of a sanitary landfill in the municipality of Indiara (Goiás, Brazil), research justified by the lack of adequate waste disposal in inland regions of the country and the necessity of mitigating environmental impacts. Since the area initially selected by the municipal government proved unviable, a new locational selection was chosen based on the technical criteria of Cruz and Almeida (2020), using a methodological approach that integrates secondary data, geological analysis, and geoprocessing tools. The geological mapping identified four main lithological units: the Anápolis-Itauçu Complex (NPlait), the Campestre Gneissic-Migmatitic Complex (NP2cam), Ferruginous Detrital-Lateritic Coverages (M1dl) and Alluvial Deposits (Q2a), which made possible the creation of geological, structural maps and a geological cross-section. For the assessment of risk and suitability of the study area and its immediate surroundings, maps of land use and land cover, flood susceptibility, slope, hypsometry, and potentiometry were generated. Considering that the newly proposed location meets most of the technical requirements for the implementation of a sanitary landfill, it is expected that the results will provide the necessary technical basis for effective decision-making regarding locational viability, and actively contribute to the sustainable management of solid waste in the municipality.

Keywords: Sanitary Landfill. Environmental Geology. Indiara. Geological Mapping.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	13
LISTA DE TABELAS.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Objetivos.....	18
1.1.1 Objetivo Geral.....	18
1.1.2 Objetivos Específicos.....	18
2. ÁREA DE ESTUDO.....	19
2.1 Localização e Acesso.....	19
2.2 Área Pré-selecionada e Área de Estudo Final.....	20
2.3 Geologia Regional.....	22
2.3.1 Província Tocantins.....	23
2.3.2 Faixa Brasília.....	25
2.3.2.1 Zona Interna.....	26
2.3.2.2 Arco Magmático de Goiás.....	26
2.3.2.3 Ortognaisses do Oeste de Goiás.....	27
2.3.2.4 Sequência Vulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí.....	27
2.3.2.5 Grupo Araxá.....	28
2.3.2.6 Complexo Anápolis-Itauçu.....	28
2.3.2.7 Complexo Gnáissico-Migmatítico Campestre.....	29
2.3.2.8 Suíte Granito Tipo Rio Piracanjuba.....	29
2.3.3 Bacia do Paraná.....	30
2.3.3.1 Formação Serra Geral.....	30
2.3.4 Coberturas Cenozóicas.....	31
2.4 Hidrogeologia.....	31
2.5 Clima.....	31
2.6 Geomorfologia.....	32
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
3.1 Revisão Bibliográfica.....	33
3.1.1 Análise locacional.....	33
3.1.2 Caracterização geológica.....	33
3.2 Levantamento de Dados Geológicos, Cartográficos e Ambientais.....	33
3.3 Seleção da Área de Estudo.....	35
3.3.1 Critérios locais para seleção da área de estudo (Cruz e Almeida, 2020)....	35
3.3.2 Mapas gerados na etapa preliminar.....	36
3.3.2.1 Definição dos Corpos Hídricos.....	36
3.3.2.2 Compatibilidade com o Uso do Solo.....	36
3.3.2.3 Risco de Inundações.....	37
3.3.2.4 Presença de Áreas Protegidas, Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora, Sítios Paleontológicos, Bens Culturais ou Arqueológicos.....	37

3.4 Mapeamento Geológico.....	37
3.4.1 Pré-campo.....	38
3.4.1.1 Planejamento de Campo.....	38
3.4.1.2 Fotointerpretação para Seleção de Área.....	38
3.4.1.2.1 Relevo sombreado.....	38
3.4.1.2.2 Mapa das redes de drenagem.....	38
3.4.1.3 Mapa gamaespectrométrico e delimitação das zonas homólogas.....	39
3.4.2 Trabalho de Campo.....	39
3.4.2.1 Etapa 1 – Reconhecimento e Coleta Preliminar.....	40
3.4.2.2 Trabalho de Campo 2 – Coleta Detalhada e Documentação Técnica.....	41
3.4.2.3 Trabalho de Campo Extra – Consolidação de Dados Hidrogeológicos.....	42
3.4.3 Pós-campo.....	42
3.4.3.1 Análise de Solo e Propriedades Geotécnicas.....	42
3.4.3.2 Caracterização das Águas Subterrâneas.....	43
3.4.3.3 Mapa de Pontos, Mapa Geológico com Dados Estruturais e Perfil Geológico.....	43
4. RESULTADOS.....	44
4.1 Critérios Locacionais.....	44
4.2 Mapeamento Geológico.....	50
4.2.1 Fotointerpretação para seleção de área.....	50
4.2.1.1 Relevo Sombreado.....	50
4.2.1.2 Mapa das Redes de Drenagem.....	50
4.2.1.3 Mapa Gamaespectrométrico e Delimitação das Zonas Homólogas.....	51
4.2.2 Resultados do mapeamento de campo.....	52
4.2.2.1 Mapas de Ponto e Geológico.....	52
4.3 Geologia Local.....	55
4.3.1 Complexo Anápolis–Itaçu.....	55
4.3.2 Complexo Gnaise-Migmatítico Campestre.....	57
4.3.3 Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas.....	59
4.3.4 Depósitos Aluvionares Quaternários.....	60
4.4 Metamorfismo.....	61
4.5 Descrição de Solo.....	61
4.6 Geologia Estrutural.....	62
4.7 Análise de Impactos Ambientais para Locação de Aterros.....	65
5. CONCLUSÕES.....	68
6. AVALIAÇÕES E RECOMENDAÇÕES.....	69
7. REFERÊNCIAS.....	71
ANEXOS.....	79

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa de localização e acesso à cidade de Indiará (rosa) pela GO-060 partindo de Goiânia (azul). Fonte: Autoria Própria.....	20
Figura 02: Coordenadas corrigidas da área predeterminada para a construção do aterro sanitário, assim como a nova área sugerida, em Indiará. Fonte: Autoria Própria.....	21
Figura 03: Mapa Geológico do município de Indiará (GO). Modificado do Mapa Geológico do estado de Goiás (1:500.000) (CPRM, 2008).....	22
Figura 04: Geologia do Aterro Indiará. Modificado do Mapa Geológico do estado de Goiás (1:500.000) (CPRM, 2008).....	23
Figura 05: Domínios tectônicos e principais estruturas da Província Tocantins. Fonte: (Delgado et al., 2003).....	24
Figura 06: Unidades tectônicas da Faixa Brasília. Simplificado e modificado de Valeriano et al. (2004).....	25
Figura 07: Fluxograma ilustrativo da metodologia adotada no desenvolvimento deste estudo. Fonte: Autoria Própria.....	32
Figura 08: Mapa Hipsométrico obtido a partir do MDE, com subdivisões em classes com base na altitude. Fonte: Autoria Própria.....	45
Figura 09: Mapa de declividade obtido a partir do MDE, com subdivisões em classes percentuais representando diferentes formas de relevo. Fonte: Autoria Própria.....	46
Figura 10: Distribuição do uso e ocupação do solo no município de Indiará (GO), evidenciando a área de estudo. Fonte: Autoria Própria.....	47
Figura 11: Mapa de suscetibilidade à inundação, elaborado com base no Modelo Digital de Elevação (MDE), evidenciando áreas classificadas conforme diferentes níveis de suscetibilidade. Fonte: Autoria Própria.....	48
Figura 12: Linhas potenciométricas representando a superfície do potencial hidráulico (m), com setas indicando o fluxo subterrâneo em direção às áreas de menor carga hidráulica. Poços marcados correspondem aos pontos utilizados para a elaboração do mapa. Fonte: Autoria Própria.....	49
Figura 13: Mapa do relevo sombreado elaborado com base no Modelo Digital de Elevação (MDE), evidenciando os lineamentos obtidos por meio do software PCI geomatica. Fonte: Autoria Própria.....	50
Figura 14: relevo representado por curvas de nível, destacando a hierarquia de drenagem segundo Strahler. ordem são diferenciados para evidenciar a organização e a evolução da rede de drenagem na área.....	51
Figura 15: Zonas Homólogas – Delimitação de áreas com distintas características. Fonte: Embrapa Solos (2020) e Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), Geoportal SGB.....	52
Figura 16: Mapa geológico de escala 1:30.000 contendo as unidades litológicas presentes na área de estudo. Fonte: Autoria Própria.....	53
Figura 17: Mapa com as unidades geológicas, perfil geológico e dados estruturais. Fonte: Autoria Própria.....	54
Figura 18: Blocos rolados de anfíbolito dos pontos 52 (A) e 134 (B).....	55
Figura 19: Afloramentos de anfíbolito encontrados nos pontos 88 (A) e 126 (B).....	56
Figura 20: Amostras das três litofácies de anfíbolito: A) Ponto 136 - Litofácies 1: Anfíbolito de granulação média a grossa com minerais visíveis, B) Ponto 27 - Litofácies 2: Anfíbolito	

foliado com minerais visíveis e alinhados e C) Ponto 88A - Litofácies 3: Anfibolito fino.....	56
Figura 21: Afloramentos de gnaissse encontrados nos pontos 51 (A) e 121 (B).....	57
Figura 22: (A) Bloco rolado de gnaissse no ponto 49; (B) Afloramento de gnaissse no ponto 109.....	58
Figura 23: Ponto 111 (A) onde foram encontrados gnaisses contendo granadas centimétricas (B).....	58
Figura 24: Amostras de gnaissse retiradas dos afloramentos dos pontos 49 (A) e 51 (B). Litofácies 1: Gnaissse granodiorítico a monzogranítico.....	58
Figura 25: Amostra de mão de gnaissse do ponto 109 (A), mostrando orientação dos grãos em lupa de bancada (B). Litofácies 2: Biotita gnaissse.....	59
Figura 26: Gnaisses provenientes dos blocos rolados no ponto 111, contendo granadas centimétricas que transpõem a foliação. Litofácies 3: Granada-muscovita gnaissse.....	59
Figura 27: Blocos rolados de laterita dos pontos 48 (A) e 122 (B).....	60
Figura 28: Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.....	60
Figura 29: Metamorfismo progressivo (vermelho) e regressivo (azul). Fonte: Perkins et al., 2020.....	61
Figura 30: Demonstração de amostras de solos retiradas no local, sendo A latossolo e B argissolo, após a separação de material grosso. Acervo Pessoal.....	62
Figura 31: Figura da foliação S0 dos domínios estruturais 1 (A) e 2 (B). Fonte: Autoria Própria por meio do software Leapfrog Geo Stereonet.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Dados cartográficos obtidos de terceiros com suas respectivas escalas e fontes originais. Aatoria Própria.....	33
Tabela 02: Planejamento da Etapa 1 do trabalho de campo (12/08/2025 a 19/08/2025). Fonte: Aatoria Própria.....	40
Tabela 03: Planejamento da Etapa 2 do trabalho de campo (16/10/2025 a 22/10/2025). Fonte: Aatoria Própria.....	41
Tabela 04: Medidas estruturais dos Anfíbolitos da região. Fonte: Aatoria Própria.....	63
Tabela 05: Medidas estruturais dos Gnaisses da região. Fonte: Aatoria Própria.....	63
Tabela 06: Critérios da literatura para viabilidade de área, trabalhos que os utilizam, quais foram usados no seguinte trabalho e duas colunas descrevendo as características cumpridas ou não cumpridas pela área anteriormente selecionada (A1) e pela área atualmente selecionada (A2). (✓) = Sim; (X) = Não; (-) = Não aplicável. Modificada de Cruz e Almeida (2020).....	68

1. INTRODUÇÃO

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, resíduos sólidos correspondem a materiais descartados, sólidos ou semissólidos, provenientes de atividades humanas (IBAMA, 2022). A problemática dos resíduos sólidos insere-se em um contexto que abrange dimensões econômicas, políticas, sociais e ecológicas (Silva *et al.*, 2020).

A gestão de resíduos sólidos em Goiás é regulamentada pela Lei Estadual nº 14.248/2002, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e pela PNRS. Os resíduos sólidos urbanos englobam resíduos domiciliares (originários de atividades domésticas ou estabelecimentos públicos), de limpeza urbana (provenientes de logradouros e vias públicas, coletas de lixo e remoção de resíduos em áreas públicas) e sólidos especiais (serviços de saneamento, resíduos de construções civis, originários de agropecuária, provenientes de mineração, resíduos perigosos, etc) (Semad, 2022).

Enquanto algumas áreas contam com estruturas consolidadas de coleta seletiva e reciclagem, muitas outras ainda enfrentam dificuldades devido à falta de investimentos e à disparidade na implementação de políticas públicas. O relatório da ABRELPE (2016) destaca a diferença entre áreas metropolitanas, com sistemas estabelecidos, e regiões carentes, onde a implementação de políticas de gestão de resíduos se torna mais difícil.

De modo geral, os lixões, aterros controlados e aterros sanitários constituem diferentes métodos de disposição final de resíduos sólidos, com níveis variados de controle ambiental e infraestrutura técnica. Enquanto os dois primeiros carecem de mecanismos adequados de impermeabilização e tratamento de efluentes, apenas o aterro sanitário atende os parâmetros técnicos e legais de controle ambiental, sendo o único modelo totalmente seguro e sustentável, com manuseio e tratamento de chorume (Cornieri; Fracalanza, 2010).

A inadequada gestão desses resíduos pode causar degradação ambiental, comprometendo o solo, o lençol freático e os corpos hídricos, além de favorecer a proliferação de vetores de doenças, resultando em impactos à saúde pública. Sob essa perspectiva, a Semad promove o manejo adequado dos resíduos sólidos, visando à minimização de seus efeitos negativos. Com o decreto 10.367/2023, a Semad demanda o fechamento de todos os lixões do estado de Goiás, tendo o prazo de limite variando de acordo com o tipo de município (Semad, 2022). O programa “Lixão Zero” conta com o encerramento do lixão e escolha de novo local adequado para descarte.

Nessa conjuntura, os municípios foram divididos em quatro tipos: 1 se trata dos municípios onde já existe disposição adequada dos resíduos sólidos em aterros licenciados, mas sem reabilitação da área dos antigos lixões; 2 se trata de municípios localizados na região metropolitana do entorno do Distrito Federal e que possuem população superior a 100 mil habitantes; 3 são aqueles com população entre 50 mil e 100 mil habitantes e os municípios tipo 4 têm população inferior a 50 mil habitantes no Censo de 2010.

O município de Indiara, , situado na Mesorregião do Sul Goiano e na Microrregião do Vale do Rio dos Bois do estado de Goiás, se enquadra no (tipo 4). Segundo o IBGE, a população local passou de 13.687 habitantes em 2010 para 17.061 em 2022, representando um crescimento populacional de aproximadamente 20%. De acordo com José Osvaldo Fiuza¹, a população atualmente gera diariamente entre 15 e 16 toneladas de resíduos sólidos urbanos, volume insuficiente para viabilizar a implantação de um aterro sanitário próprio, tendo em vista que a normativa estadual estabelece o mínimo de 20 toneladas diárias para aterros de pequeno porte (Semad, 2022).

No segundo semestre de 2024, em alinhamento com as metas do programa federal "Lixão Zero" e a PNRS, Indiara fecha seu único lixão. Com o fim definitivo da destinação local inadequada, foi implantada uma logística de transporte dos Resíduos Sólidos Urbanos para o "Aterro Sanitário Resíduo Zero Ambiental", localizado no município vizinho de Guapó (GO). O município já havia, em 2017, identificado e selecionado uma área potencial para a construção de um aterro sanitário próprio e, atualmente, é o ponto de transbordo temporário.

O levantamento de dados operacionais, realizado junto à administração municipal de Indiara em agosto de 2025 para confirmar informações obtidas de moradores, revelou o fluxo atual dos resíduos. Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são coletados diariamente e destinados à "Área de transbordo, manejo e valorização de resíduos sólidos urbanos", uma unidade de 12 mil metros quadrados que processa diariamente as toneladas de resíduos. Nesta área, os materiais recicláveis são triados pela Cooperativa de Trabalho e Reciclagem "Raio de Luz", e os rejeitos remanescentes são encaminhados para a destinação final ambientalmente correta no Aterro Sanitário Regional "Resíduo Zero Ambiental".

Embora o transporte para o aterro regional seja, no momento, a solução técnica e economicamente viável, essa dependência externa revela a necessidade de planejamento local. Considerando o encerramento do lixão, o aumento populacional e a perspectiva de crescimento na geração de resíduos, torna-se estratégico avaliar a viabilidade de implantação de um aterro sanitário em território municipal. Além de atender às exigências legais da PNRS

¹ Secretário do Meio Ambiente do município de Indiara.

e da Semad, essa infraestrutura teria potencial de fortalecer a autonomia de Indiará e, futuramente, posicioná-lo como polo regional de destinação de resíduos.

A escolha de uma área adequada para um aterro sanitário exige critérios rigorosos, como permeabilidade e estabilidade do solo, declividade, profundidade do lençol freático, distância de centros urbanos e condições de drenagem. O descumprimento desses parâmetros pode resultar em contaminação ambiental e falhas operacionais. Diante disso, torna-se essencial assegurar conformidade técnica, ambiental e legal, de modo a garantir que a futura infraestrutura seja eficiente, segura e adequada às demandas do município.

Nesse contexto, o estudo busca minimizar impactos ambientais e promover uma gestão de RSU sustentável em Indiará (GO). O uso de ferramentas de geoprocessamento e a aplicação articulada de critérios técnicos, ambientais e legais visam subsidiar decisões públicas consistentes e fortalecer a governança ambiental local.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar o mapeamento ambiental para avaliar a viabilidade técnica locacional de uma área destinada à construção de um aterro sanitário no município de Indiará (GO), considerando também as regiões adjacentes e os possíveis impactos ambientais decorrentes da instalação. O estudo tem como finalidade contribuir para a gestão sustentável dos resíduos sólidos urbanos, em consonância com as diretrizes da PNRS, assegurando que o empreendimento atenda aos princípios da eficiência ambiental, da prevenção e do uso racional do território.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar ambientalmente e geologicamente a área em estudo e sua área de influência direta, identificando suas condições topográficas, hidrográficas, de uso do solo e as principais formações litológicas, que possam influenciar na viabilidade de implantação do aterro sanitário.
- Aplicar técnicas de geoprocessamento e análise espacial para subsidiar a avaliação locacional, por meio da elaboração de mapas temáticos e do cruzamento de informações geológicas, geotécnicas e ambientais.

- Verificar a conformidade da área com grande parte dos critérios técnicos e ambientais estabelecidos por Cruz e Almeida (2020), que propõem uma metodologia complexa para seleção de áreas adequadas à disposição final de resíduos sólidos.
- Analisar os impactos ambientais potenciais associados à instalação do aterro, considerando parâmetros como declividade, proximidade de corpos hídricos, vulnerabilidade do lençol freático, cobertura vegetal e ocupação antrópica.
- Contribuir para o planejamento territorial e a gestão pública municipal, fornecendo subsídios técnicos e científicos que orientam a tomada de decisão quanto à escolha da área mais adequada e segura para o empreendimento.

2. ÁREA DE ESTUDO

2.1 Localização e Acesso

O município de Indiará está localizado na região centro-sul do estado de Goiás, a aproximadamente 102 km da capital, Goiânia, com acesso principal pela Rodovia GO-060, que constitui um dos principais eixos de integração entre o sudoeste goiano e a região metropolitana da capital (Figura 01). A área de estudo encontra-se situada nas coordenadas geográficas aproximadas de latitude $-17,18932^{\circ}$ e longitude $-49,96019^{\circ}$, inserida em uma zona de transição entre o Planalto Central e as depressões interplanálticas do sudoeste goiano, o que lhe confere características topográficas e geológicas diversificadas (IBGE, 2022).

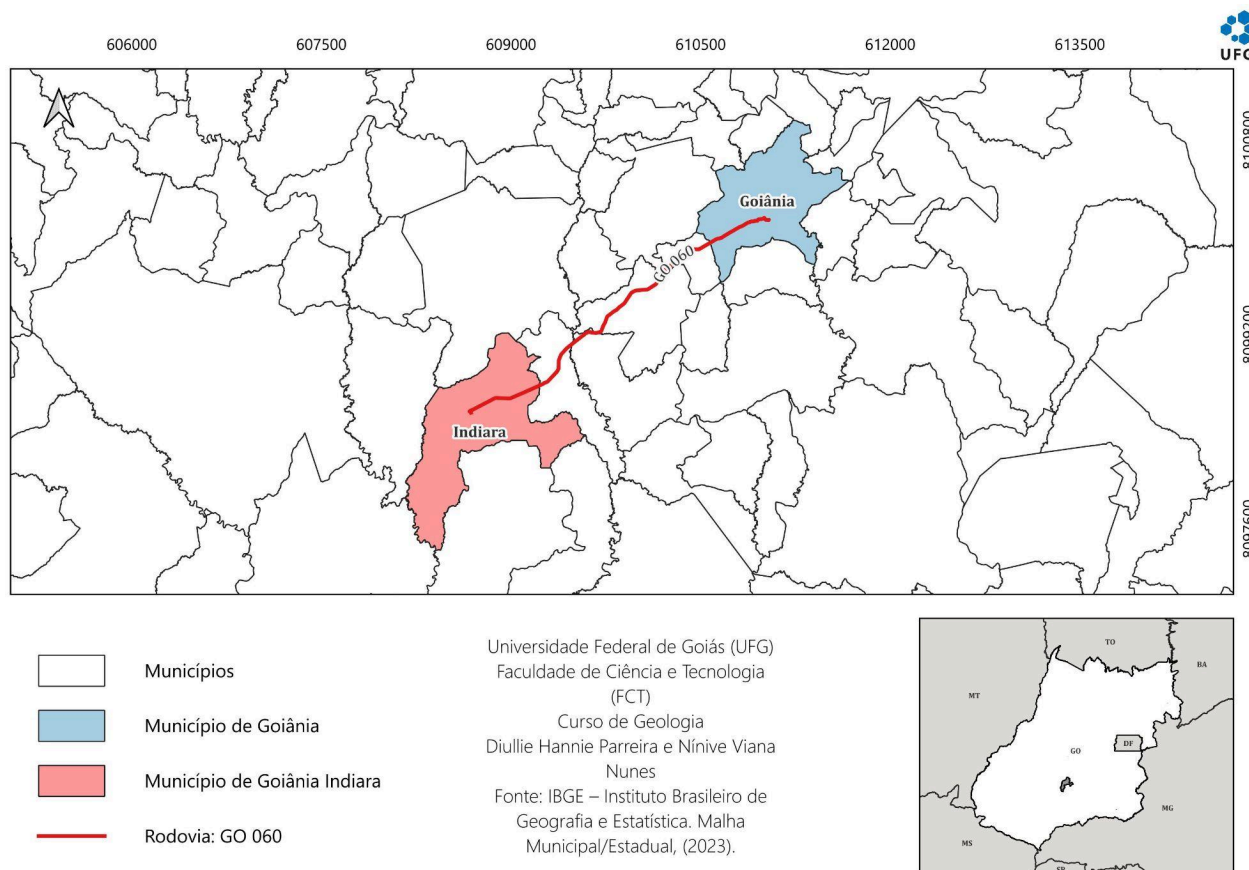


Figura 01: Mapa de localização e acesso à cidade de Indiara (rosa) pela GO-060 partindo de Goiânia (azul).
Fonte: Autoria Própria.

2.2 Área Pré-selecionada e Área de Estudo Final

A área de estudo deste projeto está localizada no município de Indiara (GO), que, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), possui uma extensão territorial de 955.419 km², e população residente estimada em 17.061 pessoas, resultando em uma densidade demográfica de 17,86 habitantes por km². O Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* do município foi de R\$ 41.116,41 em 2021, indicando um perfil socioeconômico de pequeno porte com capacidade moderada de investimento em infraestrutura de gestão de resíduos sólidos.

Inicialmente, a área de estudo englobava tanto a área pré-selecionada pelo município para a implantação de um aterro sanitário (Figura 02), conforme disposto na Lei Municipal nº 831 de 18 de Dezembro de 2017, quanto áreas adjacentes, buscando atender aos requisitos de análise territorial ampla para estudos de localização de aterros, como sugerido por Cruz e Almeida (2020), e a identificação de possíveis impactos ambientais decorrentes da implantação do aterro sanitário, seguindo recomendações de Jacobi e Bensen (2011).

Para o mapeamento espacial, as coordenadas da área pré-selecionada para o aterro foram inseridas no *software* QGis, permitindo a construção de um polígono representativo do local. Durante essa etapa, observou-se um desalinhamento em uma das coordenadas em relação às demais, o que demandou ajuste técnico, garantindo maior precisão na delimitação e confiabilidade da análise geoespacial. Além disso, para atender à exigência de estudo de uma área mínima de 2 km², foram incorporadas áreas circundantes ao local sugerido, permitindo a avaliação do entorno e identificação de restrições ambientais potenciais.

A fotointerpretação das imagens de satélite revelou que a área pré-selecionada não atendia aos requisitos básicos de preservação ambiental. Observou-se que parte das coordenadas do aterro infringiu a distância mínima exigida para corpos hídricos, inferior a 300m, representado pelo buffer (Figura 02), contrariando as normas de proteção de recursos hídricos e o manejo seguro de efluentes provenientes de aterros sanitários (Cruz e Almeida, 2020).

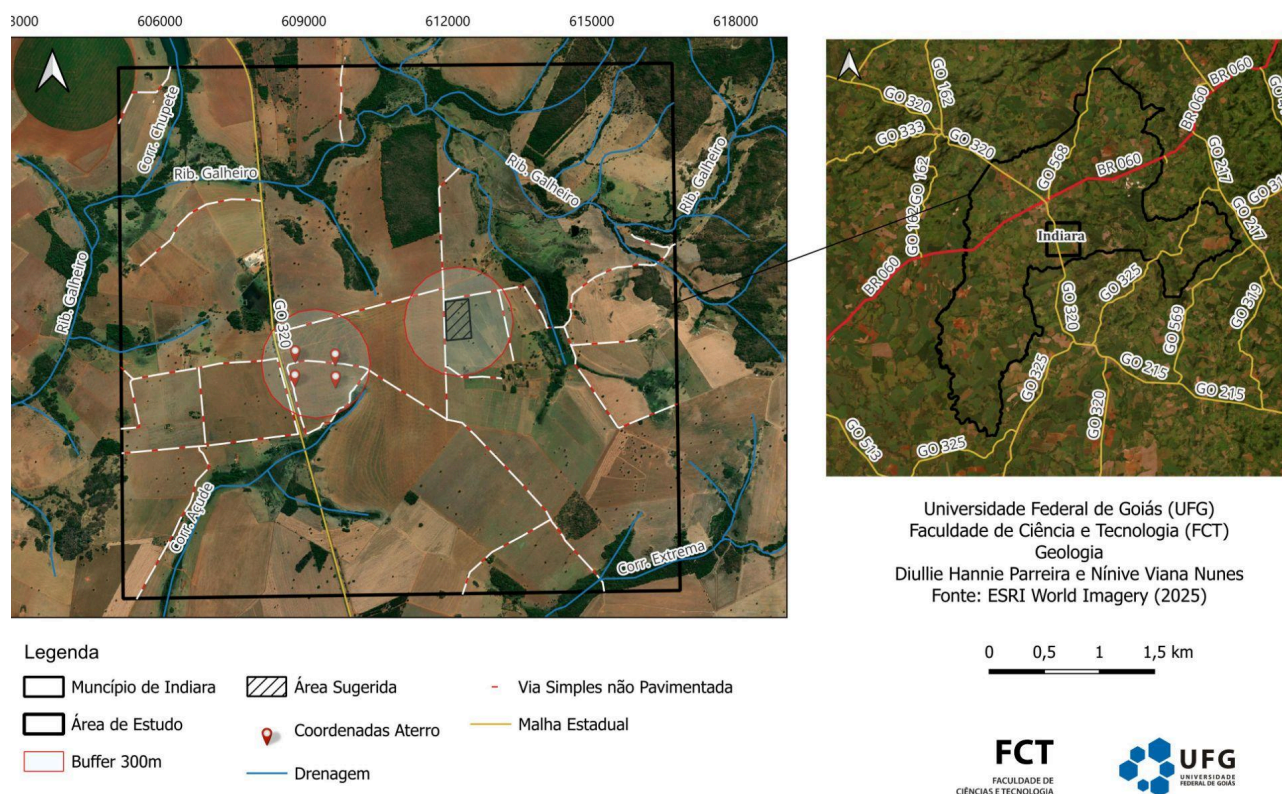


Figura 02: Coordenadas corrigidas da área predeterminada para a construção do aterro sanitário, assim como a nova área sugerida, em Indiará. Fonte: Autoria Própria.

Diante dessa restrição, foi necessária a reavaliação da área, promovendo a seleção de uma localização mais adequada, alinhada aos critérios de segurança ambiental, estabilidade geotécnica e viabilidade técnica. O processo de escolha considerou variáveis ambientais e geológicas detalhadas, como declividade, tipo de solo, cobertura vegetal, proximidade de cursos d'água e ocupação humana. Essa readequação busca não apenas atender às exigências legais e normativas, mas também minimizar impactos ambientais e contribuir para a sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos sólidos em Indiara.

2.3 Geologia Regional

As informações sobre a geologia regional foram obtidas do Mapa Geológico do Estado de Goiás (CPRM, 2008) e, ao recortar somente o município de Indiara (Figura 03) e aproximar da área de estudo, foram observadas as unidades presentes em ambas as alternativas locacionais (Figura 04).

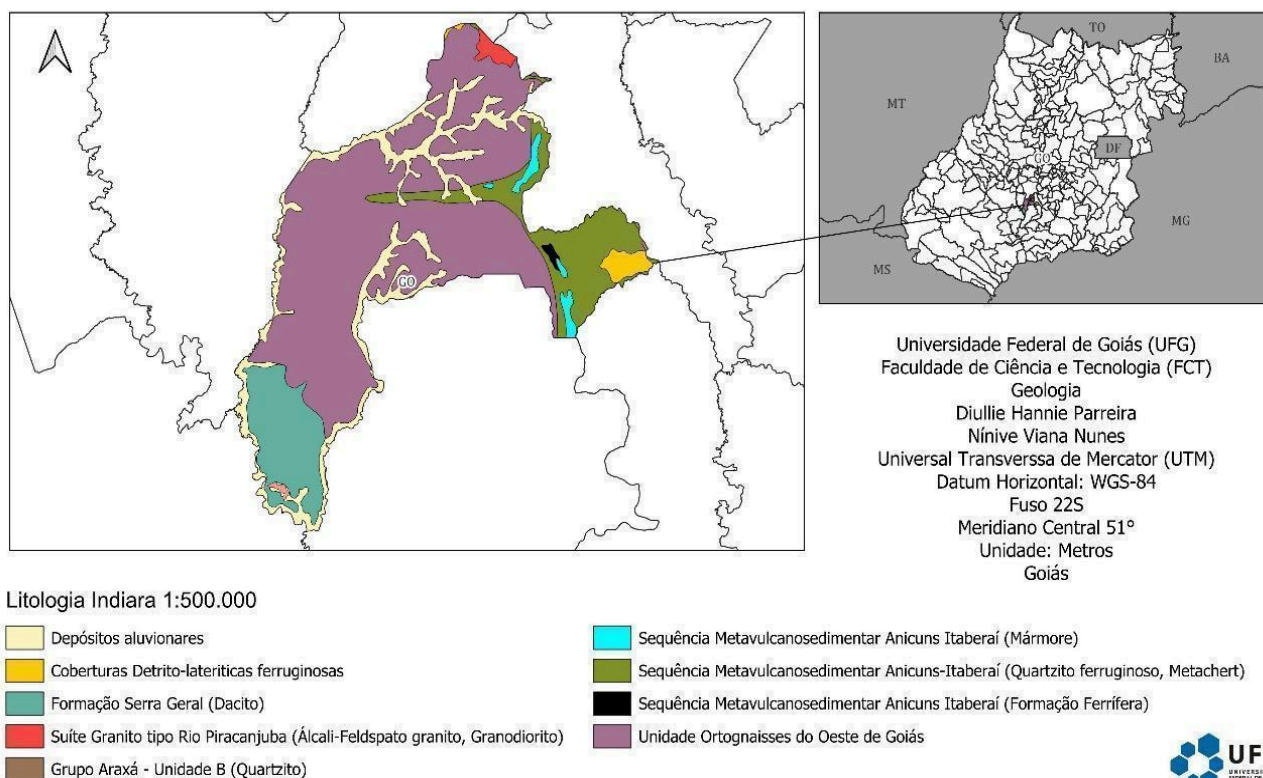


Figura 03: Mapa Geológico do município de Indiara (GO). Modificado do Mapa Geológico do estado de Goiás (1:500.000) (CPRM, 2008).

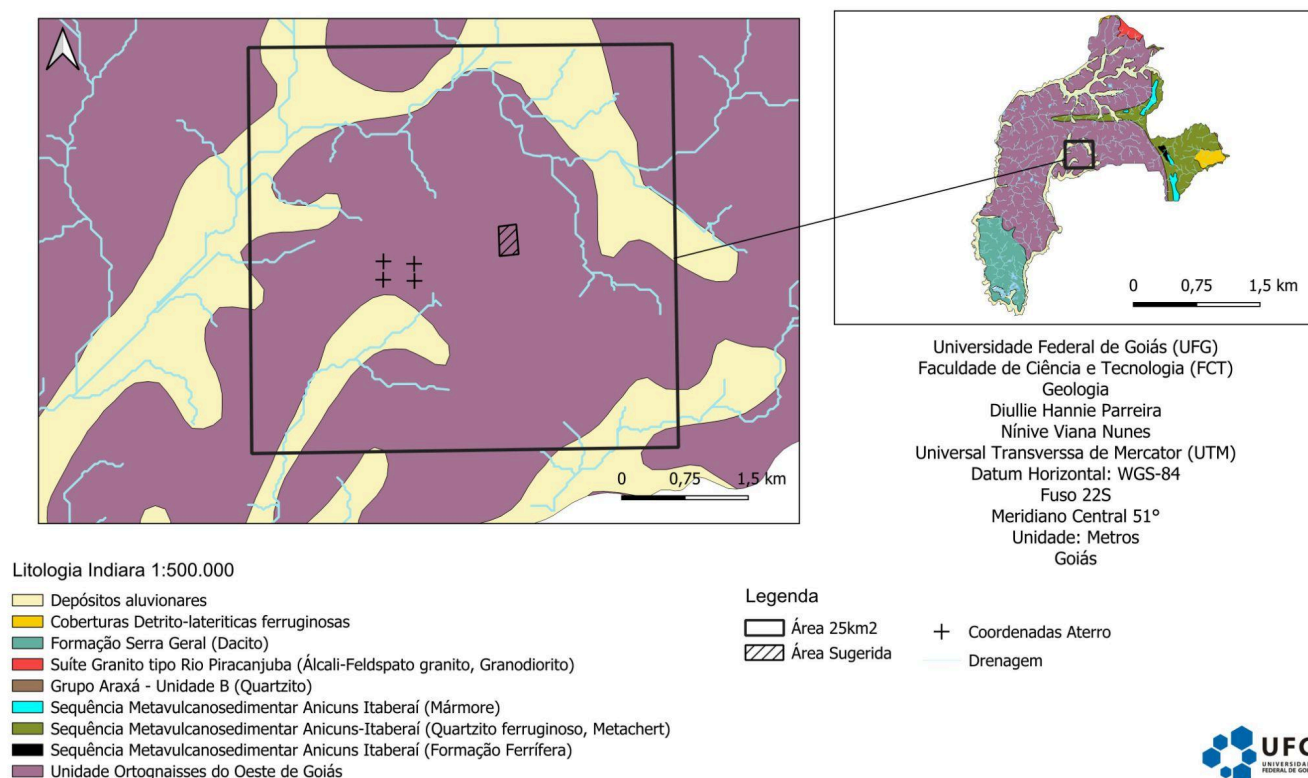


Figura 04: Geologia do Aterro Indiará. Modificado do Mapa Geológico do estado de Goiás (1:500.000) (CPRM, 2008).

2.3.1 Província Tocantins

A Província Tocantins (Figura 05), com direção aproximadamente N-S, está localizada na região norte do Brasil. Esta mega unidade tectônica faz parte da Plataforma Sul-Americana, cinturão tectono-metamórfico de idade neoproterozóica (Unrug, 1992).

Segundo Delgado *et al.* (2003), a área apresenta três cinturões dobrados que se formaram a partir da colisão de blocos continentais durante a amalgamação do Gondwana Oriental: as Faixas Brasília, Araguaia e Paraguai.

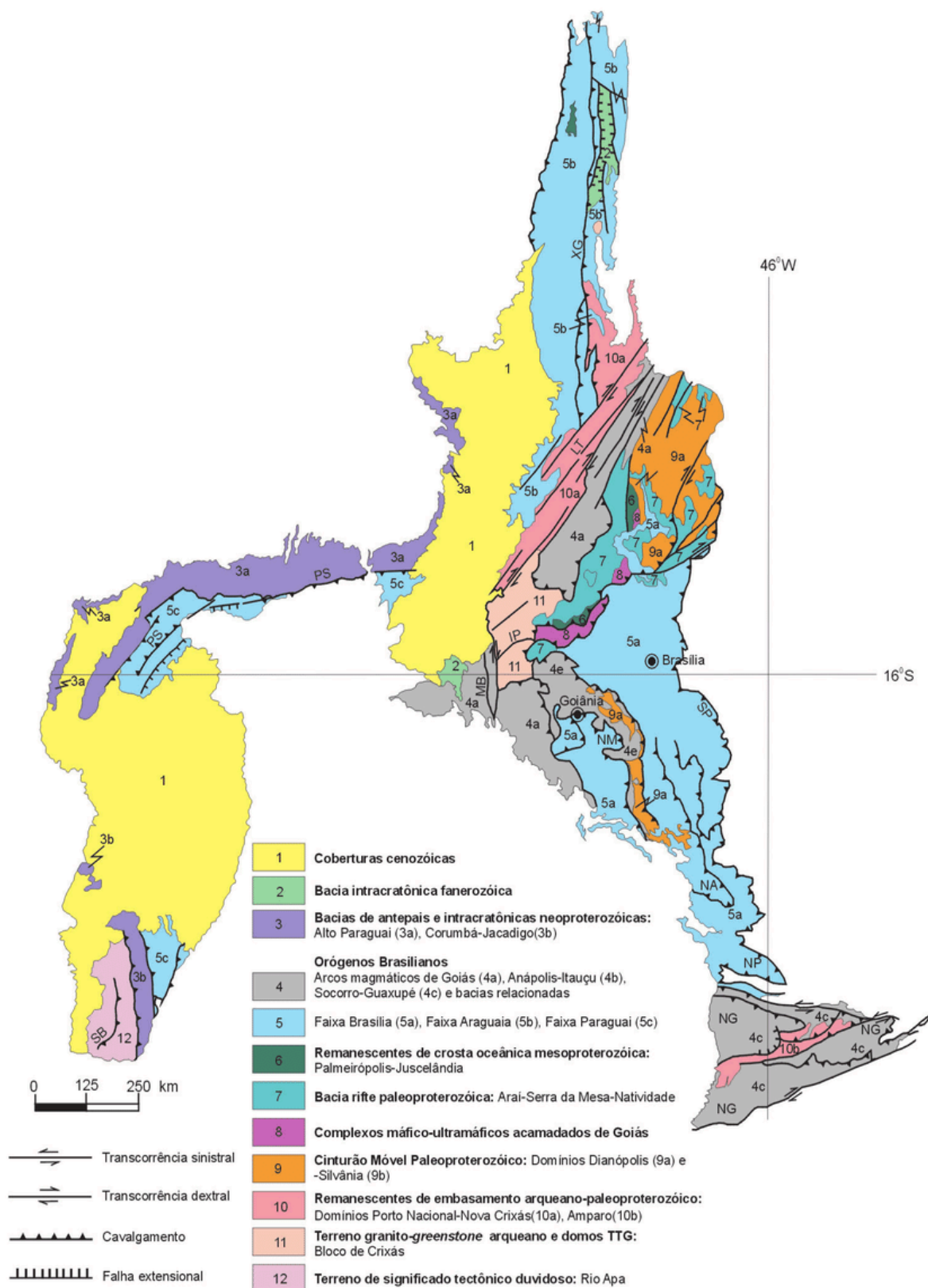


Figura 05: Domínios tectônicos e principais estruturas da Província Tocantins. Fonte: (Delgado *et al.*, 2003).

2.3.2 Faixa Brasília

A Faixa Brasília (Figura 06) é um cinturão móvel Neoproterozóico na porção oriental da Província Tocantins, possuindo uma extensão aproximada de 1.000 km com direção N-S, predominando no Estado de Goiás. Ela é decorrente de dobramentos e empurrões, envolvendo rochas neoproterozóicas (Almeida *et al.*, 1981). Para Valeriano *et al.* (2008), é dividida em Zona Externa, Zona Interna, Arco Magmático de Goiás, Maciço de Goiás e Zona Cratônica.

A zona externa é composta por unidades metassedimentares dos Grupos Paranoá, Bambuí, Canastra, Ibiá e da Formação Vazante, que estão organizadas em um cinturão de dobras e falhas típico de antepaís. A zona interna abriga as rochas dos Grupos Araí, Serra da Mesa e Araxá (Fonseca *et al.*, 1995).

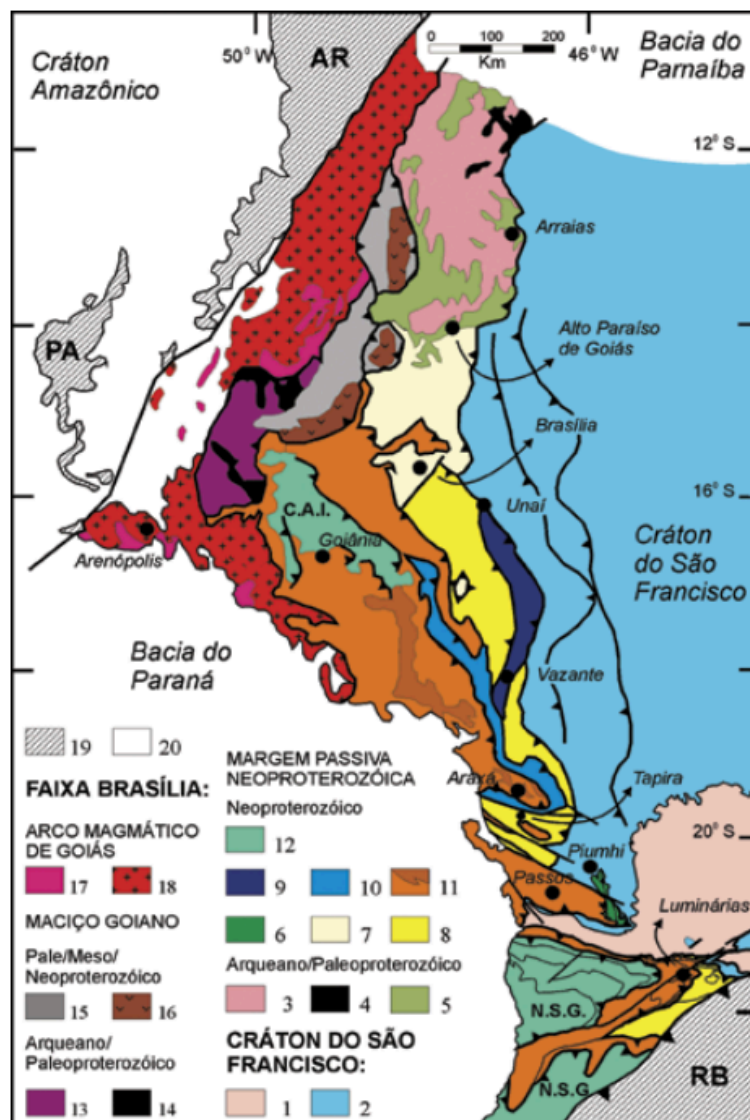


Figura 06: Unidades tectônicas da Faixa Brasília. Simplificado e modificado de Valeriano *et al.* (2004).

2.3.2.1 Zona Interna

Essa faixa apresenta evidências de imbricamento tectônico, incluindo fragmentos do embasamento pré-Brasiliano, especialmente do Complexo Anápolis-Itaçu. Na porção sul da zona interna, também são encontrados vestígios de um antigo edifício ofiolítico, metassedimentos Araxá e depósitos metassedimentares de margem passiva, representando um arco magmático neoproterozóico (Fuck *et al.*, 2005). Concomitantemente à acreção dos arcos magmáticos neoproterozóicos, desenvolveram-se bacias de margem de arco, resultando na formação de novas manifestações ígneas e sedimentação psamo-pelítica com carbonática subordinada. Uma parte dos sedimentos psamo-pelíticos pertencem ao Grupo Araxá, sendo representada por rochas metamórficas que correspondem a antigos sedimentos pelíticos e siliciclásticos, como os metapelitos e metassiliciclásticos (Pimentel e Fuck, 1992).

As intrusões máfico-ultramáficas são conhecidas como Complexo Canabrava, Niquelândia e Barro Alto (Pimentel, 2016). Estas rochas foram submetidas ao metamorfismo de fácies anfíbolito a granulito, com evolução progressiva de oeste para leste, chegando localmente a apresentar paragêneses minerais de temperatura ultra alta (Ferreira Filho *et al.*, 1998). A oeste, estes complexos estão em contato com as seqüências metavulcanossedimentares de Palmeirópolis, Indaianópolis e Juscelândia, de idade mesoproterozoica (Kawai, 2020).

2.3.2.2 Arco Mágmatco de Goiás

O Arco Mágmatco de Goiás se trata da junção de sistemas de arcos do Neoproterozoico decorrente da colisão entre os Crátoms Amazônico, São Francisco e Paraná, entre 940 a 640 Ma. Localiza-se na porção oeste da Faixa Brasília, com limite ao sul pela Bacia do Paraná e é composto por rochas plutônicas das quais derivam gnaisses, seqüências vulcanossedimentares e granitos sin a tardi e pós tectônicos (Pimentel *et al.*, 1997).

Entre 900-800 Ma, com o ancoramento de um dos arcos intraoceânicos de Goiás para leste, próximo à margem do Cráton do São Francisco, ocorreu a geração de complexos granulíticos (Anápolis-Itaçu e Uruaçu) que constituem uma unidade denominada de Raiz de Arco Mágmatco, caracterizada por granulitos orto e paraderivados e gnaisses graníticos cálcio-alcalinos (Piuzana *et al.*, 2003).

2.3.2.3 *Ortognaisses do Oeste de Goiás*

Caracterizam-se por ortognaisses granitóides neoproterozóicos de natureza cálcica a cálcio-alcálica (Pimentel e Fuck, 1992), com textura granoblástica a porfirítica e estrutura fitada, contendo bandas máficas e félsicas alternadas. Apresentando alto grau de deformação e metamorfismo nas fácies xisto verde alto a anfíbolito, também alojam fragmentos alóctones de rochas gnáissicas de idade Arqueana (Moura e Souza, 2014).

2.3.2.4 *Sequência Vulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí*

Localizada na porção meridional da Província Tocantins, a Sequência Vulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí, exposta ao longo do contato entre a porção oriental do Arco Magmático de Goiás e o terreno de elevado grau de Anápolis-Itauçu (Laux, 2004), é composta por rochas metabásicas, metavulcânicas, ácidas, ultrabásicas, metacherts e xistos grafitosos. Seu ambiente de formação se trata de um ambiente vulcânico de arco de ilha (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

A Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal, conforme mapeada pela CPRM e organizada por Moreira *et al.* (2008), emprega a divisão litoestratigráfica proposta por Rodrigues *et al.* (1999). Nesta classificação, a Formação Ferrífera é descrita como uma unidade composta por metachert, metachert piritoso e níveis ferruginosos que se encontram intercalados com xistos quartzosos e sericíticos, sugerindo uma origem vulcanogênica ou química. Outros litotipos representativos desta unidade incluem mármore magnesianos e dolomíticos e quartzitos ferruginosos.

Entretanto, Lacerda Filho *et al.* (2021) ofereceram uma subdivisão mais detalhada para esta mesma sequência, interpretada como oriunda de um imbricamento tectônico. Os autores segmentam a sequência em cinco unidades distintas, nomeadas pela sua litologia predominante: a primeira unidade é composta por anfíbolitos e xistos pretos, a segunda por metacherts, gonditos e metassedimentos ferruginosos, a terceira por micaxistos e quartzitos, a quarta por cianita xistos e a quinta unidade é caracterizada por gnaisses e anfíbolitos ricos em epidoto.

2.3.2.5 Grupo Araxá

O Grupo Araxá ocorre em dois pacotes principais de xistos, um posiciona-se tectonicamente acima e o outro abaixo do Complexo Anápolis-Itauçu e da Associação Ortognáissica-Migmatítica. É formado por metassedimentos dominados por biotita xistos, geralmente granadíferos, intercalados com camadas quartzíticas, além de gnaisses, mármore calcíticos ou dolomíticos, anfibolitos e metabasitos, com intrusões de rochas graníticas, básicas e ultramáficas. O Complexo Anápolis-Itauçu representa o equivalente de alto grau metamórfico do Grupo Araxá (Fischel *et al.*, 1998; Piuzana *et al.*, 2003).

O Grupo Araxá está dividido em dois pacotes: No sul do pacote inferior, ocorrem sequências metavulcanossedimentares associadas aos metassedimentos do grupo, como as sequências Maratá, Rio Veríssimo (região de Ipameri-Catalão) e Rio do Peixe (em Abadiânia), além da presença de corpos graníticos intrusivos, como os granitos Encruzadilha, Sesmária, Tambu, Maratá e granitóides tipo Aragoiânia. Na base do pacote superior, aflora uma porção da sequência metavulcanossedimentar Maratá, porém com menor ocorrência de corpos graníticos, restritos a alguns granitóides do tipo Aragoiânia (Navarro *et al.*, 2013).

2.3.2.6 Complexo Anápolis-Itauçu

O Complexo Anápolis-Itauçu, constituído de zona alongada na direção NW-SE, é composto por rochas de metamorfismo de alto grau expostas entre o Arco Magmático de Goiás e rochas metassedimentares neoproterozoicas do Grupo Araxá (Moraes *et al.*, 2002). O complexo está delimitado por zonas de cisalhamento de alto ângulo em sua porção norte e por estruturas de nappe de baixo ângulo em sua porção meridional (Della Giustina *et al.*, 2011).

As rochas que o formam são granulíticas orto e paraderivadas, intrusões graníticas e gabróicas (Moraes *et al.*, 2002). Segundo Baldwin e Brown (2008), o Complexo Anápolis-Itauçu se dá por: (1) NP1aitob - uma unidade ortognáissica derivada de tonalito e corpos acamadados máfico ultramáficos e granodioritos, de idades de 760 a 650 Ma (Piuzana *et al.*, 2003); (2) NP1aitp - uma unidade de paragnaisse, incluindo granulito aluminoso, granada-sillimanita gnaiss, mármore e quartzito; além de sequências vulcanossedimentares e um grande número de intrusões graníticas alongadas de orientação NW-SE.

As paragêneses minerais características de temperatura ultra alta estão presentes revelando temperaturas acima de 1100 °C e pressão de aproximadamente 10 kbar (Moraes *et al.*, 2002, 2007), as intrusões são de granitos peraluminosos (Kawai, 2020).

2.3.2.7 Complexo Gnáissico-Migmatítico Campestre

Lacerda Filho *et al.* (2021) explicam que o Complexo Gnáissico-Migmatítico Campestre é composto por ortognaisses e migmatitos originalmente associados ao Complexo Basal por Barbosa (1966) e denominada posteriormente de Complexo Anápolis-Itauçu por Marini *et al.* (1984), Já Araújo *et al.* (1980, *apud* Lacerda Filho *et al.* 2021) dividiram o Complexo Campestre em conjuntos metatexíticos, diatexíticos e anfíbolitos.

O conjunto metatexítico é formado por tipos miloníticos a protomiloníticos, individualizados em litofácies metagranitos (metaquartzo monzonito, monzogranito porfiroclástico milonítico, ricos em biotita e hornblenda, e eventualmente com granada) e metatonalitos (metaquartzo dioritos e metatonalitos). Essas rochas estão frequentemente intercaladas com migmatitos, e podem exibir enclaves de anfíbolitos e metagabro-noritos (Lacerda Filho *et al.*, 2021). Os metatexitos ocorrem como stocks orientados para N, NW e NE, batólitos com até 14 km de comprimento e faixas NW de 2 a 3 km de largura, com corpos e faixas cujos relevos são positivos, escarpados, rugosos e drenagens menos espaçadas (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

O conjunto diatexítico constitui faixas de 15 a 20 km de largura, dobradas e concordantes com a estruturação regional NNW. São constituídas por tipos gnáissico-migmatíticos (quartzo monzonito gnaisse, muscovita granada biotita gnaisse, granada-biotita gnaisse tonalítico, epidoto-biotita-hornblenda gnaisse, piroxênio-hornblenda gnaisse, granada-muscovita-biotita gnaisse granadífero e tipos migmatíticos, que são representados por hornblenda-biotita-diopsídio gnaisse e tonalitos migmatíticos) intercalados com ortoderivadas e supracrustais do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu. As faixas de diatexitos exibem relevos planos a pouco escarpados, textura lisa e drenagens espaçadas (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

2.3.2.8 Suíte Granito Tipo Rio Piracanjuba

Os granitóides do tipo Rio Piracanjuba compõem uma série de corpos porfíricos crustais de composição variando entre granítica e tonalítica, tendo coloração leuco a mesocrática e filiação cálcio-alcálica. Esses corpos estão predominantemente distribuídos na porção centro-sul do estado de Goiás, com ocorrência principal no Complexo Anápolis-Itauçu, já citado anteriormente (Navarro *et al.*, 2014).

São representados por biotita metagranito pórfiro, metagranodioritos e metatonalitos, estes posicionados ao longo de zonas de cisalhamento dúcteis. Nessas zonas, as rochas exibem estruturas protomiloníticas, miloníticas e ultramiloníticas, que frequentemente resultam em bandamento gnáissico bem definido, evidenciando o alto grau de deformação a que foram submetidas (Navarro *et al.*, 2014).

2.3.3 Bacia do Paraná

A Bacia do Paraná, bacia sedimentar intracratônica flexural situada em placas tectônicas estáveis, está localizada na porção centro-oriental da América do Sul e teve evolução ao longo do Paleozoico e Mesozoico. Se caracterizando como uma depressão ovalada de eixo maior no sentido quase norte-sul, possui área de cerca de 1,5 milhão de quilômetros quadrados (Milani *et al.*, 2007).

Milani *et al.* (2004) subdivide a bacia em seis Unidades de Supersequência: Rio Ivaí (Ordoviciano-Siluriano), Paraná (Devoniano), Gondwana I (Carbonífero-Eotriássico), Gondwana II (Mesotriássico-Neotriássico), Gondwana III (Neojurássico-Eocretáceo) e Bauru (Neocretáceo). A Supersequência Gondwana III é composta pelo Grupo São Bento, que inclui os arenitos eólicos da Formação Botucatu e os basaltos da Formação Serra Geral, depositados entre o Jurássico Superior e o Cretáceo Inferior (Pinto e Vidotti, 2019).

2.3.3.1 Formação Serra Geral

Com afloramentos irregulares entre as cidades de Caiapônia e Ivolândia, as rochas dessa formação surgem como diques menores, intercalados nas rochas pré-cambrianas que formam o embasamento da bacia. Essas rochas cortam os arenitos e siltitos das formações Furnas e Ponta Grossa, além dos arenitos avermelhados da Formação Aquidauana (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

O Grupo Serra Geral é composto por derrames basálticos, com presença intercalada de arenitos, diques e sills de diabásio. Os basaltos têm composição toleítica, variando do verde ao cinza escuro, com granulação fina a média (Moreton, 2001 *apud* Lacerda Filho *et al.*, 2021). Essas rochas podem apresentar porções amigdaloidais e vesiculares, além de estruturas de disjunção colunar. Os diques e sills de diabásio e gabro têm uma mineralogia similar à dos basaltos presentes nos derrames (Pena *et al.*, 1975 *apud* Lacerda Filho *et al.*, 2021).

2.3.4 Coberturas Cenozóicas

Algumas áreas da região de Indiará são cobertas por depósitos cenozóicos, sendo eles as Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas (ENdl) e os Depósitos Aluvionares (Qag2). O primeiro está relacionado a superfícies de aplainamento sobre rochas da região e o segundo ocorre seguindo as drenagens (Moreira *et al.* 2008, *apud* Fumes, 2014).

2.4 Hidrogeologia

Indiará está localizada na UPGRH (Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos) Turvo e dos Bois. Esta região é caracterizada pela presença de grandes culturas, como cana-de-açúcar, e sofre com o despejo de efluentes urbanos e dejetos de pecuária (Moura e Souza, 2014). A disponibilidade hídrica superficial é baixa e a área é considerada de alto risco de estresse hídrico em mapas de pouco detalhe, onde podemos analisar que o balanço hídrico foi ultrapassado ou está próximo (Moura e Souza, 2014).

Não existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos e, apesar de poucos dados de água subterrânea, existem dados onde 12% da população de Indiará possui algum tipo de poço (5,88% profundos ou artesianos, 7,13% raso, freático ou cacimba) (IBGE, 2022). Considerando a falta de dados públicos, o estudo do nível d'água subterrânea foi realizado no presente trabalho e será descrito detalhadamente na frente.

2.5 Clima

A área estudada está situada em altitudes entre 600 e 700 m e apresenta clima típico do Centro-Oeste, com duas estações bem definidas: uma seca, de abril a setembro, e outra chuvosa, de outubro a março, com maior pluviosidade entre dezembro e fevereiro, caracterizando um clima tropical úmido do tipo AW segundo Köppen (1948). No verão, a atuação da Massa Equatorial Continental, quente e úmida, favorece a ocorrência de chuvas, enquanto no inverno o avanço da Massa Tropical Marítima e o domínio do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul resultam em condições mais secas e temperaturas amenas.

2.6 Geomorfologia

Com base na classificação geomorfológica proposta por Latrubesse e Carvalho (2006), a área estudada insere-se no Planalto do Rio Paranaíba e é composta majoritariamente por rochas da Sequência Anicuns–Itaberaí, incluindo unidades metavulcânicas máfico-ultramáficas (anfíbólio xistos e talco xistos) e metassedimentares (quartzitos, calcários e mármore). As litologias carbonáticas favorecem o desenvolvimento de relevos denudacionais controlados estruturalmente, com ocorrência de feições cársticas, enquanto os xistos tendem a formar superfícies aplainadas e áreas de erosão recuante, podendo localmente gerar morros e colinas quando o controle estrutural é mais marcante. A poligonal analisada apresenta um conjunto complexo de feições, incluindo sulcos estruturais, destacando morros e colinas preservados como remanescentes de rochas mais resistentes à erosão ou como inselbergs sobre superfícies aplainadas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

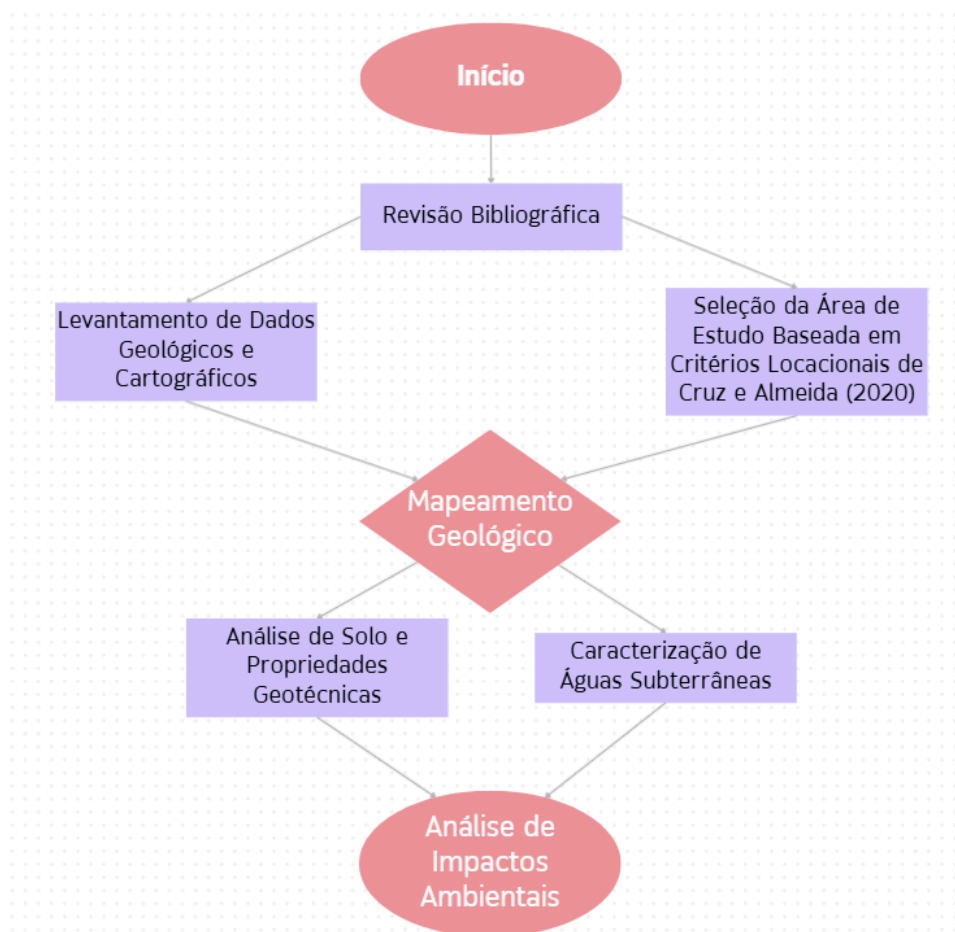


Figura 07: Fluxograma ilustrativo da metodologia adotada no desenvolvimento deste estudo. Fonte: Autoria Própria.

3.1 Revisão Bibliográfica

3.1.1 Análise locacional

Nesta etapa, foi gerada a compilação de diversos estudos e normas que tratam de critérios locacionais para eventuais consultas durante o desenvolvimento do trabalho. Os três mais utilizados foram a Lei nº 12.305/2010 (PNRS), NBR 8419/1992 e os critérios locacionais do artigo de Cruz e Almeida (2020).

3.1.2 Caracterização geológica

Com base nos conhecimentos adquiridos ao longo do curso e em estudos essenciais sobre a geologia de Goiás, especialmente da Faixa Brasília, foi realizada uma revisão crítica desse conteúdo, visando auxiliar na compreensão da geologia da área.

3.2 Levantamento de Dados Geológicos, Cartográficos e Ambientais

O levantamento de dados geológicos e cartográficos envolveu acesso e análise de imagens de satélite e mapas temáticos em plataformas online, como detalhado na Tabela 01.

Tipo de Mapa	Escala Original	Fonte
Mapa Hipsométrico	1:250.000	Copernicus DEM GLO-30 (2020). European Commission; ESA.
Mapa Declividade	1:250.000	Copernicus DEM GLO-30 (2020). European Commission; ESA.
Uso e ocupação do solo	1:250.000	MapBiomass Brasil Collection 9, 2023
Suscetibilidade de Inundação	1:250.000	Copernicus DEM GLO-30 (2020). European Commission; ESA.
Mapa Potenciométrico	1:30.000	Levantamento realizado pelas autoras
Mapa de relevo sombreado	1:250.000	Copernicus DEM GLO-30 (2020). European Commission; ESA.
Mapa gamaespectrométrico	1:250.000	Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), Geoportal SGB
Mapa de solos	1:5.000.000	Embrapa Solos (2020)

Tabela 01: Dados cartográficos obtidos de terceiros com suas respectivas escalas e fontes originais. Autoria Própria.

Esses dados foram tratados e vetorizados utilizando *softwares* de geoprocessamento, como Google Earth Pro, ArcGIS Pro e QGIS, permitindo a construção de mapas temáticos e perfis geológicos da área de estudo.

As análises de solo e propriedades geotécnicas, assim como a caracterização das águas subterrâneas e superficiais da área, foram realizadas a partir de dados secundários fornecidos por órgãos oficiais, como a EMBRAPA (2020), o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

O SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas), mantido pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM) possui uma base de dados com mapa interativo, onde também é possível filtrar e baixar os dados de interesse. Na aba “Pesquisa” foi selecionado o município de Indiará e, após encontrar 14 poços cadastrados no município, foi baixado um arquivo (tabela de atributo no formato CSV) com os dados dos poços. Os poços encontrados nesse banco de dados foram georreferenciados no QGIS, com posterior checagem de sua localização em relação à área de estudo e constatação da ausência deles na área de estudo.

Os dados sobre fauna encontrados se resumem a um estudo das cavernas na região que identificou dez espécies de morcegos pertencentes a três famílias, incluindo *Desmodus rotundus*, *Glossophaga soricina* e *Carollia perspicillata* (Silva et al., 2009). De acordo com a Lista Vermelha do ICMBio (2018), essas espécies são listadas como "Pouco Preocupante" (LC – Least Concern), não enfrentando riscos significativos de extinção no momento.

Por fim, a seleção da área de estudo para o mapeamento geológico foi precedida pela obtenção e análise integrada de mapas temáticos do meio físico, elaborados a partir de bases cartográficas institucionais e levantamentos próprios, incluindo mapa hipsométrico, de declividade, relevo sombreado e suscetibilidade à inundação derivados do Modelo Digital de elevação Copernicus DEM GLO-30, bem como o mapa de uso e ocupação do solo do projeto MapBiomas, o mapa de solos do Brasil da Embrapa Solos e o mapa potenciométrico elaborado a partir de dados inferidos com base em informações obtidos junto a moradores locais. Esses produtos cartográficos subsidiaram a análise geológica e ambiental regional e a definição preliminar da área de estudo, a qual foi posteriormente selecionada considerando os critérios técnicos previstos na legislação ambiental estadual, especialmente os estabelecidos pela NBR 8419/1992, e os parâmetros de Cruz e Almeida (2020), visando à compatibilização entre viabilidade técnica, minimização de impactos ambientais e atendimento ao processo de licenciamento.

3.3 Seleção da Área de Estudo

3.3.1 Critérios locais para seleção da área de estudo (Cruz e Almeida, 2020)

A área de estudo foi selecionada com base no método formulado por Cruz e Almeida (2020), que reúne diferentes critérios técnicos e ambientais para avaliar áreas com potencial para a implantação de aterros sanitários. Para isso, estes autores reuniram referências de autores que já trabalharam com esse tema, como Massunari (2000), Silva (2011), Montañó *et al.* (2012), Rezende *et al.* (2015), Fernandes *et al.* (2017) e Carrilho *et al.* (2018). Além disso, também foram usados documentos normativos, como a NBR 13896/1997, que define as condições mínimas exigidas para o projeto, implantação e operação de aterros de resíduos não perigosos (ABNT, 1997); o Guia de Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos (Obladen *et al.*, 2009); e a Diretriz Técnica n.º 04/2017 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM (2017), que trata do licenciamento ambiental no estado do Rio Grande do Sul.

A escolha de uma área adequada para a instalação de um aterro sanitário considera uma série de critérios técnicos, ambientais, sociais e econômicos. Entre eles, estão as distâncias mínimas de corpos hídricos (200 a 300 metros), de áreas urbanizadas ou núcleos populacionais (mínimo de 500 metros), de zonas residenciais (no mínimo 2 km), de rodovias (20 ou 50 metros, dependendo do caso) e também de aeroportos ou aeródromos. Além disso, leva-se em conta a distância em relação ao centro gerador dos resíduos, a profundidade do lençol freático (idealmente acima de 1,5 ou 2 metros), a cobertura vegetal da área, o risco de inundações e as condições de acesso. Também são analisados o tamanho da área disponível, a vida útil estimada do aterro e a existência de material de empréstimo para cobertura. Outros aspectos importantes incluem a presença de áreas protegidas, espécies ameaçadas de fauna e flora, sítios paleontológicos, bens culturais ou arqueológicos. Fatores como direção dos ventos, barreiras naturais contra a poluição, impacto visual, influência sobre o município e compatibilidade com o uso do solo também precisam ser avaliados. Por fim, os custos com a compra do terreno, preparo da área, transporte e materiais de cobertura são fundamentais, assim como a elaboração de um banco de dados para orientar as decisões.

Nem todos os critérios estabelecidos por Cruz e Almeida (2020) foram utilizados na área de estudo, por isso serão detalhados a seguir somente aqueles escolhidos de acordo com os dados disponíveis, e conhecimento da utilização dos dados pela equipe.

Entre os critérios ambientais, considerou-se distância mínima de 200 a 300 metros em relação a corpos hídricos, composição da vegetação, ocorrência de áreas sujeitas à inundação, presença de áreas protegidas, espécies ameaçadas, sítios paleontológicos e bens culturais. No âmbito técnico, avaliou-se proximidade de rodovias (20 a 50 metros), acessibilidade do local, disponibilidade de material de cobertura e existência de barreiras naturais contra a poluição.

Em relação aos sociais, analisaram-se distâncias mínimas de 500 metros em relação a núcleos populacionais e de 2 km em relação a zonas residenciais, além da compatibilidade com o uso do solo.

3.3.2 Mapas gerados na etapa preliminar

Nessa etapa, foram elaborados diversos mapas temáticos 1:250.000, englobando todo o município de Indiara, necessários para a escolha da nova área. Posteriormente, no tópico de Resultados, apresentaremos esses mapas de forma mais detalhada, destacando suas características e a relevância das informações geradas como critérios para seleção de alternativas locais do aterro.

3.3.2.1 Definição dos Corpos Hídricos

Um mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) no software QGIS, reclassificando o raster Copernicus 30m em faixas percentuais de relevo. Outro mapa, desta vez mapa hipsométrico, foi criado com base no MDE, classificado em intervalos altimétricos para representar a variação de altitude. O último mapa, de suscetibilidade à inundação, foi elaborado usando o "HAND Model" no QGIS, que calculou a altura de cada ponto em relação à drenagem mais próxima. A área foi classificada em faixas altimétricas, com risco de inundação variando de altíssimo a baixo conforme a elevação.

3.3.2.2 Compatibilidade com o Uso do Solo

A caracterização do uso e ocupação do solo foi realizada com base nos dados do Projeto MapBiomass (2025), permitindo identificar áreas antrópicas e zonas de vegetação nativa, possibilitando o cruzamento com a rede de drenagem e critérios morfométricos.

3.3.2.3 Risco de Inundações

O mapa de suscetibilidade de inundação foi elaborado no software QGis por meio de ferramentas de geoprocessamento, aplicadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica, através da importação do Modelo Digital de Elevação (MDE). O uso do software “HAND Model” (Height Above the Nearest Drainage) ajudou a prever a acumulação e o escoamento da água, calculando a altura de cada ponto do terreno em relação à drenagem mais próxima. Entre os produtos temos LDD - Local Drain Direction (define a direção do fluxo de escoamento superficial), ACC - Acumulação de Contribuição (identifica as áreas de maior concentração de fluxo superficial) e DEMC - Digital Elevation Model Corrected (corrige e ajusta o modelo de elevação para análises hidrológicas).

Por fim, a área foi vetorizada e passou por processo de suavização posteriormente, sendo classificada em faixas altimétricas associadas a diferentes níveis de suscetibilidade à inundação. Foi identificado que os intervalos altimétricos mostram que os riscos vão diminuindo com o aumento da altitude. Os intervalos considerados foram os seguintes: de 0 a 5 metros, a suscetibilidade foi classificada como altíssima; de 5 a 10 metros, como alta; de 10 a 15 metros, como média; de 15 a 20 metros, como baixa; e, para profundidades superiores a 20 metros, não foi atribuída suscetibilidade pois não sofrem influência em períodos de cheia do canal.

3.3.2.4 Presença de Áreas Protegidas, Espécies Ameaçadas de Fauna e Flora, Sítios Paleontológicos, Bens Culturais ou Arqueológicos

Com o apoio de ferramentas de geoprocessamento, foram sobrepostos os mapas de Áreas de Preservação Permanente (APPs), unidades de conservação, limites municipais e áreas de uso restrito incorporados com base na Lei nº 12.651/2012 e Resolução CONAMA nº 404/2018.

3.4 Mapeamento Geológico

Os dados geológicos da região são limitados e, em busca de um estudo mais aprofundado, foi realizado um mapeamento geológico buscando entender a distribuição e os tipos de solo, analisar estruturas geológicas e identificar os tipos de rochas presentes.

3.4.1 Pré-campo

3.4.1.1 Planejamento de Campo

O planejamento de campo para análise ambiental da área e mapeamento geológico envolveu a caracterização preliminar da região, a preparação das bases cartográficas e o estudo litológico e estrutural necessário ao reconhecimento da área. As datas foram definidas para garantir a participação da professora responsável, mesmo com sua agenda limitada, e para não comprometer as demais atividades acadêmicas das alunas.

3.4.1.2 Fotointerpretação para Seleção de Área

A fotointerpretação realizada nesta etapa forneceu subsídios essenciais para a análise locacional, permitindo a delimitação de zonas homólogas a partir das características das redes de drenagem, do mapa gamaespectrométrico e do mapa de solos, além da identificação de 262 lineamentos estruturais no município, sendo posteriormente realizado o recorte para a área de estudo, com o objetivo de evidenciar o padrão estrutural local. Esses produtos, derivados da interpretação integrada dos dados, serão apresentados e discutidos posteriormente no capítulo de Resultados.

3.4.1.2.1 Relevo sombreado

A elaboração do mapa de relevo sombreado (hillshade) foi realizada a partir de imagens SRTM (Copernicus, 30 m de resolução espacial), considerando múltiplas direções de iluminação com azimutes de 180°, 225°, 270° e 315°. As imagens resultantes foram somadas por meio da Calculadora Raster no QGIS, gerando um produto final que realça as feições morfoestruturais da área. A extração automática de lineamentos foi realizada a partir das imagens multidirecionais do relevo sombreado utilizando o software PCI Geomatica

3.4.1.2.2 Mapa das redes de drenagem

A definição da rede de drenagem e das bacias hidrográficas foi realizada por meio de técnicas de geoprocessamento no software QGIS, com o uso do complemento SAGA NextGen. Foi feito o download do Modelo Digital de Elevação (MDE) a partir da plataforma

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Copernicus DEM GLO-30. 2020. usando o modelo SRTM com resolução espacial de 30 metros, buscando maior acurácia e menor ocorrência de depressões inautênticas. Para assegurar a correta aplicação dos algoritmos hidrológicos, o MDE foi reprojetoado para um sistema de coordenadas planas. Na sequência, procedeu-se ao preenchimento das depressões artificiais utilizando o algoritmo *Fill Sinks (Wang & Liu)*, com o estabelecimento de um declive mínimo de 0,01. Essa etapa gerou um MDE corrigido, além de arquivos auxiliares contendo a direção de fluxo e a delimitação preliminar das bacias.

A rede de drenagem e suas respectivas ordens foram extraídas por meio do algoritmo *Channel Network and Drainage Basins*, o qual também gerou as áreas de contribuição, conexões de fluxo e feições hidrológicas associadas, como nascentes e pontos de confluência.

3.4.1.3 Mapa gamaespectrométrico e delimitação das zonas homólogas

Para a delimitação de zonas homólogas, foi utilizado o Mapa Gamaespectrométrico de escala 1:250:000 proveniente do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), disponível no Geoportál SGB. Após cruzar com a área de estudo, foi possível identificar 3 zonas homólogas de acordo com a distribuição de elementos e dos solos presentes.

3.4.2 Trabalho de Campo

O trabalho de campo foi executado em três etapas distintas, totalizando 16 dias de mapeamento (Tabelas 02 e 03). Dentre os dias, 10 se resumiram em levantamento de dados diretamente da área de estudo.

Essas etapas incluíram a utilização de equipamentos para coleta de dados, como mapas impressos, martelo, bússola geológica, lupa de aumento 20X, caderneta de campo, GPS, escalímetro, transferidor e equipamentos de segurança individual (EPIs), como perneira, capacete, faixa reflexiva e botas adequadas. O mapeamento cobriu uma área de aproximadamente 25 km², na escala 1:25.000, incluindo a área pré-selecionada para o aterro.

3.4.2.1 Etapa 1 – Reconhecimento e Coleta Preliminar

Etapa	Etapa 1 – Reconhecimento e Coleta Preliminar
Período	12/08/2025 a 19/08/2025
Objetivos	Identificar pontos de interesse; Avaliar acesso e logística; Iniciar a coleta de amostras.
Atividades Principais	Caminhamento com GPS; Croquis, fotos e descrições iniciais; Coleta de amostras preliminares.
Equipamentos Necessários	GPS; Caderno de campo; Câmera ou celular; Mapas topográficos; Martelo geológico; Sacos ou frascos para amostras; EPIs.
Produtos Gerados	Pontos mapeados; Amostras iniciais coletadas; Diário de campo atualizado.

Tabela 02: Planejamento da Etapa 1 do trabalho de campo (12/08/2025 a 19/08/2025). Fonte: Autoria Própria.

A primeira fase de campo, realizada entre os dias 12 e 19 de agosto, com duração de 7 dias, concentrou-se no mapeamento geológico de reconhecimento e na prospecção inicial de afloramentos. Durante quatro dias, foram realizados caminhamentos em busca de afloramentos rochosos e coleta de solo, com o objetivo de caracterizar as unidades litoestratigráficas e confirmar sua correspondência com os dados geológicos estudados anteriormente.

A localização dos pontos foi registrada com o auxílio de um GPS de navegação e, quando possível, utilizou-se bússola para medir as estruturas observadas nos afloramentos. Nos dias seguintes, procedeu-se a descrição macroscópica mais detalhada, assim como a catalogação e descrição petrográfica das amostras de rochas e a caracterização física das amostras de solos.

Nesta etapa, foi elaborado um esboço preliminar das áreas cobertas. Contudo, duas porções do terreno de estudo não puderam ser acessadas inicialmente devido a restrições de propriedade ou dificuldades logísticas, como vegetação densa/cultivo, o que limitou a cobertura integral do levantamento de campo.

No último dia desta primeira fase, tentou-se realizar uma reunião com o Secretário Municipal do Meio Ambiente do município, com o intuito de verificar a existência de dados de subsuperfície (ex: sondagens ou poços) que pudessem subsidiar a avaliação do nível d'água

subterrânea (NA). Diante da indisponibilidade para encontro presencial, um contato posterior confirmou a ausência desses dados no órgão municipal.

3.4.2.2 Trabalho de Campo 2 – Coleta Detalhada e Documentação Técnica

Etapa	Etapa 2 – Coleta Detalhada e Documentação Técnica
Período	16/10/2025 a 22/10/2025
Objetivos	Aprofundar a descrição dos pontos; Completar coleta de amostras; Aplicar métodos técnicos específicos.
Atividades Principais	Registro fotográfico técnico; Preenchimento de fichas descritivas; Coleta complementar e detalhada.
Equipamentos Necessários	GPS; Martelo geológico; EPIs; Fichas de descrição; Recipientes de coleta.
Produtos Gerados	Amostras completas e organizadas; Relatório técnico de campo.

Tabela 03: Planejamento da Etapa 2 do trabalho de campo (16/10/2025 a 22/10/2025). Fonte: Autoria Própria.

A segunda fase de campo, realizada entre os dias 16 a 22 de outubro, teve como objetivo remapear áreas anteriormente identificadas com restrição de acesso. A primeira dessas áreas, cuja entrada era dificultada pela presença de vegetação densa/alta e áreas de cultivo, foi mapeada ao longo de três dias por meio do método de caminhar em drenagens e feições de relevo, contando com apoio de veículo para o deslocamento em vias de fácil acesso. A segunda área restrita, recentemente loteada, exigiu renegociação de acesso com os novos proprietários.

O acesso para a segunda área foi obtido de forma parcial, permitindo a realização do mapeamento por meio de caminhar assistido, com apoio do guia local Valdeires, que indicou pontos onde já conhecia a ocorrência de rochas. Destaca-se que o acesso em parcelas vizinhas não foi autorizado pelos proprietários vizinhos, o que manteve uma pequena porção da área inacessível e conseqüentemente, não mapeada.

3.4.2.3 Trabalho de Campo Extra – Consolidação de Dados Hidrogeológicos

Durante as etapas anteriores manteve-se a busca por dados do nível d'água subterrânea (NA) em órgãos e empresas (públicas e privadas) com potencial histórico de perfuração e monitoramento na região. Nesse sentido, foram realizadas tentativas de contato com uma funcionária de usina próxima à área de estudo (Denusa Destilaria Nova União, uma das pioneiras destilarias de álcool do Estado de Goiás), bem como reunião com estagiária em uma mineradora de calcário nas proximidades. A ausência de retorno do primeiro contato, somada à negativa do órgão municipal em fornecer dados, levou à conclusão de que não existem estudos hidrogeológicos de maior escala ou dados de monitoramento consistentes disponíveis publicamente ou em entidades privadas na região imediata, o que direcionou a avaliação do NA *in loco*.

Desta forma, apesar de não planejado anteriormente, foi realizado um dia extra de trabalho em campo, onde foi feito um levantamento do NA qualitativo, por meio de entrevistas não-estruturadas com os moradores locais. O objetivo inicial era fazer medições do nível estático (NE) em poços cacimbas com medidor de nível de água, sendo impossibilitadas pelo fechamento definitivo do acesso ao poço, e ausência de tubos guia..

3.4.3 Pós-campo

A etapa seguinte do trabalho foi o processamento e análise dos dados coletados, incluindo a confecção dos produtos cartográficos finais no software QGIS a partir da plotagem dos dados de campo e as análises das amostras de rochas. Houve revisão bibliográfica aprofundada para a classificação final e precisa das unidades geológicas mapeadas, assim como estudo mais detalhado das leis ambientais e de critérios de locação para avaliar rigorosamente se a área proposta era a melhor alternativa locacional.

3.4.3.1 Análise de Solo e Propriedades Geotécnicas

Após a coleta de 16 amostras de solo durante as distintas etapas de campo, foi realizada a plotagem destes pontos no QGIS para delimitação de qual tipo de solo ocorre em cada parte da área. Para o estudo das propriedades geotécnicas destes solos utilizou-se das informações provenientes da EMBRAPA (2020) sobre cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, permeabilidade e coesão.

3.4.3.2 Caracterização das Águas Subterrâneas

Os dados de nível de água subterrânea foram interpolados no software QGis visando a elaboração do mapa potenciométrico para descobrir a profundidade do lençol freático e averiguar se é maior que 1,5 metro como exigido por um dos critérios de análise. Para isso, foram coletados dados de nível d'água obtidos em poços e por meio de dados dos locais expressos em cotas altimétricas e devidamente georreferenciados.

Os valores foram organizados em planilha e importados para o ambiente SIG (ArcGIS), onde foram submetidos a uma interpolação espacial pelo método Inverse Distance Weighting (IDW), com definição dos parâmetros de potência, raio de influência e resolução da malha raster. A superfície interpolada resultante foi utilizada para a geração das linhas equipotenciais e para a análise das direções de fluxo subterrâneo, seguindo o princípio de que a água se desloca das maiores para as menores cotas potenciométricas.

3.4.3.3 Mapa de Pontos, Mapa Geológico com Dados Estruturais e Perfil Geológico

Durante o trabalho de campo, simultaneamente à procura por afloramentos que comprovassem a geologia da região, foram retirados, com o auxílio de um GPS, dados de coordenadas com o intuito da confecção de um Mapa de Pontos evidenciando a exploração da área e visando obter o maior número de dados possíveis.

Para a confecção do Mapa Geológico contendo perfil e dados estruturais houve a coleta e a caracterização *in situ* dos afloramentos rochosos e do solo, permitindo a delimitação das unidades litológicas através de dados georreferenciados, além da retirada de medidas estruturais com o auxílio de bússola geológica. As medidas estruturais retiradas em campo permitiram a confecção do Perfil Geológico A-B detalhado com exagero vertical de 10x.

4. RESULTADOS

4.1 Critérios Locacionais

A análise locacional mais apropriada da área para o Aterro Sanitário baseou-se na combinação das diferentes variáveis físicas representadas em mapas. O Mapa Hipsométrico (Figura 08) evidenciou que a área escolhida encontra-se em cotas mais elevadas e com declives mais equilibrados que a delimitada pela prefeitura, facilitando o escoamento das águas de chuva e evitando alagamentos. O Mapa de Declividade (Figura 09) confirma essa interpretação ao apresentar inclinações ligeiramente superiores, porém ainda dentro do limite normativo da ABNT NBR 13896/1997, com valores abaixo de 5° , atendendo às exigências legais e indicando que a área requer pouca intervenção ou movimentação do terreno.

Por outro lado, a Carta de Uso e Ocupação do Solo (Figura 10) mostrou que a área sugerida pela prefeitura de Indiará (GO) localiza-se vizinha de uma cultura agrícola, o que pode gerar impactos ambientais significativos, tais como contaminação do solo e das culturas adjacentes. Quanto à área sugerida, ela encontra-se em área de pastagem sendo mais adequada, o que pode evitar potenciais conflitos de uso do solo.

Para verificar se a área tinha alguma influência de cursos d'água ou risco de alagamentos, utilizou-se o Mapa de Suscetibilidade à Inundação (Figura 11). A partir dele foi possível identificar que a área previamente selecionada possuía média a alta susceptibilidade à inundação, enquanto a nova área está fora de qualquer risco.

Após a confecção do Mapa Potenciométrico (Figura 12), podemos observar que a carga hidráulica do local do aterro na nova área selecionada fornecida pelo Mapa Potenciométrico é igual a 580 metros. Considerando que a elevação topográfica do local é dada por 609 metros, usando esses dados e realizando o cálculo de pressão, onde $\psi = 580 - 609 = -29$, o NA naquele ponto é dado por 29 metros abaixo da superfície, o que cumpre com o critério estabelecido pela NBR 8419/1992 que impõe que deve haver pelo menos 1,5 metro de solo insaturado entre a base do aterro e o nível mais alto do lençol freático.

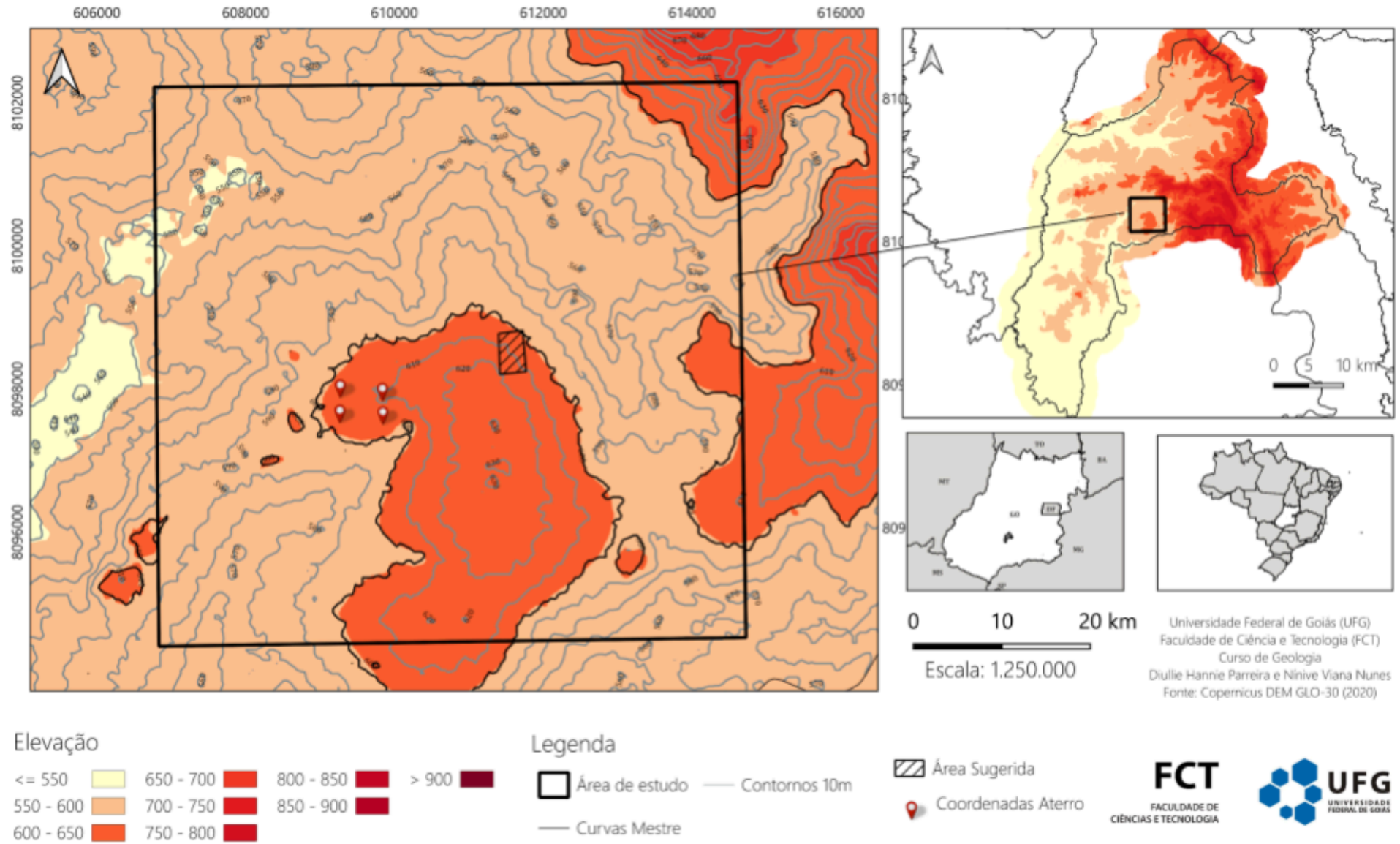


Figura 08: Mapa Hipsométrico obtido a partir do MDE, com subdivisões em classes com base na altitude. Fonte: Autoria Própria.

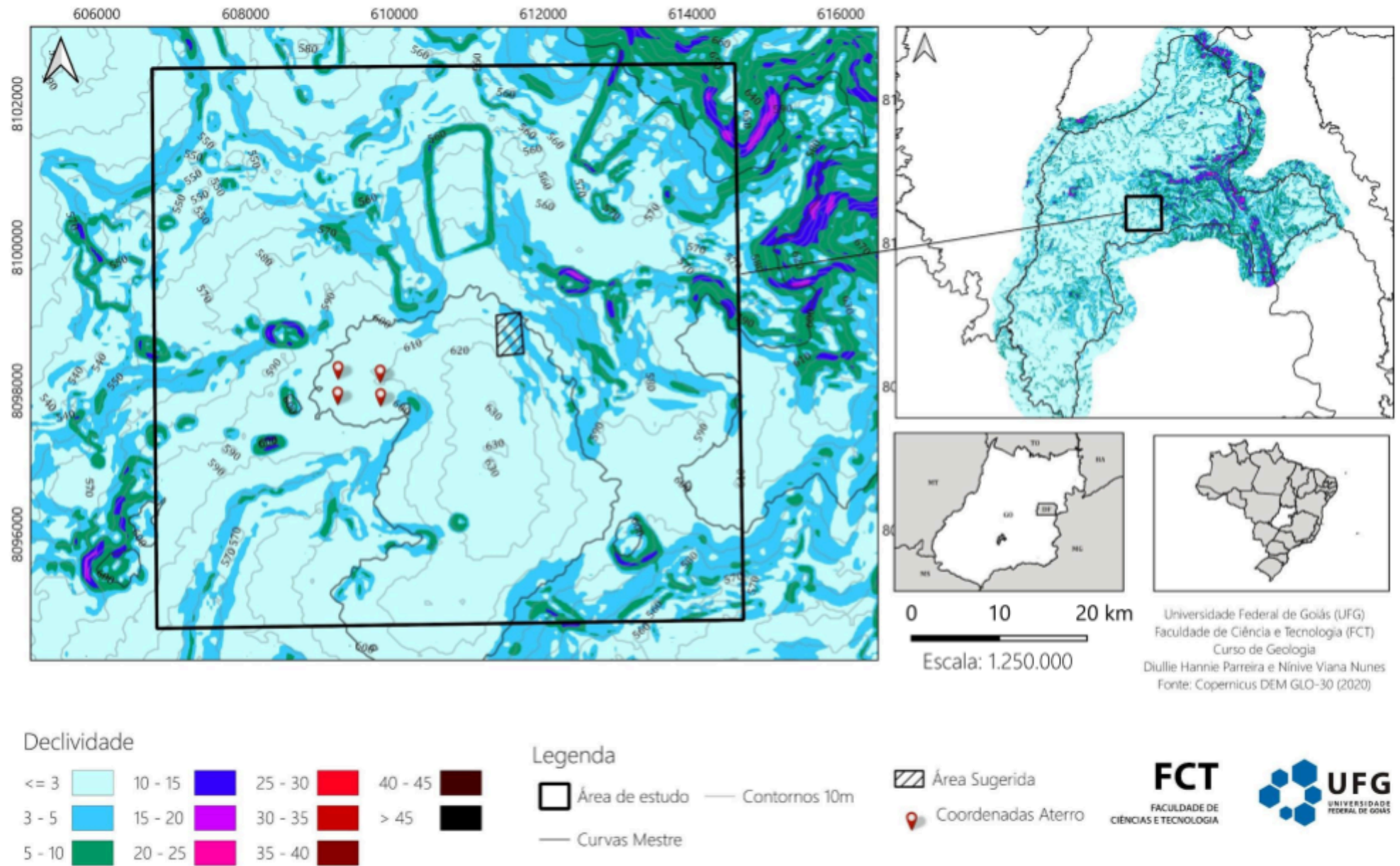


Figura 09: Mapa de declividade obtido a partir do MDE, com subdivisões em classes percentuais representando diferentes formas de relevo. Fonte: Autoria Própria

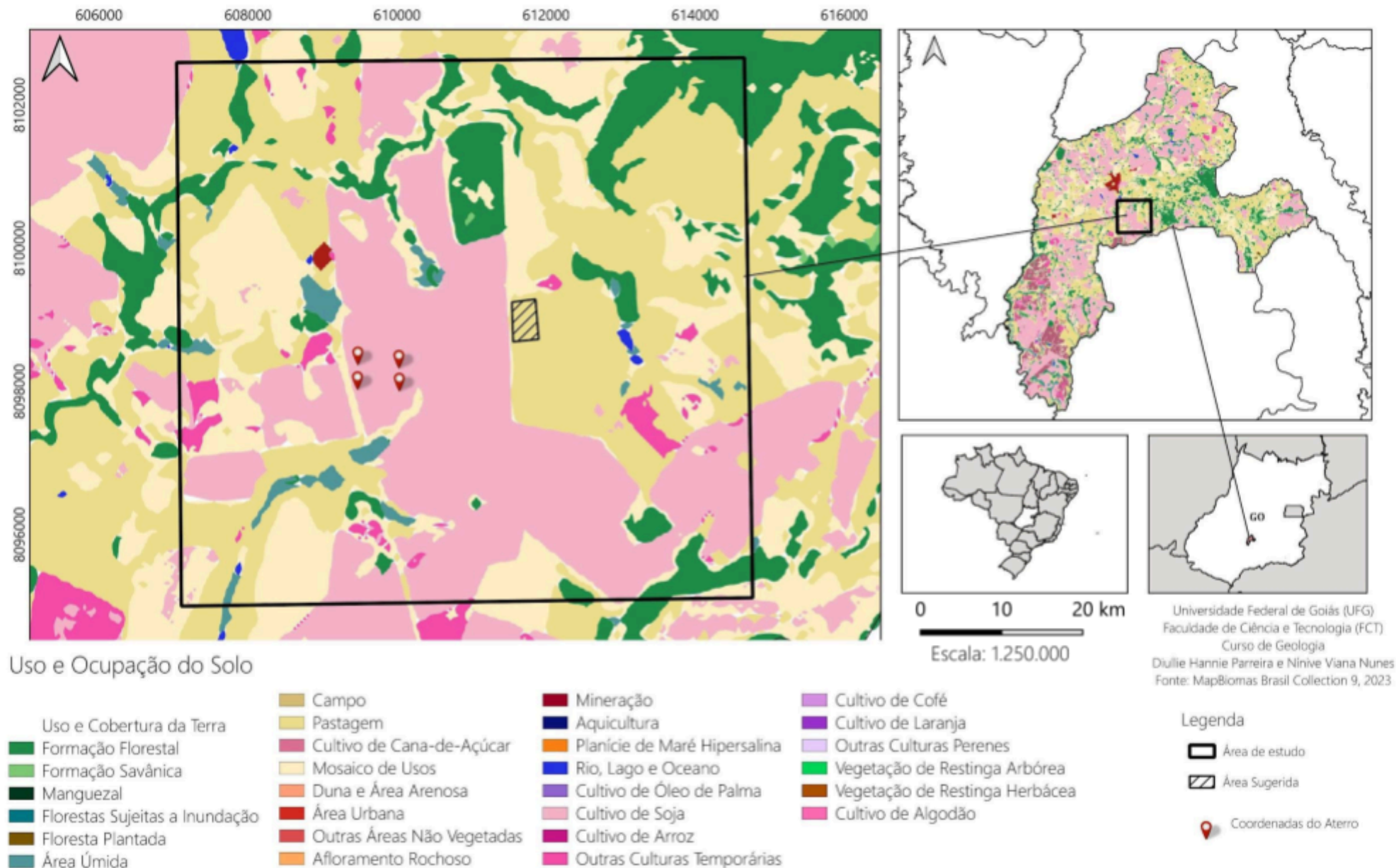


Figura 10: Distribuição do uso e ocupação do solo no município de Indiara (GO), evidenciando a área de estudo. Fonte: Autoria Própria.

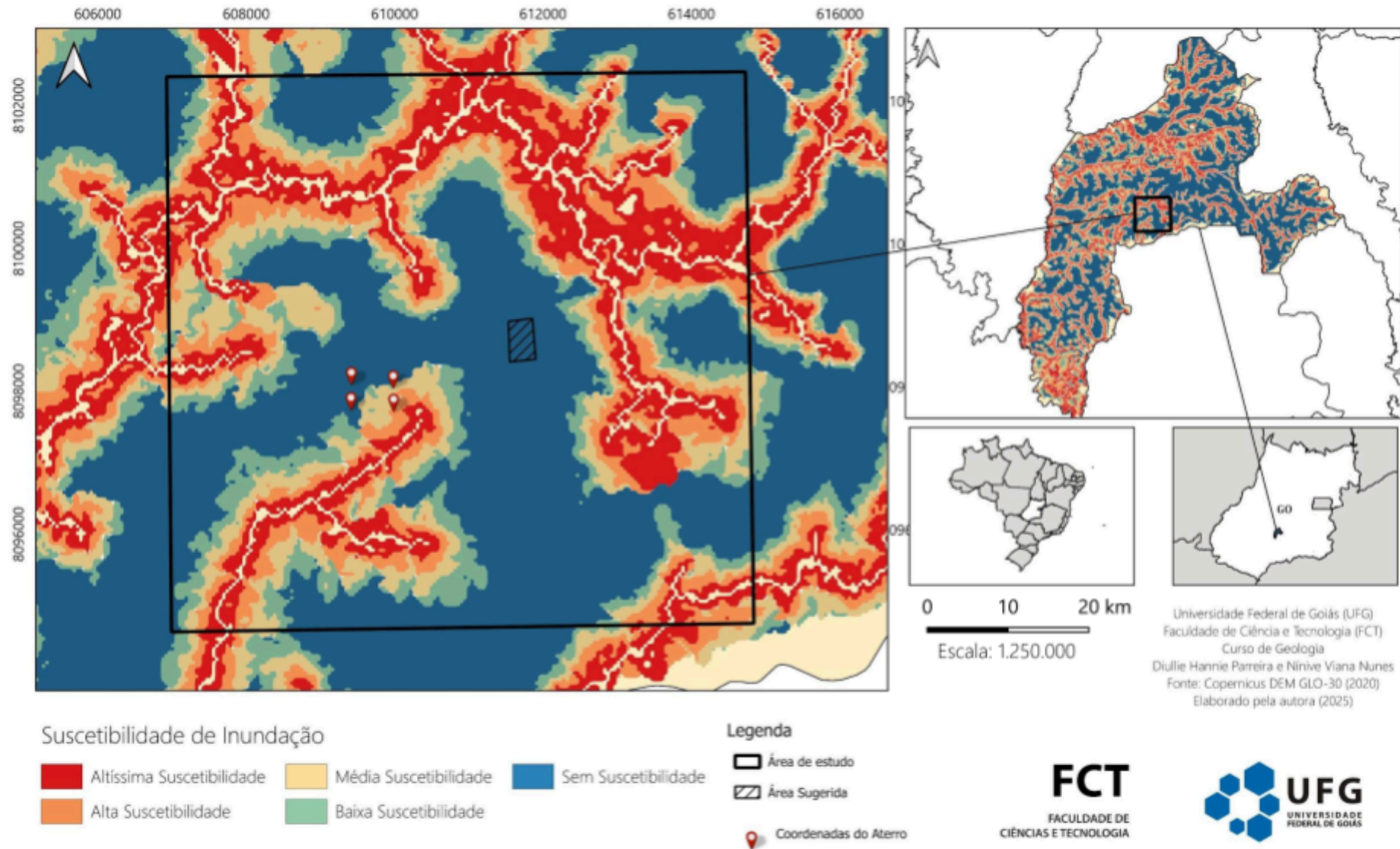


Figura 11: Mapa de suscetibilidade à inundação, elaborado com base no Modelo Digital de Elevação (MDE), evidenciando áreas classificadas conforme diferentes níveis de suscetibilidade. Fonte: Autoria Própria.

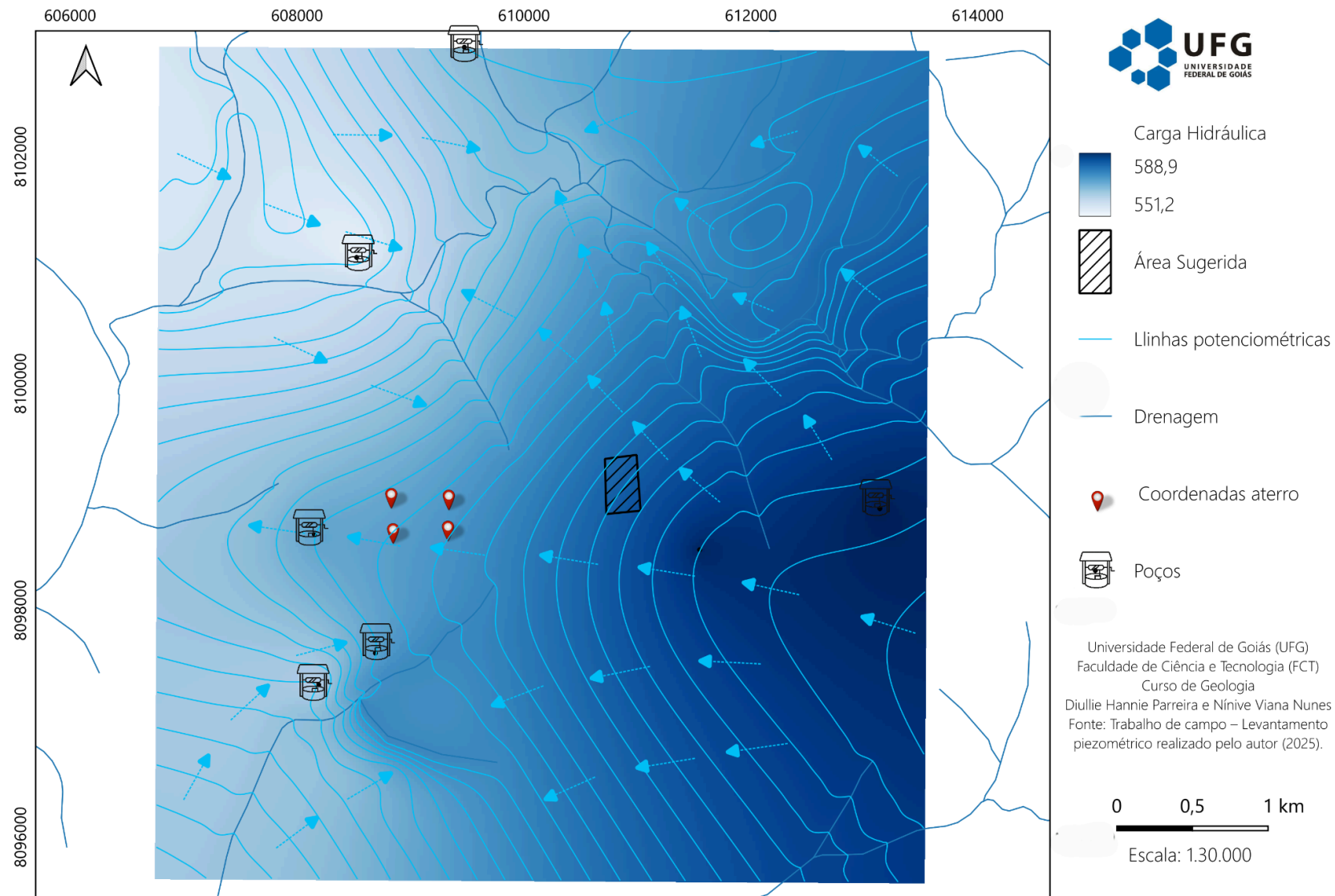


Figura 12: Linhas potenciométricas representando a superfície do potencial hidráulico (m), com setas indicando o fluxo subterrâneo em direção às áreas de menor carga hidráulica. Poços marcados correspondem aos pontos utilizados para a elaboração do mapa. Fonte: Autoria Própria.

4.2 Mapeamento Geológico

4.2.1 Fotointerpretação para seleção de área

4.2.1.1 Relevo Sombreado

A elaboração do mapa de relevo sombreado (Figura 13) permitiu identificar um total de 262 lineamentos estruturais no município. Os comprimentos dos lineamentos variam entre 894 e 13.148 metros, abrangendo feições de diferentes escalas e significados estruturais. O mapa resultante da extração automática evidencia que as orientações preferenciais predominantes são NW-SE, refletindo o controle estrutural presente na área de estudo.

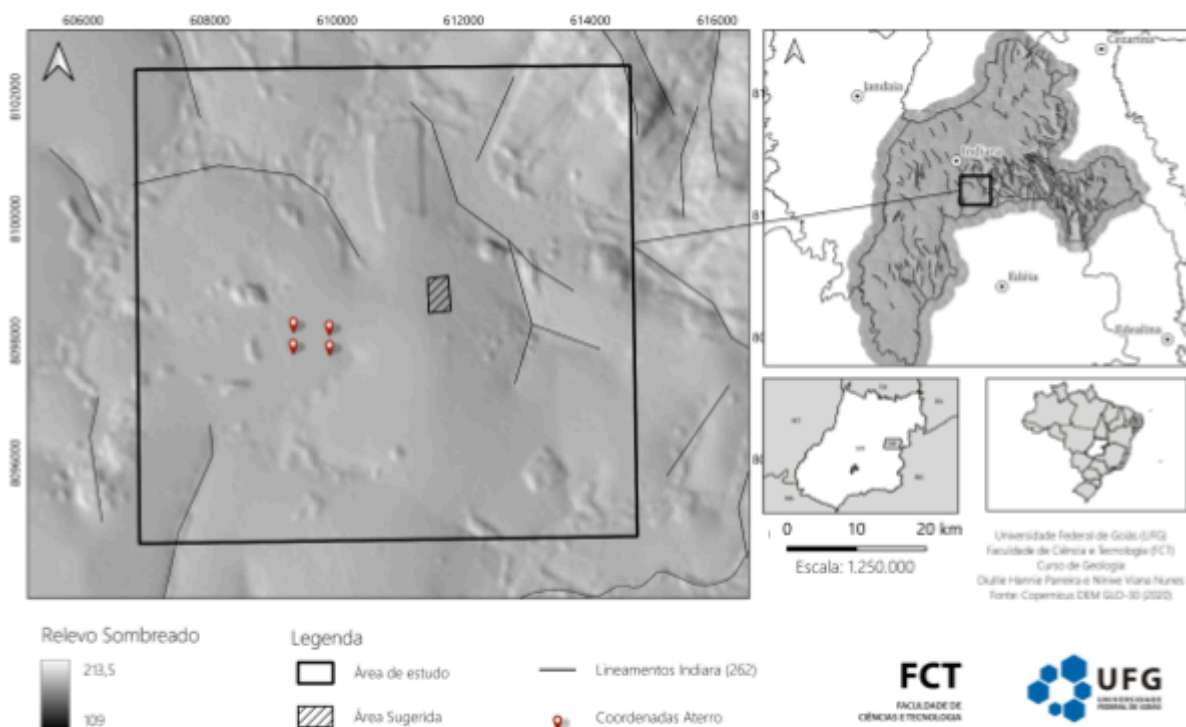


Figura 13: Mapa do relevo sombreado elaborado com base no Modelo Digital de Elevação (MDE), evidenciando os lineamentos obtidos por meio do software PCI geomatica. Fonte: Autoria Própria.

4.2.1.2 Mapa das Redes de Drenagem

Como demonstrado na Figura 14, a análise da distribuição espacial das ordens de drenagem possibilitou a identificação de áreas com menor densidade de canais de ordem elevada, configurando setores mais favoráveis à implantação do empreendimento, uma vez que reduzem o risco de interferência direta sobre principais eixos de drenagem. Dessa forma,

a aplicação da ordem de Strahler contribuiu para a definição de áreas com menor suscetibilidade à contaminação hídrica e para o atendimento aos critérios locais relacionados ao afastamento de cursos d'água.

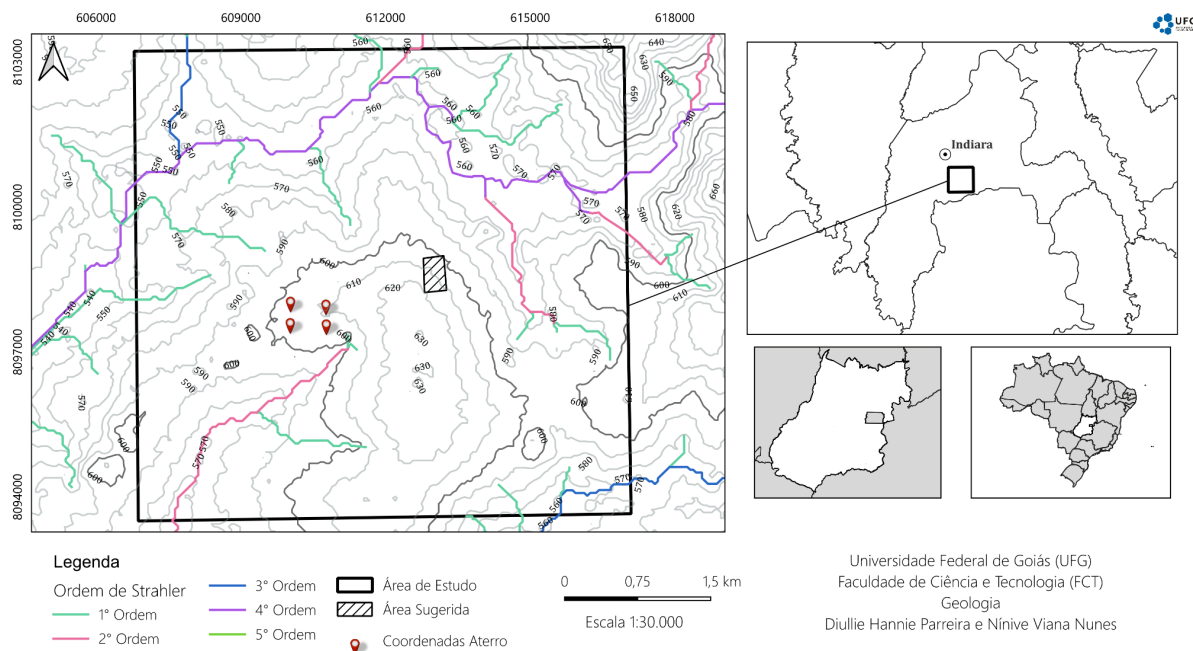


Figura 14: relevo representado por curvas de nível, destacando a hierarquia de drenagem segundo Strahler. ordem são diferenciados para evidenciar a organização e a evolução da rede de drenagem na área.

4.2.1.3 Mapa Gamaespectrométrico e Delimitação das Zonas Homólogas

Como representado na Figura 15, a Zona Homóloga 1 foi definida com base na coincidência entre áreas que apresentam altos valores de potássio (K) e tório equivalente (Th) no mapa radiométrico, e o contato entre Latossolos Vermelhos Distróficos (Lvd1) e Argissolos Amarelos Distróficos (Pad). A associação entre K elevado e a ocorrência de Argissolos reflete a maior concentração de frações finas e argilosas, frequentemente enriquecidas em minerais potássicos resultantes do intemperismo. Esse padrão também se alinha com a distribuição das drenagens, que favorecem o transporte e a deposição de sedimentos finos, reforçando a compartimentação desta zona.

As Zonas Homólogas 2 e 3 foram delimitadas em um domínio marcado por valores elevados de equivalente Tório (Th), característica típica de materiais derivados de rochas mais evoluídas ou enriquecidos por minerais acessórios resistentes presentes no solo. A subdivisão entre essas duas zonas decorre da presença de um lineamento estruturado acompanhado por uma rede de drenagem alinhada a essa feição, a qual atravessa a porção norte da área mapeada. Essa drenagem, ao marcar o traçado do lineamento, evidencia um limite estrutural

que compartimenta domínios com assinaturas radiométricas distintas. Assim, a Zona Homóloga 3 representa um subdomínio com comportamento radiométrico semelhante ao da Zona 2, porém compartimentado pela influência estrutural desse lineamento.

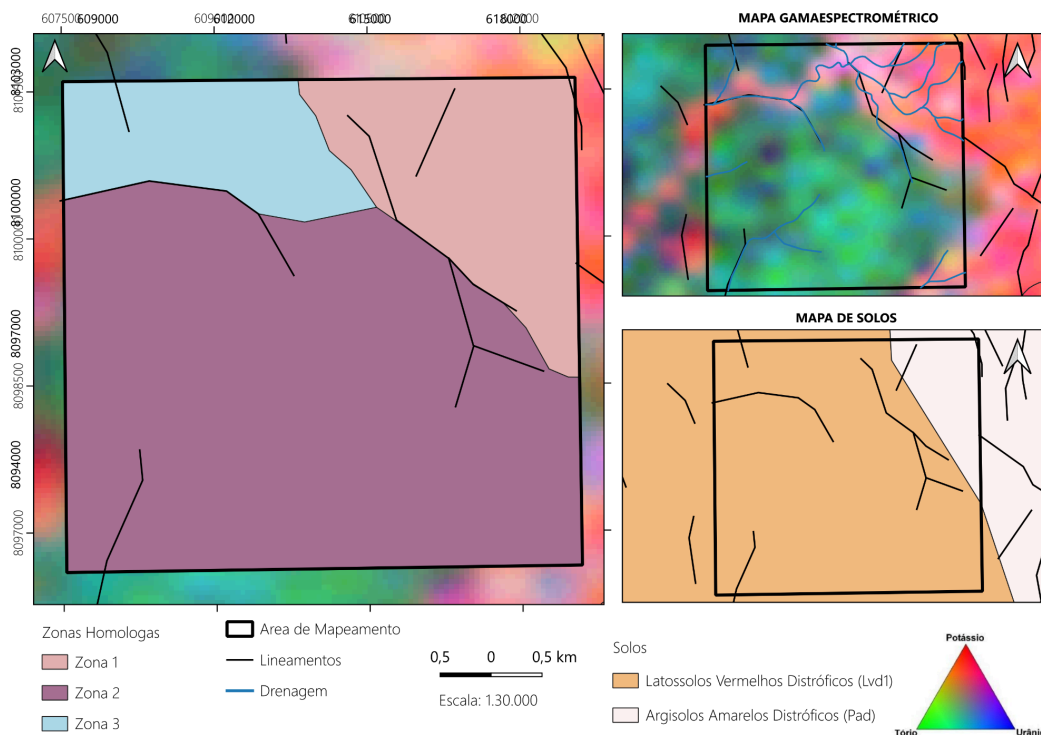


Figura 15: Zonas Homólogas – Delimitação de áreas com distintas características. Fonte: Embrapa Solos (2020) e Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM), Geoportal SGB.

4.2.2 Resultados do mapeamento de campo

4.2.2.1 Mapas de Ponto e Geológico

Através do Mapa de Pontos (Figura 16) podemos observar que dentre os 140 pontos levantados, 108 são de controle (alguns se tratando de alteração de solo visível marcando a transição entre unidades geológicas), 18 são blocos rolados e somente 14 afloramentos *in situ*.

Assim como ilustrado no Mapa Geológico (Figura 17), temos que grande parte da área é classificada como Complexo Campestre, sendo que apenas as porções noroeste e sudoeste são caracterizadas pela Unidade Ortogranulitos. As regiões associadas às drenagens são Depósitos Aluvionares e pontualmente podemos observar a presença de Cobertura Detrito-Lateríticas Ferruginosas. Ainda apresentados na Figura 17, temos o perfil geológico que foi confeccionado baseado nas medidas estruturais retiradas em campo.

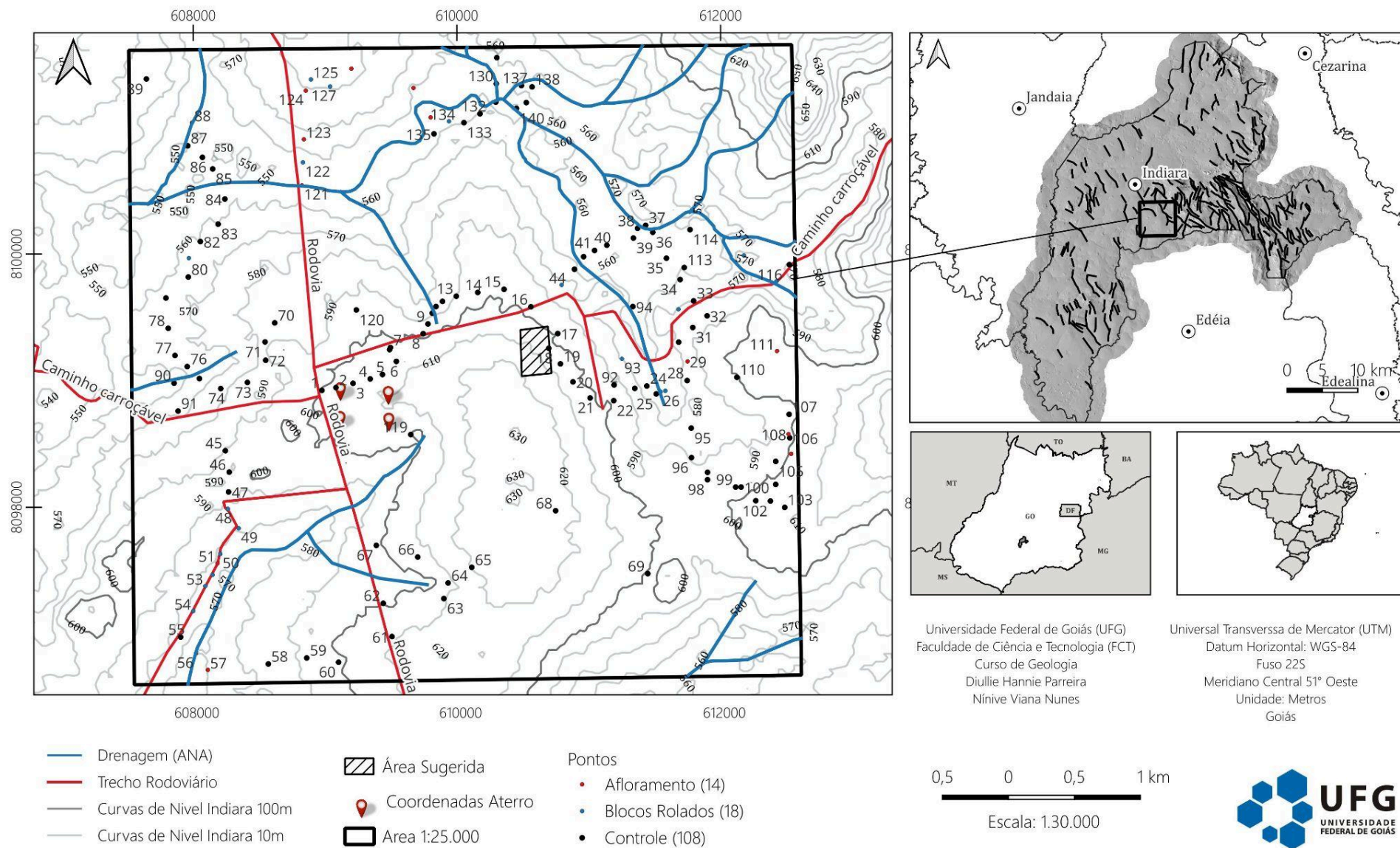


Figura 16: Mapa geológico de escala 1:30.000 contendo as unidades litológicas presentes na área de estudo. Fonte: Autoria Própria.

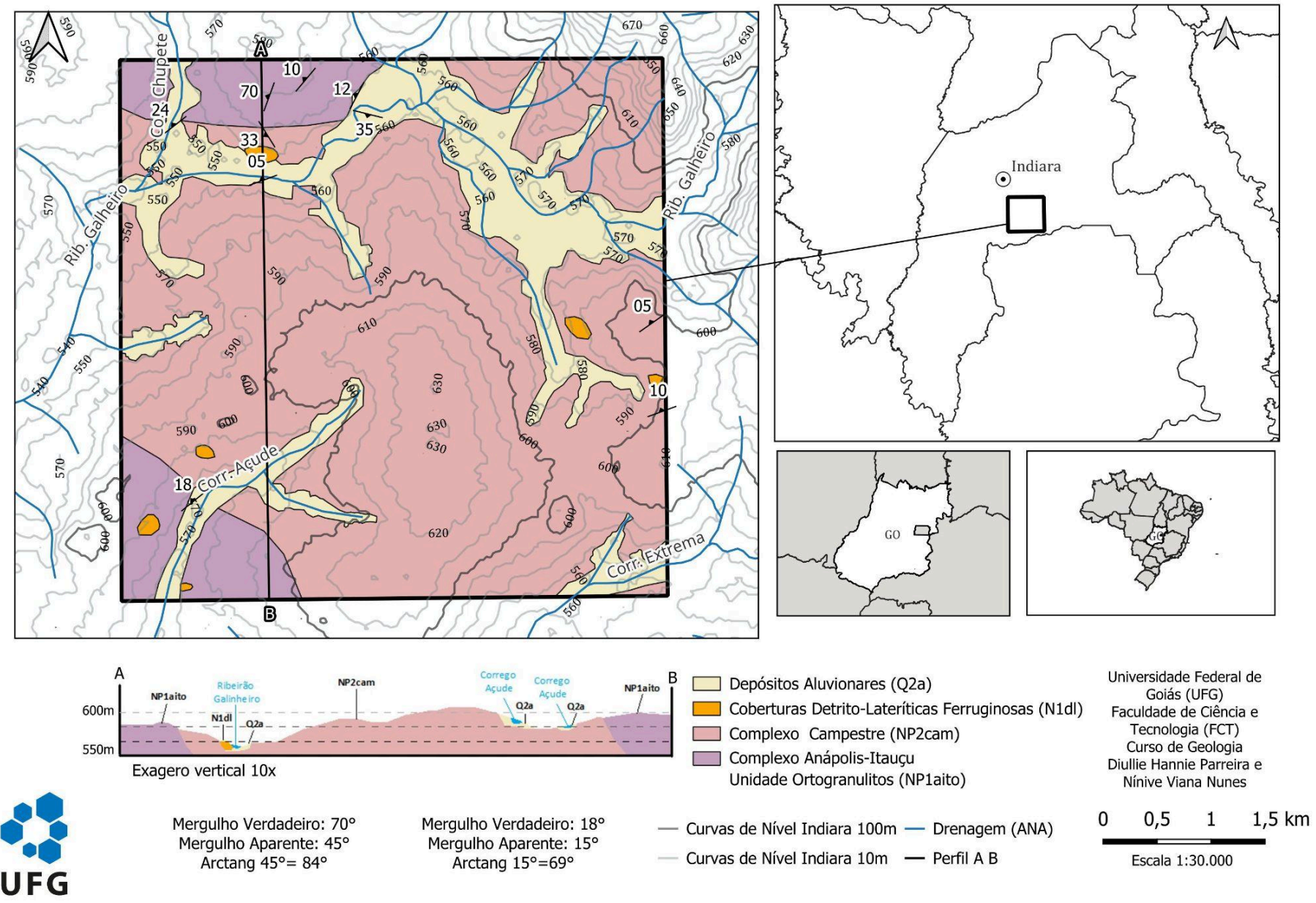


Figura 17: Mapa com as unidades geológicas, perfil geológico e dados estruturais. Fonte: Autoria Própria.

4.3 Geologia Local

4.3.1 Complexo Anápolis–Itaçu

Na base da coluna geológica da área de estudo ocorrem anfibolitos (Figura 18), litotipos de coloração escura, granulação média a grossa e marcada orientação mineral. Esses anfibolitos exibem foliação bem desenvolvida (Figura 19), localmente acompanhada por estruturas cinemáticas, indicando deformação em regime dúctil. A paragênese mineral típica é composta por hornblenda, plagioclásio, quartzo e biotita. Essa associação mineral, aliada à textura granonematoblástica, sugere metamorfismo em condições de fácies anfibolito médio a superior, compatível com rochas afiliadas ao Complexo Anápolis–Itaçu.

Esses anfibolitos foram divididos em três litofácies: anfibolito médio a grosso (Figura 20A), com textura granoblástica inequigranular e assembléia dominada por hornblenda e plagioclásio; anfibolito foliado (Figura 20B), com alinhamento preferencial de anfibólio definindo foliação conspícua; e anfibolito fino (Figura 20C), homogêneo e de granulação muito fina, localmente cortado por veios centimétricos de quartzo.



Figura 18: Blocos rolados de anfibolito dos pontos 52 (A) e 134 (B).

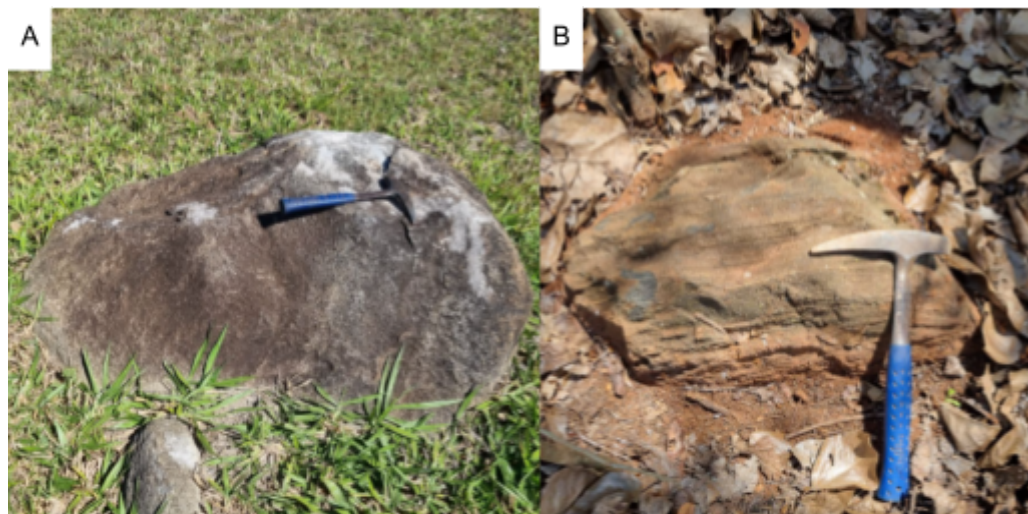


Figura 19: Afloramentos de anfibolito encontrados nos pontos 88 (A) e 126 (B).



Figura 20: Amostras das três litofácies de anfibolito: A) Ponto 136 - Litofácies 1: Anfibolito de granulação média a grossa com minerais visíveis, B) Ponto 27 - Litofácies 2: Anfibolito foliado com minerais visíveis e alinhados e C) Ponto 88A - Litofácies 3: Anfibolito fino.

4.3.2 Complexo Gnaiss-Migmatítico Campestre

Sobrepondo-se aos anfibolitos ocorrem diferentes tipos de gnaisses, que se distinguem tanto pela composição quanto pelo protólito (Figuras 21, 22 e 23). O primeiro conjunto corresponde a gnaisses ortoderivados, de composição granodiorítica a monzogranítica (Figura 24). Essas rochas exibem predominantemente textura granoblástica. A paragênese inclui plagioclásio, quartzo, biotita e muscovita, podendo apresentar granada em menor proporção. A composição félsica dominante e a textura homogênea sustentam sua interpretação como rochas derivadas da metamorfização de protólitos ígneos intermediários a félsicos.

O segundo conjunto é composto por gnaisses paraderivados, caracterizados por sua natureza peraluminosa e pela presença marcante de muscovita e granada (Figuras 25 e 26). Esses gnaisses apresentam texturas lepidoblástica a granolepidoblástica, com porfiroblastos de granada medindo desde alguns milímetros até 2 à 3. A abundância de minerais aluminosos, somada à menor participação de fases máficas, indica derivação de protólitos sedimentares aluminossiliciclásticos, como pelitos ou grauvacas aluminosas. Essa assinatura mineralógica e composicional evidencia uma evolução metamórfica compatível com ambientes de caráter sin-colisional, com metamorfismo em fácies anfibolito superior, correspondente ao Complexo Gnaiss–Migmatítico Campestre.

Essas rochas foram separadas em diferentes litofácies considerando sua composição: muscovita-biotita gnaiss granodiorítico a monzogranítico, com estrutura gnáissica homogênea a difusamente bandada e textura granoblástica orientada; biotita gnaiss, de granulação média e bandamento bem marcado pela orientação lepidoblástica da biotita; e granada-muscovita gnaiss, com textura granoblástica a lepidoblástica e granada abundante, desde cristais de 1 mm até porfiroblastos de 2 cm.

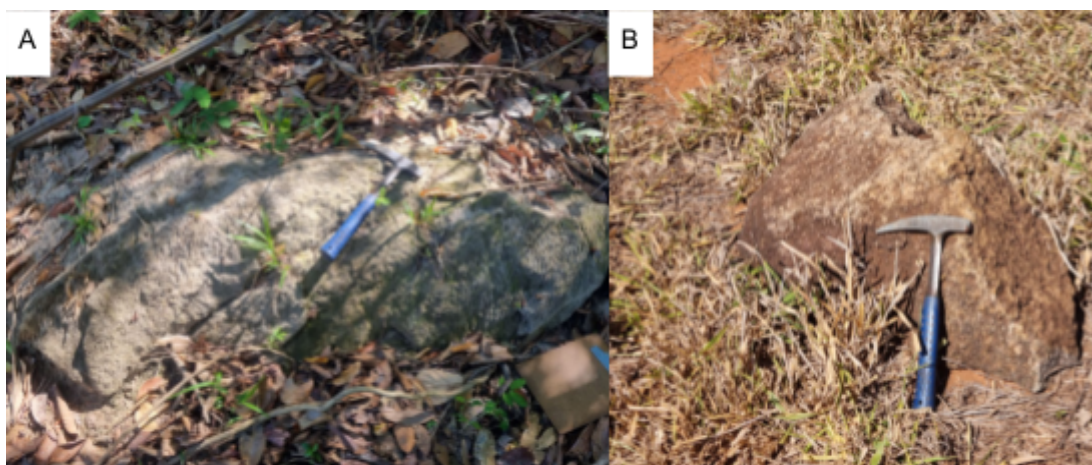


Figura 21: Afloramentos de gnaiss encontrados nos pontos 51 (A) e 121 (B).

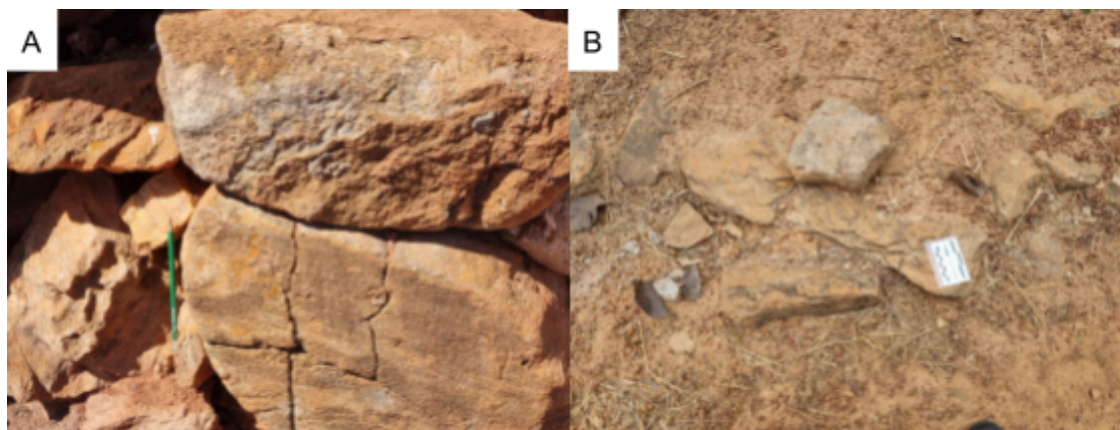


Figura 22: (A) Bloco rolado de gnaiss no ponto 49; (B) Afloramento de gnaiss no ponto 109.



Figura 23: Ponto 111 (A) onde foram encontrados gnaisses contendo granadas centimétricas (B).

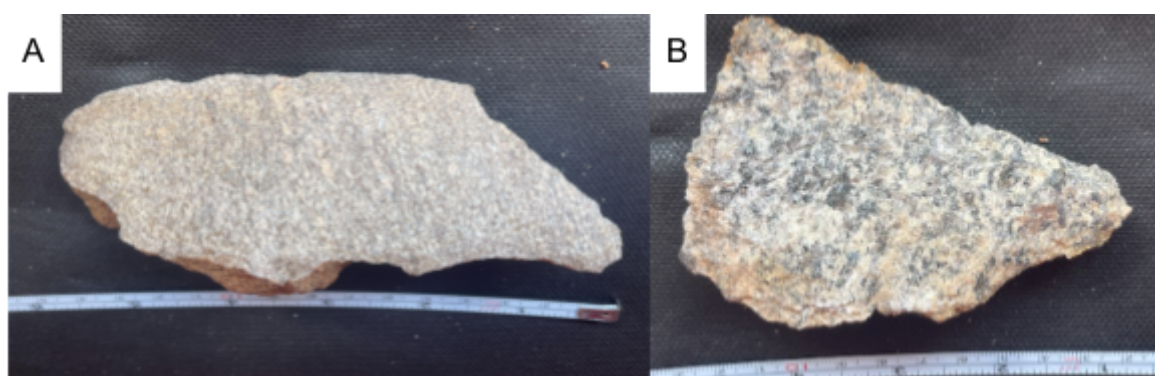


Figura 24: Amostras de gnaiss retiradas dos afloramentos dos pontos 49 (A) e 51 (B). Litofácies 1: Gnaiss granodiorítico a monzogranítico.

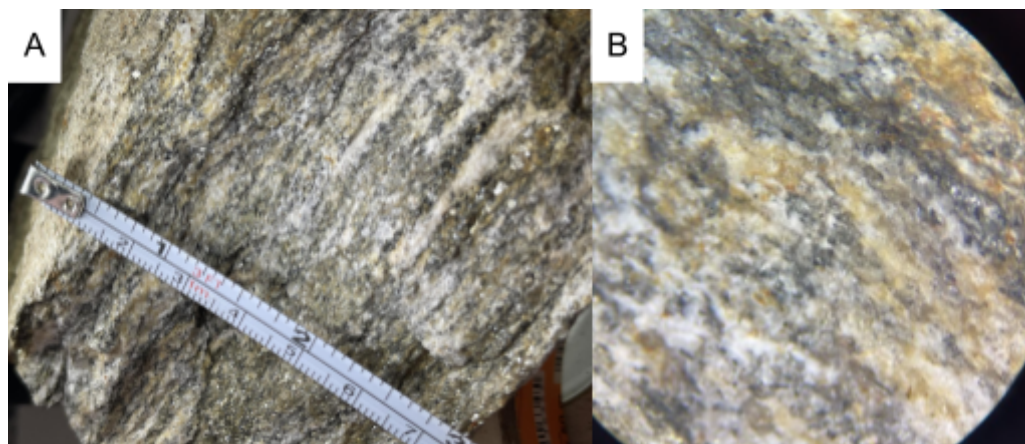


Figura 25: Amostra de mão de gnaissse do ponto 109 (A), mostrando orientação dos grãos em lupa de bancada (B). Litofácies 2: Biotita gnaissse.



Figura 26: Gnaisses provenientes dos blocos rolados no ponto 111, contendo granadas centimétricas que transpõem a foliação. Litofácies 3: Granada-muscovita gnaissse.

4.3.3 Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas

Associadas aos litotipos metamórficos ocorrem feições lateríticas (Figura 27), que se desenvolvem sobretudo sobre os anfibolitos mais alterados. Essas lateritas são representadas por horizontes ferruginosos endurecidos e níveis argilosos ricos em óxidos e hidróxidos de ferro, resultantes de intenso intemperismo químico sob condições tropicais. Em geral, apresentam textura maciça a porosa, coloração avermelhada e elevada concentração de goethita e hematita, constituindo um importante material de cobertura da paisagem regional.

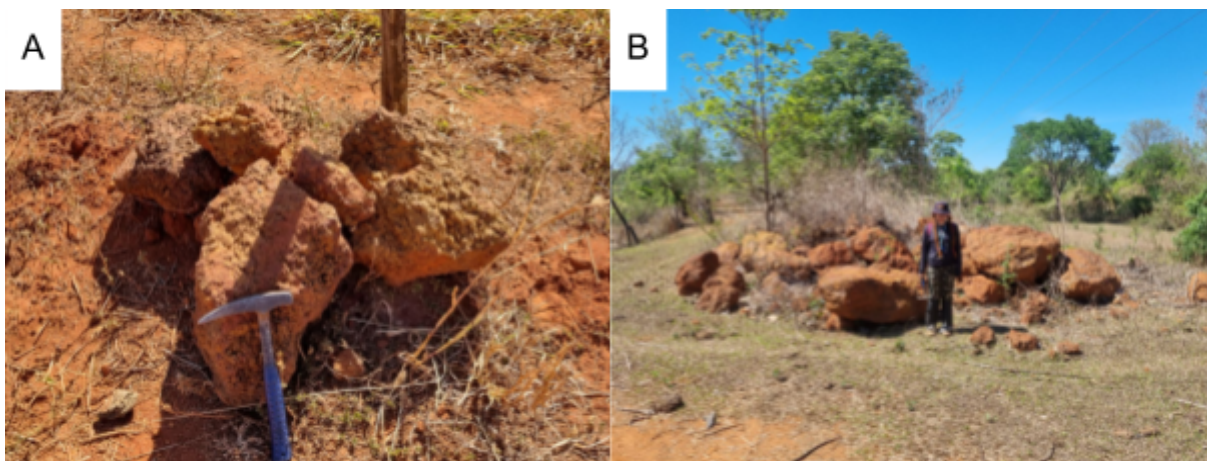


Figura 27: Blocos rolados de laterita dos pontos 48 (A) e 122 (B).

4.3.4 Depósitos Aluvionares Quaternários

Por fim, recobrando parcialmente as unidades mencionadas, ocorrem depósitos aluvionares (Figura 28) associados à rede de drenagem local. Essas coberturas consistem em sedimentos inconsolidados, predominantemente areno-argilosos. São caracterizados por baixa coesão, granulometria mal selecionada e estruturas sedimentares pouco preservadas, refletindo deposição recente em ambientes fluviais ativos. Esses depósitos representam a unidade mais jovem da área, formando planícies e terraços aluviais descontínuos.



Figura 28: Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.

4.4 Metamorfismo

O primeiro estágio metamórfico da região corresponde a um metamorfismo retrógrado, que em condições de baixo grau (Figura 29) promoveu a hidratação do corpo máfico originalmente intrusivo, resultando na formação de anfibólio e na transformação da rocha em anfibolito. Posteriormente, um evento compressional de maior intensidade, indicado pela seta vermelha na (Figura 29), gerou o bandamento gnáissico nas unidades adjacentes. A ocorrência de anfibolito exibindo forte orientação mineral e dobras que afetam integralmente o corpo máfico sugere que essa intrusão é anterior ao episódio compressional, tendo sido subsequentemente deformada e alinhada durante essa fase do metamorfismo.

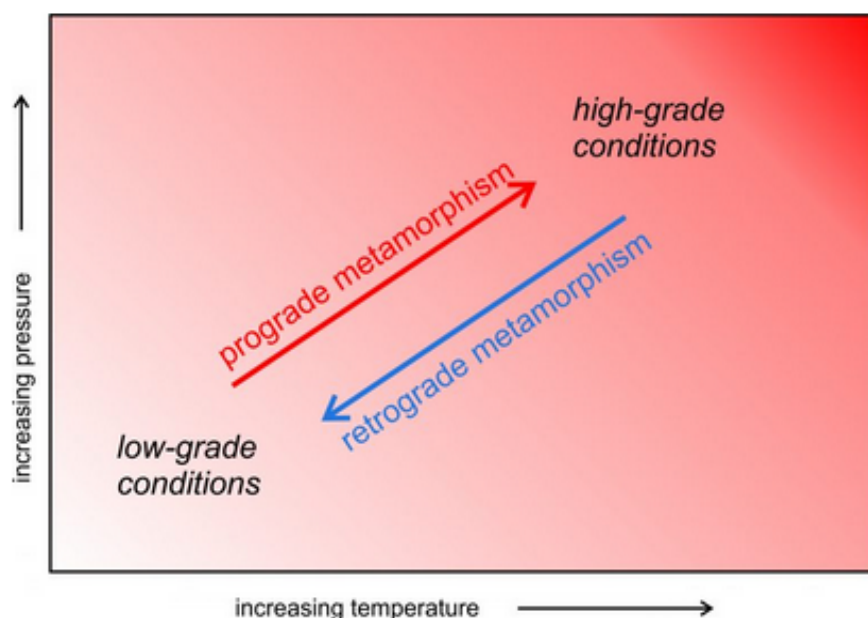


Figura 29: Metamorfismo progressivo (vermelho) e regressivo (azul). Fonte: Perkins *et al.*, 2020.

4.5 Descrição de Solo

A distribuição dos solos na área mapeada mostrou-se diferente do que é indicado pelo mapa de solos da EMBRAPA (2020) (Figura 17). A coleta de 16 amostras de solo na área de estudo, acompanhada de pontos de controle registrados por fotografias para possíveis inferências posteriores, revelou a presença de dois tipos distintos de solo.

O primeiro solo (Figura 30A), derivado dos anfibolitos Latossolo Vermelho Distrófico, apresenta-se em regiões coincidentes à rocha. Sua origem em rochas máficas ricas em ferro confere-lhe uma coloração avermelhada, perfil extremamente profundo e homogêneo, excelente drenagem, além de alta estabilidade estrutural e geotécnica. A

combinação da elevada profundidade efetiva com a baixa declividade do terreno favorece a permeabilidade e a capacidade de armazenamento hídrico, minimizando significativamente processos erosivos.

O solo de coloração mais clara (Figura 30B), de natureza pelítica e classificado como Argissolo Amarelo Distrófico (PAD) é predominante na área de estudo, deriva dos paragnaisse da região, o que justifica seu conteúdo pelítico. Trata-se de um solo de média idade e profundidade, caracterizado por textura argilosa a silto-argilosa e pela presença visível de micas (muscovita). Esse material ocorre na área indicada para a implantação do aterro e apresenta maior capacidade de retenção hídrica e baixa permeabilidade, reduzindo a migração e a infiltração de potenciais contaminantes ao longo do perfil do solo.

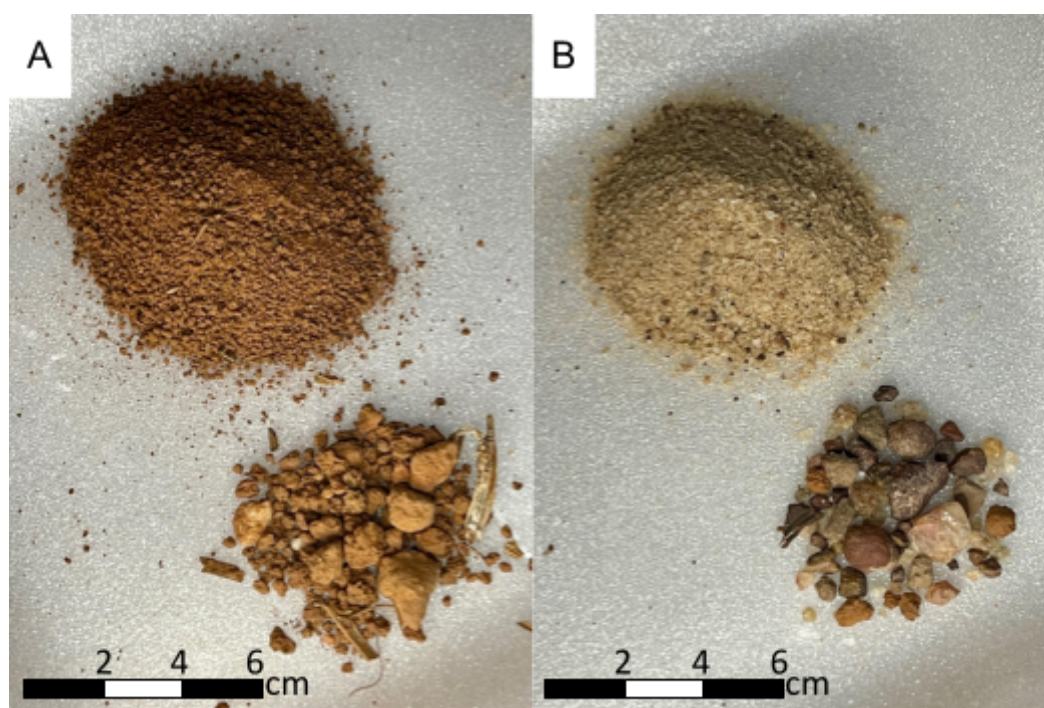


Figura 30: Demonstração de amostras de solos retiradas no local, sendo A latossolo e B argissolo, após a separação de material grosso. Acervo Pessoal.

4.6 Geologia Estrutural

Os estereogramas foram elaborados a partir da setorização da área em domínios estruturais, definidos com base na homogeneidade das estruturas medidas em campo. Todas as medidas retiradas estão presentes nas Tabelas 04 e 05.

Domínio Estrutural 1 (Figura 31A) corresponde às regiões constituídas por anfíbolitos, onde as atitudes apresentam um conjunto de foliação com variação moderada, porém

mantendo a orientação preferencial bem definida, para NE-SW com mergulho para NW indicando uma foliação com atitude relativamente consistente, sugerindo um regime deformacional uniforme.

O Domínio Estrutural 2 (Figura 31B) abrange os setores formados por gnaisses paraderivados e ortoderivados, que exibem um conjunto de orientações igualmente homogêneas de orientações estruturais, essa semelhança na orientação das estruturas pode indicar que ambas unidades registram a mesma fase deformacional. Essa convergência de direções sugere que ambos os litotipos registram a mesma tendência de deformação regional.

Número do Ponto	Medidas Estruturais
88	322/24
109	232/24
124	290/70
126	310/10
128	298/12
136	194/35

Tabela 04: Medidas estruturais dos Anfibolitos da região. Fonte: Autoria Própria.

Número do Ponto	Medidas Estruturais
51	231/18
109	240/10
111	325/05
121	340/05
123	238/33

Tabela 05: Medidas estruturais dos Gnaisses da região. Fonte: Autoria Própria.

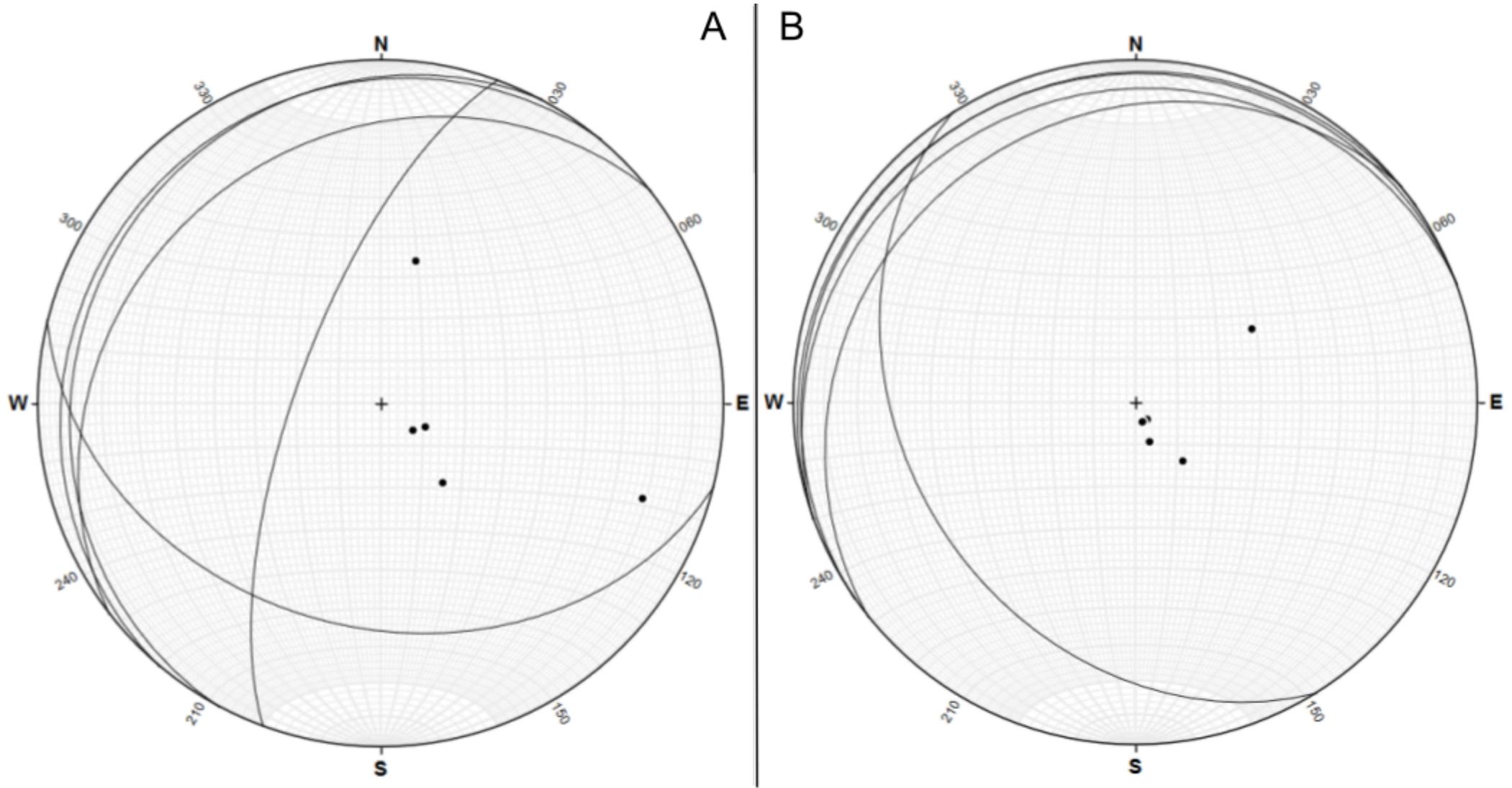


Figura 31: Figura da foliação S0 dos domínios estruturais 1 (A) e 2 (B). Fonte: Autoria Própria por meio do software Leapfrog Geo Stereonet.

4.7 Análise de Impactos Ambientais para Locação de Aterros

Com base nos critérios de seleção de áreas para aterros propostos por Cruz e Almeida (2020), foi realizada uma análise comparativa entre a área previamente selecionada e a nova área proposta, com o objetivo de avaliar qual delas atende de forma mais adequada aos parâmetros estabelecidos. Em relação à declividade, ambas as áreas apresentam valores compatíveis com os critérios técnicos, situando-se entre 2% e 30%. No entanto, a nova área apresenta declividade levemente superior à da área pré-selecionada, o que favorece o escoamento superficial sem comprometer a estabilidade do terreno.

A partir da confecção do mapa potenciométrico, foram estimados os dados referentes à zona não saturada, cuja espessura média é de aproximadamente 29 m, atendendo ao critério locacional que estabelece um valor mínimo de 3 m. Quanto aos aspectos pedológicos, o mapeamento de solos e as coletas realizadas indicam o predomínio de Argissolos derivados de paragnaises regionais, os quais apresentam baixos coeficientes de permeabilidade, favorecendo a contenção de possíveis percolados.

No que se refere ao critério estrutural, a área proposta apresenta substrato rochoso coeso, pouco fraturado e sem a ocorrência de lineamentos estruturais expressivos nas proximidades, o que confere maior segurança geotécnica. Em relação à proximidade de corpos hídricos, a área previamente selecionada mostrou-se inadequada por se localizar a uma distância inferior a 300 m, associando-se a média a alta suscetibilidade à inundação. Em contrapartida, a nova área proposta encontra-se fora dessas zonas de risco, atendendo de forma mais adequada aos critérios estabelecidos.

Quanto ao uso e ocupação do solo, a área inicial estava inserida em zona de cultivo agrícola, o que implicaria maior risco de contaminação do solo e das culturas adjacentes. Já a nova área localiza-se em área de pastagem, configurando-se como mais adequada do ponto de vista ambiental. O conjunto dos mapeamentos realizados garantiu, ainda, o afastamento apropriado de cursos d'água, contribuindo para a proteção da hidrografia superficial e a mitigação de riscos de contaminação.

Crêterios da literatura	Trabalhos que utilizam o critério	Utilizado	A1	A2
Declividade superior a 1% e inferior a 30%.	ABNT (1997); Massunari (2000); Rezende <i>et al.</i> (2015)	✓	✓	✓
Declividade superior a 2% e inferior a 20%.	CREA-PR (2009); Silva (2011); Rezende <i>et al.</i> (2015); Fernandes <i>et al.</i> (2017b)	✓	✓	✓
Solo com coeficiente de permeabilidade inferior a 1×10^{-6} cm/s.	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	X	-	-
Solo com zona não saturada de espessura superior a 3 m.	ABNT (1997); Massunari (2000); CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Solo de materiais argiloso, siltico argiloso ou areno argiloso.	Massunari (2000); CREA-PR (2009); Silva (2011)	✓	✓	✓
Distância mínima de 200 m das falhas geológicas.	Monta�o <i>et al.</i> (2012); Fernandes <i>et al.</i> (2017b)	✓	✓	✓
Distância mínima de 200 m de qualquer cole�o hídrica ou curso de �gua	ABNT (1997); Massunari (2000); CREA-PR (2009); Silva (2011); Rezende <i>et al.</i> (2015); Fernandes <i>et al.</i> (2017b)	✓	✓	✓
Distância mínima de 300 m de qualquer cole�o hídrica ou curso de �gua	Rezende <i>et al.</i> (2015); Carrilho <i>et al.</i> (2018)	✓	X	✓
Distância do centro gerador	Massunari (2000); FEPAM (2017); Carrilho <i>et al.</i> (2018)	X	-	-
Distância mínima de 500 m de núcleos populacionais/área urbanizada	ABNT (1997); Massunari (2000); CREA-PR (2009); Rezende <i>et al.</i> (2015); Fernandes <i>et al.</i> (2017b)	✓	✓	✓
Distância mínima de 2 km de zonas residenciais	CREA-PR (2009); Silva (2011); Rezende <i>et al.</i> (2015); Carrilho <i>et al.</i> (2018)	✓	✓	✓
Distância mínima de 20 m de rodovias	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Distância mínima de 50 m de rodovias	Silva (2011)	✓	✓	✓
Distância de aeroportos/aeródromos	CREA-PR (2009); Monta�o <i>et al.</i> (2012)	X	-	-

Profundidade do lençol freático > 2 m	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Profundidade do lençol freático > 1,5 m	Massunari (2000)	✓	✓	✓
Composição da cobertura vegetal	ABNT (1997); CREA-PR (2009); Massunari (2000); Montaño <i>et al.</i> (2012); Rezende <i>et al.</i> (2015); FEPAM (2017)	✓	X	✓
Áreas sujeitas à inundação	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	✓	X	✓
Condições de acessos	ABNT (1997); CREA-PR (2009); Massunari (2000); Rezende <i>et al.</i> (2015); FEPAM (2017); Fernandes <i>et al.</i> (2017b)	✓	X	✓
Tamanho disponível e vida útil	ABNT (1997); Massunari (2000); CREA-PR (2009); FEPAM (2017); Carrilho <i>et al.</i> (2018)	X	-	-
Disponibilidade de material de empréstimo para cobertura	Massunari (2000); CREA-PR (2009)	X	-	-
Identificação de áreas protegidas	Massunari (2000); CREA-PR (2009); Silva (2011); Montaño <i>et al.</i> (2012); Rezende <i>et al.</i> (2015)	✓	✓	✓
Direção dos ventos predominantes	CREA-PR (2009); Montaño <i>et al.</i> (2012); FEPAM (2017)	X	-	-
Existência de barreiras à propagação da poluição	FEPAM (2017)	✓	✓	✓
Atenuação do impacto visual negativo	ABNT (1997); FEPAM (2017)	X	-	-
Influência sobre as atividades e características do município	FEPAM (2017)	X	-	-
Realizar levantamento de inventário (banco de dados)	CREA-PR (2009)	X	-	-
Compatibilidade com uso e ocupação do solo do município	ABNT (1997); Massunari (2000); CREA-PR (2009); Montaño <i>et al.</i> (2012); Rezende <i>et al.</i> (2015); Influência sobre as atividades e características do município <i>et al.</i> (2015)	✓	X	✓

Considerar preservação dos biomas	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Considerar a existência de espécies da flora ameaçadas de extinção	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Considerar a existência de espécies da fauna ameaçadas de extinção	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Considerar a existência de sítios paleontológicos	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Considerar a existência de bens culturais e arqueológicos	CREA-PR (2009)	✓	✓	✓
Custos com aquisição do terreno	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	X	-	-
Custos para adequação do local	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	X	-	-
Custos com material de cobertura	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	X	-	-
Custos com o transporte	ABNT (1997); CREA-PR (2009)	X	-	-

Tabela 06: Critérios da literatura para viabilidade de área, trabalhos que os utilizam, quais foram usados no seguinte trabalho e duas colunas descrevendo as características cumpridas ou não cumpridas pela área anteriormente selecionada (A1) e pela área atualmente selecionada (A2). (✓) = Sim; (X) = Não; (-) = Não aplicável. Modificada de Cruz e Almeida (2020).

5. CONCLUSÕES

O estudo mostra que a implantação de um aterro sanitário em Indiara (GO) é possível se houver a integração dos critérios técnicos, ambientais e geológicos. Ainda que o município esteja enviando os resíduos para o aterro regional de Guapó, a pesquisa indica que a seleção de uma área própria pode se configurar como uma estratégia para o médio e o longo prazo, principalmente se houver a possibilidade de criação de consórcios intermunicipais e o aumento da geração de resíduos a futuro considerando crescimento populacional.

Dessa forma, a avaliação locacional, fundamentada nos parâmetros de Cruz e Almeida (2020), foi essencial para identificar as restrições ambientais da área e propor alternativas seguras. Este procedimento assegura que o empreendimento esteja em total conformidade legal e alinhado aos princípios da gestão sustentável, o que não acontecia na área previamente selecionada pela prefeitura.

O mapeamento geológico realizado indica que os litotipos presentes na área são caracterizados por gnaisses do Complexo Gnaiss-Migmatítico Campestre e anfibolitos do Complexo Anápolis-Itauçu, além de Coberturas Detrito-Lateríticas Ferruginosas e Depósitos Aluvionares Quaternários. A área sugerida para a implantação do aterro sanitário consiste em Gnaisses granodioríticos a monzograníticos, que são exemplos de rochas que fornecem um substrato estável e conferem ao terreno uma boa estabilidade geotécnica.

Considerando os aspectos geológicos, a área antiga e a nova apresentam características equivalentes. Entretanto, a área anteriormente selecionada encontra-se muito próxima de depósitos aluvionares, e conseqüentemente corpos d'água, o que compromete sua adequação. Ao integrar os demais critérios técnicos (mapa potenciométrico, uso e ocupação do solo, hipsométrico, suscetibilidade à inundação e declividade) verifica-se que a nova área também apresenta condições ambientais significativamente mais favoráveis para a implantação do aterro.

Dessa forma, a viabilidade do empreendimento depende de uma escolha locacional cuidadosa, que considere tanto as exigências normativas e ambientais quanto às características geológicas da região, como o domínio estrutural que favorece declividades adequadas. A articulação desses fatores permite um planejamento mais sustentável, minimiza impactos e fortalece a política municipal de gestão de resíduos em consonância com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e com as demandas futuras da comunidade.

6. AVALIAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho enfrentou dificuldades devido à escassez de dados em escala de maior detalhe na área de estudo. O mapeamento baseou-se em cartografia de pouco detalhe, o que exigiu um aumento no esforço de campo. Além disso, restrições orçamentárias inviabilizaram a realização de sondagens para um melhor conhecimento do subsolo. Por fim, não foi possível preparar lâminas delgadas para uma descrição petrográfica detalhada devido ao curto espaço de tempo após a última etapa de campo.

A aquisição de dados primários apresentou obstáculos devido à recusa de acesso por parte de alguns proprietários, fazendo com que a área não esteja 100% mapeada geologicamente. Apesar disso, o fator mais limitante do trabalho se dá em virtude da área carecer de dados abertos e públicos sobre hidrogeologia e as características do solo.

As informações hidrogeológicas, especificamente os níveis d'água de poços, foram aferidas diretamente por meio de entrevistas com moradores e fazendeiros da área rural.

Paralelamente, realizou-se a coleta e a análise táctil-visual de amostras de solo em pontos estratégicos, com o objetivo de reafirmar e complementar os dados fornecidos pela EMBRAPA (2020).

Para a continuidade e o aprofundamento do planejamento territorial de Indiara, é necessário o investimento na aquisição de dados primários mais detalhados, com prioridade para a realização de sondagens geotécnicas na área de estudo, assim como dados complementares importantes (dados de vento, de barreiras naturais, de vegetação, etc). A ausência de dados de subsuperfície compromete uma averiguação mais precisa do modelo geológico, sendo a sondagem essencial para confirmar a permeabilidade e a estabilidade.

Paralelamente, a administração municipal deve estabelecer protocolos para a obtenção/disponibilização de dados de hidrogeologia e solo, facilitando futuros estudos e o monitoramento ambiental. Foi também observado que os poços de captação de água da região são vedados e, visando o monitoramento do nível d'água subterrâneo, seria necessária a presença de tubo guia.

7. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos – Critérios para projeto, implantação e operação.** Rio de Janeiro, 1997.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos.** Rio de Janeiro, 1992.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI Y., BRITO NEVES B. B.; FUCK R. A. **Brazilian structural provinces: an introduction.** Earth Sci. Rev. , 17: 1-21. 1981.

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Água subterrânea.** 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/agua-subterranea>.

ARAÚJO, V. A.; MATIAS, P. V. B.; GODOI, H. O.; ARAÚJO, E. S.; MORETON, L. C.; SILVA, M. A. **Projeto Pontalina. Relatório Final Integrado.** Goiânia: CPRM, 1980. (Conv. DNPM / CPRM).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil.** 2016.

BALDWIN, J. A.; BROWN, M. **Age and duration of ultrahigh-temperature metamorphism in the Anápolis–Itaçu Complex, Southern Brasília Belt, central Brazil - constraints from U-Pb geochronology, mineral rare earth element chemistry and trace element thermometry.** Journal of Metamorphic Geology, v. 26, p. 213-233, 2008.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 404, de 11 de novembro de 2008. Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.** Diário Oficial da União, nº 220, Seção 1, p. 93. 2008.

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. Brasília. 02 de agosto de 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 22 fev. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938/1981, nº 9.393/1996 e nº 11.428/2006; revoga as Leis nº 4.771/1965 e nº 7.754/1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67/2001. Presidência da República, Casa Civil. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.

CORNIERI, M. G.; FRACALANZA, A. P. **Desafios do lixo em nossa sociedade**. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, n. 16, p. 57-64, jun. 2010. Disponível em: http://www.rbciamb.com.br/images/online/RBCIAMB-N16-Jun-2010-Materia07_artigos239.pdf. Acesso em: 16 mar. 2025.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Oeste de Goiás: Relatório Final**. Goiânia: CPRM, 2021. 1 v. il.

OBLADEN, N. L.; OBLADEN, N. T. R.; BARROS, K. R. **Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos, Volume II**. Série de publicações temáticas do CREA-PR. 2009. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br/ws/wp-content/uploads/2016/12/Publica%C3%A7%C3%B5es-Tem%C3%A1ticas-Guia-para-Elabora%C3%A7%C3%A3o-de-Projetos-de-Aterros-Sanit%C3%A1rios-para-Res%C3%ADduos-S%C3%B3lidos-Urbanos-Volume-II.pdf>.

CRUZ, G. H. S.; ALMEIDA, M. R. R. **Estudos de alternativas locacionais para aterros sanitários nos processos de licenciamento ambiental no Estado de Minas Gerais**. *Holos Environment*, v. 20, n. 2, p. 231-250, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/holos.v20i2.12371>. Acesso em: 10 mar. 2025.

DELLA GIUSTINA, M. E. S.; PIMENTEL, M. M.; FERREIRA, FILHO C. F.; HOLLANDA, M. H. B. M. **Dating coeval mafic magmatism and ultrahigh temperature metamorphism in the Anápolis–Itaçu Complex: Central Brazil**. *Lithos*, v. 124, n. 1–2, p.82–102. 2011.

DELGADO, I. M.; SOUZA, J. D.; SILVA, L. C.; SILVEIRA-FILHO, N. C.; SANTOS, R. A.; PEDREIRA, A. J.; GUIMARÃES, J. T.; ANGELIN, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; LACERDA FILHO, J. V.; VALENTE, C. R.; PERROTA, M. M.; HEINECK, C. R. **Geotectônica do Escudo Atlântico**. In: BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.;

VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Ed.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, p. 227-334. 2003.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Solos do Brasil: Gênese, Classificação e Limitações ao Uso**. Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País. Capítulo 15. p. 183-199. Rio de Janeiro, 2020.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). Copernicus DEM GLO-30. 2020. Programa Copernicus. Disponível em: <https://spacedata.copernicus.eu/>

FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER. **Diretriz Técnica nº 04/2017: Diretriz técnica para o licenciamento ambiental da atividade de disposição final de resíduos sólidos urbanos**. Porto Alegre, 2017.

FERREIRA FILHO, C. F.; MORAES, R.; FAWCETT, J. J.; NALDRETT, A. J. **Amphibolite to granulite progressive metamorphism in the Niquelândia Complex, Central Brazil: Regional Tectonic Implication**. Journal of South American Earth Sciences, 11: 35-50. 1998.

FISCHEL, D. P., PIMENTEL, M. M., FUCK, R. A. **Idade do metamorfismo de alto grau no Complexo Anápolis–Itauçu, Goiás, determinada pelo método Sm–Nd**. Revista Brasileira de Geociências, 28, 543–544. 1998.

FONSECA, M. A.; DARDENNE, M. A.; UHLEIN, A. **FAIXA BRASÍLIA SETOR SETENTRIONAL: ESTILOS ESTRUTURAIS E ARCABOUÇO TECTÔNICO**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 1995.

FUCK R. A.; PIMENTAL M. M.; SOARES J. E. P.; DANTAS E. L. **Compartimentação da Faixa Brasília**. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO OESTE, 9., Goiânia. Anais... Goiânia, SBG, p. 27-28. 2005.

FUMES, R. A. **Caracterização petrográfica, estrutural e metamórfica das rochas da região de Indiara (GO)**. Trabalho de Formatura (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2014. Acesso em: 7 abr. 2025.

GOIÁS. **Decreto nº 10.367, de 19 de dezembro de 2023**. Institui o Programa Lixão Zero para promover o encerramento dos lixões municipais no Estado de Goiás e estabelece as diretrizes para sua implementação. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/108248/pdf>. Acesso em: 26 fev. 2025.

GOIÁS. **Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Governo do Estado de Goiás, Gabinete Civil da Governadoria. Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/81810/pdf>. Acesso em: 22 fev. 2025.

IBAMA. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso em: 22 fev. 2025.

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: população e domicílios**. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>.

INDIARA (GO). **Lei Municipal nº 831, de 18 de dezembro de 2017**. Dispõe sobre autorização para desapropriação de área de terras para fins de implantação do Aterro Sanitário Municipal que especifica e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Indiará, 2017. Acesso em: 27 fev. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume I e II**. Brasília: ICMBio, 2018. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/>. Acesso em: 7 abr. 2025.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158. Dossiê São Paulo, Hoje. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142011000100010>.

KAWAI, G. S. D. **Caracterização Metamórfica e Microestrutural do Complexo Anápolis-Itauçu, GO.** TF, USP. 2020.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** Fondo de Cultura Económica. México. 479p. 1948.

LACERDA FILHO, J. V.; GOLLMANN, K.; SANTOS, D. R. V.; MARTINS, F. R.; SOUZA, J. O.; CARNEIRO, J. S. M.; MENEGHINI, P. F. V.; HATTINGH, K.; SILVA, E. R.; EBERHARDT, D. B. **Projeto Geologia e Metalogenia da Porção Oeste de Goiás.** Goiânia: CPRM, 2021.

LATRUBESSE., E. M.; CARVALHO., T. M. **Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal.** Série Geologia e Mineração nº 2. Superintendência de Geologia e Mineração. Secretaria de Indústria e Comércio. Governo do Estado de GO. 2006.

LAUX, J. H. **EVOLUÇÃO DO ARCO MAGMÁTICO DE GOIÁS COM BASE EM DADOS GEOCRONOLÓGICOS U-Pb E Sm-Nd.** Tese de Doutorado n. 067, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Brasília, 2004.

Projeto MapBiomias – Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/>.

MARINI, O. J.; FUCK, R. A.; DANNI, J. C. M.; DARDENNE, M. A.; LOGUERCIO, S. O. C.; RAMALHO, R. **As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu e Paraguai-Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás.** In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. (coords). *Geologia do Brasil.* Brasília: DNPM, 1984. p. 251-303.

MILANI, E.; MELO, J. H. G.; SOUZA, P. A.; FERNANDES, L. A.; FRANÇA, A. B. **Bacia do Paraná.** Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265–287, 2007. Disponível em: <https://bgp.petrobras.com.br/bgp/article/view/310>.

MILANI, E. **Comentários sobre a origem e a evolução tectônica da Bacia do Paraná.** In: Mantesso-Neto V., Bartorelli, a., Carneiro C.D.R., Brito-Neves B.B. (org). *Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flavio Marques de Almeida.* São Paulo. 265-279. 2004. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/285077288_Comentarios_sobre_a_origem_e_a_evolucao_tectonica_da_Bacia_do_Parana_In_Mantesso-Neto_V_Bartorelli_a_Carneiro_CDR_Br

[ito-Neves_BB_org_Geologia_do_Continente_Sul-Americano_Evolucao_da_Obra_de_Fernando_F.](#)

MORAES, R.; BROWN, M.; FUCK, R. A.; CAMARGO, M. A.; LIMA, T. M. **Characterization and P–T evolution of melt-bearing ultrahigh- temperature granulites: an example from the Anápolis– Itauçu Complex of the Brasília Fold Belt, Brazil.** *Journal of Petrology*, v. 43, n. 9, p. 1673–1705. 2002.

MORAES, R.; FUCK, R. A.; BROWN, M.; PICCOLI, P.; BALDWIN, J.; DANTAS, E. L.; LAUX, J. H.; JUNGES, S. L. **Wollastonite–scapolite–clinopyroxene marble of the Anápolis-Itauçu Complex, Goiás: more evidence of ultrahigh-temperature metamorphism.** *Revista Brasileira de Geociências*, v. 37, p. 11–17. 2007.

MOREIRA, M. L. O.; MORETON, L. C.; ARAÚJO, V. A.; LACERDA FILHO, J. V.; COSTA, H. F. **Geologia do estado de Goiás e do Distrito Federal: texto explicativo do mapa geológico.** Goiânia: CPRM/SIC - FUNMINERAL, 2008.

MOURA, D. M. B.; SOUSA, F. A. **Descrição geológica da bacia hidrográfica do Córrego das Vacas em Diorama – GO.** Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARHGO) / Universidade do Estado de Goiás (UEG), 2014. Acesso em: 7 abr. 2025.

NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; CONCEIÇÃO, F. T. **GRUPO ARAXÁ NA REGIÃO SUL-SUDOESTE DO ESTADO DE GOIÁS.** *Revista do Instituto de Geociências – USP.* São Paulo, 2013.

NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; CONCEIÇÃO, F. T. **Ortognaisses peraluminosos associados ao Grupo Araxá na região de Mairipotaba, Goiás.** *Revista Brasileira de Geociências*, v. 44, n. 1, p. 1–15, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjgeo/a/nkLPb4XP7NHbqZGZ9R64kGn>. Acesso em: 18 abr. 2025.

NAVARRO, G. R. B.; ZANARDO, A.; MONTIBELLER, C. C.; CONCEIÇÃO, F. T.; VALERIANO, C. M. **Petrografia e geoquímica de gnaisses da região de Indiara, porção central do arco magmático de Goiás.** *Geologia, Universidade de São Paulo. Série Científica*, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 118-207, set. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9095.v17-430>. Acesso em: 22 fev. 2025.

PERKINS, D.; SHANKS, M.; PERKINS, E.; PERKINS, D.; HENKE, K.; SCHULTZ, A.; TIBKE, P.; MORRIS, H.; CROWELL, J. **Mineralogy**. University of North Dakota, 2020. Revisado e fotos substituídas em abril de 2022.

PIMENTEL, M. M. **The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach**. Brazilian Journal of Geology, v. 46, supl. 1, p. 67–82, 2016.

PIMENTEL, M. M.; WHITEHOUSE, M. J.; VIANA, M. G.; FUCK, R. A.; MACHADO, N. **The Mara Rosa Arc in the Tocantins Province: further evidences for Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil**. Precambrian Research, n.81, p. 299-310, 1997.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. **Características geoquímicas e isotópicas de unidades metavulcânicas e ortognáissicas neoproterozoicas do oeste de Goiás**. Boletim da Soc. Bras. Geol - NCO, n. 15, p.1-22, 1992.

PINTO, M. L.; VIDOTTI, R. M. **Tectonic framework of the Paraná basin unveiled from gravity and magnetic data**. Journal of South American Earth Sciences, 90, 216-232. 2019.

PIUZANA, D.; PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; ARMSTRONG, R. **SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data for the Araxá Group and associated rocks: Constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the southern Brasília Belt, central Brazil**. Precambrian Research, p. 139-160. 2003.

REVISTA DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – USP. **Geologia USP**, Série Científica, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 118–207, set. 2017.

Semad – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (GOVERNO DE GOIÁS). **Semad publica decreto com regras de transição para fim dos lixões em Goiás**. 2022. Disponível em: <https://goias.gov.br/meioambiente/semad-publica-decreto-com-regras-de-transicao-para-fim-dos-lixoes-em-goias-2/>. Acesso em: 26 fev. 2025.

SILVA, J. P. A.; CARVALHO, A. R.; MOTTA, J. A. O. **Fauna de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em cavernas do bioma Cerrado na região de Indiara (Goiás)**. Revista Brasileira de Zoociências, v. 11, n. 1, p. 55–65, 2009.

SILVA, M. H. C.; LIMA, L. N. F.; SILVA, C. S.; SILVA, B. V.; TAVARES, H. S. A.; FALCÃO, W. H. R.; SOUSA, M. L. P. S.; LIMA, S. C. **Resíduos sólidos: o uso da gestão ambiental como ferramenta para o manejo adequado do lixo urbano / *Solid waste: the use of environmental management as a tool for the proper management of urban waste.*** *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 11, p. 85668–85677, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n11-113. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19447>. Acesso em: 23 fev. 2025.

UNRUG, R. **The supercontinent cycle and gondwanaland assembly: Component cratons and the timing of suturing events.** *Journal of Geodynamics*, v. 4, n. 16, p. 215–240, 1992.






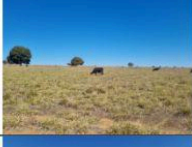




VALERIANO, C. M.; PIMENTEL, M. M.; HAILBRON, M.; ALMEIDA, J. C. H.; TROUW, R. A. J. **Evolução tectônica do Cinturão Brasília, Brasil Central, e montagem inicial de Gondwana.** Sociedade Geológica, Londres, 197-210. 2008.

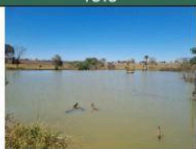





VALERIANO, C. M.; MACHADO, N.; SIMONETTI, A.; VALLADARES, C. S.; SEER, H. J.; SIMÕES, L. S. A. **U–Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE–Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana.** *Precambrian Research*, v. 130, n. 1–4, p. 27–55. 2004.



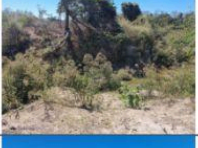


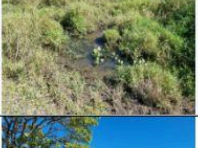






ANEXOS













Tabela de Pontos

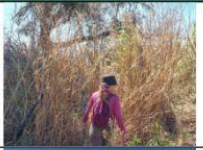








PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☉	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250812_095847699.jpg		1,00		-17,192044		-49,975343		590,1	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração amarelo mais arenoso		PC		
TCC_20250812_100204489.jpg		2,00		-17,191845		-49,974342		589,4	Solo apresenta maior coesão, com grãos de quartzo dispersos, medindo aproximadamente 2cm, incorporados à matriz. A textura é arenosa a areno-argilosa.		PC		
TCC_20250812_100449625.jpg		3,00		-17,191542		-49,97304		597,2	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração laranja avermelhada		PC		
TCC_20250812_100651633.jpg		4,00		-17,191		-49,971899		596,2	Área de descarte de resíduos sólidos, com cobertura variada de materiais antrópicos como metais, plásticos e entulhos.		AT		
TCC_20250812_101255736.jpg		5,00		-17,190913		-49,971023		598,6	Área de descarte de resíduos sólidos, com cobertura variada de materiais antrópicos como metais, plásticos e entulhos.		AT		
TCC_20250812_101717925.jpg		6,00		-17,189976		-49,970034		602,1	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_101958903.jpg		7,00		-17,18862		-49,970455		582,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_102434647.jpg		8,00		-17,187997		-49,968121		602,3	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_102855825.jpg		9,00		-17,187303		-49,967779		586,5	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_103152211.jpg		10,00		-17,186533		-49,967476		580,2	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20250812_103650728.jpg		11,00		-17,186061		-49,967206		571,3	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20250812_104241022.jpg		12,00		-17,18571		-49,966744		577,3	Transição de solo argiloso alaranjado intemperizado para solo arenoso amarelado, indicando depósitos aluviais.		PC		

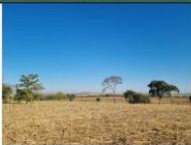

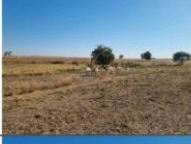









PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250812_105225897.jpg		13,00		-17,185325		-49,965761		586	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250812_105513269.jpg		14,00		-17,185057		-49,964233		590,2	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250812_105822884.jpg		15,00		-17,184834		-49,962355		591,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250812_110543761.jpg		16,00		-17,186082		-49,96012		589	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250812_111419714.jpg		17,00		-17,187986		-49,958524		590	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_114749530.jpg		18,00		-17,189037		-49,959168		596,3	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_115332919.jpg		19,00		-17,190151		-49,958336		597,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_115638690.jpg		20,00		-17,191436		-49,957441		597,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_120400826.jpg		21,00		-17,192584		-49,956217		596,9	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_121133829.jpg		22,00		-17,192777		-49,954536		586,1	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_121616633.jpg		23,00		-17,191902		-49,953034		580,1	Zona alagada com solo saturado, pouco coeso, composta por sedimentos arenosos a areno-argilosos recentes.	PC		
TCC_20250812_121931468.jpg		24,00		-17,191732		-49,952175		567,2	Área de barragem apresenta relevo artificial, com taludes e platôs construídos, recobertos por materiais heterogêneos, incluindo solos compactados,	PC		


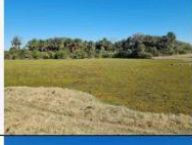








PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☉	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250812_122423151.jpg		25,00		-17,192298		-49,951505		569,7	Área de barragem apresenta relevo artificial, com taludes e platôs construídos, recobertos por materiais heterogêneos, incluindo solos compactados,		PC		
TCC_20250812_122705774.jpg		26,00		-17,192147		-49,95126		578,5	Bloco rolado de anfíbrito com foliação e granulação média.		BL		
TCC_20250812_123206486.jpg		27,00		-17,192073		-49,950857		569,4	Bloco rolado de anfíbrito com foliação e granulação média.		BL		
TCC_20250812_123803651.jpg		28,00		-17,191343		-49,949299		575,4	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_130600768.jpg		29,00		-17,18972		-49,949272		585,6	Afloramento laterítico, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.		AF		N/A
TCC_20250812_131115726.jpg		30,00		-17,188603		-49,949905		575,9	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração laranja avermelhada		PC		
TCC_20250812_131446663.jpg		31,00		-17,187556		-49,948899		584,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_131732991.jpg		32,00		-17,186724		-49,947876		586,3	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_132135944.jpg		33,00		-17,185657		-49,948837		577,2	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250812_133641876.jpg		34,00		-17,18376		-49,949797		563,7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250812_133954531.jpg		35,00		-17,182614		-49,95048		567,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250812_134447184.jpg		36,00		-17,180768		-49,951756		562,2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250812_134717076.jpg		37,00		-17,180268		-49,952261		562,6	Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.	PC		
TCC_20250812_135017411.jpg		38,00		-17,180482		-49,952839		559	Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.	PC		
TCC_20250812_135346968.jpg		39,00		-17,181175		-49,953135		567,2	Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.	PC		
TCC_20250812_135813017.jpg		40,00		-17,181687		-49,955028		560,7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_140149463.jpg		41,00		-17,182062		-49,955902		562,8	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_140413570.jpg		42,00		-17,182505		-49,956681		559,2	Zona alagada com solo saturado, pouco coeso, composta por sedimentos arenosos a areno-argilosos recentes.	PC		
TCC_20250812_141054552.jpg		43,00		-17,183405		-49,957336		562,2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250812_141532890.jpg		44,00		-17,184521		-49,958251		562,3	Bloco rolado de gnaise granulado, com bandamento incipiente, cinza-claro e parcialmente intemperizado.	BL		
TCC_20250813_101207605.jpg		45,00		-17,196347		-49,982224		580,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250813_101612101.jpg		46,00		-17,197873		-49,981949		583	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250813_101832811.jpg		47,00		-17,199285		-49,981178		582,2	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250813_102433039.jpg		48,00		-17,200499		-49,982045		580	O bloco apresenta laterita, material maciço a blocoso, de coloração avermelhada a ferruginosa, com textura granular e consistência dura.	BL		

PATH	# N. PONTO	# LATITUDE	# LONGITUDE	# ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺ SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250813_102920450.jpg	49,00	-17,201885	-49,981272	572,8	Bloco rolado de gnaiss granulado, com bandamento incipiente, cinza-claro e parcialmente intemperizado.	BL		
TCC_20250813_103451088.jpg	50,00	-17,203715	-49,982586	568,2	Blocos dispersos de anfibolito, com aproximadamente 20 cm, subangulares a subarredondados, granulação média, foliação presente em algumas porções	BL		
TCC_20250813_104117825.jpg	51,00	-17,204374	-49,982779	564,6	Afloramento de gnaiss de granulação média a grossa, com quartzo, feldspato e mica visíveis; textura maciça e homogênea.	AF		321/18
TCC_20250813_104925183.jpg	52,00	-17,205203	-49,983137	576,5	Blocos dispersos de anfibolito, com aproximadamente 20 cm, subangulares a subarredondados, granulação média, foliação presente em algumas porções	BL		
TCC_20250813_105301222.jpg	53,00	-17,206004	-49,983654	567,4	Blocos dispersos de anfibolito, com aproximadamente 20 cm, subangulares a subarredondados, granulação média, foliação presente em algumas porções	BL		
TCC_20250813_110203640.jpg	54,00	-17,207783	-49,984512	571,9	Afloramento laterítico, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.	BL		
TCC_20250813_110944266.jpg	55,00	-17,209647	-49,985413	567,1	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250813_111328743.jpg	56,00	-17,21052	-49,984325	567,9	Afloramento laterítico, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.	AF		N/A
TCC_20250813_112014535.jpg	57,00	-17,211989	-49,983473	565,7	Afloramento laterítico, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.	AF		N/A
TCC_20250813_113526108.jpg	58,00	-17,21102	-49,979162	584,2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.	PC		
TCC_20250813_120503218.jpg	59,00	-17,211134	-49,976424	591,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		
TCC_20250813_120943986.jpg	60,00	-17,211438	-49,974153	596,5	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.	PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250813_122602423.jpg		61,00		-17,209609		-49,970342		605	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_123359855.jpg		62,00		-17,207232		-49,970967		592,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_124218489.jpg		63,00		-17,206896		-49,966647		599,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_124652733.jpg		64,00		-17,20525		-49,966344		603,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_125030448.jpg		65,00		-17,204667		-49,964655		613,1	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_131726330.jpg		66,00		-17,203935		-49,968511		603,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_131950858.jpg		67,00		-17,203104		-49,96981		601,2	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250813_133321401.jpg		68,00		-17,195155		-49,974417		597,5	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_081648598.jpg		69,00		-17,185416		-49,97634		580,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250814_082627222.jpg		70,00		-17,187227		-49,978706		573,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250814_083036368.jpg		71,00		-17,188587		-49,979393		577,3	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_083335370.jpg		72,00		-17,189898		-49,979351		574	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		






PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250814_083708475.jpg		73,00		-17,191477		-49,980654		573,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_084348231.jpg		74,00		-17,191916		-49,982556		570,7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250814_085448317.jpg		75,00		-17,191201		-49,984075		541,5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250814_085727343.jpg		76,00		-17,190346		-49,98489		552,6	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_085947031.jpg		77,00		-17,189554		-49,985816		557	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_090334929.jpg		78,00		-17,187615		-49,986297		558,3	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_090718548.jpg		79,00		-17,185453		-49,986462		557,2	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_091148433.jpg		80,00		-17,183955		-49,984867		558,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_091621945.jpg		81,00		-17,182606		-49,984829		552,7	Bloco de gnaíse subangular a subarredondado, ~50 cm, textura granular média a grossa.		BL		
TCC_20250814_092128141.jpg		82,00		-17,181426		-49,984006		553,7	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_092428379.jpg		83,00		-17,180184		-49,982744		552,9	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20250814_092901586.jpg		84,00		-17,178393		-49,982261		548,4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	⊖	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20250814_095918890.jpg		85,00		-17,176244		-49,983131		549,2	Depósito arenoso claro e pouco coeso junto à drenagem, formado por sedimentos fluviais recentes.		PC		
TCC_20250814_100508059.jpg		86,00		-17,17511		-49,983859		539,5	Zona alagada com solo saturado, pouco coeso, composta por sedimentos arenosos a areno-argilosos recentes.		PC		
TCC_20250814_102942370.jpg		87,00		-17,1715		-49,984909		547,4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20250814_101253747.jpg		88,00		-17,172945		-49,984607		537,2	Afloramento de anfibólito, granulação média, com foliação bem marcada em partes e textura maciça em outras.		AF		322/24
TCC_20250814_104047962.jpg		89,00		-17,169825		-49,987855		575,4	O terreno apresenta solos agrícolas, indicando ação humana e pouca ou nenhuma exposição de rochas.		PC		
TCC_20251018_083453753.jpg		90,00		-17191532817		-49985882467		551.8	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração laranja avermelhada		PC		
TCC_20251018_084253357.jpg		91,00		-17193521133		-499855972		561.6	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração laranja avermelhada		PC		
TCC_20251018_090900794.jpg		92,00		-1718638865		-49954506933		567.0	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_091102894.jpg		93,00		-1718617325		-49953949383		525.3	Bloco de gnaíse subangular a subarredondado, ~50 cm, textura granular média a grossa.		BL		
TCC_20251018_091516493.jpg		94,00		-17186063183		-49953175117		552.3	Área alagada com acúmulo de água e sedimentos recentes inconsolidados, principalmente silte e areia fina, com solo saturado e baixa coesão.		PC		
TCC_20251018_093947775.jpg		95,00		-17194734817		-49949009733		577.6	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094011589.jpg		96,00		-1719470255		-499489898		577.4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20251018_094112963.jpg		97,00		-1719645405		-499478462		582.5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094124781.jpg		98,00		-1719645085		-49947848467		582.6	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094304534.jpg		99,00		-17198941633		-499458408		590.7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094315988.jpg		100,00		-17198941133		-49945854483		590.5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094438269.jpg		101,00		-17199916117		-4994344875		595.5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_094454743.jpg		102,00		-17199936617		-49943361033		595.4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_095013720.jpg		103,00		-17200393817		-49942345183		620.4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_095455940.jpg		104,00		-1719711615		-49942989583		593.0	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_095506911.jpg		105,00		-17197108683		-49942986433		592.7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_100009641.jpg		106,00		-1719514045		-49941982817		593.9	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_100901656.jpg		107,00		-17193749917		-4994380695		586.9	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_101723995.jpg		108,00		-171.965.454		-49.942.069.483		573.9	Afloramento laterítico, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.		AF		N/A

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20251018_102339884.jpg		109,00		-17196575367		-49941882217		588.4	Afloramento de gnaiss, granulação média, bandamento definido, cinza-claro, composto por quartzo, feldspato e biotita.		AF		340/10
TCC_20251018_104632049.jpg		110,00		-17191109483		-49945756567		595.9	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_105229315.jpg		111,00		-17189237083		-49942894983		602.1	Afloramento de gnaiss, granulação média, bandamento definido, cinza-claro, composto por quartzo, feldspato e biotita.		AF		325/05
TCC_20251018_112843125.jpg		112,00		-1718677895		-49949921767		579.0	Bloco de gnaiss subangular a subarredondado, textura granular média a grossa.		BL		
TCC_20251018_113337400.jpg		113,00		-17183278367		-4994650635		568.4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_113541630.jpg		114,00		-17180577467		-49949093733		565.2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_114134196.jpg		115,00		-1718473295		-49945246567		571.9	Bloco rolado de gnaiss subangular a subarredondado, com superfície irregular, bandamento bem definido e granulação média a grossa.		BL		
TCC_20251018_120836726.jpg		116,00		-17184271567		-49942948983		567.2	Bloco rolado de gnaiss subangular a subarredondado, com superfície irregular, bandamento bem definido e granulação média a grossa.		BL		
TCC_20251018_121523179.jpg		117,00		-17183073167		-49942012083		565.5	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_124900633.jpg		118,00		-171975263		-49970517067		594.8	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20251018_125519767.jpg		119,00		-17195193083		-49969004783		591.7	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251018_130849281.jpg		120,00		-1717751575		-499769322		571.9	Setor de beira de estrada, corte artificiais no solo de coloração laranja avermelhada		PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	⊙	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20251022_092748347.jpg		121,00		-17177416017		499764463		538.4	Afloramento de gnaíse de granulação média a grossa, com quartzo, feldspato e mica visíveis; textura maciça e homogênea.		AF		340/05
TCC_20251022_094732716.jpg		122,00		-1717578515		-4997661835		540.9	Blocos lateríticos, maciço a blocoso, avermelhado a ferruginoso, de textura granular e consistência dura.		BL		
TCC_20251022_095329729.jpg		123,00		-17174133283		-499761201		559.8	Afloramento de gnaíse, granulação média, foliação moderada, verde-escuro a acinzentado, composto por anfibólio e plagioclásio		AF		238/33
TCC_20251022_101001850.jpg		124,00		-17170659533		-49976489417		596.5	Afloramento de anfibólito, granulação média, foliação moderada, verde-escuro a acinzentado, composto por anfibólio e plagioclásio		AF		290/12
TCC_20251022_102212970.jpg		125,00		-17169862767		-499759432		577.2	Bloco rolado de anfibólito subangular a subarredondado, granulação média, foliação pouco a moderada, em processo de lateritização.		BL		
TCC_20251022_103105507.jpg		126,00		-17169885317		-49975756733		579.5	Afloramento de anfibólito, granulação média, foliação moderada, verde-escuro a acinzentado, composto por anfibólio e plagioclásio		AF		300/10
TCC_20251022_104311907.jpg		127,00		-17170363533		-49974752583		577.2	Blocos rolados de anfibólito intemperizado, subangulares a subarredondados, granulação média a grossa.		BL		
TCC_20251022_104607101.jpg		128,00		-17170467717		-4997476905		582.0	Afloramento de anfibólito, granulação média, foliação moderada, verde-escuro a acinzentado, composto por anfibólio e plagioclásio		AF		298/112
TCC_20251022_120539318.jpg		129,00		-17168307083		-49962869683		554.2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251022_121101258.jpg		130,00		-17170171567		-4996291515		557.4	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20251022_121617498.jpg		131,00		-17171478867		-49962945917		559.5	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20251022_122057071.jpg		132,00		-1717231085		-49964071983		552.1	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, (cupinzeiro)		PC		

PATH	#	N. PONTO	#	LATITUDE	#	LONGITUDE	#	ELEVATION	DESCRIÇÃO	☺	SIGLA	FOTO	Medidas Estruturais
TCC_20251022_122558960.jpg		133,00		-17172942083		-49965213833		563.4	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, (cupinzeiro)		PC		
TCC_20251022_122900250.jpg		134,00		-17172843683		-4996604965		522.8	Blocos rolados de anfibolito intemperizado, subangulares a subarredondados, granulação média a grossa.		BL		
TCC_20251022_123736969.jpg		135,00		-17173742933		-49967349883		555.0	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251022_124256971.jpg		136,00		-17172568583		-49967591617		548.7	Afloramento de anfibolito, granulação média, foliação moderada, verde-escuro a acinzentado, composto por anfibólio e plagioclásio		AF		194/35
TCC_20251022_132106433.jpg		137,00		-1717029845		-49961114567		573.5	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20251022_132418275.jpg		138,00		-17170394017		-49960356617		559.0	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		
TCC_20251022_132851872.jpg		139,00		-17171510767		-49960770667		560.2	Área de pastagem cobertura composta por vegetação rasteira, predominantemente gramíneas, o que limita a exposição das litologias.		PC		
TCC_20251022_133105152.jpg		140,00		-17171928567		-49961470583		549.8	Área com solo arenoso acinzentado, próxima à drenagem, indicando sedimentos recentes e predominância de areia pouco consolidada.		PC		

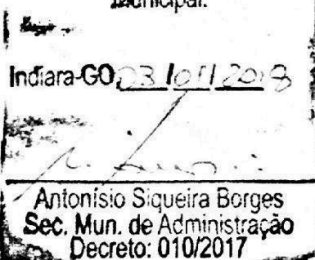
Lei Municipal Nº 831 de 18 de Dezembro de 2017, Indiará (GO).



Certifico que este documento foi publicado no placar de avisos da Prefeitura, Conforme Legislação Municipal.

MUNICIPAL Nº 831/17

de 18 de Dezembro de 2017.



"Dispõe sobre autorização para desapropriação de área de terras para fins de implantação do Aterro Sanitário Municipal que especifica e dá outras providências"

Faço saber que a Câmara Municipal de Indiará, Estado de Goiás, no uso de suas atribuições legais, APROVA e eu Prefeito Municipal SANCIONO a seguinte Lei:

Art. 1º. – Fica o Município de Indiará, Goiás, por força dessa Lei, autorizado desapropriar e indenizar, por via judicial ou mesmo amigável 01 (uma) gleba de terras sem benfeitorias, localizada nas proximidades do perímetro urbano do município de Indiará, Goiás, que será destinada exclusivamente para a construção e implantação do Aterro Sanitário de Indiará, com área total de 12,1, a ser desmembrada da Fazenda Manaíra, com registro junto ao CRI de Indiará, sob a matrícula 2.630, Livro 2-N, as folhas 041, pertencente ao espólio de José Clemente de Medeiros, inscrito no CPF sob o nº 071.398.021-49, estando dentro dos seguintes limites e confrontações: área situada em frente a GO - 320 A 4,500 metros da cidade de Indiará, sendo as medidas - 254,00 metros lineares de frente a GO-320; com coordenadas 17° 11'51.52"S, 49°58'10.04"O; do lado esquerdo com: 483,00 metros do lado esquerdo dentro da propriedade com as coordenadas 17° 11'37.22"S, 49°58'26.61"O; ao fundo 252,00 metros lineares de fundo com a propriedade, com as coordenadas 17° 11'30.84"S, 49°58'14.17"O; e com o lado direito 470,00 metros lineares de com a propriedade com as coordenadas, 17° 11'29.79"S, 49°58'26.48"O, totalizando 12,1 hectare, com registro junto ao Cartório de Registro de Imóveis da cidade de Indiará-GO.

Parágrafo único – A área de terras de que trata este artigo, foi declarada de utilidade pública, para fins de desapropriação por intermédio do Decreto Municipal nº 320/17, de 01 dezembro de 2017, e se destina exclusivamente para construção e implantação do Aterro Sanitário Municipal.

www.indiara.go.gov.br

Fone/Fax: 64 3547.1157

Rua Mizaél Machado s/nº - Centro - CEP: 75.955-000 - Indiará/GO



Art. 2º - A desapropriação de que trata esta Lei, dar-se-á mediante justa e prévia indenização, nos termos precisos do art. 5º, XXIV, da Constituição Federal.

Art. 3º - Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as demais disposições em contrário.

Gabinete do Prefeito do Município de Indiará, Goiás, aos 18 de Dezembro de 2017.


DIVINO MARQUES DE SOUSA
Prefeito Municipal

www.indiara.go.gov.br

Fone/Fax 64 3547.1157

Rua Mizaél Machado s/nº - Centro - CEP: 75.955-000 - Indiará/GO