



FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

DAVI RESENDE MESSIAS

LUCAS PORTES RAMOS

**RELATÓRIO FINAL DO MAPEAMENTO GEOLÓGICO 1:50 000 DA  
REGIÃO DE ANICUNS (GO) - ÁREA 4**

GOIÂNIA

2021



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 encaminharem o produto final, os autores e o orientador 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)

Nomes completos dos autores:

Davi Resende Messias e Lucas Portes Ramos

Título do trabalho:

Relatório Final do Mapeamento Geológico 1:50 000 da região de Anicuns (GO) - Área 4

**2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [ X ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>**

[1] 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 **Rodrigo Prudente De Melo, Professor do Magistério Superior**, em 30/11/2021, às 12:43, 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 **LUCAS PORTES RAMOS, Discente**, em 30/11/2021, às 13:29, 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 **DAVI RESENDE MESSIAS, Discente**, em 01/12/2021, às 01:33, 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](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2534030** e o código CRC **187E1D46**.

Referência: Processo nº 23070.062362/2021-07

SEI nº 2534030

DAVI RESENDE MESSIAS

LUCAS PORTES RAMOS

**RELATÓRIO FINAL DO MAPEAMENTO GEOLÓGICO 1:50 000 DA  
REGIÃO DE ANICUNS (GO) - ÁREA 4**

TF (4) /2020

Relatório parcial de mapeamento geológico apresentado à Faculdade de Ciências e Tecnologia como parte dos requisitos para a conclusão do curso de Geologia

**Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Prudente de Melo**

**Co-orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Joana Paula Sanchez;**

**Prof. Dr. José Araújo Nogueira Neto**

**Prof. Dr. Marcelo Henrique Leão Santos**

**Prof. Dr. Rodrigo de Almeida Heringer**

GOIÂNIA

2021

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

Messias, Davi Resende  
RELATÓRIO FINAL DO MAPEAMENTO GEOLÓGICO 1:50 000 DA  
REGIÃO DE ANICUNS (GO) - ÁREA 4 [manuscrito] / Davi Resende  
Messias, Lucas Portes Ramos. - 2021.  
305 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Prudente de Melo; co-orientador Dr. Marcelo Henrique Leão-Santos; co-orientador Dr. Rodrigo de Almeida Heringer.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Campus Aparecida de Goiânia, Geologia, Aparecida de Goiânia, 2021.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.  
Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, gráfico, algoritmos, lista de figuras.

1. Mapeamento. 2. Arco Magmático de Goiás. 3. Complexo Córrego Seco. 4. Anicuns. I. Ramos, Lucas Portes. II. Melo, Rodrigo Prudente de, orient. III. Leão-Santos, Marcelo Henrique, co-orient. IV. Título.

CDU 55



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

**BANCA EXAMINADORA**

**DAVI RESENDE MESSIAS**

**LUCAS PORTES RAMOS**

**RELATÓRIO FINAL DO MAPEAMENTO GEOLÓGICO 1:50.000 DA REGIÃO DE ANICUNS (GO) –  
ÁREA 4**

Monografia apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia como parte dos requisitos para a conclusão do curso de Geologia.

Trabalho aprovado em 25 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Rodrigo Prudente de Melo – Universidade Federal de Goiás (UFG-FCT)

Prof. Dr. José Affonso Brod - Universidade Federal de Goiás (UFG-FCT)

Ms. Vanderlei de Farias - Anglo American S.A

Goiânia

2021



Documento assinado eletronicamente por **Rodrigo Prudente De Melo, Professor do Magistério Superior**, em 30/11/2021, às 16:07, 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 **José Affonso Brod, Professor do Magistério Superior**, em 30/11/2021, às 18:03, 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 **Vanderlei de Farias, Usuário Externo**, em 01/12/2021, às 16:51, 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](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2534464** e o código CRC **E0465BBB**.

Referência: Processo nº 23070.062362/2021-07

SEI nº 2534464

Dedicamos este trabalho aos que nos permitiram chegar até aqui. Família, professores e todos que lutaram e lutam pela educação e pela ciência brasileira.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, nós gostaríamos de agradecer todos os que estiveram diretamente envolvidos no Trabalho Final, em especial nosso orientador, o Prof. Dr. Rodrigo Prudente de Melo, cuja ajuda foi crucial em toda a caminhada, obrigado por estar sempre disposto e por toda a atenção. Aos Profs. Drs. Estela Leal Chagas do Nascimento, Joana Paula Sanchez, José de Araújo Nogueira Neto, Marcelo Henrique Leão Santos e Rodrigo de Almeida Heringer, agradecemos todo o apoio durante esse período, cada um de vocês contribuiu de forma especial para os resultados deste trabalho. Aos nossos colegas, André, Lara, Marco Túlio, Pedro Guilherme, Rafael, Silvencler e Túlio, com quem pudemos discutir, aproveitar e em quem pudemos contar em todos os momentos. Por fim, agradecemos ao geólogo Msc Vanderlei de Farias por ter aceitado compor a avaliação deste trabalho.

Também gostaríamos de agradecer aos que indiretamente permitiram o desenvolvimento deste trabalho. À toda equipe da UFG, em especial à Edna Florêncio Ramos e ao Mateus Reis, agradecemos toda a ajuda no laboratório de microscopia, e através da Profa. Dra. Fernanda Maciel Canile, agradecemos todo o apoio da coordenação, que com certeza nos ajudou a chegar até aqui. Às nossas famílias, amigos e todos que nos apoiaram em casa, graças a vocês todo o processo pôde ser menos tenso e mais prazeroso, obrigado pela paciência, pela compreensão e por todos os detalhes do dia a dia.

Para terminar, gostaríamos de agradecer todos os professores que participaram do nosso desenvolvimento acadêmico, com certeza cada aprendizado acumulado na universidade fez toda a diferença na produção deste trabalho. Além dos já mencionados, agradecemos especialmente aos Profs. Drs. José Affonso Brod e Tereza Cristina Junqueira Brod, além de pela ajuda com conhecimento voltado para o Trabalho Final, por plantarem as sementes cujos frutos acabam de começar a crescer. Em 2016 vocês avaliaram o nosso trabalho de campo de Geologia Básica e hoje podem ver aqui quanta coisa mudou.

*O meu espírito rebela-se contra a estagnação.  
Deem-me problemas, muito trabalho, o mais  
complicado criptograma ou a mais intrincada  
análise e eu estarei no meu meio.  
Sherlock Holmes*

## RESUMO

O trabalho foi realizado a partir do processamento e interpretação de dados fotointerpretativos, geofísicos, geoquímicos e geoambientais e dos dados litológicos e estruturais coletados em campo. O mapeamento geológico na região de Anicuns teve como resultado o delineamento de unidades inseridas no contexto do Arco Magmático de Goiás (AMG), incluindo gnaisses do Metagranito Sanclerlândia e rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí, de rochas ligadas a magmatismo sin-colisional (Granitos Córrego da Lavrinha e Creoulos), e de rochas máficas associadas a vulcanismo gerado pelo colapso do orógeno colisional (Complexo Córrego Seco), todas localizadas na Faixa Brasília. Foram reconhecidas quatro fases deformacionais na área: D<sub>1</sub> representa uma compressão EW associada a dobras de empurrão com vergência para leste, que é redobrada por D<sub>2</sub>, compressão EW da progressão de D<sub>1</sub>; D<sub>3</sub> é um encurtamento lateral NS que gera crenulações de eixo EW; D<sub>4</sub> representa o último estágio (rúptil) da compressão EW, com a formação de zonas de cisalhamento e falhas de cavalgamento. Foi constatado que a área é importante na compreensão da evolução da Faixa Brasília, pois as rochas estão inseridas nos eventos tectônicos e magmáticos ligados ao desenvolvimento do cinturão, iniciando na formação do AMG, no Período Toniano, durante a quebra do Paleocontinente Rodínia, e progride até o fechamento do Paleocéano Goiás, quando ocorrem os últimos eventos magmáticos. Economicamente a área é interessante pela presença de diversos processos potencialmente mineralizadores, incluindo metamorfismo de contato, vulcanismo e hidrotetalismo. As principais ocorrências minerais na área são de ouro e brita.

**Palavras-Chave:** Mapeamento. Arco Magmático de Goiás. Complexo Córrego Seco.

## **ABSTRACT**

This work was accomplished through the processing and the interpreting of images, geophysical, geochemical, and environmental data and lithological and structural data obtained in the field. The geological mapping in the Anicuns region had as result the outlining of units in the Goiás Magmatic Arc (AMG) context, including gneisses from the Sanclerlândia Metagranite and rocks from the Anicuns-Itaberaí Metavolcanosedimentary Sequence, units associated to sin-collisional magmatism (Córrego da Lavrinha and Creoulos granites) and mafic rocks associated to volcanism installed through the collisional orogen collapse (Córrego Seco Complex), all comprising the Brasília Belt. Four deformational phases were recognised in the area: D1 represents an EW compression that generates folds verging East, which is refolded by D2, an EW compression from D1 progression; D3 is a NS lateral shortening that creates crenulation with an EW axis; D4 represents the riptile last stage of the EW compression, with shear zones and thrust faults associated. The area is important in the understanding of the Brasília Belt evolution because its rocks are inserted in the tectonic and magmatic events related to the belt development, starting with the AMG formation in the Tonian Period, during the fracturing of the Rodinia Palecontinent, and progresses until the Goiás Paleoccean closure, when the last magmatic events occur. Economically, the area is interesting because of the presence of potential to numerous metallogenic processes, including contact metamorphism, volcanism and hydrothermalism. The main mineral occurrences are gold and gravel.

**Keywords:** Mapping. Goiás Magmatic Arc. Córrego Seco Complex.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mapa de localização da área de Trabalho Final, com a área de estudo (Área 4) em destaque, incluindo acessos a partir da capital Goiânia e as outras áreas do TF. ....	31
Figura 2: Mapa dos trabalhos de mapeamento feitos anteriormente que abrangem a área de estudo .....	33
Figura 3: Sequência das etapas do processamento de dados aerogeofísicos (Leão-Santos, 2006).....	34
Figura 4: Perfil da linha de voo L25381 que demonstra a altitude do voo da aeronave (GPSALT) e altitude da superfície (MDT). A maior altitude está representada pela seta. Levantamento na região de Anicuns, no Estado de Goiás.....	35
Figura 5: Detalhe das linhas de voo que apresentam desvio de espaçamento. No caso, o espaçamento foi de 625m, 125m acima dos 500m. ....	36
Figura 6: Representação esquemática da diferença de quarta ordem (Leão-Santos, 2006). ....	37
Figura 7: Comparação dos perfis dos dados magnéticos medidos (MAGIGRF), em preto, com os da diferença de quarta ordem (dif4), em azul, da linha de voo L25320. ....	37
Figura 8: Perfil do campo magnético anômalo nos valores originais (MAGIGRF), calculados por curvatura mínima (cma_mc100) e pelo método bi-direcional (cma_bd100), ambos utilizando uma célula de 100m. ....	39
Figura 9: Dados de Cr e Cu sendo comparados quanto aos métodos de análise, a disparidade na relação entre esses dados é comprovada, revelando a necessidade de normalização. ....	44
Figura 10: Extensões do QGIS e produtos relacionados, que, progressivamente, culminam na bacia.....	46
Figura 11: Gráfico de precipitação anual na estação pluviométrica de Anicuns utilizando dados de 1972 a 2018, subtraída pela média no período.....	48
Figura 12: Gráfico <i>boxplot</i> de precipitação mensal na estação pluviométrica de Anicuns utilizando dados de 1972 a 2018. ....	49
Figura 13: Umidade do solo em relação à precipitação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Em vermelho a umidade e em preto a precipitação. ....	51
Figura 14: Relação da soma anual de infiltração com a soma da percolação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Toda a percolação provém da infiltração.....	51
Figura 15: Soma dos produtos anuais da precipitação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. A soma dos três produtos é o total da precipitação no ano. ....	52
Figura 16: Fluxo de base em relação à precipitação diária sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Em vermelho a o fluxo de base e em preto a precipitação. ....	53
Figura 17: Modelo da formação da Faixa Brasília Norte e Faixa Brasília Sul. Modificado de Araújo Filho <i>et al.</i> , 2000. ....	58
Figura 18: Compartimentação geotectônica da Faixa Brasília com as divisões de zona, em 1: Arco Magmático; em 2: Zona Interna; em 3: Zona Externa; em 4: Zona Cratônica. Modificado de Pimentel <i>et al.</i> , 2004 e Pimentel <i>et al.</i> , 2016. ....	60
Figura 19: Modelo geotectônico para as fases finais de evolução do Arco Magmático de Goiás . Fonte: Pimentel <i>et al.</i> (2004).....	65
Figura 20: (a) Mapa do Brasil com a localização da principal porção do Complexo Anápolis-Itaúçu para a área de estudo, em relação às principais unidades tectônicas do país, detalhada em (b), especialmente em relação às	

litologias vizinhas, da Faixa Brasília. (c) Mapa geológico do complexo próximo a Goiânia e Damolândia. Fonte: Moraes, (2002).	67
Figura 21: Mapa geológico simplificado mostrando as intrusões máficas a máfico-ultramáficas sin-orogênicas de 600 a 630Ma na região da área de estudo (em amarelo), modificado de Silva <i>et al.</i> (2011), a partir dos dados de Meneghini e Carneiro (2020a e 2020b) e Martins e Santos (2019a e 2019b). Números de 1 a 7 indicam as intrusões no Arco Magmático de Arenópolis (1 – Americano do Brasil; 2 – Mangabal I e II; 3 – Água Fria; 4 – Adelândia; 5 – Fronteira Norte; 6 – Pameiras; 7 – Mata Rica e Palmito); Números de 8 a 13 indicam as intrusões no Complexo Anápolis-Itaúçu (8 – Águas Claras; 9 – Capelinha; 10 – Taquaral; 11 – Santa Rosa; 12 – Damolândia; 13 – Goiânia-Trindade) 14 e 15 indicam intrusões gabrodioríticas (14 – Córrego Seco; 15 – Santa Bárbara).	70
Figura 22: Estereograma dos polos de foliação milonítica (41 medidas) dos gnaisses do embasamento, retirado de Nunes (1990).	75
Figura 23: O caminho P-T em cinza claro é restringido pela falta de cordierita (ML-67). O caminho P-T em cinza escuro inclui tanto um segmento de descompressão quase isotermal e outro de resfriamento quase isobárico (PT-62 e ANA-287). Fonte: Moraes (2002).	79
Figura 24: Amostra (20TF04_157-a) do gnaiss Diorítico, com bandamento gnáissico e presença de cristais de granada.	92
Figura 25: Amostra (20TF04_115-b) do gnaiss Diorítico indeformado.	92
Figura 26: Autólito de granulação fina dentro do diorito de granulação grossa. Ponto 20TF04_115.	93
Figura 27: A: Fotomicrografia PPL da rocha, pode ser observada a textura poiquiloblástica da granada, conservando o $S_{n-1}$ e o bandamento composicional e textural orientado pelo $S_1$ . B: Fotomicrografia CPL da rocha.	94
Figura 28: Perfil de solo sobre saprólito de gnaiss, que é visto na mesma altura em que o martelo está. Ponto 20TF04_055.	95
Figura 29: Migmatito do ponto 20TF04_015 com estrutura bandada e composição granodiorítica.	95
Figura 30: A. Amostra de mão do calcixisto que ocorre próximo a zona de cisalhamento (amostra 20TF04_90-d), exibindo porfiroclastos de granada e hornblenda. B. Fotomicrografia CPL, agregados de carbonato oxidado e poiquiloblastos de clinozoisita com inclusões de quartzo. C. Poiquiloblastos de hornblenda com inclusões de quartzo e opacos. D. Sigmóides cisalhados marcados pelas muscovitas.	99
Figura 31: Calcixitos que ocorrem nas porções distais à zona de cisalhamento (Amostra 20TF04_89-d). A: amostra de mão da rocha, exibindo cor escura devido a presença de cristais de biotita, granada e anfibólio. B: Fotomicrografia PPL da rocha, com granada e uma foliação milonítica incipiente impressa nas biotitas e anfibólios.	100
Figura 32: Dobra sinclinal em muscovita-quartzito da Sequência Anicuns-Itaberaí. O eixo da dobra cai 60° para 205, e o flanco visto tem mergulho de 65° para SW. Condiz com o empurrão regional com vergência para leste. Ponto 20TF04_111.	101
Figura 33: Flanco curto de dobra de empurrão em quartzito (ponto 20TF04_087). Foliação no local mergulha 75° para SE (N130).	102
Figura 34: Quartzito com foliação subvertical localizado na frente de empurrão (ponto 20TF04_159). Mergulho de 85° para NE (N060).	103
Figura 35: A. Fotomicrografia (PPL) exibindo granada com textura poiquiloblástica em meio a matriz de hornblenda e plagioclásio com textura nematoblástica orientados segundo $S_1$ . B. Fotomicrografia PPL da rocha, exibindo minerais opacos à luz transmitida, contidos na foliação e como inclusões nas hornblendas.	104
Figura 36: Afloramento de anfibolito com foliação S2(em laranja) que gera <i>rods</i> (em vermelho) nos eixos. Ponto 20TF04_086.	105
Figura 37: Clasto em bloco de metatufos do ponto 20TF04_024.	106

Figura 38: Bomba vulcânica em afloramento em piso de metatufos da SAI, no ponto 20TF04_024.....	107
Figura 39: Sienogranito Creoulos com dobras de crenulação perpendicular à foliação gnáissica principal e grãos de feldspato rotacionados. Eixo da crenulação com mergulho de 35° para N174. Ponto 20TF04_028.....	108
Figura 40: A: Fotomicrografia PPL da rocha, podem ser visualizados os fenocristais granulares tipo “augen” com grandes fitas de micas nas bordas. B: Fotomicrografia CPL da rocha, fenocristais parcialmente fragmentados.....	110
Figura 41: Afloramento do granito Córrego da Lavrinha, há cerca de 1km a oeste do centro urbano de Anicuns (Ponto 20TF04_104).....	111
Figura 42: Amostra do granito Lavrinha protomilonitizado (amostra 20TF04_101-a). ....	112
Figura 43: A: Fotomicrografia PPL mostrando sigmoides de feldspato potássico. B: Fotomicrografia CPL da rocha, mostrando domínios composicionais e texturais ao longo da foliação Sn. ....	113
Figura 44: Amostra 20TF04_048-a, de diorito do CS foliado, associado a uma zona de transcorrência sinistral. ....	114
Figura 45: A: Amostra macroscópica de hornblenda-gabro do CS. B. Fotomicrografia CPL da textura intersticial a ortocumulática, também é possível visualizar a uralitização do clinopiroxênio.....	115
Figura 46: A: Amostra macroscópica de hornblenda-gabro do CS. B. Fotomicrografia CPL da textura claramente ortocumulática, também é possível visualizar a uralitização do clinopiroxênio.....	116
Figura 47: A: Amostra de hornblenda-gabro de corpo intrusivo localizado a 4 km à sul do plutón Córrego Seco. B: Fotomicrografia CPL da textura óptica da rocha, é possível visualizar também a uralitização dos piroxênios. ....	117
Figura 48: Bloco rolado de basalto com linhas de estratificação e que ficam ressaltadas devido à alteração intempérica. Ponto 20TF04_154. ....	118
Figura 49: Estrutura de depósito piroclástico do tipo surge em afloramento de sedimentos vulcânicos da Unidade Vulcânica do CS. Ponto 20TF04_120. ....	118
Figura 50: Amostra de cinza vulcânica associada aos depósitos piroclásticos na borda do Complexo Córrego Seco. Amostra 20TF04_120-b.....	119
Figura 51: Amostra 20TF04_119-g, de vidro vulcânico indeformado que ocorre associado aos basaltos da Unidade Vulcânica do CS.....	120
Figura 52: Vidro vulcânico indeformado com textura vesicular que ocorre associado aos basaltos da Unidade Vulcânica do CS.....	120
Figura 53: Amostra 20TF04_119-d, de basalto do CS com disjunções colunares. ....	121
Figura 54: Intercalação em piso de basaltos e tufos soldados da Unidade Vulcânica do CS. Ponto 20TF04_120. ...	121
Figura 55: Blocos-diagramas esquemáticos mostrando a evolução da deformação em fases. D1 representa uma compressão EW associada a dobras de empurrão, com vergência para E, com foliação paralela ao plano axial dessas dobras. D2 também representa uma compressão EW, possivelmente da progressão do mesmo evento de D1, que redobra S1 e gera crenulações com foliação no plano axial e lineação no eixo. D3 já representa uma compressão NS, ou seja, um encurtamento lateral, que dobra as foliações anteriores perpendicularmente, também formando crenulações com foliação no plano axial e lineação no eixo. D4 representa um evento rúptil, provavelmente também da progressão do evento de D1 e D2, com a formação de fraturas e desenvolvimento de zonas de cisalhamento e de transcorrência sinistrais de direções NW-SE e NE-SW, associadas a duas tensões compressivas (SW e NW, respectivamente), que têm como resultante uma compressão EW que gera as falhas de empurrão.....	123
Figura 56: Domínios estruturais da área com os estereogramas das estruturas medidas. No mapa a área em azul é o Domínio Estrutural 1 que abrange o Metagranito Sancrelândia; em verde é o Domínio Estrutural 2, que compreende os metassedimentos e metavulcânicos da SAI; e em amarelo é o Domínio Estrutural 3, que compreende as intrusões graníticas.....	124

Figura 57: Crenulação S3 em muscovita-xisto da Sequência Anicuns-Itaberaí. Lapiseira indica o eixo da crenulação, com caimento de 35° para 214. Ponto 20TF04_079. ....	127
Figura 58: Padrão “caixa de ovos” gerados sobreposição das crenulações S2 e S3, em muscovita-quartzo-xisto da SAI. Ponto 20TF04_091. ....	127
Figura 59: Estereograma das fraturas medidas na área. Nele é possível reconhecer os dois pares de fraturas sintéticas e antitéticas, um de 290 a 360 e o outro de 20 a 100. ....	130
Figura 60: A amostra a esquerda é um hornblenda-gabro com > 60% de plagioclásio, relacionado às rochas do Complexo Córrego Seco, parcialmente alterado, enquanto a amostra a direita é o produto avançado da alteração supergênica desse material, pouco denso e composto por bauxita e óxidos de ferro. ....	131
Figura 61: A. Afloramento de gabros e dioritos do Complexo Córrego Seco, é possível observar as fraturas espaçadas em ~ 5 metros. B. Afloramentos decamétricos do Granito Creoulos no contexto do Morro do Chapeú, presença de foliação pouco penetrativa e fraturas espaçadas em ~ 2 metros. C. Afloramento do granito Córrego da Lavrinha de ~ 30 x 50 m, pouco foliado com presença de fraturamento intenso por pares conjugado com espaçamento ~ 1 metro. D. Afloramento de gnaiss diorítico de ~100 m <sup>2</sup> , pouco foliado com presença de fraturas espaçadas em ~ 10 m. ....	132
Figura 62. A: Afloramento de canga laterítica em barranco, possuindo aproximadamente 180m <sup>2</sup> . B: Bloco maciço de hematita, óxidos de ferro e quartzo, com presença de textura ígnea reliquiar. C: A amostra a direita é um basalto com mais de 50% de hornblenda relacionado às rochas do Complexo Córrego Seco, parcialmente alterado, enquanto a amostra a esquerda é o produto avançado da alteração supergênica desse material, composto por hematita. ....	133
Figura 63: A: Filonito de zona de cisalhamento cortando Granito Córrego da Lavrinha com inserção de óxidos de manganês e ferro na xistosidade. B: Filonito rico em óxido de manganês com fratura milimétrica cortando a foliação e preenchida por hematita. ....	134
Figura 64: A: Zona mineralizada com presença de veios de quartzo translúcido sigmoidais inseridos nos xistos. B: Fotografia de lupa eletrônica em aumento de 50x com presença de pequenas folhas de ouro nativo inseridas no plano da foliação S1, associadas com bornita e galena ao fundo. ....	135
Figura 65: A: Amostra 20TF04_112-a, de veio de quartzo com drusa de schorlita. B: Foto de lupa eletrônica com zoom de 13x, presença de cristais euédricos de turmalina maclados e concentrados em um nível do veio de quartzo. ....	136
Figura 66: Erosão gerando voçoroca no ponto 20TF04_135. ....	137
Figura 67: Nascente exposta por ravina no ponto 20TF04_066. ....	138
Figura 68: Cachoeira no Rio dos Bois. ....	139
Figura 69: Diagrama esquemático retirado de Bucher & Grapes (2011), que ilustra a transição de fácies xisto-verde/anfibolito em termos de X <sub>Al</sub> (anfibólio) e X <sub>An</sub> (plagioclásio) versus a temperatura a uma pressão específica, mostrando o <i>gap</i> composicional que define a temperatura de transição da fácies. A reação representada pelo mesmo demonstra a quebra da actinolita e albita, gerando após um período de estabilidade mútua, a formação de hornblenda e andesina. Na fácies xisto-verde, albita + actinolita (com clorita e epidoto) são estáveis como observamos na porção esquerda do gráfico, na fase de transição coexistem em pares albita e ortoclásio-andesina, actinolita e hornblenda, que podemos observar na porção central do gráfico, e na fácies anfibolito, hornblenda e oligoclásio-andesina são estáveis como podemos observar na porção direita do gráfico. ....	143
Figura 70: Diagrama petrogenético KFMASH mostrando as condições de pressão e de temperatura da assembleia metamórfica dos metapelitos delimitado pelo triângulo vermelho. Fonte: Navarro <i>et al.</i> (2014). ....	144
Figura 71. Representação gráfica da reação descontínua de uma assembleia na zona da clorita para uma assembleia na zona da granada + hornblenda proposta por Labotka (1987). A reação é gerada pela quebra de plagioclásio + clorita + biotita para gerar hornblenda + granada (balanceada por quantidades apropriadas de quartzo, epidoto, muscovita e H <sub>2</sub> O). Fonte: Labotka (1987). ....	145

Figura 72: Esboço evolutivo geotectônico e da distribuição dos diversos blocos envolvidos na evolução geotectônica da área do Projeto Oeste de Goiás, porção meridional do Arco Magmático de Goiás, segmento oeste do Orógeno Brasília. O ponto amarelo indica a área de estudo. Modificado de Lacerda Filho *et al.* (2021). ..... 147

Figura 73. Modelo de evolução geológica-geotectônica da porção meridional dos Orógenos Brasília e Araguaia, no contexto crustal neoproterozoico em sistema de arcos acrescionários (insulares e margem continentais). 1) Estágio inicial proposto com três blocos continentais separados por processos de oceanização em torno de 1.0-0.95 Ga; 2) Quebra da crosta oceânica e *slab* com a formação do arco insular Arenópolis-Piranhas; 3) Montagem do arco insular Anicuns-Itaberaí e Adelândia; 4) Instalação dos arcos Bom Jardim, Jaupaci e Iporá-Amorinópolis; 5) Propagação dos processos orogênicos em 630 Ma, evidenciados por falhas cavalgantes em direção aos crátons Amazônico e São Francisco, a depender da proximidade do anteparo; 6) Acomodação final da deformação Brasiliana, através de falhas de empurrão e escapes laterais em zonas de cisalhamento. Fonte: Lacerda Filho *et al.*, 2021. .... 153

Figura 74. Desenhos esquemáticos da evolução tectônica a partir da colisão do orógeno, sua exumação e posterior colapso relacionado aos magmatismos regionais. (1) Exumação da crosta subductada, (2) Erosão termoquímica do manto durante os estágios iniciais de colapso do orógeno com magmas máficos derivados da fusão litosférica, ricos em minerais hidratados e (3) Erosão do manto litosférico durante os estágios tardios do colapso do orógeno. Figura modificada de Zhou *et al.* (2021). ..... 155

## LISTA DE APÊNDICES

Apêndice I: Mapa de satélite da Área 4, incluindo drenagens, sedes e acessos levantados por fotointerpretação.....	173
Apêndice II: Mapa base da Área 4, incluindo drenagens, sedes e acessos levantados por fotointerpretação. ....	174
Apêndice III: Mapa de distribuição das linhas de voos da região da Área 4.....	175
Apêndice IV: Comparação visual das imagens interpoladas do gradiente total (amplitude do sinal analítico).....	176
Apêndice V: Comparação visual das imagens interpoladas da contagem total.....	177
Apêndice VI: Comparação entre o produto sem suavização e com suavização, no CMA.....	178
Apêndice VII: Mapa de Campo Magnético Anômalo.....	179
Apêndice VIII: Mapa do Gradiente Horizontal Total. ....	180
Apêndice IX: Mapa da Derivada Vertical. ....	181
Apêndice X: Mapa de Gradiente Total.....	182
Apêndice XI: Mapa de Inclinação do Sinal Analítico.....	183
Apêndice XII: Mapa de Inclinação do Sinal Analítico (em tons de cinza). ....	184
Apêndice XIII: Mapa de composição Gradiente Total e Inclinação do Sinal Analítico. ....	185
Apêndice XIV: Mapa de Contagem Total. ....	186
Apêndice XV: Mapa de Potássio em porcentagem. ....	187
Apêndice XVI: Mapa de Tório em ppm. ....	188
Apêndice XVII: Mapa de Urânio em ppm.....	189
Apêndice XVIII: Mapa de Composição RGB K:Th:U. ....	190
Apêndice XIX: Mapa de distribuição dos pontos de coleta e drenagens. ....	191
Apêndice XX: Covariação dos elementos dentro da área 20TF04. ....	192
Apêndice XXI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar par a prata (Ag).....	193
Apêndice XXII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Arsênio (As).....	194
Apêndice XXIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Ouro (Au). ....	195
Apêndice XXIV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Boro (B). ....	196
Apêndice XXV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Bário (Ba). ....	197
Apêndice XXVI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Berílio (Be).....	198
Apêndice XXVII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Bismuto (Bi). ....	199

Apêndice XXVIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Cálcio (Ca). .....	200
Apêndice XXIX: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Cobalto (Co). .....	201
Apêndice XXX: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Cromo (Cr). .....	202
Apêndice XXXI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Cobre (Cu). .....	203
Apêndice XXXII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Ferro (Fe). .....	204
Apêndice XXXIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Gálio (Ga). .....	205
Apêndice XXXIV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Lantânio (La). .....	206
Apêndice XXXV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Magnésio (Mg). .....	207
Apêndice XXXVI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Manganês (Mn). .....	208
Apêndice XXXVII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Molibdênio (Mo). .....	209
Apêndice XXXVIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Nióbio (Nb). .....	210
Apêndice XXXIX: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Níquel (Ni). .....	211
Apêndice XL: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o chumbo (Pb). .....	212
Apêndice XLI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Escândio (Sc). .....	213
Apêndice XLII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Estanho (Sn). .....	214
Apêndice XLIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Ítrio (Y). .....	215
Apêndice XLIV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Vanádio (v). .....	216
Apêndice XLV: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Titânio (Ti). .....	217
Apêndice XLVI: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Estrôncio (Sr). .....	218
Apêndice XLVII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Zinco (Zn). .....	219
Apêndice XLVIII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Zircônio (Zr). .....	220

Apêndice XLIX: Bacia hidrográfica delimitada para a área de mapeamento do TF de 2020, com as drenagens que a compõem.....	221
Apêndice L: Localização das estações utilizadas no trabalho, em relação à bacia. Em preto, as estações meteorológicas e em verde as pluviométricas.....	222
Apêndice LI: Polígonos de Thiessen das estações pluviométricas para a bacia delimitada.....	223
Apêndice LII: Mapa de Precipitação média anual calculada para a bacia delimitada, utilizando dados de 2000 a 2018. ....	224
Apêndice LIII: Mapas de uso e ocupação do solo da área de estudo.....	225
Apêndice LIV: Mapa dos tipos de solo na área de estudo.....	226
Apêndice LV: Mapa da perda de solo por erosão na área de estudo.....	227
Apêndice LVI: Mapa de susceptibilidade a erosão na área de estudo.....	228
Apêndice LVII: Mapa de vulnerabilidade hídrica superficial na área do TF.....	229
Apêndice LVIII: Mapa de vulnerabilidade hídrica subterrânea na área do TF.....	230
Apêndice LIX: APPs de curso d'água delimitadas para a área de mapeamento do TF de 2020, com as drenagens que a compõem.....	231
Apêndice LX: APPs de nascentes delimitadas para a área de mapeamento do TF de 2020, com as drenagens que a compõem.....	232
Apêndice LXI: Mapa de declividade para a área de mapeamento do TF de 2020.....	233
Apêndice LXII: Mapa geológico das unidades da área de estudo elaborado a partir de dados geológicos disponibilizados pela Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (Meneghini e Carneiro, 2020a, b; Martins e Santos 2019a, b).....	234
Apêndice LXIII: Mapa com a ocorrência de estruturas na área de estudo, segundo o levantamento de dados da CPRM. Ao fundo, as unidades litológicas seguem a legenda do Apêndice LXII.....	235
Apêndice LXIV: Mapa de ocorrências minerais, empreendimentos mineiros e requerimentos de área da área de estudo, segundo levantamentos feitos anteriormente. Ao fundo, mapa geológico com legenda seguindo o Apêndice LXII.....	236
Apêndice LXV: Mapa das zonas homólogas delimitadas pela fotointerpretação, que estão associadas às mesmas cores das foto-litologias do Apêndice LXVII.....	237
Apêndice LXVI: Mapa das estruturas delimitadas pela fotointerpretação.....	238
Apêndice LXVII: Mapa das litologias delimitadas pela fotointerpretação.....	239
Apêndice LXVIII: Mapa de Interpretação de Domínios Magnéticos.....	240
Apêndice LXIX: Mapa de Interpretação de Estruturas Magnéticas.....	241
Apêndice LXX: Mapa de Domínios Gamaespectrométricos.....	242
Apêndice LXXI: Mapa de Interpretação de lineamentos gamaespectrométricos (Estruturas radiométricas).....	243
Apêndice LXXII: Resumo expandido intitulado “Magnetic and radiometric signatures of Creoulos and Córrego da Lavrinha tonian granitic intrusions and Anicuns-Santa Bárbara mafic-ultramafic Suite (Córrego Seco Body) in Anicuns, Goiás, Brazil”, publicado no 17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef (6 páginas).....	244
Apêndice LXXIII: Mapa Quantitativo de anomalias de prata em ppm.....	250
Apêndice LXXIV: Mapa Quantitativo de anomalias de berílio em ppm.....	251

Apêndice LXXXV: Tabela de pontos de campo da Área 4 do Trabalho Final de 2020 (15 páginas).....	252
Apêndice LXXXVI: Lista de Amostras coletadas em campo da Área 4 do Trabalho Final de 2020 (8 páginas) .....	267
Apêndice LXXXVII: Fichas de descrição petrográfica das lâminas da Área 4 do Trabalho Final de 2020 (20 páginas) .....	275
Apêndice LXXXVIII: Mapa geológico.....	295
Apêndice LXXXIX: Mapa de pontos. Identificação litológica do ponto segue a legenda do Apêndice LXXXVIII .....	296
Apêndice LXXX: Modelo geológico tridimensional. ....	297
Apêndice LXXXI: Perfis geológicos.....	298
Apêndice LXXXII: Coluna litoestratigráfica. Legenda da litologia é a mesma do mapa geológico (Apêndice LXXXVIII).....	299
Apêndice LXXXIII: Mapa geológico integrado .....	300
Apêndice LXXXIV: Mapa estrutural integrado.....	301
Apêndice LXXXV: Mapa estrutural .....	302
Apêndice LXXXVI: Mapa de ocorrências minerais mapeadas. ....	303
Apêndice LXXXVII: Mapa de levantamento ambiental.....	304
Apêndice LXXXVIII: Mapa topográfico da área da bacia delimitada para a área de mapeamento do Trabalho Final de 2020.....	305

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

20TF04 – Área 4 do Trabalho Final de 2020

AMG – Arco Magmático de Goiás

ANA – Agência Nacional de Águas

ANM – Agência Nacional de Mineração

APP – Área de Preservação Permanente

AS – Sinal Analítico

ASF – Alaska Satellite Facility

BD\_100 – Interpolação Bi-direcional, com célula de 100m

BIF – Formação Ferrífera Bandada

Bt – Biotita

CAI – Complexo Anápolis-Itaçu

CBS – Sequência Córrego da Boa Esperança

CMA – Campo Magnético Anômalo

CN – Curve Number

CPL – Luz Polarizada Cruzada

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil

CS – Complexo Córrego Seco

CT – Contagem Total

DAAC – Distributed Active Archive Center

Dif4 – Diferença de Quarta Ordem

DV – Derivada Vertical

EP – Evapotranspiração Potencial

FB – Faixa Brasília

FFT – Fast Fourier Transform

FUNMINERAL – Fundo de Fomento a Mineração

GHT – Gradiente Horizontal Total

GPS – Sistema de Posicionamento Global

GPSALT – Altímetro do GPS

GRT – Gradiente Total

Grt – Granada

GWLF – Generalized Watershed Loading Functions

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGRF - International Geomagnetic Reference Field

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

ISA – Inclinação do Sinal Analítico

JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency

MAGIGRF – Campo Magnético Anômalo corrigido do IGRF

MC\_100 – Interpolação por Curvatura Mínima, com célula de 100m

METAGO – Metais de Goiás S/A

METI – Ministry of Economy, Trade and Industry

MME – Ministério de Minas e Energia

Ms – Muscovita

NASA – National Aeronautics and Space Administration

PPL – Luz Polarizada Paralela

SAI – Sequência Anicuns-Itaberaí

SCS – Serviço de Conservação do Solo Estadunidense

SEEG/OC – Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima

SGM – Superintendência de Geologia e Mineração

SGMTM – Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral

SIC – Secretaria do Estado de Indústria, Comércio e Serviços (Governo do Estado de Goiás)

SIEG – Sistema Estadual de Geoinformação

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SRTM – Shuttle Radar Topography Mission

TF – Trabalho Final

USAF – Força Aérea Americana

USGS – The United States Geological Survey

USLE – Universal Soil Loss Equation

UTM – Universal Transversa de Mercator

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	29
2 MATERIAIS E MÉTODOS .....	32
2.1 Processamento dos dados geofísicos .....	34
2.1.1 Conversão da projeção utilizada.....	35
2.1.2 Controle de qualidade .....	35
2.1.3 Interpolação .....	38
2.1.4 Filtragem .....	40
2.1.5 Mapas Magnéticos Transformados .....	42
2.1.6 Mapas Gamaespectrométricos.....	42
2.2 Processamento dos dados geoquímicos.....	42
2.2.1 Compilação e controle de qualidade dos dados de geoquímica de sedimento de corrente .....	43
2.2.2 Conversão da projeção utilizada.....	43
2.2.3 Normalização dos dados.....	44
2.2.4 Covariância dos elementos.....	44
2.2.5 Mapas de abundância relativa dos elementos .....	45
2.3 Processamento dos dados geoambientais .....	45
2.3.1 Delimitação da Bacia .....	46
2.3.2 Estações Pluviométricas e Meteorológicas.....	46
2.3.3 Precipitação .....	46
2.3.4 Uso do solo.....	48
2.3.5 Tipos de solo.....	49
2.3.6 Parâmetros hidrográficos .....	49
2.3.7 Susceptibilidade à Erosão .....	53
2.3.8 Vulnerabilidade Hídrica .....	55
2.3.9 Áreas de Preservação Permanente.....	55
2.4 Trabalho de campo.....	56
2.5 Etapa pós-campo.....	57
3 GEOLOGIA REGIONAL.....	58
3.1 Província Tocantins .....	58
3.2 Faixa Brasília .....	59
3.3 Zona Interna .....	61
3.4 Arco Magmático de Goiás .....	61

3.4.1 Plutônicas cálcio-alcálicas .....	62
3.4.2 Sequências Supracrustais .....	63
3.4.3 Evolução Tectônica do Arco Magmático.....	64
3.5 Sequência Anicuns-Itaberáí .....	64
3.6 Complexo Anápolis-Itaçu.....	66
3.7 Grupo Araxá .....	68
3.8 Intrusões Neoproterozoicas .....	69
3.8.1 Granito Creoulos .....	70
3.8.2 Granitos tipo Lavrinha .....	71
3.8.3 Suíte Máfico-Ultramáfica Americano do Brasil.....	71
3.9 Província Alcalina de Goiás.....	73
3.10 Unidades litoestratigráficas na área de estudo .....	73
3.11 Geologia estrutural.....	74
3.11.1 Estruturas na área de estudo.....	76
3.12 Metamorfismo .....	76
3.12.1 Arco Magmático de Goiás .....	76
3.12.2 Sequência Anicuns-Itaberáí .....	77
3.12.3 Complexo Anápolis-Itaçu.....	77
3.12.4 Grupo Araxá .....	79
3.13 Geologia Econômica .....	80
3.13.1 Depósitos e ocorrências minerais na região de Anicuns.....	80
3.13.2 Ocorrências minerais dentro da área de estudo .....	82
4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS .....	82
4.1 Fotointerpretação .....	82
4.1.1 Zonas Homólogas .....	82
4.1.2 Foto-estruturas.....	83
4.1.3 Unidades Fotolitológicas .....	83
4.2 Interpretação Geofísica .....	84
4.2.1 Interpretação das imagens magnetométricas .....	84
4.2.2 Interpretação dos lineamentos magnéticos .....	85
4.2.3 Interpretação das imagens gamaespectrométricas.....	85
4.2.4 Interpretação de lineamentos gamaespectrométricos .....	88
4.2.5 Considerações Gerais da Interpretação Geofísica .....	88

4.3 Geoquímica .....	89
4.3.1 Granito Creoulos .....	89
4.3.2 Granito Córrego da Lavrinha .....	89
4.3.3 Sequência Anicuns-Itaberaí .....	89
4.3.4 Suíte Anicuns-Santa Barbara – Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco .....	90
4.4 Unidades litoestratigráficas mapeadas .....	90
4.4.1 Metagranito Sanclerlândia .....	90
4.4.2 Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí.....	96
4.4.3 Granito Creoulos .....	108
4.4.4 Granito Córrego da Lavrinha .....	110
4.4.5 Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco .....	113
4.5 Geologia Estrutural.....	122
4.5.1 Domínio Estrutural 1: Metagranito Sanclerlândia .....	125
4.5.2 Domínio Estrutural 2: Sequência Anicuns-Itaberaí .....	125
4.5.3 Domínio Estrutural 3: Intrusões Félsicas .....	128
4.5.4 Fraturas e Zonas de Cisalhamento.....	128
4.6 Ocorrências Minerais .....	130
4.6.1 Bauxita.....	131
4.6.2 Brita.....	131
4.6.3 Hematita.....	132
4.6.4 Manganês .....	133
4.6.5 Ouro .....	134
4.6.6 Turmalina (Schorlita) .....	135
4.7 Levantamento Geoambiental.....	136
4.7.1 Apresentação dos dados numéricos.....	139
5 DISCUSSÃO .....	141
5.1 Metamorfismo .....	141
5.2 Evolução da Deformação na área .....	146
5.3 Magmatismo .....	148
5.3.1 Arco Magmático Anicuns/Sanclerlândia (830-815 Ma) .....	148
5.3.2 Magmatismo plutônico sin-colisional (790-750 Ma) .....	149
5.3.3 Instalação do sistema vulcânico de Anicuns / Suíte Intrusiva Gabronoritica Córrego Seco (630-610 Ma) .....	150

5.4 Modelo de Evolução Geológica .....	151
5.4.1 Estágio 1 - Instalação do Arco Magmático Anicuns/Sanclerlândia (830-815 Ma) .....	151
5.4.2 Estágio 2 - Magmatismo sin-colisional de granitos meta a peraluminosos de arco (790-740 Ma) .....	152
5.4.3 Estágio 3 - Fechamento do Oceano Goiás e metamorfismo de alto grau (650-630 Ma) .....	154
5.4.4 Estágio 4 - Intrusões máfico-ultramáficas do tipo Americano do Brasil (630-610 Ma) e a instalação do vulcão do Corpo Córrego Seco (623 Ma) .....	154
5.4.5 Estágio 5 - Instalação de zonas de cisalhamento transcorrentes de Moiporá-Novo Brasil e Lineamento Transbrasiliano (560-540 Ma).....	155
5.5 Potencial Econômico .....	156
5.5.1 O ouro do Poço da Sociedade.....	156
5.5.2 Brita das rochas intrusivas do Complexo Córrego Seco .....	157
5.5.3 Caulim e Areia .....	158
5.5.4 Outros recursos minerais com menor potencial .....	151
5.6 Aspectos Ambientais da Área .....	158
6 CONCLUSÃO .....	160
8 REFERÊNCIAS.....	162
9 APÊNDICES.....	172

## 1 INTRODUÇÃO

A região de Anicuns, no sudoeste do Estado de Goiás, é geologicamente marcada pelo contato entre unidades geológicas de diferentes idades e formadas por diferentes processos. Nesse contexto destaca-se o contato entre unidades metavulcanossedimentares de médio grau metamórfico, inseridas no Arco Magmático de Goiás (AMG), especialmente a Sequência Anicuns-Itaberaí (SAI), e rochas supracrustais de alto grau metamórfico, pertencentes ao Complexo Anápolis-Ituaçu (CAI). O contato entre essas rochas é resultado dos eventos tectônicos que ocorreram durante a evolução da Faixa Brasília ao longo de mais de 250Ma. A evolução tectônica da área se inicia com a formação do AMG, durante o Período Toniano, no contexto da quebra do Paleocontinente Rodínia, e termina com os eventos mais jovens de magmatismo ultramáfico, portador de conhecidas mineralizações de Ni, como o depósito de níquel sulfetado na Suíte Americano do Brasil, cujos corpos mais novos foram datados com idades tão jovens quanto 600Ma.

O resultado dessa evolução é a presença de uma grande diversidade de rochas que atualmente se encontram adjacentes por processos tectônicos e magmáticos, que serão discutidos ao longo do texto. Esse contexto geotectônico dá à área de estudo uma capacidade potencial de elucidação em relação à evolução da Faixa Brasília como um todo, incluindo aspectos tectônicos e magmáticos. Além disso, a complexidade de processos evolvida na área é também de interesse do ponto de vista econômico, pois inclui eventos com alto potencial mineralizador, dos quais podem ser citados: metamorfismo de contato entre intrusões félsicas mais jovens e metassedimentos do AMG, processos metassomáticos no contato entre as unidades ultramáficas e rochas félsicas, magmatismo ultramáfico e hidrotermalismo.

Trabalhos recentes de cartografia geológica foram executados na área pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Apesar da alta qualidade dos mapas geológicos, a escala de mapeamento da ordem de 1:100.000 não é suficiente no detalhamento das unidades, especialmente em relação à subdivisão de litofácies e litotipos. Por isso, foi proposto um trabalho de mapeamento de maior detalhe na região de Anicuns, que foi executado e é apresentado nesse relatório.

A seguir serão apresentados o levantamento e a discussão de dados da área de mapeamento escolhida para o Trabalho Final (TF) realizado por discentes do curso de Geologia da Universidade Federal de Goiás – UFG. Para a elaboração da cartografia geológica, foram subdivididas quatro áreas de estudo de 120Km<sup>2</sup> a serem mapeadas em escala de 1:50.000, no município de Anicuns,

sendo cada uma trabalhada por um grupo de alunos. Este trabalho, especificamente, se refere à Área 4, denominada 20TF04, de competência dos autores do relatório. O relatório é composto pela compilação de informações bibliográficas levantadas sobre o local a ser mapeado geologicamente, pelo processamento de dados geofísicos, geoquímicos e geoambientais, pelas informações coletadas durante a etapa de campo e pela interpretação e discussão de todos esses produtos.

As unidades litoestratigráficas da área incluem: ortognaisses e granitos milonitizados pertencentes ao Arco Magmático de Goiás; metavulcânicas básico-ultrabásicas a intermediárias e metassedimentares da Sequência Anicuns-Itaberaí, inserida nas sequências supracrustais do AMG; pelo granodiorito da unidade Creoulos e pelo granito da unidade Córrego da Lavrinha, componentes félsicos das intrusões neoproterozoicas da região; e pelo Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco, da Suíte Máfico-Ultramáfica Americano do Brasil, representando a porção máfica das intrusões neoproterozoicas. Apesar de não ocorrer na área, dados bibliográficos das rochas metamórficas do Complexo Anápolis-Itauçu e do Grupo Araxá também foram levantados devido à importância na região da área de estudo. A área apresenta alto potencial para mineralizações ouro do tipo lode-gold com a presença de garimpos e lavras em aluvião e foi alvo de trabalhos de prospecção para metais do grupo da platina no Complexo Córrego Seco.

A área de estudo está localizada no município de Anicuns, a cerca de 80km a noroeste de Goiânia. O centro urbano do município de Anicuns, está localizado na porção leste da área (Figura 1) e pode ser acessada, a partir de Goiânia, pela GO-050 até o município de Trindade, a oeste de Goiânia, e de lá, pelas GO-060 e GO-156 em um trajeto de cerca de 90km entre Goiânia e Anicuns (Figura 1).

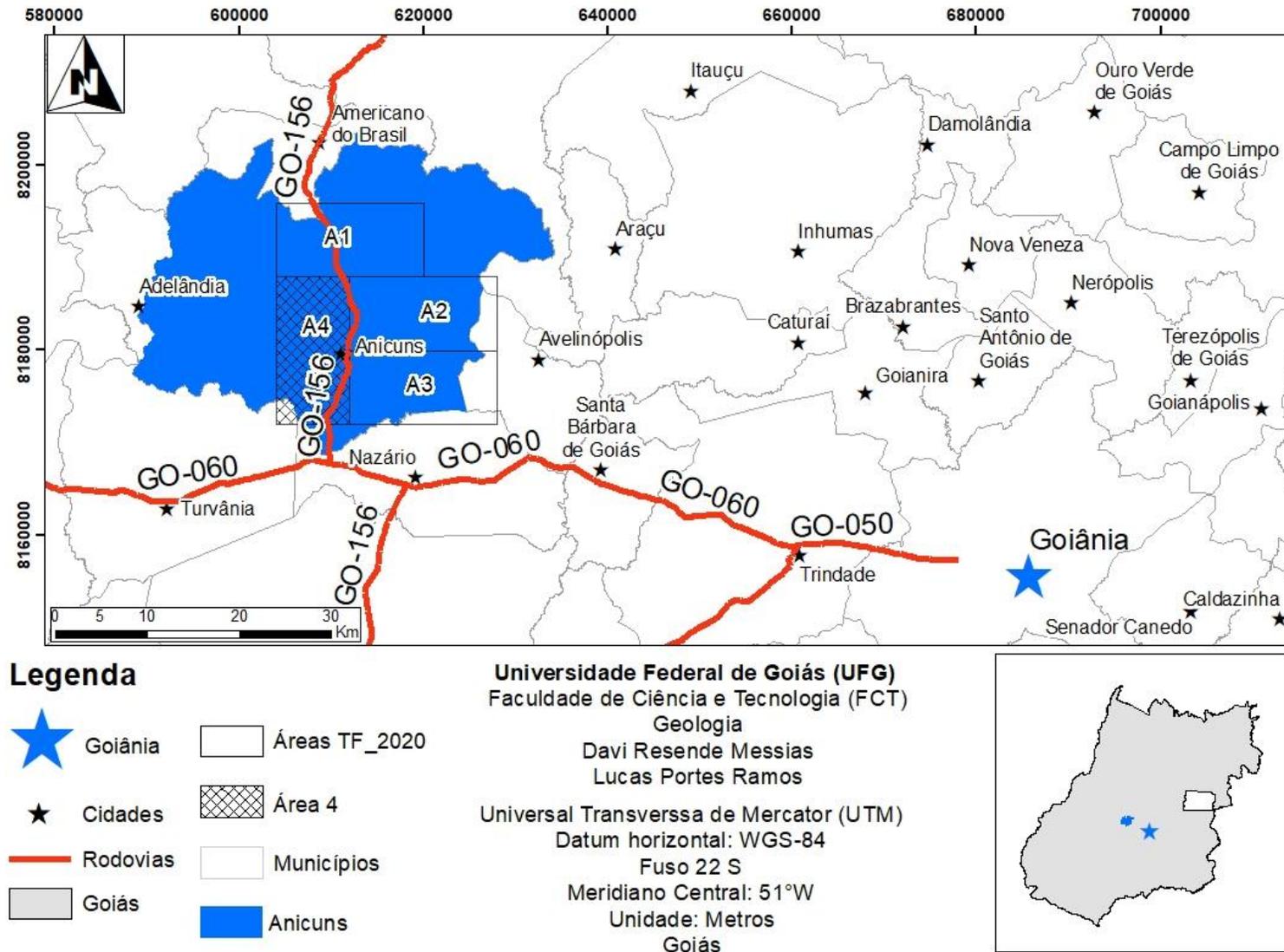


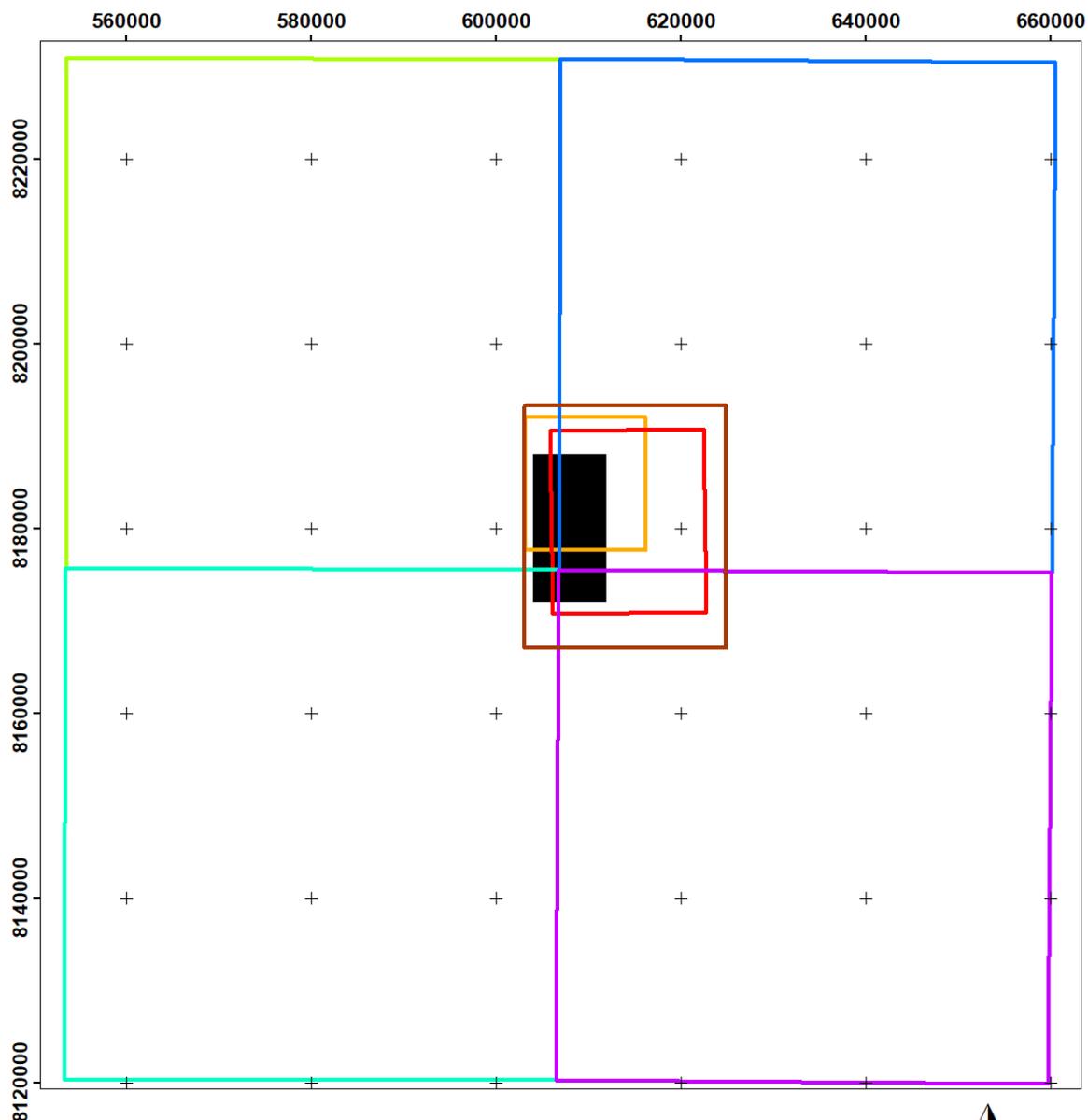
Figura 1: Mapa de localização da área de Trabalho Final, com a área de estudo (Área 4) em destaque, incluindo acessos a partir da capital Goiânia e as outras áreas do TF.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Na etapa de estudo bibliográfico, foi levantada a geologia prévia da área de estudo, que inclui as folhas geológicas Sanclerlândia [SE22XAI]; Itaberaí [SE22XAI]; São Luiz de Montes Belos [SE22XAV]; e Nazário [SE22XAVI], disponibilizadas pela CPRM através da plataforma GeoSGB e foi feito o levantamento de bases cartográficas disponibilizadas pelo SIEG (Sistema Estadual de Geoinformação), e de trabalhos sobre a geologia da área, através das plataformas de pesquisa científica e do contato com autores.

A localização dos principais trabalhos de mapeamento que abrangem a área de estudo, os quais incluem dados de litologia, estruturas e interpretações do contexto geotectônico, condições metamórficas, ambiente deposicional, fácies, entre outras, usados como referência, é apresentada na Figura 2, que os contextualiza geograficamente com a área de estudo.

Para a etapa de fotointerpretação, foram utilizadas fotografias aéreas em escala 1:60.000, inseridas nas folhas Nazário e Sanclerlândia, do Levantamento AST-10/USAF, transformadas em anaglifos pelo software *StereoPhoto Maker*, aliadas a imagens do satélite Google Earth carregadas pelo software Terra Incógnita. O Apêndice I apresenta a imagem de satélite utilizada na fotointerpretação. No mapa estão inseridas as drenagens e estradas extraídas na própria fotointerpretação, que são apresentadas separadamente no mapa base topográfico (Apêndice II), consultado em todas as etapas do trabalho. Nessa etapa também foram utilizadas as imagens dos modelos digitais de terreno da base de dados do satélite Alos Palsar. Esse primeiro processamento de informações foi feito no software SIG (Sistema de Informação Geográfica) ArcGIS®, que resultou na extração de drenagens, acessos, lineamentos, estruturas, zonas homólogas, além da elaboração dos mapas temáticos com dados de pré-campo. Todos os mapas confeccionados para este trabalho usam o sistema de coordenadas UTM, com Datum Horizontal WGS-84.



### Legenda

	Área 4		Martins e Santos, 2019b
	Laux et al., 2005		Meneghini e Carneiro, 2020a
	Lima et al., 1995		Meneghini e Carneiro, 2020b
	Martins e Santos, 2019a		Nunes, 1990

0 5 10 15 Km   
 Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás  
**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 Davi Resende  
 Lucas Portes

Figura 2: Mapa dos trabalhos de mapeamento feitos anteriormente que abrangem a área de estudo

## 2.1 Processamento dos dados geofísicos

Aqui são apresentadas as etapas e os resultados do processamento geofísico, da região oeste de Anicuns-GO, precisamente dentro dos limites da área 4 do Trabalho Final de graduação em Geologia da UFG do ano de 2020. O principal objetivo do processamento e interpretação de dados geofísicos é auxiliar na delimitação de contatos, estruturas e litologias de forma a corroborar o sensoriamento remoto fotointerpretativo, levantamento bibliográfico e auxiliar no mapeamento geológico. Os dados utilizados foram obtidos pela empresa LASA Engenharia e Prospecções S.A, contratada pelo convênio SGM/TM/MME/SIC/SGM/FUNMINERAL (LASA, 2004) e disponibilizados pela CPRM.

Os resultados desse processamento permitem a inferência de estruturas geológicas, indicadores cinemáticos, correlação de domínios (magnéticos e radiométricos) com unidades geológicas e um entendimento preliminar do sistema tectônico da área. O processamento dos dados inclui controle de qualidade, interpolação bidimensional, filtragem e transformações lineares a fim de obter os produtos magnetométricos e gamaespectrométricos. A utilização dos dados e produtos geofísicos aeromagnéticos e aerogamaespectrométricos, então, tem como objetivo identificar as assinaturas geofísicas das rochas e as principais estruturas inseridas na área. Como auxílio para a previsão de litologias e estruturas, foram utilizados os mapeamentos anteriores de Meneghini e Carneiro (2020a e 2020b) e Martins e Santos (2019a e 2019b).

O fluxograma a seguir (Figura 3) apresenta a sequência de etapas do processamento de dados aerogeofísicos seguida no trabalho.



Figura 3: Sequência das etapas do processamento de dados aerogeofísicos (Leão-Santos, 2006).

### 2.1.1 Conversão da projeção utilizada

Durante o processamento, as coordenadas dos valores disponibilizados foram transformadas do Datum SAD-69 (IBGE) para a projeção UTM, Zona 22S, Datum WGS-84, que tem como meridiano central  $51^\circ$  W, coordenada Leste (no Meridiano Central) 500.000 metros e coordenada Norte (no Equador) 10.000.000 metros.

### 2.1.2 Controle de qualidade

#### 2.1.2.1 Distribuição, uniformidade e densidade

O levantamento foi feito com uma malha de linhas de voo paralelas NS regular com 500 metros de espaçamento, cruzadas perpendicularmente por linhas de controle EW com espaçamento de 5.000 metros. Todas as linhas apresentam uma densidade amostral semelhante, com variações mínimas ligadas às diferenças ocasionais na velocidade do voo. Dessa forma, o conjunto de dados é uniforme, com intervalo de amostragem gamaespectrométrica de 80 a 90 metros e a magnetométrica de 8 a 9 metros. Contratualmente, a altura da aeronave em relação à superfície deveria ser de 100 metros, mas a média de altura de voo na área foi de 124 metros. A variação de altitude ocorre devido à irregularidade do terreno e chegou a um máximo de 257 metros e um mínimo de 75 metros. A maior altitude é demonstrada no perfil de voo abaixo (Figura 4) e apesar dessas altitudes acima do esperado prejudicarem o mapeamento de corpos estreitos, elas são raras, o que valida a confiabilidade no dado.

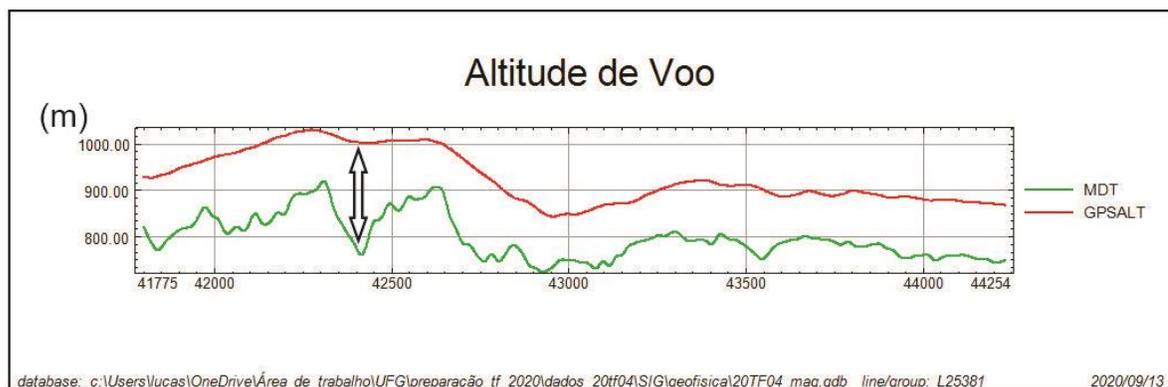


Figura 4: Perfil da linha de voo L25381 que demonstra a altitude do voo da aeronave (GPSALT) e altitude da superfície (MDT). A maior altitude está representada pela seta. Levantamento na região de Anicuns, no Estado de Goiás.

Na questão da consistência dos dados, é importante salientar que os valores obtidos no método gamaespectrométrico para potássio (K), tório (Th) e urânio (U) variam entre si na relação de precisão e limites de detecção. Dessa forma, deve ser dito que as concentrações calculadas de U apresentam um total de 26 vazios, enquanto Th e K não apresentam nenhum. Já todas as razões calculadas têm no mínimo mil vazios.

### 2.1.2.2 Distribuição das linhas de voo

Um mapa com as linhas de voo utilizadas, na região de Anicuns, foi gerado para verificar a distribuição delas, como mostra o Apêndice III.

Foram utilizadas 24 linhas de voo regulares e 4 de controle, cuja maioria tem desvios mínimos de espaçamento, mas ocorrem desvios maiores, que chegam a ultrapassar 100 metros além do espaçamento estipulado de 500 metros, como mostra a Figura 5. Nela, é demonstrado o maior desvio encontrado na área, onde o espaçamento é de 625 m. Na utilização de levantamentos regionais, o espaçamento de 500 metros é uma limitante para o mapeamento de corpos estreitos, o que seria agravado se muitos locais com grandes desvios no espaçamento fossem identificados, mas não foi o caso.

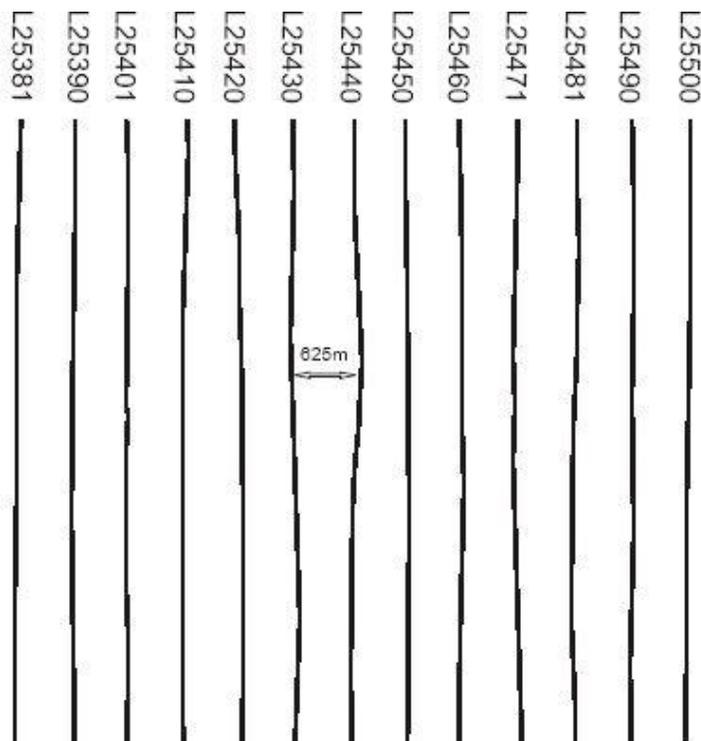


Figura 5: Detalhe das linhas de voo que apresentam desvio de espaçamento. No caso, o espaçamento foi de 625m, 125m acima dos 500m.

### 2.1.2.3 Consistência dos dados

Para averiguar a consistência dos dados, o método da derivada de quarta ordem (dif4) foi utilizado, ilustrado na Figura 6. Esse método faz a substituição do valor de um ponto de uma linha de voo pela diferença entre o segundo ponto anterior e o segundo posterior a ele (Blum, 1999). A partir dessa diferença são ressaltados os sinais de alta frequência, gerados por ruídos do sinal medido, que indicam a existência de informações inconsistentes, como o “efeito pepita”. Eles são reconhecidos pelo método pois apresentam valores anormalmente diferentes dos vizinhos. Nos dados utilizados não existem valores inconsistentes, como ilustrado na Figura 7, onde não há Diferença Quarta que ultrapasse os valores máximo e mínimo do dado magnetométrico.

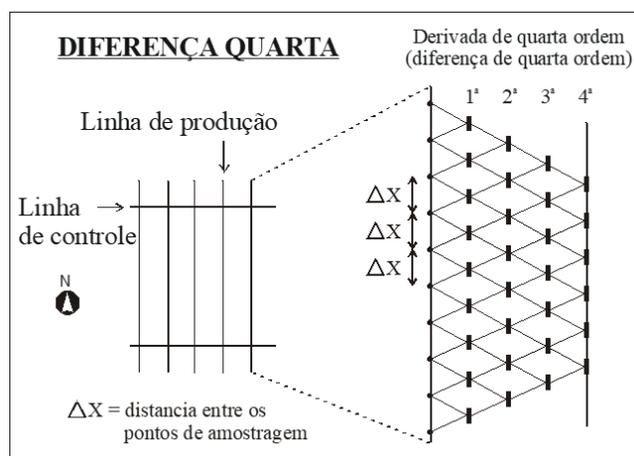


Figura 6: Representação esquemática da diferença de quarta ordem (Leão-Santos, 2006).

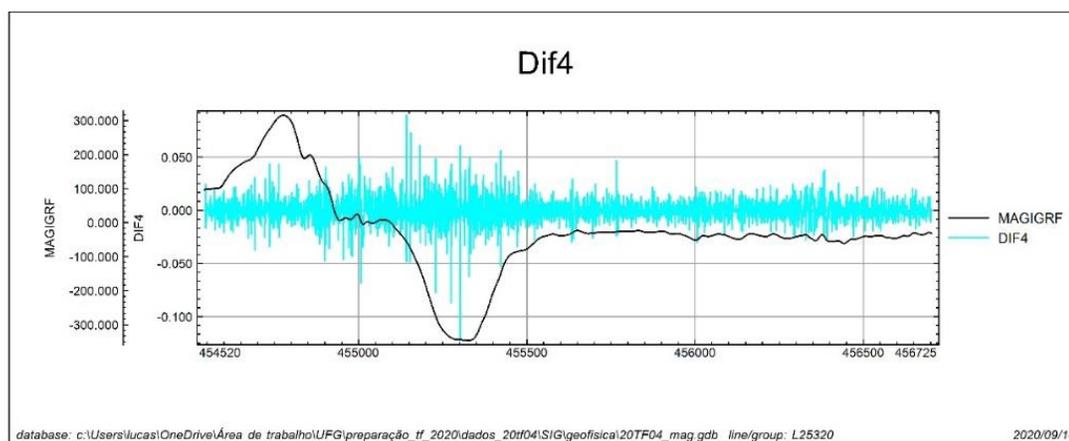


Figura 7: Comparação dos perfis dos dados magnéticos medidos (MAGIGRF), em preto, com os da diferença de quarta ordem (dif4), em azul, da linha de voo L25320.

### 2.1.3 Interpolação

A partir de diferentes métodos de interpolação, é possível gerar valores entre as linhas de voo e criar figuras 2D de toda a área, preenchidas pelos valores levantados e os interpolados. O primeiro passo para a interpolação é a seleção do tamanho da célula, que segundo Vasconcelos et al. (1990), para linhas orientadas, deve estar entre 1/4 e 1/8 do espaçamento entre as linhas de voo. O processamento feito neste trabalho utilizou células de 100 metros, ou seja, 1/5 do espaçamento (500m). Foram selecionados dois algoritmos interpoladores para teste, a partir dos trabalhos de Blum (1999) e Leão-Santos (2006), o de Curvatura Mínima e o Bi-direcional.

#### 2.1.3.1 Comparação dos resultados da interpolação

A primeira imagem utilizada para comparar os métodos de interpolação para a magnetometria é criada a partir do canal do campo magnético anômalo (*total magnetic intensity*), cujas malhas foram feitas utilizando os métodos de curvatura mínima e bi-direcional. A partir desse produto, para cada método, foi realizada uma figura da transformada linear do gradiente total (amplitude do sinal analítico), que permite evidenciar inconsistências na interpolação em relação às altas frequências. Para melhor visualização, foi utilizado efeito de sombreamento perpendicular às linhas de vôo e ao *trend* regional da área de estudo, tal que a iluminação incide com uma declinação de 90°. A inclinação de incidência utilizada foi de 45°.

A figura do campo magnético anômalo ficou semelhante para os dois métodos, porém quando é analisada a figura do gradiente total, o método de curvatura mínima mostra uma nítida tendência da direção das linhas de voo na interpolação dos dados. Essa diferença pode ser vista no Apêndice IV.

Para comparar os métodos de interpolação para a gamaespectrometria, foram geradas as imagens utilizando os mesmos dois métodos de interpolação, com os mesmos parâmetros, sobre os dados de contagem total por taxa de exposição. No Apêndice V é possível reconhecer a tendência E-W gerada pelo método bi-direcional, a qual poderia induzir a erros interpretativos de definição de corpos alongados nessa direção. Por isso, foi definido o método de curvatura mínima para a interpolação dos dados radiométricos.

#### 2.1.3.2 Teste da eficácia da interpolação

Para uma avaliação quantitativa, os valores das imagens do campo magnético anômalo geradas por ambos os métodos foram plotados no perfil da Figura 8, que compara os dados originais

(MAGIGRF) com os dados da curvatura mínima (cma\_mc100) e com os dados do bi-direcional (cma\_bd100), a fim de checar qual deles provocou a maior alteração nos dados originais. Assim como a análise visual denuncia, os valores gerados pelo método bi-direcional estão mais próximos do original, por isso ele será utilizado na geração das imagens de magnetometria. No caso da radiometria, as figuras não serão transformadas posteriormente como as de magnetometria, por isso a análise visual das interpolações é o suficiente para definir qual método será utilizado para a interpolação de todos os dados.

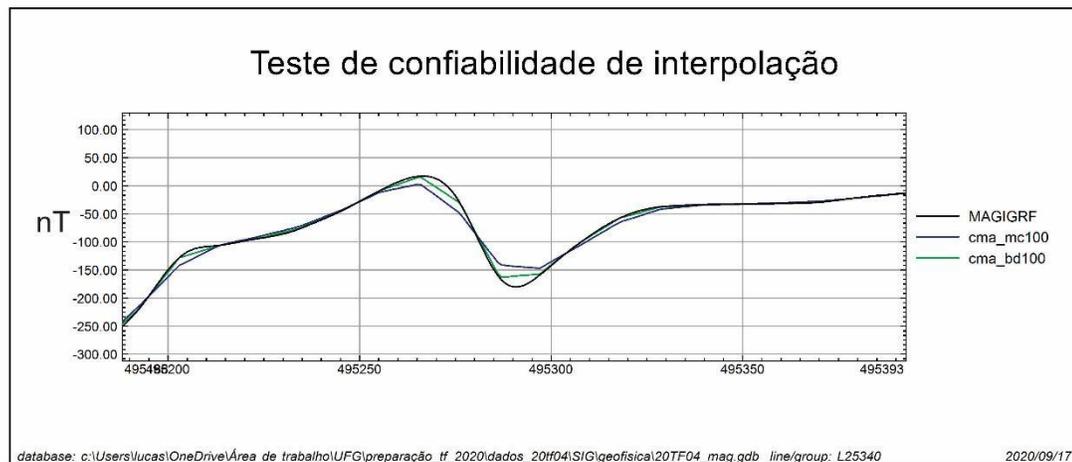


Figura 8: Perfil do campo magnético anômalo nos valores originais (MAGIGRF), calculados por curvatura mínima (cma\_mc100) e pelo método bi-direcional (cma\_bd100), ambos utilizando uma célula de 100m.

### 2.1.3.3 Decorrugação

As imagens geradas pelo método de interpolação bidirecional apresentam uma qualidade considerável, entretanto a suavização/decorrução torna-se necessária para retirar imperfeições não corrigidas pelo nivelamento durante o levantamento dos dados medidos. Esses erros residuais aparentes podem encobrir informações sutis importantes que podem ser removidas com a aplicação do micronivelamento (Leão-Santos, 2006).

Os produtos do campo magnético anômalo foram suavizados por meio da aplicação de filtros de convolução, um método estatístico matricial que analisa sequencialmente todos os pixels da imagem e gera o 'produto escalar' do filtro de convolução e dos pixels da imagem para obter um valor final de saída. Foram analisados visualmente os grids de convolução 3x3, 3x3 aplicado 2 vezes (aumentando o número de pesos da matriz de convolução 3x3+3x3), 5x5 (matriz de convolução simétrica) e 5x5 aplicado 2 vezes (aumentando o número de pesos para 5x5+5x5). O método de convolução simétrica 5x5 aplicado duas vezes foi escolhido por eliminar as tendências

das linhas de voo, suavizar as anomalias e gerar imagens de maior qualidade visual, sem a perda considerável de dados e anomalias. O Apêndice VI apresenta as diferenças do campo magnético anômalo bruto e o submetido a uma convolução 5x5 duas vezes, permitindo notar a eliminação de pontos e tendências N-S gerados pelas linhas de voo e o aspecto mais limpo do mapa.

#### 2.1.4 Filtragem

A filtragem é uma fase em que se pretende separar efeitos superficiais, alta frequência (compactação, intemperismo, contatos geológicos, feições estruturais), efeitos profundos, baixa frequência (espessura da crosta, feições geológicas regionais, profundidade de desmagnetização) e efeitos intermediários (normalmente aplicados em prospecção mineral), com a finalidade de obter produtos que apresentam de forma diferente os dados, gerando interpretações específicas e mais precisas (Blum, 1999). As filtrações que foram utilizadas e seus objetivos estão descritas a seguir.

##### 2.1.4.1 Transformada de Fourier

Fourier (1768-1830) em 1807, estudando as formas de ondas, mostrou que qualquer padrão periódico de onda, por mais complicado que seja, pode ser representado como uma combinação de movimentos harmônicos simples (Blum, 1999). Segundo Blum (1999) essa combinação é referida como análise harmônica, podendo ser expressa por uma função periódica, série de Fourier ou desenvolvimento de Fourier, definida da seguinte forma:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n \cdot x + b_n \sin n \cdot x)$$

Onde:

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos n \cdot x \, dx ;$$

$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin n \cdot x \, dx \quad e$$

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \, dx,$$

com  $n=1,2,3\dots$

Blum (1999) afirma ainda que quando os movimentos não são periódicos a soma da série de Fourier é substituída por uma integral, chamada de integral de Fourier. Dessa integral decorre que, se

$$F(u) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)e^{-iku} du$$

Então,

$$f(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} F(u)e^{-ikx} dx$$

O uso da FFT na estimativa do formato dos corpos reproduz com grande aproximação as formas desses corpos, desde que as anomalias encontradas em dados magnéticos sejam causadas por corpos de forma arbitrária com magnetização constante ou densidade uniforme, embora esse processo seja instável. Essas anomalias podem ser expressas como uma convolução entre uma função da propriedade física e a função de Green (depende da geometria da fonte e dos pontos de medida) (Blum, 1999).

#### 2.1.4.2 Derivada Vertical

De acordo com Blum (1999), a derivada vertical amplifica a informação de comprimentos de ondas curtos em detrimento dos comprimentos longos (é um filtro passa-alta). A derivada vertical é comumente aplicada aos dados do campo magnético total para realçar as fontes geológicas mais rasas e suprimir as fontes mais profundas nos dados. Assim como outros filtros que aprimoram os componentes de alta frequência de onda do espectro, é recomendado a aplicação de filtros do tipo passa-baixa para remover o ruído de alto número de onda (no caso foram aplicadas convoluções simétricas 5x5 duas vezes). A derivada vertical também pode ser aplicada em ordens fracionárias de diferenciação (por exemplo, 0,5) para reduzir o ruído de alto número de onda. Geralmente a primeira ou a segunda derivada acentuam os gradientes nas bordas de corpos magnéticos rasos (Geosoft Inc., 2013). A fórmula da derivada vertical é definida por:

$$L(r) = r^n$$

onde,  $r = \sqrt{u^2 + v^2}$  e  $n$  é a ordem de diferenciação (Davis, 1986; Geosoft Inc., 2013).

#### *2.1.4.3 Sinal Analítico*

O sinal analítico (AS) é uma técnica eficiente de determinação de parâmetros geométricos, como localização de limites (geológicos e estruturais) e profundidades de corpos (Blum, 1999). O sinal analítico pode se mostrar ainda mais útil para localizar as bordas de corpo com magnetismo remanente e centralizar anomalias sobre seus corpos em áreas de latitude magnética baixa (Macleod et al., 1993, Geosoft Inc., 2013), por não depender dos parâmetros do campo magnético terrestre e da direção de magnetização da fonte (Blum, 1999). A obtenção do AS é feita com a combinação de diversos métodos automáticos ou semiautomáticos baseados no uso de derivadas horizontais e verticais de um campo potencial (Blum, 1999).

#### *2.1.5 Mapas Magnéticos Transformados*

Os produtos da filtragem foram plotados em mapas de contorno gerados no Geosoft e dispostos no ArcGis®, onde foram feitas a integração e interpretação dos dados geofísicos. Os mapas magnéticos transformados são: Campo Magnético Anômalo (Apêndice VII), Gradiente Horizontal Total (Apêndice VIII), Derivada Vertical (Apêndice IX), Gradiente Total (Apêndice X), Inclinação do Sinal Analítico (Apêndice XI e Apêndice XII) e a combinação de Gradiente Total e Inclinação do Sinal Analítico (Apêndice XIII).

#### *2.1.6 Mapas Gamaespectrométricos*

Para os dados gamaespectrométricos, foram geradas as seguintes figuras: a Contagem Total (Apêndice XIV), o Potássio em porcentagem (Apêndice XV), o Tório em ppm (Apêndice XVI), e o Urânio em ppm (Apêndice XVII), pela interpolação simples dos dados, e a imagem ternária RGB de K:Th:U (Apêndice XVIII), pela interpolação dos três canais juntos, cada um representando sua respectiva cor.

### **2.2 Processamento dos dados geoquímicos**

Foram feitos o processamento e a interpretação de dados geoquímicos de sedimento de corrente da área de estudo na intenção de desenvolver o conhecimento sobre os elementos de interesse da área e das litologias aflorantes na região. A integração entre esses dados e os outros levantamentos realizados visam a delimitação de áreas com potencial para exploração mineral.

### 2.2.1 Compilação e controle de qualidade dos dados de geoquímica de sedimento de corrente

Os dados utilizados para o processamento foram obtidos das bases de dados SIG da CPRM (GeoSBG) e do estado de Goiás (SIEG), contando com dados de levantamentos geoquímicos para amostras de sedimentos ativos de corrente oriundas de projetos da própria CPRM e da METAGO (Moreira *et al.*, 2008): Projeto Platina - Goiás/Tocantins - Área Barro Alto e Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. As amostras foram analisadas por meio de espectroscopia de absorção atômica (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Cu e As) e emissão ótica (Ag, Bi, B, Ca, Fe, La, Mg, Nb, Sc, Sr, Ti, Y, Ba, Be, Sn e V), usadas em conjunto para os elementos listados em ambas. Quanto aos métodos de abertura foram utilizados nas amostras obtidas diferentes métodos de abertura, relacionados a amostras e elementos distintos: água régia a quente (Co, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Cu, As), sublimação (Sn), fusão/Copelação (Au), dissolução em H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (Cr), dissolução em HBr/Br (Au) e dissolução em HNO<sub>3</sub> aquecido (Co, Ni, Co). Resaltamos que esses métodos de abertura, por vezes refletem resultados finais distintos, sendo reforçada a normalização dos dados, a fim de apresentarem como produto final cartográfico, mapas com o aumento proporcional dos elementos nas amostras.

O processamento desses dados foi feito inicialmente no Microsoft Excel 365, onde foram organizados quanto a sua localização geográfica, método de abertura das amostras, metodologia de análise laboratorial, área de captação e teores com unidade de medida respectivas dos elementos. Os dados nessa etapa também foram avaliados qualitativamente quanto a presença de *outliers*, células em branco, codificação e unidades de medida, para assegurar que os produtos gerados teriam representatividade e homogeneização suficiente dentro dos domínios de teores elementares. Geograficamente, os pontos possuem uma distribuição heterogênea, como pode ser observado no Apêndice XIX. Essa distribuição, entretanto, deve ser analisada com cautela, devido às limitações desse tipo de levantamento, que incluem drenagens com áreas de influência de 50 km<sup>2</sup> a 10 km<sup>2</sup>.

### 2.2.2 Conversão da projeção utilizada

Durante o processamento, as coordenadas dos valores amostrados foram convertidas para a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, Zona 22S, Datum WGS-84. Assim, a projeção tem como meridiano central 51° W, coordenada Leste (no Meridiano Central) 500.000 metros e coordenada Norte (no Equador) 10.000.000 metros.

### 2.2.3 Normalização dos dados

A eliminação de efeitos causados pela variação de parâmetros (Figura 9) dentro do banco de dados, que não são interessantes para a interpretação dele, como métodos de digestão e métodos de análise, é parte essencial do processamento de dados. Com o intuito de compreender os erros relacionados a esses parâmetros e minimizá-los de forma a gerar produtos gráficos que correlacionem os dados de diferentes fontes, foi realizada uma análise bivariada com a regressão linear das variáveis e a atribuição de pesos maiores aos valores próximos a mediana, de forma a nivelar os dados.

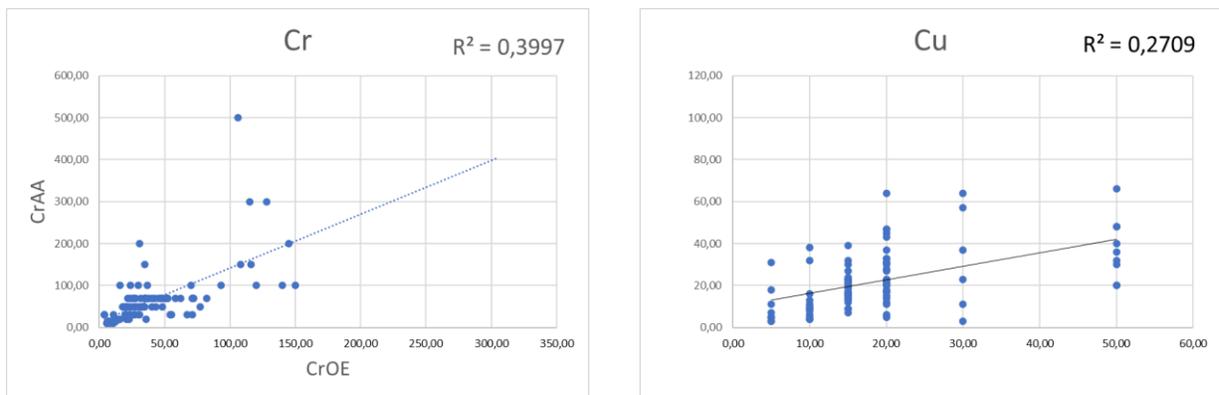


Figura 9: Dados de Cr e Cu sendo comparados quanto aos métodos de análise, a disparidade na relação entre esses dados é comprovada, revelando a necessidade de normalização.

### 2.2.4 Covariância dos elementos

No Apêndice XX podem ser observados os diagramas de correlação elementar para os elementos analisados, que permitiram agrupar os elementos, de acordo com suas relações, nos seguintes grupos: 1: Bi-Nb; 2: Ca-Sr-Sc-Ba; 3: Ca-Co-Cr-Cu-Fe-Ni-Zn-V-Ti; e 4: Pb-As-Cu-Zn-La.

1. Bi-Nb: Associação pouco consistente, relacionada às rochas máficas e ultramáficas da Sequência Anicuns-Itaberaí e às intrusões gabro-dioríticas do Córrego Seco.
2. Ca-Sr-Sc-Ba: Associação bem delimitada de elementos litófilos, relacionada aos ortognaisses e metagranitos do embasamento.
3. Ca-Co-Cr-Cu-Fe-Ni-Zn-V-Ti: Associação forte de elementos calcófilos a siderófilos relacionada à intrusão gabro-diorítica do Córrego Seco.
4. Pb-As-Cu-Zn-La: Associação de elementos calcófilos relacionados aos corpos graníticos intrusivos Lavrinha e Creoulos.

### 2.2.5 Mapas de abundância relativa dos elementos

Como produto final do processamento, os dados foram interpolados por meio do método de curvatura mínima de forma a gerar *grids* de abundância elementar relativa dentro do contexto da área para os elementos: Bi (Apêndice XXVII), Nb (Apêndice XXXVIII), Ca (Apêndice XXVIII), Sr (Apêndice XLVI), Sc (Apêndice XLI), Ba (Apêndice XXV), Mg (Apêndice XXXV), Co (Apêndice XXIX), Cr (Apêndice XXX), Cu (Apêndice XXXI), Fe (Apêndice XXXII), Ni (Apêndice XXXIX), Zn (Apêndice XLVII), V (Apêndice XLIV), Ti (Apêndice XLV), Pb (Apêndice XL), As (Apêndice XXII), La (Apêndice XXXIV), Ag (Apêndice XXI), Au (Apêndice XXIII), B (Apêndice XXIV), Be (Apêndice XXVI), Ga (Apêndice XXXIII), Mn (Apêndice XXXVI), Mo (Apêndice XXXVII), Sn (Apêndice XLII), Y (Apêndice XLIII), e Zr (Apêndice XLVIII).

### 2.3 Processamento dos dados geoambientais

O processamento dos dados ambientais da área do Trabalho Final de 2020 foi realizado por todos os alunos do Trabalho Final (André Luiz Gonçalves e Silva; Davi Resende Messias; Lara Maciel Feitosa; Lucas Portes Ramos; Marco Túlio Guimarães; Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar; Rafael Ayres Gontijo; Silvencler Batista Bezerra; e Túlio Moreira Assis), de forma que a área de estudo para essas análises é a união de todas as áreas de mapeamento, como pode ser visto na Figura 1. A partir de dados obtidos em bancos de dados disponíveis, foi possível gerar diversos produtos geoambientais sobre a área.

Nos estudos ambientais, a água é um dos principais agentes responsáveis pelo processo erosivo, pelo transporte e deposição de sedimentos e pela circulação de nutrientes, sendo por si só essencial à vida. Por isso, o estudo ambiental tende a ser espacialmente limitado por uma bacia hidrográfica, que para o nosso caso foi delimitada de forma a englobar a maior parte possível da área de mapeamento (Apêndice XLIX). Após a delimitação da bacia foram compilados os dados disponíveis sobre sua área, incluindo precipitação, temperatura e tipo, cobertura e uso do solo, que foram utilizados também para a modelagem da vulnerabilidade e disponibilidade hídrica da bacia. Além dos dados em relação à área da bacia, foram delimitadas também as Áreas de Preservação Permanente (APPs) presentes na área de mapeamento do TF. Outras áreas de preservação ambiental, incluindo Unidades de Conservação e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, não foram encontradas na área do TF nos bancos de dados disponíveis, por isso não são abordadas aqui.

### 2.3.1 Delimitação da Bacia

Para este procedimento foram utilizadas ferramentas de SIG já consolidadas e que, em suma, necessita de um Modelo Digital do Terreno (MDT) e de um ponto exutório escolhido qualitativamente de modo que drene uma bacia que perfaça o mínimo de 90% da área de estudo, para garantir sua representatividade. A Figura 10 resume os procedimentos utilizados no QGIS® para delimitação da bacia.

Extensão	Ferramenta	Produto
SAGAGIS	Channel network and drainage basins	Direção de Fluxo
		Conectividade de Fluxo
		Ordem Strahler
		Bacias de Drenagens
		Canais
		Junções
GRASS	r.watershed	Microbacias Hidrograficas
	r.water.outlet	Delimitar bacia da região de interesse

Figura 10: Extensões do QGIS e produtos relacionados, que, progressivamente, culminam na bacia.

O MDT utilizado foi do sensor Palsar 2 do satélite Alos, imageado por radar e com resolução de 12,5 x 12,5 m, obtido na plataforma ASF DAAC NASA fornecido pela JAXA/METI, gerado em 2015. A partir deste obteve-se as drenagens, unidas e agrupadas em bacias segundo as extensões da Figura 10. A área ocupada pela bacia aumenta à medida que o ponto exutório é definido mais a jusante, de modo que o processo é interrompido quando esta ocupa mais de 90 % da área de estudo, conforme indica o Apêndice XLIX.

### 2.3.2 Estações Pluviométricas e Meteorológicas

Os dados de precipitação e temperatura na bacia foram obtidos a partir de estações específicas. Para precipitação, foram utilizadas cinco estações pluviométricas disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), e para temperatura foram utilizadas três estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O mapa no Apêndice L apresenta a localização de todas as estações utilizadas, e cada cor representa um tipo de estação.

### 2.3.3 Precipitação

Uma etapa importante, antes de começar a gerar os produtos de precipitação para a bacia, é fazer o controle de qualidade dos dados das estações pluviométricas. Isso foi feito para todas as

cinco estações (Anicuns, Goiás, Inhumas, Itaberaí e Turvânia). Para selecionar o método de preencher os dados faltantes, todos os dados de precipitação de cada estação foram recalculados a partir dos dados das outras quatro por meio de três médias ponderadas a ser comparadas: usando o inverso da distância; o inverso da distância ao quadrado; e o inverso da distância ao cubo.

Os menores erros foram encontrados para o cálculo utilizando o inverso da distância ao cubo. Por isso, todos os dados ausentes das estações foram calculados utilizando a média ponderada das outras quatro, para a mesma data, usando o inverso da distância ao cubo como fator de ponderação. Ao todo, foram preenchidos 215 dados faltantes.

Uma das maneiras coerentes de observar a precipitação na bacia delimitada é empregar a técnica de polígonos de Thiessen. Esse método poligonaliza a área no entorno de um ponto, no caso as estações, de forma que seus limites são traçados a meia distância dos pontos vizinhos. A partir desse método foi possível reconhecer que a estação com maior influência sobre a área da bacia é a Anicuns, como demonstra Apêndice LI. Por isso, os gráficos de precipitação em relação ao tempo, da Figura 11 e da Figura 12, foram gerados utilizando dados somente dela.

Em uma bacia hidrográfica, é importante conhecer os valores de precipitação de toda a área para entender como esse fator influencia, junto com o relevo, a variabilidade do comportamento da água na área da bacia. Para alcançar esse objetivo, foram feitos cálculos pontuais em toda a área da bacia, utilizando os valores das estações pluviométricas ponderados pelo inverso da distância ao cubo. Foram utilizadas, para gerar esse produto, as estações Anicuns, Inhumas, Itaberaí e Turvânia, localizadas nos municípios homônimos. A estação Goiás não foi utilizada por conter somente dados antigos (antes de 2000).

Esse processo consistiu, primeiramente, em fazer uma malha de pontos na área da bacia, com células de 12,5m, para coincidir com a do MDT utilizado. Então, foi feito o cálculo das distâncias entre cada ponto e cada estação pluviométrica. Em seguida, foi calculada uma média anual de precipitação para cada estação, utilizando os dados entre 2000 e 2018. Por fim, a precipitação de cada ponto na área da bacia foi estimada a partir da média ponderada das médias de precipitação das estações, utilizando o inverso da distância ao cubo como peso. Para ilustrar esses valores, foi gerado então um mapa da precipitação na bacia, incluindo as isoietas (Apêndice LII).

### 2.3.4 Uso do solo

Para a geração do mapa de Uso do Solo na bacia foram utilizados os dados de uso do solo do bioma cerrado, correspondente à área de estudo, da coleção 4.1 (2018) com paleta de cores respectiva, do repositório do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo no Brasil (MapBiomas), uma iniciativa do SEEG/OC (Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Observatório do Clima). No ArcGis® foi efetuado o recorte desses dados segundo os limites da bacia delimitada da área de estudo, permitindo montar um gráfico em pizza dos percentuais dos principais usos de solo na região (Apêndice LIII).

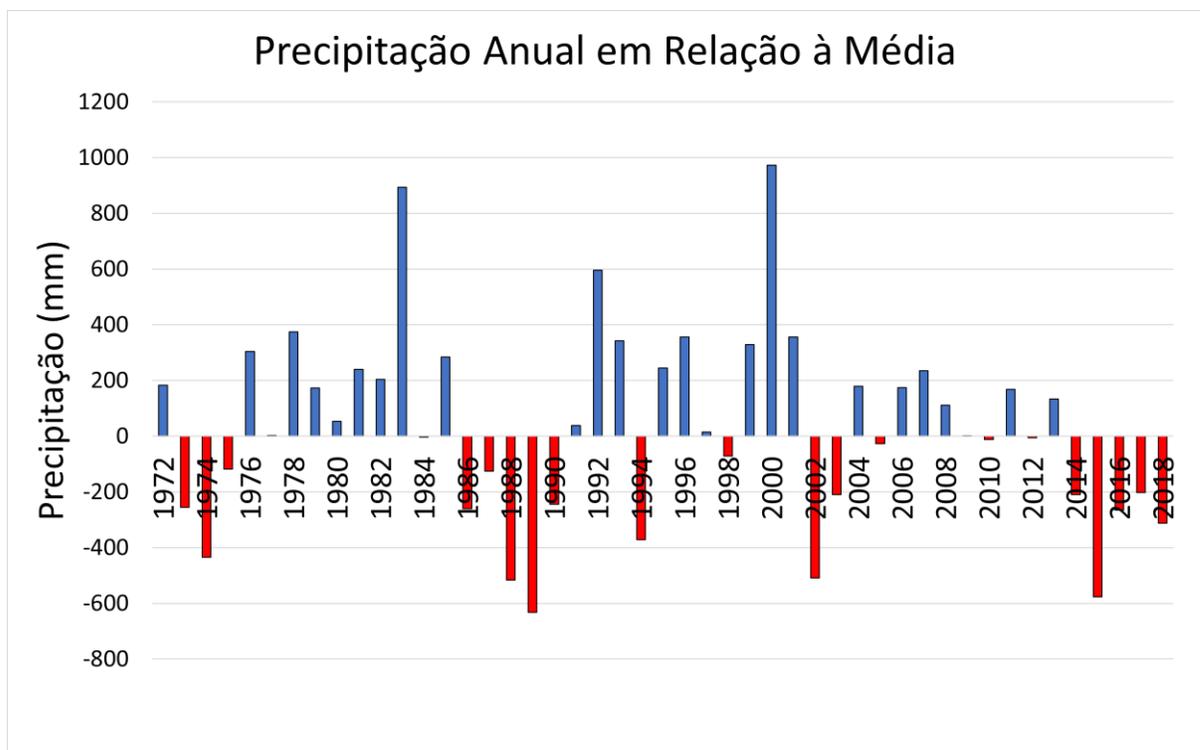


Figura 11: Gráfico de precipitação anual na estação pluviométrica de Anicuns utilizando dados de 1972 a 2018, subtraída pela média no período.

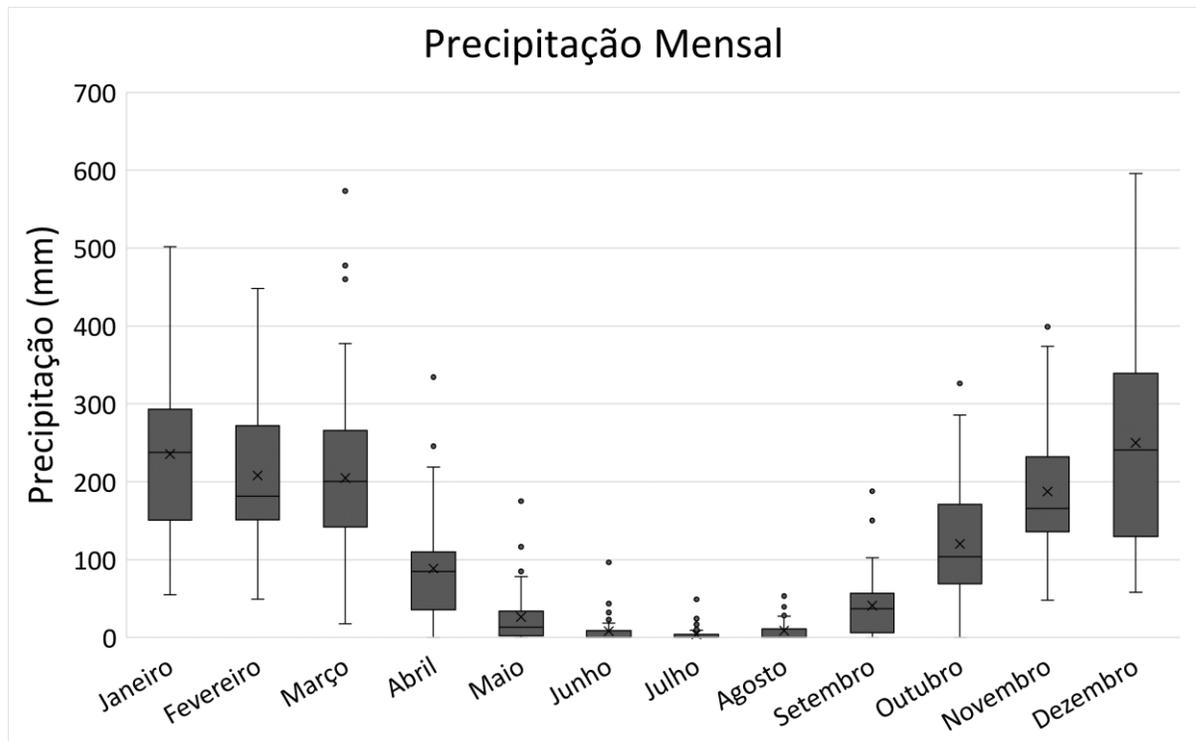


Figura 12: Gráfico *boxplot* de precipitação mensal na estação pluviométrica de Anicuns utilizando dados de 1972 a 2018.

### 2.3.5 Tipos de solo

O mapa dos tipos de solo foi gerado a partir dos dados disponibilizados pelo SIEG. Esses dados coletados foram recortados para a área da bacia. No Apêndice LIV observa-se a distribuição dos diferentes tipos de solo na área.

### 2.3.6 Parâmetros hidrográficos

Diversos parâmetros hidrográficos são necessários para fazer toda a análise hidrográfica da bacia, os quais nem sempre podem ser medidos e/ou coletados. Assim, para obter valores de escoamento superficial, infiltração, evapotranspiração, umidade do solo e percolação, foi utilizado o GWLF (Generalized Watershed Loading Functions – Haith *et al.*, 1992). Essas funções estimam os valores diários de escoamento superficial, infiltração, evapotranspiração e percolação a partir de dados diários de precipitação, temperatura e uso e tipo de solo.

O cálculo foi feito para toda a área e por isso foi necessário calcular os valores médios de precipitação e temperatura para o centro geométrico da bacia. Então, para centro geométrico dela foi gerada uma tabela de dados com frequência diária, contendo data, precipitação e temperatura. Foi modelado o período de 2008 a 2018, devido à falta de dados anteriores de temperatura. Tanto

a temperatura quanto a precipitação foram calculadas a partir da média ponderada dos valores diários das estações, utilizando o inverso da distância ao cubo, do centro geométrico da bacia às estações. Para a precipitação, foram utilizadas as mesmas quatro estações pluviométricas da ANA citadas anteriormente, enquanto para a temperatura foram utilizadas três estações meteorológicas do INMET: Goiânia, Paraúna e Goiás, localizadas nos municípios homônimos. Da mesma forma, esses dados passaram por um controle de qualidade, substituindo valores ausentes pela média ponderada dos valores das outras duas estações, utilizando o inverso da distância ao cubo como peso. Ao todo foram preenchidos 129 valores faltantes.

O modelo GWLF se baseia no método Curve Number (CN) do Serviço de Conservação do Solo Estadunidense (SCS – *Soil Conservation Service*) para a estimativa do escoamento superficial. A infiltração é calculada por balanço de massas e a evapotranspiração pelo GWLF a partir do valor de Evaporação Potencial (EP) da área para o período dormente e para o período de crescimento vegetal. O CN é definido a partir do grupo hidrológico do solo, que se refere à capacidade de escoamento superficial da água de cada tipo de solo, e do uso/cobertura do solo. O grupo do solo foi definido utilizando os trabalhos de Almeida *et al.* (2006) e Haith *et al.* (1992) e o CN então escolhido com base no trabalho de Carvalho (2018), de forma que o valor de CN final para a bacia foi de 53,8. Já a EP dormente e de crescimento foram definidas a partir do tipo de cobertura do solo, tanto por vegetação quanto por área urbana, extraída dos usos do solo, utilizando parâmetros especificados por Haith *et al.* (1992) e os valores finais da área foram 0.35 para a EP dormente e 0.98 para a EP de crescimento. Também foi adotada uma profundidade de 10cm para a umidade máxima do solo. Além disso, para medir o fluxo de base é necessário definir as constantes exponenciais  $r$  e  $s$ , que representam quanto da água do aquífero percola para o rio ( $r$ ) e quanto percola para aquíferos mais profundos ( $s$ ), como feito por Heringer (2019). A partir dos valores demonstrados no trabalho citado e simulações com diferentes valores, foram estimados um  $r$  igual a 0.006 e um  $s$  igual a 0.0005 (estimado por uma aproximação de 10% de  $r$ ).

De posse desses valores, foram simulados o escoamento superficial, infiltração, evapotranspiração, umidade do solo, percolação e fluxo de base, a partir dos quais foram confeccionados gráficos, apresentados da Figura 13 à Figura 16, para melhor analisar o comportamento desses valores ao longo do tempo e entre eles. Importante ressaltar que esses valores não puderam ser verificados por conta da falta de dados fluviométricos para a bacia.

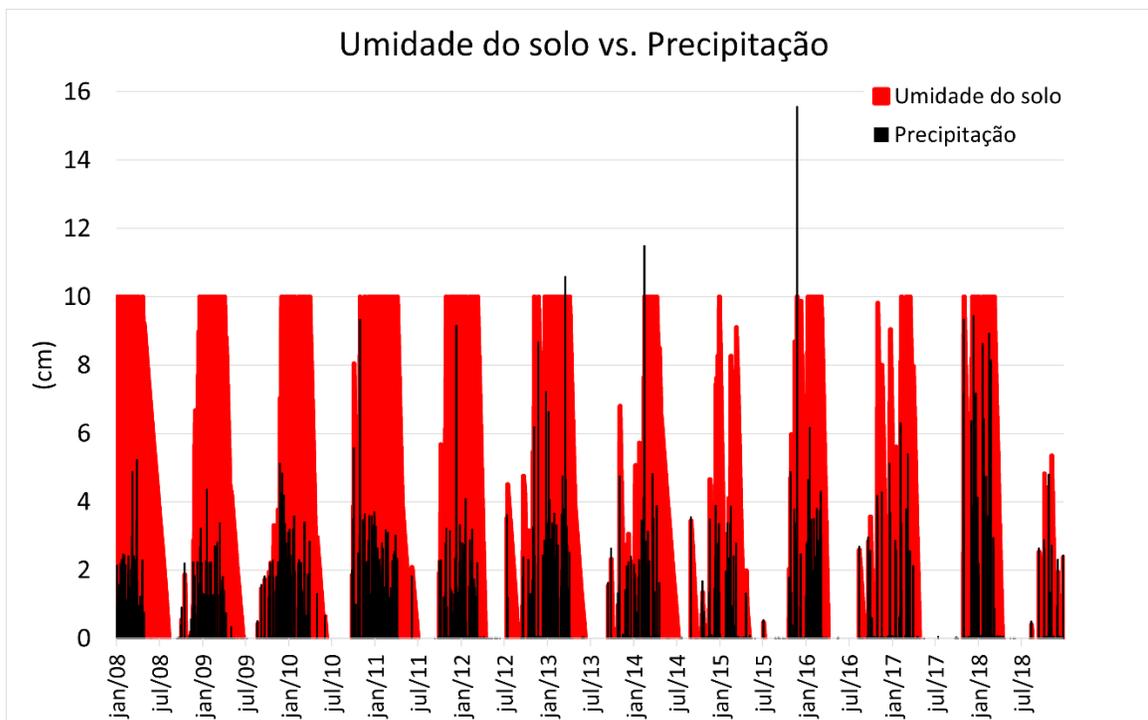


Figura 13: Umidade do solo em relação à precipitação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Em vermelho a umidade e em preto a precipitação.

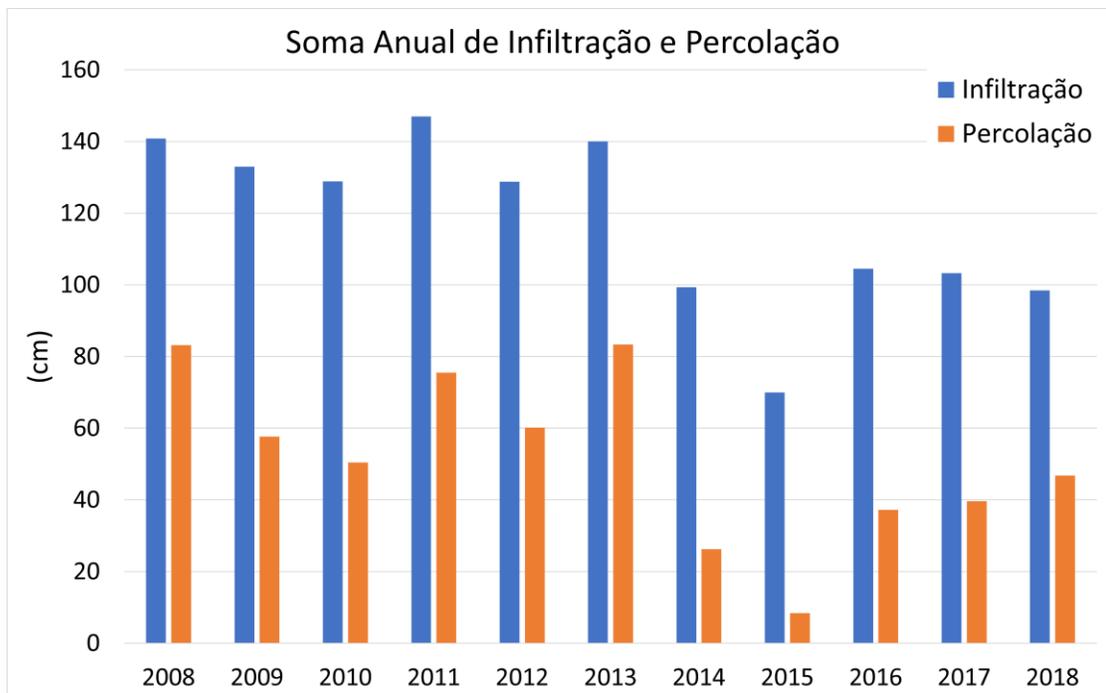


Figura 14: Relação da soma anual de infiltração com a soma da percolação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Toda a percolação provém da infiltração.

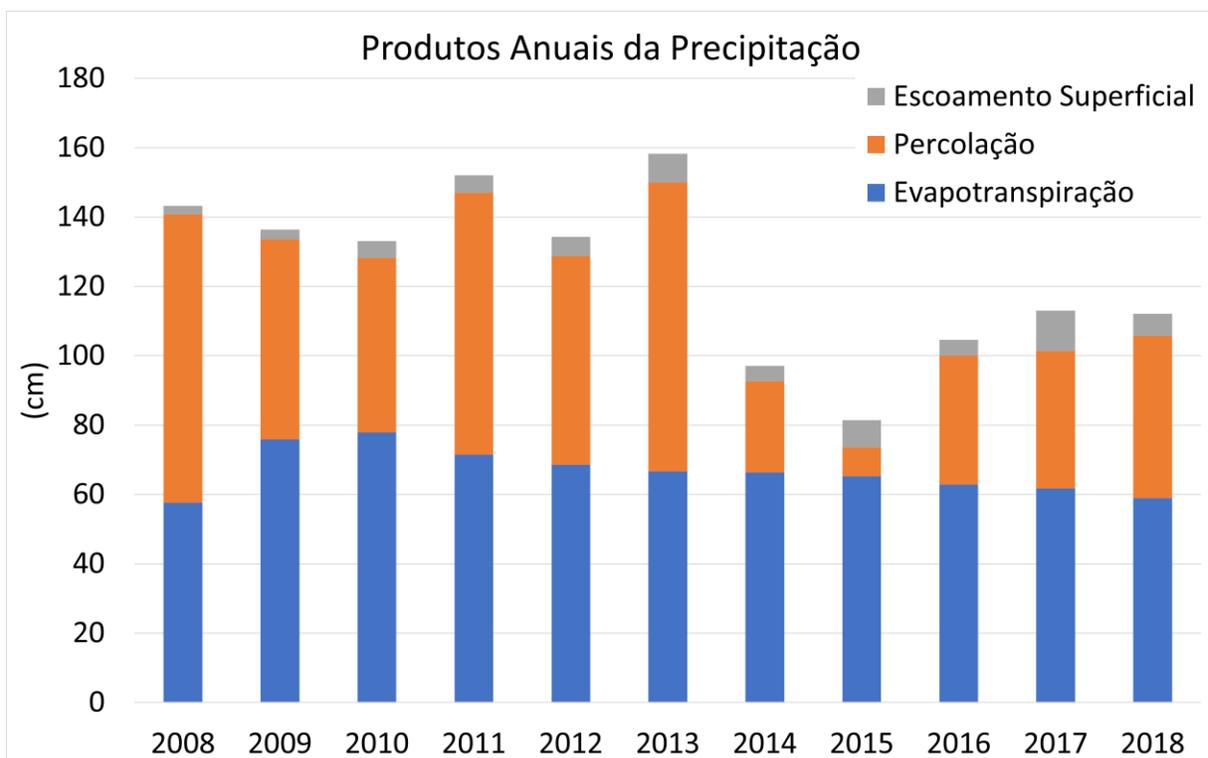


Figura 15: Soma dos produtos anuais da precipitação sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. A soma dos três produtos é o total da precipitação no ano.

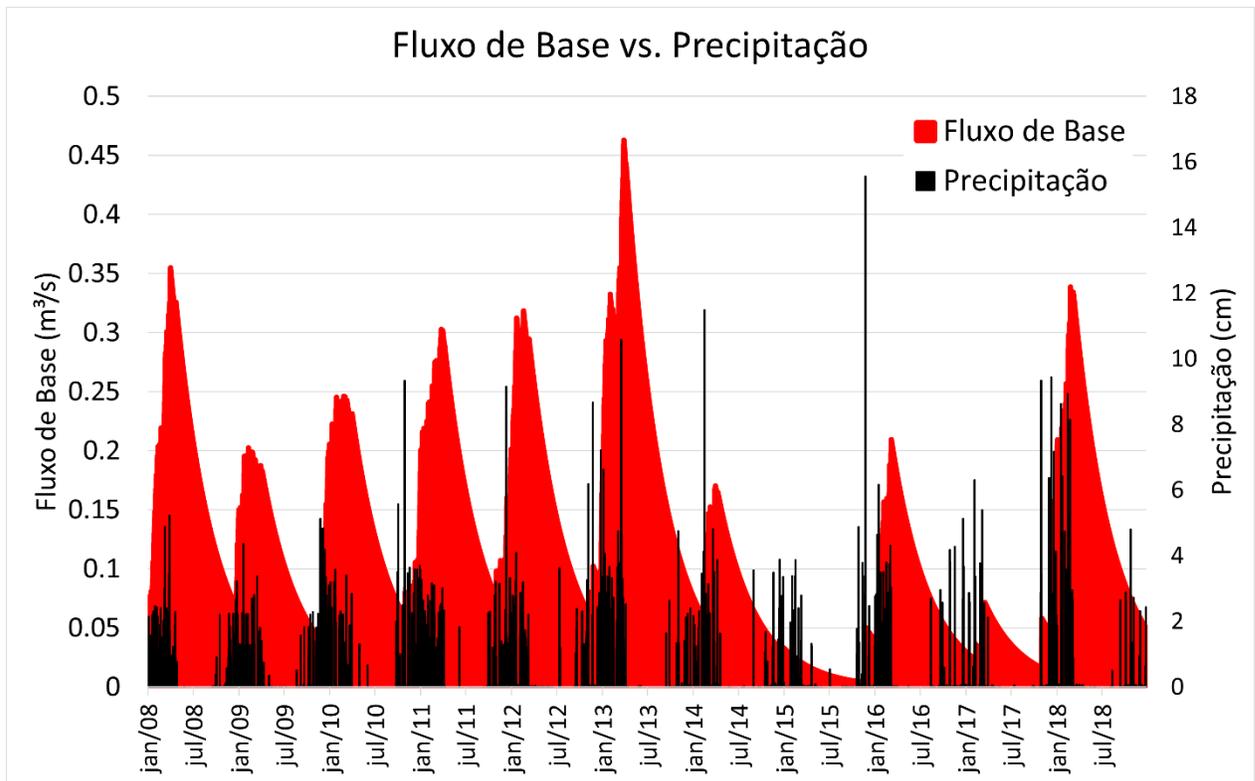


Figura 16: Fluxo de base em relação à precipitação diária sobre a estação pluviométrica de Anicuns no período de 2008 a 2018. Em vermelho a o fluxo de base e em preto a precipitação.

### 2.3.7 Susceptibilidade à Erosão

A erosão é um processo de desagregação e transporte de solo e é condicionada pela erosividade, relacionada à intensidade e à energia cinética das chuvas, pela erodibilidade, determinada a partir dos fatores químicos e físicos do solo, pela topografia, pela cobertura do solo e pelo manejo do solo (Alvares & Pimenta, 1998; Costa *et al.*, 2005). Com a quantificação desses fatores, é possível estimar a erosão de uma área a partir da Equação Universal de Perda do Solo (USLE - *Universal Soil Loss Equation*), uma equação empírica desenvolvida pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Wischmeier & Smith, 1978).

É importante ressaltar que a aplicação da USLE implica em imprecisões, pois ela foi calibrada em experimentos controlados, sem outros fatores como o acúmulo de sedimentos. Dessa forma, os valores de susceptibilidade a erosão devem ser interpretados qualitativamente. A equação da perda de solo é dada por:

$$A = R * K * L * S * C * P$$

Nela, A é a perda de solo (em ton/ha\*ano), R é o fator de erosividade da chuva (em MJ\*mm/há\*h\*ano), K é o fator de erodibilidade do solo (em ton\*h/MJ\*mm), L e S são os fatores

topográficos (comprimento de rampa e declividade, respectivamente) e C e P são os fatores de uso do solo (manejo e práticas conservacionistas, respectivamente).

O fator R foi calculado pela equação desenvolvida por Lombardi Neto (1977), que utiliza as médias de precipitação mensal e anual, associadas a constantes que variam de região para região. O cálculo foi feito utilizando as constantes obtidas por Silva *et al.* (1997) para a região de Goiânia, devido à proximidade das áreas estudadas. Assim, o R foi obtido por:

$$R = \sum_{i=1}^{12} 215,33 + 30,23 * (p_i^2 / P)$$

Tal que  $p$  é a média mensal de precipitação, ao longo do tempo estudado e  $P$  é a média anual ao longo do tempo estudado e o somatório inclui os doze meses do ano.

Para gerar o mapa do valor de R na bacia, foi feito o cálculo para cada uma das quatro estações pluviométricas utilizadas na definição da precipitação apresentada anteriormente, também utilizando os dados de 2000 a 2018. Com esses dados foi feita a interpolação pelo inverso da distância ao cubo.

O valor de K foi obtido dos trabalhos de Marques *et al.* 2003 e Mannigel *et al.* (2002), que apresentam valores de K para vários tipos de solo, incluindo os encontrados na área de estudo. Foi utilizado, para o Cambissolo Háplico Distrófico, K igual a 0.0254 ton\*h/MJ\*mm, para o Latossolo Vermelho Ácrico, K igual a 0.0172 ton\*h/MJ\*mm e para o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, K igual a 0.028 ton\*h/MJ\*mm.

Os fatores L e S foram calculados juntos, pela fórmula de Desmet & Grovers (1996), aplicada diretamente ao MDT no *software* QGis® pela ferramenta denominada “LS-factor, field based”. E por último os fatores C e P também foram obtidos juntos no trabalho de Lima *et al.* (2017), que mostra a definição de Baptista (2003) para o fator CP em áreas urbanas, de pastagem, agricultura e vegetação savânica, cujos valores foram associados aos dados de uso do solo apresentados anteriormente. Todas as áreas com “No Data” para uso do solo foram consideradas como pastagem no cálculo, por essa ser a mais abundante na área de estudo.

Por fim, foi feita a multiplicação desses fatores todos, que resultou no mapa de perda de solo (A), no Apêndice LV. A susceptibilidade a erosão foi classificada de acordo com Lima *et al.* (2017), que considera como Fraca valores de 0 a 5, Moderada de 6 a 10, Alta de 11 a 20, Muito Alta de 21 a 40, Severa de 40 a 80 e Muito Severa acima de 80 (em ton/ha\*ano). Essa classificação para a área pode ser observada no Apêndice LVI.

### 2.3.8 Vulnerabilidade Hídrica

Vulnerabilidade hídrica é um índice que mede a capacidade de um fluido contaminante percolar e difundir, da superfície do solo à água subterrânea, a partir de processos naturais. Dessa maneira, conhecer a vulnerabilidade na área do TF é importante para auxiliar na proteção da água subterrânea na área, especialmente quando se considera que há um centro urbano no centro dela, onde a contaminação antrópica é mais provável e a exploração da água subterrânea é mais intensa. Um dos métodos mais utilizados para quantificar esse valor é o índice DRASTIC, desenvolvido por Aller et al. (1987). Para isso, é feita uma média ponderada de sete valores hidrogeológicos: D, profundidade da água subterrânea entre a superfície do terreno à superfície freática; R, recarga de água no aquífero; A, composição do aquífero; S, tipo de solo; T, topografia; I, zona não saturada acima do aquífero; C, condutividade hidráulica do aquífero.

Para fazer a média ponderada, os pesos foram dados para os indicadores de acordo com a relevância dele na área, de 1 a 5. Assim, a média foi feita com os seguintes pesos:  $D*5 + R*4 + A*3 + S*2 + T*1 + I*5 + C*3$ . No ArcGis®, foi feito esse cálculo e foram gerados os mapas de vulnerabilidade hídrica superficial (Apêndice LVII) e de vulnerabilidade hídrica subterrânea (Apêndice LVIII).

### 2.3.9 Áreas de Preservação Permanente

Área de Preservação Permanente, nos termos da Lei Federal 12.651/12 (Brasil, 2012; Peluzio, 2010), conhecida como Código Florestal, consiste em uma área coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Peluzio, 2010).

#### 2.3.9.1 Delimitação das APPs de Curso D'Água

A partir do Art. 4º, inciso I, parágrafo a) do Código Florestal, considerando que os cursos d'água da área possuem menos que 10m de largura, delimitou-se em princípio as APPs de curso d'água, no ArcGis® 10.6.1, com um *buffer* de 30m (Apêndice LIX).

#### 2.3.9.2 Delimitação das APPs de Nascente

O Art. 4º, inciso IV do Código Florestal aponta que nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados “olhos d'água”, qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50m de largura. Com isso, no ArcGis® 10.6.1, foi criado um *shape* de pontos para identificação

das nascentes das drenagens previamente extraídas e por fim o *buffer* de 50m (Apêndice LX) para delimitação das APPs de nascente como prevê a lei.

#### *2.3.9.3 Delimitação das APPs de Declividade (Encostas)*

O Art. 4º, inciso V do Código Florestal, prevê APPs para encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive. A partir de imagens SRTM baixadas do banco de dados USGS (The United States Geological Survey), observou-se, como mostra o Apêndice LXI, que na área de estudo não há encostas com declive maior que 45°, tornando dispensável a delimitação de APPs.

#### *2.3.9.4 Delimitação das APPs de Topo de Moro*

O Art. 4º do Código Florestal também prevê APPs para topos de morro, com média de declividade superior a 25°. A partir das imagens SRTM observou-se que na área de estudo o maior valor dessa média é 17° e assim fica também dispensável a delimitação de APPs para esse caso.

## **2.4 Trabalho de campo**

O trabalho de campo foi realizado do dia 24 de agosto ao dia 08 de setembro de 2021, totalizando 17 dias, sendo que dois deles foram destinados a trabalhos de escritório, incluindo catalogação de amostras e interpretação de dados parciais. Foram realizados 14 perfis na área, dos quais 8 de carro e 6 a pé. Nos perfis feitos de carro, foi utilizada uma Mitsubishi L200 Triton para auxiliar o acesso na área. Os materiais utilizados durante o campo foram os mapas base topográfico e com imagem de satélite, os mapas com a litologia e as estruturas levantadas pela CPRM e os mapas geofísicos (Gradiente Total (magnetométrico) e ternário R:G:B-Th:U:K (gamaespectrométrico)), todos em escala 1:50.000, além do mapa de toponímia do exército para ajudar na navegação. Foram utilizadas fotografias aéreas, estereoscópio e papel vegetal para fotointerpretação. Para a navegação e o georreferenciamento de pontos, foi usado um GPS Garmin eTrex 10. Para registro de dados, descrições, croquis e perfis, caderneta de campo e papel milimetrado. Para a coleta, identificação e acondicionamento de amostras, martelo geológico, marreta, sacos plásticos, marcadores permanentes, lupa de mão, ímã, ácido clorídrico, água oxigenada e riscador. As medidas estruturais foram obtidas com uma bússola Clar. A proteção em campo foi garantida com o uso de capacete, faixa refletiva, chapéu, perneira, óculos, luvas, protetor solar e vestimenta adequada. Além desses materiais, os *smartphones* foram usados para tirar as fotos e para ajudar na navegação pelo uso do aplicativo Avenza Maps, que permite o

acompanhamento direto da localização do mapeamento em qualquer mapa carregado na memória do aparelho, além de georreferenciar as fotos em campo.

Nos momentos de trabalho em escritório, foram utilizados também um estereoscópio de mesa para detalhar a fotointerpretação, uma lupa eletrônica de mesa para detalhar a classificação das amostras, corretivo, marcadores permanentes e verniz para identificar as amostras de maneira definitiva, e computadores pessoais para digitalizar os dados coletados e consultar materiais bibliográficos e produtos não impressos.

## **2.5 Etapa pós-campo**

A primeira parte da etapa pós-campo foi selecionar as amostras e os cortes para laminação. Ao todo foram feitas 10 lâminas, uma de cada das seguintes amostras: 20TF04\_095-a (Complexo Córrego Seco – Unidade Intrusiva), 20TF04\_089-b (Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Psamo-pelítica – Litofácies Micaxistos), 20TF04\_033-a (Granito Creoulos), 20TF04\_057-a (Complexo Córrego Seco – Unidade Intrusiva), 20TF04\_059-a (Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Básico-Ultrabásica – Litofácies Anfibolitos), 20TF04\_078-a (Granito Córrego da Lavrinha), 20TF04\_090-d (Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Psamo-pelítica – Litofácies Micaxistos), 20TF04\_157-a (Metagranito Sanclerlândia – gnaiss Diorítico), 20TF04\_118-a (Complexo Córrego Seco – Unidade Vulcânica) e 20TF04\_119-e (Complexo Córrego Seco – Unidade Intrusiva). As descrições detalhadas delas foram feitas com um microscópio petrográfico Leica®, utilizando os manuais já consagrados na bibliografia (e.g. Klein & Dutrow, 2012; Deer *et al.*, 2013), com luz transmitida em todas as lâminas e luz refletida nas lâminas polidas (20TF04\_089-b, 20TF04\_057-a e 20TF04\_118-a)

Além da descrição petrográfica, foi feita a digitalização de todos os dados e registros obtidos em campo, o que inclui arquivos em texto e em bancos de dados com a utilização de programas do Pacote Office 365, especificamente o Microsoft Office Word, Excel e Access. Também foram gerados estereogramas e rosetas com os dados estruturais, pelo programa Stereonet 11. Todos os desenhos e edições de fotos foram feitos no CorelDRAW 2019. Para a confecção do modelo tridimensional geológico da área e dos perfis geológicos foi utilizado o Leapfrog Geo 6.0. Por fim, após a análise dos dados coletados, os mapas finais foram confeccionados por meio do ArcGIS®.

### 3 GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1 Província Tocantins

A Província Tocantins é uma unidade geotectônica formada no ciclo orogênico Brasileiro/Pan-Africano, Neoproterozoico, a partir da colisão entre os crátons Amazonas, São Francisco/Congo e Paranapanema (Figura 17). Está localizada no centro da Plataforma Sul-Americana, inserida no contexto de aglutinação continental do Gondwana Oeste (Almeida, 1977; Almeida *et al.*, 1981). Sua evolução é marcada por eventos de sedimentação em ambientes plataformais, sistemas do tipo arco de ilha, com magmatismo associado (e.g., Pimentel *et al.*, 1999; Marini *et al.*, 1981; Fuck, 1994; Dardenne, 2000) e metamorfismo relacionado à colisão e amalgamação de terrenos nas margens (Brito Neves e Fuck, 2014; Pimentel *et al.*, 2011; Pimentel, 2016).

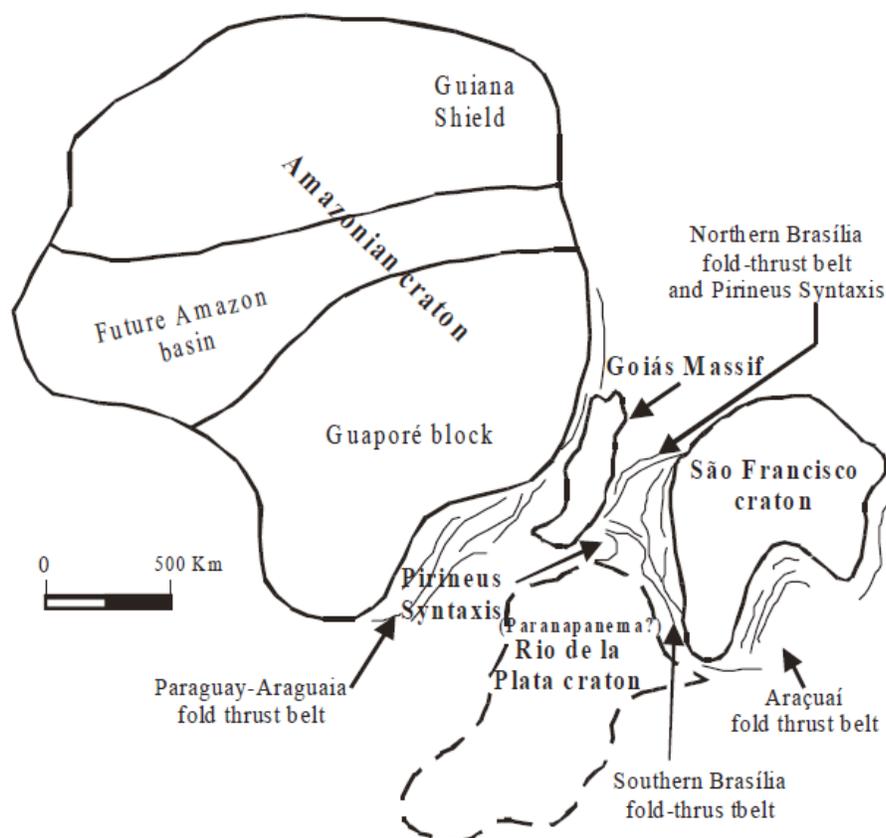


Figura 17: Modelo da formação da Faixa Brasília Norte e Faixa Brasília Sul. Modificado de Araújo Filho *et al.*, 2000.

A Província Tocantins foi dividida de leste a oeste em: (a) Zona Cratônica; (b) Faixa Brasília; (c) Maciço de Goiás; d) Arco Magmático do Oeste de Goiás e e) Faixas Paraguai e Araguaia (Fuck *et al.*, 1993; Fuck, 1994), que são apresentadas em detalhe na Figura 18. Essas unidades representam, respectivamente, a porção cratônica, cinturões de dobramentos, um microcontinente, envolvido na colisão, e uma faixa de acreção crustal (Pimentel e Fuck, 1992). A composição dos cinturões é basicamente de rochas supracrustais com intrusões graníticas, já o Maciço de Goiás é caracterizada pelo embasamento granito-ortognáissico, *greenstone belts*, granulitos, complexos máficos-ultramáficos e sequências metavulcanossedimentares.

### 3.2 Faixa Brasília

A área de estudo está localizada na porção central da Faixa Brasília (Figura 18), que compreende o orógeno Neoproterozoico desenvolvido na margem oeste do Cráton São Francisco, com 1100 km de extensão na direção NS, cobrindo parte dos Estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal e Minas Gerais (e.g., Pimentel *et al.*, 2004; Valeriano *et al.*, 2008; Pimentel, 2016).

A Faixa Brasília (FB) é caracterizada por terrenos alóctones, fragmentos crustais e rochas metassedimentares cavalgadas sobre o Cráton São Francisco (Dardenne, 2000), que formam um conjunto de terrenos de empurrão crustal, com vergência para leste (Marini *et al.*, 1981; Fuck, 1994; Dardenne, 2000). Segundo Uhlein *et al.* (2012) a FB pode ser dividida tectonicamente em dois ramos de orientações e regimes deformacionais diferentes: (a) Faixa Brasília Setentrional (Faixa Brasília Norte), com orientação NE, e; (b) Faixa Brasília Meridional (Faixa Brasília Sul), com orientação SE. A zona de interferência entre os dois ramos ocorre na altura do paralelo de Brasília, e evidências dessa zona de interferência estão registradas nas rochas ao longo da Sintaxe dos Pireneus (Araújo Filho *et al.*, 2000) onde os principais lineamentos possuem orientação E-W. O evento orogênico que formou a Faixa Brasília Norte é mais jovem que a orogênese que formou a Faixa Brasília Sul, já que na zona da Sintaxe dos Pireneus estruturas deformacionais vistas na porção setentrional estão sobrepostas às relacionadas ao cavalgamento das *nappes*, da porção meridional (e.g., Valeriano *et al.*, 2004a).

A Faixa Brasília pode ser dividida em três zonas: Zona Externa, Zona Interna e Arco Magmático, limitadas a leste pelo Cráton São Francisco (e.g., Fuck *et al.* 1994 e Pimentel *et al.*, 1999). O grau de metamorfismo nas unidades sedimentares aumenta para oeste em direção ao Arco Magmático e a evolução da deformação demonstra a vergência da Faixa Brasília em relação ao Cráton São Francisco (Dardenne, 2000; Costa e Angeiras, 1971; e Fuck *et al.*, 1994).

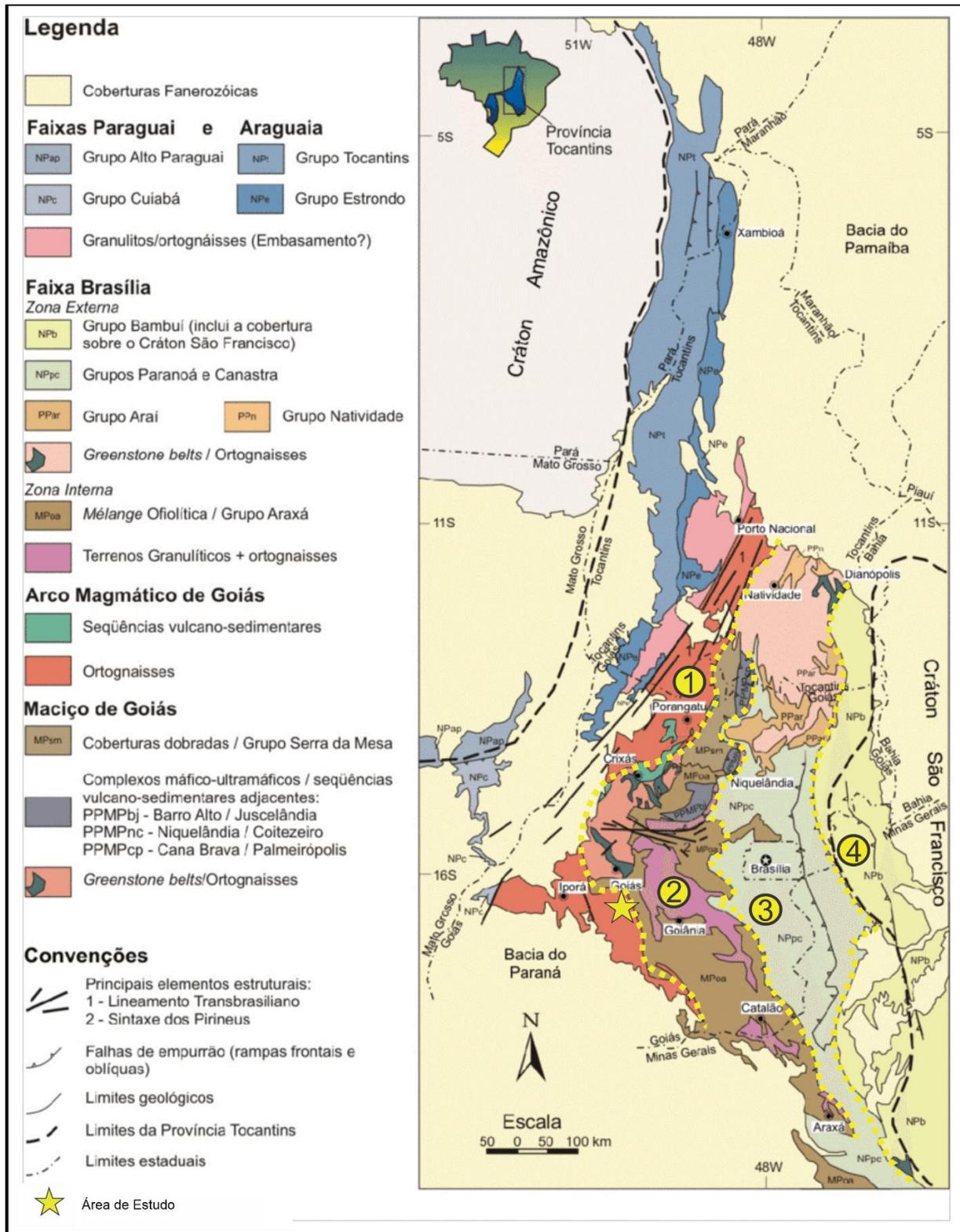


Figura 18: Compartimentação geotectônica da Faixa Brasília com as divisões de zona, em 1: Arco Magmático; em 2: Zona Interna; em 3: Zona Externa; em 4: Zona Cratônica. Modificado de Pimentel *et al.*, 2004 e Pimentel *et al.*, 2016.

### 3.3 Zona Interna

A Zona Interna na porção sul da Faixa Brasília é caracterizada pelo cavalgamento de um sistema de *nappes* sobre o cinturão de dobras e falhamentos da Zona Externa, que pode ser dividido em três estruturas sinformais (Valeriano *et al.*, 2008). A maior estrutura é a mais setentrional, ocorrendo de Goiânia a Araxá, na qual as rochas do Grupo Araxá são empurradas sobre os grupos Ibiá e Canastra, caracterizadas por um metamorfismo de baixo grau (Seer, 1999). A sul, a segunda estrutura é denominada *nappe* de Passos, com um plano axial em WNW, e a última estrutura, mais a sul, na cidade de Luminárias, é onde ocorre a *nappe* granulítica de Guaxupé, que sobrepõe *nappes* mais baixas com rochas metassedimentares altamente deformadas (Valeriano *et al.*, 2008). Nesses três sistemas, é observado um gradiente metamórfico inverso, tal que as rochas em camadas inferiores apresentam metamorfismo em fácies xisto-verde e as superiores alcançam fácies anfibolito a granulito (Valeriano, *et al.*, 2008). Estão inseridas na Zona Interna, as rochas dos grupos Araxá (Simões, 1995; Seer, 1999; Seer *et al.*, 2001) e Andrelândia (Ribeiro *et al.*, 1995), os quais compreendem rochas metassedimentares, incluindo xistos metapelíticos e intercalações de quartzito e paragneisses, além de rochas calcissilicatadas e metabásicas toleíticas subordinadas (Valeriano *et al.*, 2008).

### 3.4 Arco Magmático de Goiás

O AMG é uma importante unidade geotectônica da Faixa Brasília, sendo um dos representantes mais expressivos dos episódios de acreção de crosta juvenil durante a formação do Gondwana (Pimentel, 2016). Exposto na região oeste de Goiás, o AMG se estende em faixas de orientação NE-SW com centenas de quilômetros, sendo compartimentado, segundo Pimentel (2016), em duas áreas principais separadas pelo Bloco Arqueano de Goiás: o Arco de Arenópolis (porção sul) e o Arco de Mara Rosa (porção norte).

O Arco Magmático de Goiás é composto por corpos plutônicos e rochas supracrustais (cálcio-alcálicas de composição modal gabroica a granítica), com grande proporção de tonalitos, dioritos e granodioritos metamorfizados (Valeriano *et al.*, 2008). Valeriano *et al.* (2008) menciona a presença de assinaturas isotópicas juvenis de Nd e Sr, que indicam o início da formação do AMG como um arco de ilha intra-oceânico imaturo (c. 0.89–0.80 Ga) caracterizado por intrusões dioríticas a tonalíticas associadas a vulcanismo cálcio-alcálico (Pimentel *et al.*, 2004). Essa fase inicial foi seguida (c. 0.80 Ga) pelas intrusões de extensivos corpos máficos-ultramáficos (os complexos Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto) que registram posteriormente (0.78–0.76 Ga)

um evento metamórfico em fácies granulito (Pimentel *et al.*, 2004). O magmatismo do AMG continuou até o maior evento colisional, em cerca de 0.64 Ma (Pimentel *et al.*, 2004).

De acordo com Lacerda Filho *et al.* (2021), a região do AMG na área de estudo foi formada durante a Orogênese Brasileira, com um primeiro intervalo magmático formado a partir de processos de oceanização e posterior quebra por conta da instabilidade da crosta oceânica, que resultou na subducção e ascensão que criam os arcos insulares (930 a 815 Ma). Esses arcos incluem dois estágios, o primeiro (910 a 890 MA) marcado pela Sequência Arenópolis-Piranhas e o segundo (830 a 815 Ma) representado pelo Arco Anicuns-Sanclerlândia, no qual estão inseridos as sequências metavulcanossedimentares Anicuns-Itaberaí e Adelândia, associadas com granitoides cálcio-alcálicos de arco (Metagranito Sanclerlândia) (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

#### 3.4.1. Plutônicas cálcio-alcálicas

De acordo com Pimentel (2016), as rochas plutônicas cálcio-alcálicas do AMG (os ortognaisses e granitos milonitizados) apresentam grau de deformação e metamorfismo variável, composições gabroicas a graníticas, com grande volume de tonalitos. Essas rochas são intrudidas por uma série de granitos tardi a pós-tectônicos, posteriormente milonitizados.

Pimentel *et al.* (2000), afirma que os hornblenda e biotita metatonalitos e metagranodioritos são os principais litotipos do Arco Mágmatco de Goiás (e.g., os gnaisses de Arenópolis, Sanclerlândia, Matrinxã, Firminópolis, Turvânia, Mara Rosa e o granitoide de Choupana), representantes de granitoides primitivos do tipo M associados a arcos de ilha oceânicos (Laux *et al.*, 2005). Dados U- Pb apontam para dois episódios de cristalização, um mais antigo entre ca. 890 e 800 Ma, e outro mais jovem entre ca. 670 e 620 Ma (Laux *et al.*, 2004).

Granitos milonitizados ocorrem como estreitos corpos alongados segundo NNW a NNE e marcam as falhas de rejeito direcional comuns na região oeste de Goiás (e.g., granitos Macacos, Serra do Tatu, no arco de Arenópolis e granito da Mina de Posse, no arco de Mara Rosa) (Pimentel *et al.*, 2004). Nas vizinhanças de Iporá esses granitos são metaluminosos ou levemente peraluminosos e possuem características geoquímicas semelhantes às de granitos cálcio-alcálicos de alto-K (Rodrigues, 1996), são geoquimicamente mais evoluídos que os ortognaisses cálcio-alcálicos e possuem idade de cristalização ígnea U-Pb variável, entre ca. 0,86 e 0,61 Ga, (Pimentel *et al.*, 2004).

### 3.4.2 Sequências Supracrustais

As sequências metavulcanossedimentares do AMG ocorrem como faixas estreitas orientadas na direção NNW a NNE (Pimentel *et al.*, 2000). No Arco de Arenópolis as sequências metavulcanossedimentares são denominadas, de oeste para leste: (i) sequências de Bom Jardim de Goiás; (ii) Arenópolis; (iii) Iporá/Amorinópolis; (iv) Jaupaci e; (v) Anicuns-Itaberaí, enquanto no Arco de Mara Rosa as rochas supracrustais compreendem as sequências de Mara Rosa e Santa Terezinha (Pimentel *et al.*, 2004).

A Sequência Bom Jardim de Goiás consiste principalmente de metabasaltos, metandesitos e metariolitos com predominância de sedimentos detríticos (metaconglomerados, metarcóseos, metasiltitos e filitos) na unidade superior da sequência (Pimentel *et al.*, 2000).

A Sequência Arenópolis é composta por duas unidades que estão separadas entre si por uma faixa estreita de gnaiss fortemente deformado e bandado com idade  $T_{DM}$  Arqueana (Pimentel *et al.*, 2000) e são denominadas: (i) Córrego Santo Antônio na porção oeste, composta por uma complexa associação litológica incluindo micaxistos pelíticos com estauroлита, cianita e granada além de intercalações de mármore, meta-cherts, quartzitos finos e anfibolitos e; (ii) Córrego da Onça, a leste, constituída de meta-basaltos e meta-andesitos, meta-vulcânicas félsicas, metapiroclásticas andesíticas a riolíticas de filiação cálcio-alcalina, meta-grauvacas, biotita xistos, quartzitos e metacherts (Pimentel, 1985; Pimentel *et al.*, 2000), inicialmente interpretadas como parte de um antigo prisma de acreção (e.g., Pimentel, 1985).

As sequências metavulcanossedimentares Iporá, Amorinópolis e Jaupaci compreendem suítes bimodais compostas principalmente por metabasaltos e metariólitos, com raras rochas vulcânicas intermediárias (Rodrigues *et al.*, 1999). Rochas metassedimentares detríticas recessivas são praticamente ausentes na sequência de Jaupaci e constituem um pacote pouco importante na sequência de Iporá, sendo representadas por granada micaxistos e metaconglomerados (Rodrigues *et al.*, 1999).

Rodrigues *et al.* (1999) informa idade neoproterozoica para as sequências metavulcânicas com pico de metamorfismo por dados U-Pb em titanita e Rb-Sr de rochas miloníticas entre 594 e 637 Ma. Metabasaltos e metariolitos dessas sequências mostram características isotópicas e geoquímicas semelhantes às geradas em arcos vulcânicos modernos. As rochas anfibolíticas têm semelhanças com basaltos toleíticos de baixo-K, característicos de arcos insulares pouco evoluídos,

e as rochas félsicas mostram valores de  $T_{DM}$  menores que 1.2 Ga, com  $\epsilon Nd(T)$  positivos (e.g., Pimentel e Fuck, 1992).

### 3.4.3 Evolução Tectônica do Arco Magmático

A evolução do Arco Magmático é sumarizada na Figura 19 e foi definida Pimentel *et al.* (2004) da seguinte forma: (1) de 800 a 890 Ma formação dos sistemas de arcos de ilhas intraoceânicos compostos por vulcânicas cálcio-alcálicas e plutônicas tonalíticas e dioríticas; (2) em 800 Ma, intrusão das séries inferiores dos complexos acamadados de Niquelândia, Barro Alto e Cana Brava em contexto de “*back arc*” no ambiente de rifte continental; (3) entre 760 a 770 Ma, metamorfismo de alto grau resultado da colisão do norte do arco com a borda do Cráton São Francisco; (4) entre 760 a 680 Ma, período de estabilidade ígnea, e a pequena atividade cálcio-alcálica que indica uma inclinação rasa da zona de subducção e uma consequente limitação da fusão da cunha de manto sobreposta; (5) entre 670 a 600 Ma há um período de intensa atividade ígnea e tectônica, com intrusão de diversos corpos tonalíticos, granodioríticos, graníticos e corpos máfico-ultramáficos diferenciados, no arco e no Complexo Anápolis-Itaçu; (6). entre 630 e 600 Ma ocorre o pico metamórfico do Brasiliano, registrado em todas as rochas da Faixa Brasília; (7) de 600 Ma em diante, ocorre o soerguimento regional e o magmatismo bimodal pós-orogênico.

### 3.5 Sequência Anicuns-Itaberaí

A Sequência Anicuns-Itaberaí, descrita por Barbosa (1987), está exposta entre o contato leste da AMG e a oeste do Complexo Anápolis-Itaçu (Laux *et al.*, 2004). Compreende rochas metavulcânicas básico-ultrabásicas a intermediárias, químico-exalativas/mistas (tufáceas) e metassedimentares milonitizadas com presença de anfibólio (tremolita-actinolita e/ou hornblenda), granada e cianita (Nunes, 1990) indicando fácies anfibólito. Ocorre como faixas irregulares formando uma estrutura em arco, com um dos segmentos iniciando-se nas proximidades da cidade de Aurilândia com convexidade na altura da cidade de Mossâmedes, infletindo para sul até à cidade de Edealina (Baêta *et al.*, 1999).

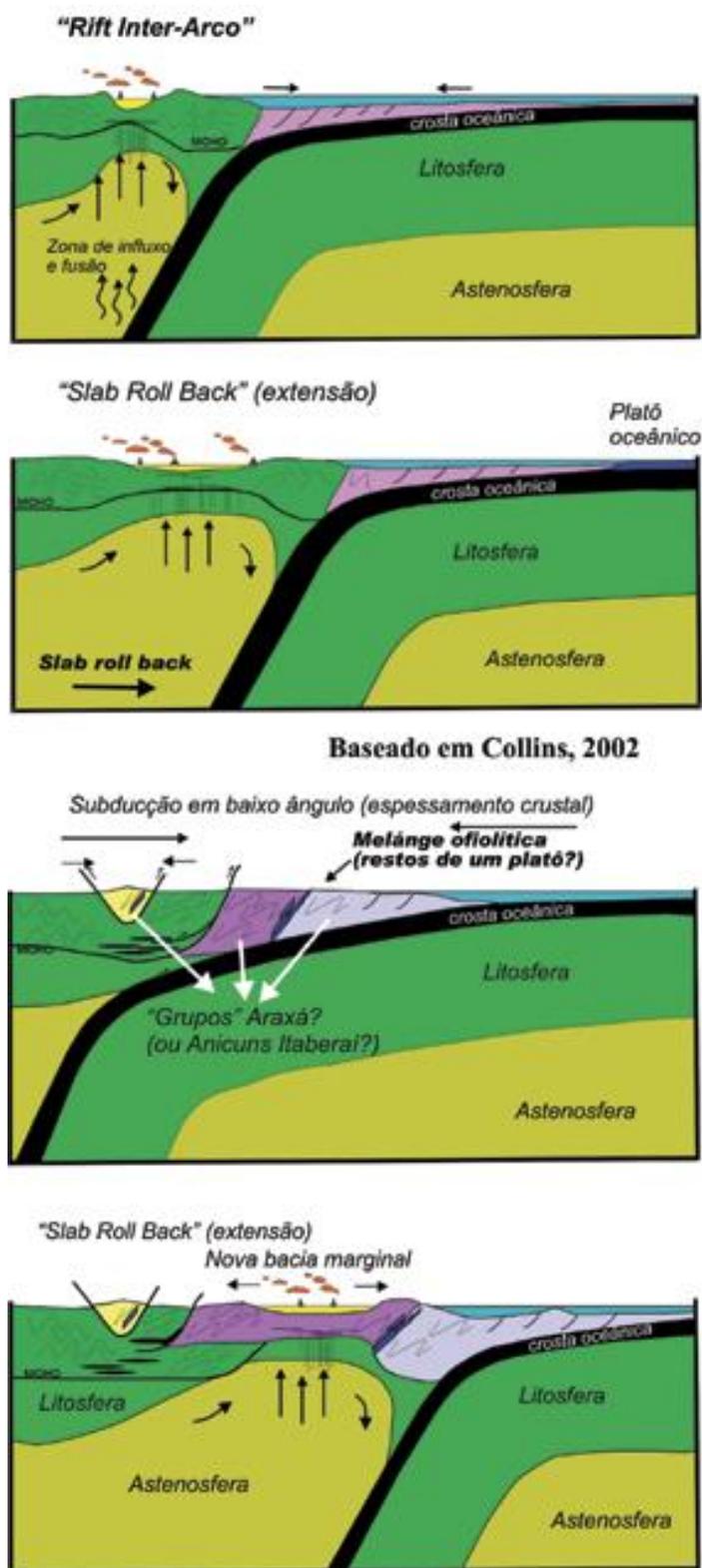


Figura 19: Modelo geotectônico para as fases finais de evolução do Arco Magmático de Goiás . Fonte: Pimentel *et al.* (2004).

Segundo Laux *et al.* (2010), trata-se de uma sequência vulcanossedimentar, neoproterozoica, que compreende uma complexa associação de rochas ígneas e supracrustais e que têm sido divididas em duas sequências (e.g., Barbosa, 1987; Nunes, 1990): (i) Sequência Córrego da Boa Esperança (CBS), na parte oeste, composta por metabasaltos cálcio-alcálicos, metatufos andesíticos/dacíticos, metapelitos e BIFs, e; (ii) Sequência Anicuns-Itaberaí (SAI), na parte leste, compreendendo rochas máfico/ ultramáficas, metacherts, metarritmitos e lentes de mármore, interpretadas como parte das associações de rochas supracrustais do Arco Magmático de Goiás, formado entre ca. 890 e 630 Ma (Laux *et al.*, 2004).

Valores de  $T_{DM}$  das duas sequências são claramente distintos (1,83 - 2,01 Ga para a SAI e 0,8 - 1,1 Ga para a CBS) indicando respectivamente fonte paleoproterozoica e fonte juvenil do arco (Laux *et al.*, 2010). Adicionalmente dados da região de Mossâmedes, revelam idades (Rb-Sr) de 1.935 Ma (Pimentel *et al.*, 1996) e 1.978 Ma, ambos com baixa razão inicial de 0,7023 e idade  $T_{DM}$  de 2.200 Ma, com  $\epsilon Nd +0,5$  (Pimentel *et al.*, 1996), sugerindo uma curta residência crustal do protólito (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Os dados indicam, portanto, que as sequências se formaram de fontes diferentes e em ambientes distintos, sendo a SAI depositada em plataforma continental com sedimentos de fonte paleoproterozoica e a CBS em uma bacia alimentada pelo arco, e que foram posteriormente justapostas durante a acreção neoproterozoica (Laux *et al.*, 2010), indicando o limite tectônico entre o Arco Magmático de Goiás, na parte oeste (CBS), e o continente São Francisco no leste (SAI) em um sistema *Arc/Fore-arc* (Laux *et al.*, 2010).

As rochas plutônicas intrusivas na sequência supracrustal apresentam assinatura típica de associações de arco de ilha e compreendem variedades de tonalitos, granodioritos, granitos, monzonitos e monzodioritos além de pequenos corpos máfico-ultramáficos intrusivos (Laux *et al.*, 2010).

### **3.6 Complexo Anápolis-Itaçu**

O Complexo Anápolis-Itaçu está localizado na porção centro-sul de Goiás (Figura 20). Aflora como uma faixa irregular de aproximadamente 260 km de extensão por 70 km de largura orientada na direção NW-SE, encaixada nas rochas metassedimentares do Grupo Araxá (e.g., Moraes *et al.*, 2004). Foram formadas durante o desenvolvimento da Faixa Brasília e constituem litotipos de alto grau metamórfico, que foram posteriormente alçadas tectonicamente e justapostas às rochas de mais baixo grau (Pimentel *et al.*, 2004).

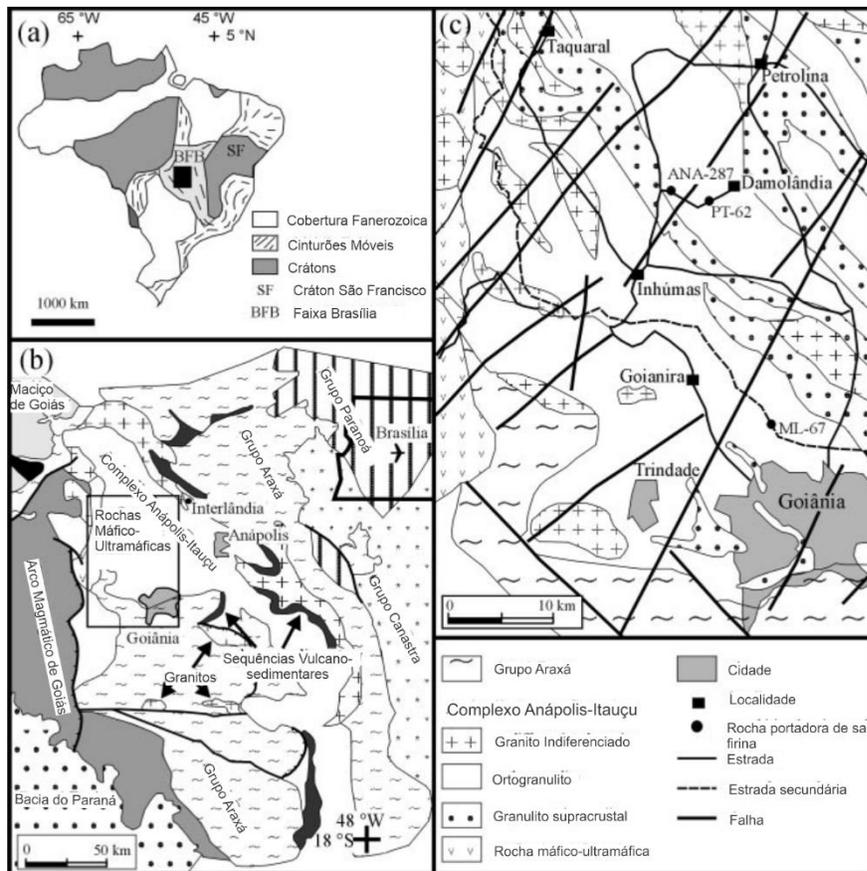


Figura 20: (a) Mapa do Brasil com a localização da principal porção do Complexo Anápolis-Itaçu para a área de estudo, em relação às principais unidades tectônicas do país, detalhada em (b), especialmente em relação com às litologias vizinhas, da Faixa Brasília. (c) Mapa geológico do complexo próximo a Goiânia e Damolândia. Fonte: Moraes, (2002).

Compreendem rochas ortoderivadas máficas e félsicas, rochas paraderivadas, sequências vulcanossedimentares, e intrusões graníticas posteriores (Marini *et al.*, 1984) que não são afetadas pela deformação e metamorfismo granulítico (Piuzana *et al.*, 2003a). Os litotipos metamórficos foram submetidos a metamorfismo da fácies anfibolito alto a granulito (Moraes *et al.*, 2004), que no último caso incluem as intrusões máfico-ultramáficas acamadadas de Fazenda Conceição, Águas Claras, Goianira-Trindade, Santa Bárbara, Nerópolis, Taquaral-Damolândia, entre outras (Nilson, 1984, 1992; Silva, 1991, 1997; Wolff, 1991; Winge, 1995) e intrusões graníticas a tonalíticas (Marini *et al.*, 1984), enquanto que os complexos acamadados de Gongomé, Americano do Brasil, Mangabal I e II foram afetadas nas bordas por metamorfismo da fácies anfibolito (Moraes *et al.*, 2004).

Granulitos aluminosos, granada quartzitos, sillimanita-granada gnaisses, mármore, rochas calcissilicáticas e formações ferríferas bandadas ocorrem intercalados com granulitos máficos (Wolff, 1991; Winge, 1995; Piuzana *et al.*, 2003a). As sequências metavulcanossedimentares incluem anfibolitos, metabasaltos, quartzito, micaxisto, grafita xisto, cianita xisto e metavulcânicas félsicas (Pimentel *et al.*, 2004), que estão expostas em faixas estreitas e individualizadas na literatura como sequências com nomes variados (e.g., Silvânia, Rio do Peixe, Rio Veríssimo e Bonfinópolis) (e.g., Lacerda Filho e Oliveira, 1995).

Inicialmente interpretadas como rochas de origem Arqueana (e.g., Marini *et al.*, 1984; Wolff, 1991; e Winge, 1995), foram posteriormente reinterpretadas como sendo formadas durante Neoproterozoico, devido à falta de evidência geocronológica de deposição, cristalização, metamorfismo ou de fontes com essa idade na unidade (e.g., Pimentel *et al.*, 1999; Tassinari *et al.*, 1999), e pela obtenção de idades U/Pb (em zircão) de  $760 \pm 9$  Ma e  $638 \pm 37$  Ma, para a cristalização ígnea e metamórfica de ortogranulito tonalítico, respectivamente (Piuzana *et al.*, 2003a), que coincide, no último caso, com a idade U/Pb de  $\sim 650$ - $640$  Ma para a cristalização metamórfica de granulitos paraderivados (Piuzana *et al.*, 2003a).

Granitos anatéticos foram gerados próximo do auge do metamorfismo e apresentam idade de 655 a 644 Ma, enquanto a intrusão de Americano do Brasil, (cujas rochas foram afetadas nas bordas por metamorfismo da fácies anfibolito) tem idade isocrônica Sm-Nd  $612 \pm 66$  Ma (Nilson *et al.*, 1997) e idade U-Pb em zircão  $626 \pm 8$  Ma (Laux *et al.*, 2004).

Idades Sm/Nd TDM de granulitos paraderivados indicam fontes com idades Paleoproterozoicas e Mesoproterozoicas (2,3 a 1,9 Ga e 1,7 a 1,4 Ga) (Sato, 1998; Pimentel *et al.*, 1999; Piuzana *et al.*, 2003a), contudo núcleos de zircão detrítico de protólitos metassedimentares também apresentam idades de fonte que variam de 800 a 950 Ma (Piuzana *et al.*, 2003a), evidências de fontes com idades variáveis nas rochas do Complexo Anápolis-Itaçu, e de que a sedimentação ocorreu durante o Neoproterozoico (Pimentel *et al.*, 1999; Piuzana *et al.*, 2003a; Moraes *et al.*, 2004).

### 3.7 Grupo Araxá

O Grupo Araxá (Barbosa, 1955) é composto principalmente por rochas metassedimentares e, subordinadamente, por rochas ortoderivadas (e.g., Barbosa *et al.*, 1970; Navarro *et al.*, 2009; Navarro *et al.*, 2015; Pimentel, 2016), além de corpos graníticos sin-colisionais intrusivos na unidade, de idade (U-Pb em zircão) de  $637 \pm 1$  Ma (Valeriano *et al.*, 2004b). O grupo é subdividido

em duas unidades (e.g., Barbosa *et al.*, 1970). A Unidade A compreende rochas metassedimentares de origem marinha depositadas em ambiente de plataforma rasa, representadas por muscovita-clorita xistos com cloritoide, biotita-muscovita-quartzo xistos, granada-muscovita-clorita xistos, clorita-quartzo xistos, grafita xistos, sericita quartzitos e hematita-sericita quartzitos (Lacerda Filho *et al.*, 1999). A unidade B compreende sequência marinha pelítica, composta por calci-clorita-biotita xistos, calci-clorita-biotita xistos feldspáticos, calci-granada-biotita-quartzo xistos feldspáticos, granada-clorita xistos, hornblenda-granada xistos feldspáticos, grafita xistos e metacalcários, quartzitos micáceos e anfibolito lenticulares (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Também se inclui no Grupo Araxá anfibolitos grossos a finos, interpretados como metabasaltos toleíticos do tipo E-MORB, clorita-anfibólio xistos, clorita xistos, serpentinitos e anfibólio-talco xisto (e.g., Seer, 1999; Seer *et al.*, 2001).

O Grupo Araxá é tectonicamente empurrado sobre rochas de baixo grau metamórfico, dos grupos Ibiá e Canastra. Além disso a presença de lentes ultramáficas serpentinizadas, associadas a metapelitos e metacherts na porção noroeste do grupo, foram interpretadas como melanges ofiolíticas (Brod *et al.*, 1991; Strieder e Nilson, 1992). As composições geoquímicas das rochas metabásicas intercaladas com o Grupo Araxá são também compatíveis com um ambiente de rifte continental que evoluiu a uma margem passiva com uma litosfera fina e presença de magmatismo astenosférico do tipo MORB (Valeriano e Simões, 1997).

### **3.8 Intrusões Neoproterozoicas**

Na região da área de estudo ocorrem diversas intrusões neoproterozoicas tardi a pós-tectônicas, incluindo de composição granítica a granodiorítica, e outras mais jovens, máfico-ultramáficas relacionadas à Suite Americano do Brasil. (Figura 21)

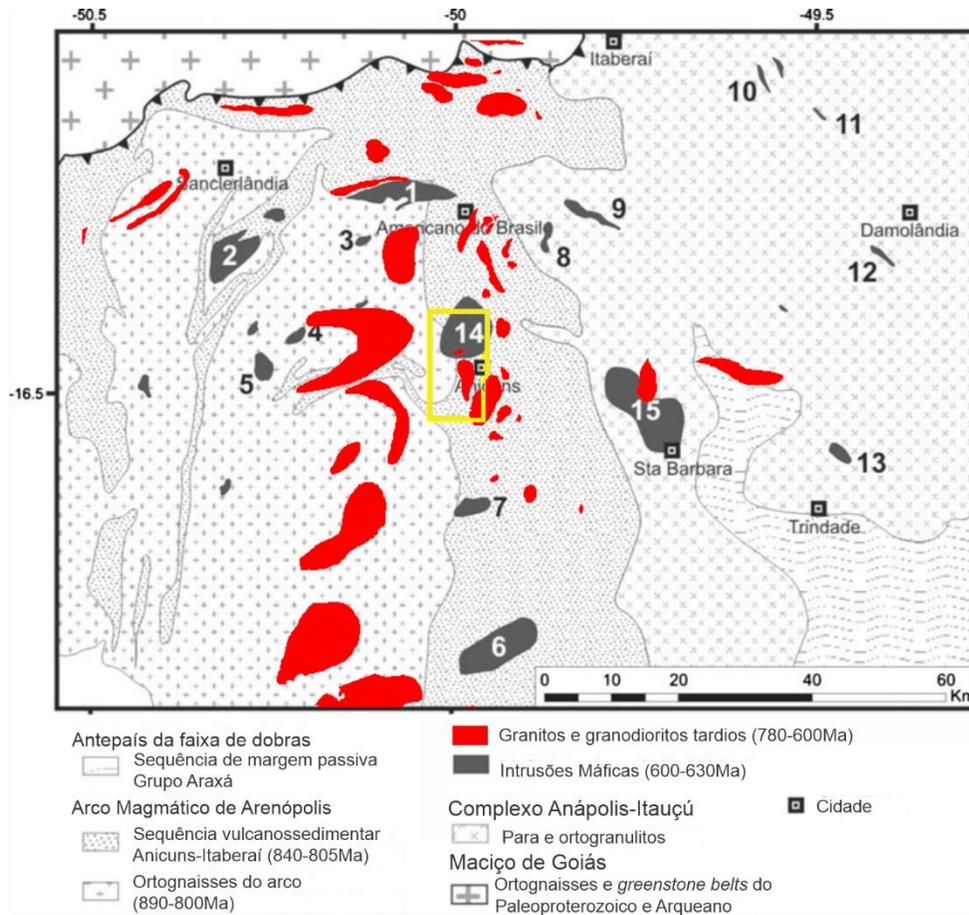


Figura 21: Mapa geológico simplificado mostrando as intrusões máficas a máfico-ultramáficas sin-orogênicas de 600 a 630Ma na região da área de estudo (em amarelo), modificado de Silva *et al.* (2011), a partir dos dados de Meneghini e Carneiro (2020a e 2020b) e Martins e Santos (2019a e 2019b). Números de 1 a 7 indicam as intrusões no Arco Magmático de Arenópolis (1 – Americano do Brasil; 2 – Mangabal I e II; 3 – Água Fria; 4 – Adelândia; 5 – Fronteira Norte; 6 – Pameiras; 7 – Mata Rica e Palmito); Números de 8 a 13 indicam as intrusões no Complexo Anápolis-Itaçu (8 – Águas Claras; 9 – Capelinha; 10 – Taquaral; 11 – Santa Rosa; 12 – Damolândia; 13 – Goiânia-Trindade) 14 e 15 indicam intrusões gabrodioríticas (14 – Córrego Seco; 15 – Santa Bárbara).

### 3.8.1 Granito Creoulos

Há pouca informação na literatura sobre o Granito Creoulos. É descrito por Laux *et al.* (2005) como um granito porfirítico rosado cujo corpo é uma lasca em escala métrica encaixado em um augen granito-gnaiss que forma uma estrutura circular ao sul de Anicuns paralela à foliação gnáissica regional. A idade (U-Pb em zircão) de cristalização apresentada por Laux *et al.* (2005) forma uma linha de discordia com um intercepto superior de  $784 \pm 12$  Ma.

### 3.8.2 Granitos tipo Lavrinha

Nessa unidade estão incluídas intrusões graníticas identificadas como biotita-muscovita granitos, dispersas na região a sul de Uruaçu, encaixadas em rochas do Grupo Serra Dourada/Serra da Mesa e da Sequência Juscelândia, às margens do rio das Almas (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Essas intrusões apresentam granulação fina a média em uma matriz orientada constituída por microclínio, plagioclásio, quartzo, biotita, muscovita, hornblenda e tremolita, com porfiroblastos de álcali-feldspato róseos dispersos. Os granitos ocorrem por vezes mais deformados, com aspecto gnáissico protomilonítico (Lacerda Filho *et al.*, 1999).

Laux *et al.* (2004) o descreve como um granito milonítico alongado na direção NS, no sudoeste de Anicuns. A datação de Laux *et al.* (2004) indica uma idade de concordia de  $748 \pm 4$  Ma.

### 3.8.3 Suíte Máfico-Ultramáfica Americano do Brasil

Compreende um conjunto de intrusões máfico-ultramáficas acamadadas formada por dunitos, peridotitos, gabronoritos, gabros, noritos e piroxenitos, com textura cumulática (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Coletivamente, essas intrusões têm o formato de um arco com concavidade para sul (Lacerda Filho *et al.*, 1999) posicionados tectonicamente ao longo de zonas de cisalhamento (Figura 21). Possuem deformação e metamorfismo da fácies anfíbolito nas bordas (Lacerda Filho, 1995; Winge, 1995; Baêta Jr. *et al.*, 1999), e estão geologicamente hospedados nas rochas supracrustais da Sequência Anicuns-Itaberaí e nos biotita-hornblenda gnaisses do Complexo Granito-Gnáissico (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Nessa unidade destacam-se os complexos de Americano do Brasil, Adelândia, Mangabal I e II e Fronteira do Norte, que hospedam importantes mineralizações de Cu, Ni e Co (Lacerda Filho *et al.*, 1999).

#### 3.8.3.1 Complexo Americano do Brasil

O Complexo de Americano do Brasil é um corpo ígneo de 9 km de comprimento por 2,5 km de largura de direção E-W. Está localizado 2 km a oeste de Americano do Brasil. Ele está encaixado tanto em rochas do Complexo Granito-Gnáissico como nos micaxistos da Sequência Anicuns-Itaberaí e compreende uma sequência de rochas acamadadas, formadas por diferenciação magmática, constituído principalmente por dunitos, com algum grau de serpentinização, wherlitos, hornblenda lherzolitos, hornblenda harzburgitos, piroxenitos, hornblenditos, hornblenda metagabros, metagabronoritos, olivina gabros (Lacerda Filho *et al.*, 1999). As rochas apresentam textura cumulática que hospedam mineralizações de Cu, Ni e Co sulfetado (Nilson *et al.*, 1997)

relevantes na área. A extração do manto desses magmas se deu em ambiente de arco de ilha há  $612 \pm 66$  Ma (Sm-Nd) (Nilson *et al.*, 1997).

### 3.8.3.2 Complexos de Mangabal I e II

Os Complexos Mangabal I e II compreendem dois pequenos corpos de orientação NE-SW diferenciados, mas de filiação toleítica localizados 10km a sul de Sanclerlândia (Ribeiro *et al.*, 1974 e Danni *et al.*, 1973). Mangabal I têm cerca de 7km<sup>2</sup>, possui formato lenticular, encaixado em zonas de cisalhamento, e é composto por gabronoritos, olivina gabronoritos, metagabros, peridotitos feldspáticos, antofilita xistos, anfibólio xistos, milonitos e cataclasitos (Cândia, 1983). Mangabal II têm 8,5km de comprimento por 5,5km de largura, está localizado a sul de Mangabal I, e é constituído por metapiroxenitos, metagabros, olivina gabronoritos, escapolita metagabros, harzburgitos feldspáticos e bronzitos feldspáticos (Cândia, 1983). Datação (K-Ar em hornblenda) indicam idades de  $610 \pm 9$  Ma e  $612 \pm 8$  Ma, respectivamente (Cândia, 1983).

### 3.8.3.3 Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco

O Complexo Grabro-Diorítico Corrego Seco (Nunes, 1990) está localizado a norte da cidade de Anicuns. Trata-se de uma intrusão gabro-diorítica com núcleo composto por rochas de composição gabroica e bordas de composição diorítica que evidenciam processo de diferenciação magmática (Lima *et al.*, 1995). As rochas gabroicas incluem hornblenda-gabro, hornblenda-norito e hornblenda-gabronorito, enquanto as dioríticas incluem quartzo-diorito e diorito. As características petrológicas indicam que sua formação se deu em ambiente de arco de ilha (Lima *et al.*, 1995).

O complexo tem formato aproximadamente circular com cerca de 8 km de diâmetro e as bordas são marcadas por falhas inversas e direcionais em contato tectônico com rochas vulcanossedimentares da Sequência Anicuns-Itaberaí, com gnaisses do Complexo Granito-Gnáissico e com granitoides Paleo/Mezoproterozoico (Lima *et al.*, 1995). As rochas do complexo preservam texturas ígneas e não registram os efeitos da intensa deformação e metamorfismo de facies xisto verde-anfibolito registrada nas unidades adjacentes (Lima *et al.*, 1995), entretanto a presença de anfibolitos ao longo do contato sugerem que o evento tectono-metamórfico teria afetado somente as bordas do complexo (Araújo *et al.*, 1997), hipótese que contrasta com a levantada inicialmente por Nunes (1990), que considera que esses anfibolitos pertenceriam à Sequência Anicuns-Itaberaí. Segundo Silva *et al.* (2011), o Complexo Córrego Seco, juntamente

com o Santa Bárbara, são as únicas intrusões do contexto com natureza gabrodiorítica. Dessa forma, podem representar a cristalização a partir de magmas mais evoluídos.

#### 3.8.3.4 Complexo de Damolândia

De acordo com Silva (2009), o Complexo de Damolândia é um corpo intrusivo de rochas máfico-ultramáficas acamadadas com cerca de 15km<sup>2</sup>, localizado na região sul de Damolândia (Maia, 2016). Está encaixado nas rochas de alto grau do Complexo Anápolis-Itauçu (Della Giustina *et al.*, 2011) e é composto por peridotito, piroxenito e norito e associação a rochas máficas, principalmente gabro, gabronorito e norito, todas preservando texturas ígneas primárias, incluindo textura cumulática (Maia, 2016). Em algumas porções do complexo as rochas apresentam textura de substituição e a associação mineral indica equilíbrio na fácies granulito, sugerindo que essas rochas foram afetadas pelo evento metamórfico regional durante sua colocação (Maia, 2016), e que a intrusão, têm caráter sin-tectônico, o que é reforçado por idades U-Pb (em zircão) que variam 670 até 590 Ma (Della Giustina *et al.*, 2011).

### 3.9 Província Alcalina de Goiás

A Província Alcalina de Goiás compreende um extenso evento magmático ocorrido no Cretáceo Superior, e o último a afetar a região central do Brasil (Junqueira-Brod *et al.*, 2005). Compreende corpos plutônicos alcalinos, diatremas, sills e diques com derrames subordinados e rochas piroclásticas que afetaram uma ampla área no nordeste da Bacia do Paraná, incluindo o embasamento Pré-cambriano, as rochas sedimentares fanerozoicas e os basaltos cretáceos (Junqueira-Brod *et al.*, 2005).

### 3.10 Unidades litoestratigráficas na área de estudo

Segundo levantamentos feitos pela CPRM (e.g., Meneghini e Carneiro, 2020a e 2020b e Martins e Santos, 2019a e 2019b), na área de estudo predominam as rochas da Sequência Anicuns-Itaberai, representada pelas unidades Básico-Ultrabásica e Psamo-Pelítica, e do leste do Arco Magmático, representado pelo Metagranito Sanclerlândia. Além disso, na área ocorrem intrusões neoproterozoicas, tanto félsicas, representadas pelo Granito Lavrinha e pelo Granodiorito Creoulos, quanto máfico-ultramáficas, representadas pelo Corpo Córrego Seco, da Suíte Anicuns-Santa Bárbara. A distribuição dessas unidades na área é apresentada no Apêndice LXII. O Metagranito Sanclerlândia inclui hornblenda e biotita metatonalitos e metagranodioritos inseridos nas plutônicas cálcio-alcalinas (Pimentel *et al.*, 2000). A Sequência Anicuns-Itaberai na área ocorre

em cinco litofácies diferentes, compreendidas em duas unidades. A Unidade Básico-Ultrabásica é representada por anfíbolitos, anfíbólio xistos, epidoto anfíbolito, clorita xistos, quartzo-clorita xistos e serpentinitos (Martins e Santos, 2019a e 2019b e Lacerda Filho *et al.*, 1999). A idade máxima atribuída a essas rochas é de  $830 \pm 9\text{Ma}$  (Martins e Santos, 2019a e 2019b). A Unidade Psamo-Pelítica é composta por biotita-clorita-muscovita xistos, biotita-calcixistos, biotita xistos grafitosos, granada-muscovita-biotita xistos, quartzitos ferruginosos, cianita-muscovita-sericita-cloritoide xistos e sericita-clorita-quartzo xistos (Martins e Santos, 2019a e 2019b e Lacerda Filho *et al.*, 1999). O Granito Creoulos é classificado na área de estudo como um granodiorito por Martins e Santos (2019a e 2019b). O Granito Lavrinha, por sua vez, é caracterizado como um biotita-muscovita granito, por vezes com aspecto gnáissico protomilonítico (Martins e Santos, 2019a e 2019b). Por fim, o Corpo Córrego Seco é apresentado separadamente (Gabro e Diorito). As rochas gabroicas incluem hornblenda-gabro, hornblenda-norito e hornblenda-gabronorito, enquanto as dioríticas incluem quartzo-diorito e diorito (Lima *et al.*, 1995).

### 3.11 Geologia estrutural

Os grandes eventos de deformação da Faixa Brasília foram cronologicamente agrupados da seguinte forma: (i) formação da Faixa Brasília Sul ( $E_1$ -evento regional de deformação), resultado da convergência do Bloco Parapanema e do Cráton São Francisco; (ii) seguido pela formação da Faixa Brasília Norte resultado da colisão entre o Maciço de Goiás e o Cráton São Francisco ( $E_2$  - evento regional de deformação) e por último a colisão da porção NW do Maciço Central de Goiás com o Cráton Amazonas, ( $E_3$  – evento regional de deformação) (Araújo Filho *et al.*, 2000).

Alguns trabalhos anteriores desenvolvidos nas proximidades da cidade Anicuns abordam de maneira generalizada a geologia estrutural da região (Figura 2). Dentre eles, cita-se o trabalho de Nunes (1990) e Laux *et al.* (2005). Em escala regional, a área é caracterizada por blocos crustais sigmoidais, limitados por zonas de cisalhamento transcorrente oblíquo, de direção EW e NW-SE (com transporte de oeste para leste/sudoeste e vergência para NE) interceptadas por uma tectónica dúctil-rúptil estreitamente espaçada, de direção NE-SW (Araújo *et al.*, 1997).

O embasamento da região, formado por gnaisses, apresenta uma estruturação aparentemente dômica, onde as atitudes dos polos de uma foliação milonítica mostram mergulhos com caimento notadamente para leste e para oeste, fechando para norte conforme a disposição das isolinhas da Figura 22 (Nunes, 1990). Nunes (1990) afirma que estruturas pré-existentes foram obliteradas pela forte foliação milonítica.

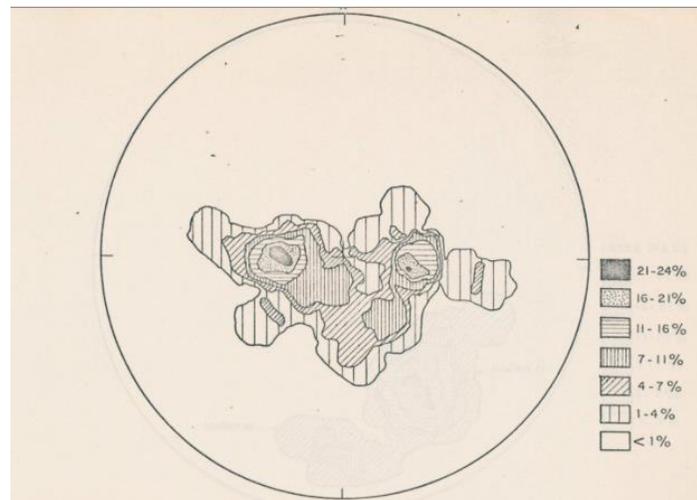


Figura 22: Estereograma dos polos de foliação milonítica (41 medidas) dos gnaisses do embasamento, retirado de Nunes (1990).

Nas rochas da Sequência Anicuns-Itaberaí são reconhecidas três fases de deformação dúctil. D1 e D2 são representadas por foliações miloníticas ( $S_1$  e  $S_2$ ) e D3 é representada por clivagens de crenulação  $S_3$  e dobras abertas sem foliação. A foliação  $S_1$  possui direção variando de N35W a N20E e mergulho de 45 a 75° para SW ou NW (Nunes, 1990). A foliação  $S_2$  apresenta direção NE e mergulhos de 60-70° (Nunes, 1990). Na área também ocorrem falhamentos por movimentação transcorrente, tanto no interior do Complexo Córrego Seco quanto nos terrenos adjacentes e falhas inversas compressivas de direção NW a EW com mergulhos de 45 a 75° para SW ou NW (Nunes, 1990).

Com relação aos corpos intrusivos, estes podem ser divididos em dois grupos: (1) intrusões pequenas, extremamente deformadas de corpos pré a sintectônicos e (2) intrusões extensas tardias a pós-orogênicas de suítes granito-dioríticas associadas a diques de microgranitos porfiríticos (Laux *et al.*, 2005). Os corpos ígneos graníticos intrusivos nas proximidades de Anicuns são em sua maioria fortemente deformados, apresentam texturas protomiloníticas e miloníticas ao longo das zonas cisalhamento, e do primeiro grupo (Laux *et al.*, 2005).

Essas feições deformacionais são interpretadas por Araújo (1997) como resultados da atuação de dois eventos tectônicos, o ciclo Transamazônico, responsável pela deformação da Sequência Anicuns-Itaberaí, do Complexo Anápolis-Itaçu, e o Brasiliano (Pimentel *et al.*, 2004), ligado às falhas responsáveis pelo alojamento regional de corpos plutônicos básicos a ácidos.

### 3.11.1 Estruturas na área de estudo

A compilação de dados estruturais disponibilizados pela CPRM (Meneghini e Carneiro, 2020a; 2020b; Martins e Santos 2019a; 2019b) na área de estudo mostra que a principal foliação na área tem de direção NE-SW com mergulho para NW (Apêndice LXIII). Vale ressaltar, entretanto, que a quantidade de medidas estruturais dentro da área é pequena.

## 3.12 Metamorfismo

A Faixa Brasília compreende um cinturão orogênico colisional Neoproterozoico (e.g., Valeriano *et al.*, 2004a; Valeriano *et al.*, 2008; Pimentel, 2016), cujas condições metamórficas variam desde anquimetamórficas, nos sedimentos do Grupo Bambuí afetados pela deformação Neoproterozoica (e.g., Esteves, 2018) até granulito de ultra-alta temperatura do Complexo Anápolis-Itaçu na zona interna do orógeno (eg., Baldwin *et al.*, 2005), com ocorrências localizadas de retroeclogitos (e.g., Reno *et al.*, 2009; Trouw *et al.*, 2013; Tedeschi *et al.*, 2017). No geral o metamorfismo tende a ser progressivo de leste a oeste e as rochas de maior grau metamórfico estão na parte central do cinturão (Piuzana *et al.*, 2003b).

### 3.12.1 Arco Magmático de Goiás

As rochas do Arco Magmático de Goiás estão metamorfizadas em fácies xisto-verde alto a anfíbolito (Silva *et al.* 2011). As rochas plutônicas compreendem gnaisses fracamente bandados compostos por plagioclásio (oligoclásio/andesina), feldspato potássico (microclínio), biotita, ambas as associações com quartzo e muscovita, e localmente com granada, rutilo, titanita associados (Navarro *et al.*, 2015). Nos metassedimentos, as paragêneses podem conter cianita, granada, muscovita, rutilo e titanita de forma pontual e indicam um aumento do grau metamórfico em direção ao sul onde o metamorfismo atinge fácies anfíbolito (campo de estabilidade da cianita) em regime de pressão compatível ou superior ao barroviano. (Navarro *et al.*, 2015). Aspectos texturais e estruturais indicam que essas associações foram geradas no estágio inicial do desenvolvimento da foliação principal ou mesmo antes (Navarro *et al.*, 2015). Cálculos geotermobarométricos realizados em duas amostras de gnaisses da região de Mairopotaba apresentaram temperaturas de 580 e 628 °C respectivamente e pressões entre 8 e 8,5 kbar (Navarro *et al.*, 2009), que segundo os autores são compatíveis com a zona da cianita/estauroлита na fácies anfíbolito. Retrometamorfismo de fácies xisto verde alto a moderado é caracterizado pela substituição de cianita e plagioclásio por muscovita, saussuritização de plagioclásio, alteração

parcial de biotita e granada para clorita, de rutilo por titanita e de titanita por ilmenita (Navarro *et al.*, 2015).

### 3.12.2 Sequência Anicuns-Itaberaí

Metassedimentos da CBS apresentam metamorfismo progressivo do tipo Barroviano que varia de fácies xisto verde, equivalente às zonas da biotita (quartzo, muscovita, biotita, epidoto, albita, clorita e magnetita) e da granada (muscovita, quartzo, almandina, magnetita, epidoto e albita), até a fácies anfibolito, equivalente às zonas da estauroлита (muscovita, quartzo, almandina, estauroлита, magnetita e biotita) e da cianita (quartzo, muscovita, biotita, cianita, magnetita e plagioclásio) (Nunes, 1990). Nas rochas metaígneas da CBS observam-se associações com hornblenda azul-verde, biotita, quartzo, albita, plagioclásio, epidoto e clorita e hornblenda verde, plagioclásio, quartzo, epidoto, almandina e biotita (Nunes, 1990) que indicam condições de transição da fácies xisto-verde a anfibolito. Alterações retrometamórficas incluem cloritização da almandina e sericitização/cloritização da estauroлита (Nunes, 1990).

Paragêneses de metamorfismo de contato da fácies albita-epidoto-hornfels e hornblenda-hornfels também são registradas nas zonas de contato do granito da Fazenda Lavrinha e suas encaixantes, entretanto essas rochas comumente se encontram deformadas e transformadas em xistos pelos processos tectônicos regionais (Nunes, 1990).

O metamorfismo das rochas máficas/ultramáficas da SAI é de fácies xisto verde a anfibolito, apresentando associações com presença de talco, clorita e localmente tremolita, actinolita e epidoto (Nunes, 1990). Rochas vulcânicas ácidas contêm associações minerais com muscovita, biotita, quartzo, plagioclásio e granada por vezes afetadas por retrometamorfismo na zona da clorita (feldspatos sericitizados, novas gerações de muscovita e quartzo, presença de albita, cloritização das biotitas e granadas) (Nunes, 1990). As outras rochas da sequência (rochas químicas) não permitem definir bem o grau metamórfico a que foram expostas, mas apresentam subordinadamente minerais típicos da fácies xisto-verde como o clino-cloro, biotita, muscovita e plagioclásio (Nunes, 1990).

### 3.12.3 Complexo Anápolis-Itaçu

O complexo é afetado majoritariamente por metamorfismo da fácies granulito. As rochas máficas da unidade são compostas por ortopiroxênio, clinopiroxênio, plagioclásio, ilmenita e hornblenda que compreende a assembleia de pico metamórfico dessas rochas. Na porção central

da unidade a temperatura de rochas metamáficas foi estimada entre 842 e 904°C, a partir do equilíbrio entre orto e clinopiroxênio (Wolff, 1991) com retrometamorfismo, caracterizado pela presença de anfibólio e biotita (Wolff, 1991; Winge, 1995), estimado em 850°C e entre 7 e 8 kbar a partir de geotermobarômetros utilizando dois piroxênios, plagioclásio e hornblenda (Winge, 1995). Ortogranulitos félsicos apresentam associações de temperatura ultra-alta, como hercinita e quartzo, safirina e quartzo e ortopiroxênio aluminoso, sillimanita e quartzo (Moraes *et al.*, 2004). Granulitos paraderivados aluminosos são compostos por quartzo, granada, sillimanita, feldspatos, rutilo e ilmenita (Moraes *et al.*, 2004). É possível encontrar espinélio rico em hercinita incluso em granada ou com coronas sucessivas de granada e sillimanita, que o separa do quartzo (Wolff, 1991; Winge, 1995; Silva, 1997), interpretados como resultado da quebra da associação quartzo e espinélio, representando a trajetória de resfriamento isobárico (Winge, 1995). Nessas rochas há ocorrência também de safirina e cordierita, granada e ortopiroxênio em textura simplectítica. Os cálculos das condições P-T variam de 800 a 1150° C, e de 6 a 11 kbar, para o pico metamórfico dos granulitos paraderivados (Moraes, 2002). As relações texturais da rocha indica que ocorrem dois estágios deformacionais, um de resfriamento isobárico e outro de descompressão isotermal, porém a ordem deles é aparentemente variada (Moraes *et al.*, 2004).

Trajетórias de pressão e temperatura para as rochas do Complexo Anápolis-Itauçú (Figura 23) sugerem uma primeira fase descompressional quase isotérmica seguida por um resfriamento quase isobárico (Moraes *et al.*, 2002). A associação de granulito de ultra-alta temperatura com granitos peraluminosos e com intrusões máfico-ultramáficos têm sido atribuída à remoção de manto litosférico durante a colisão continental (e.g., Moraes, 2002; Piuzana *et al.*, 2003b; Della Giustina *et al.*, 2009). A delaminação e o descolamento da crosta inferior resultaram na ascensão da astenosfera, que é submetida à fusão por descompressão, a qual gera um fluxo elevado de calor, fonte do magmatismo extenso, metamorfismo de alta temperatura e baixa pressão e extensão crustal, em resposta ao afinamento da litosfera (Della Giustina *et al.*, 2009). Essa tese é ainda reforçada pela presença das rochas graníticas peraluminosas e pela composição das rochas máfico-ultramáficas, com assinatura depletada, possivelmente proveniente da fusão parcial da astenosfera (Della Giustina *et al.*, 2009).

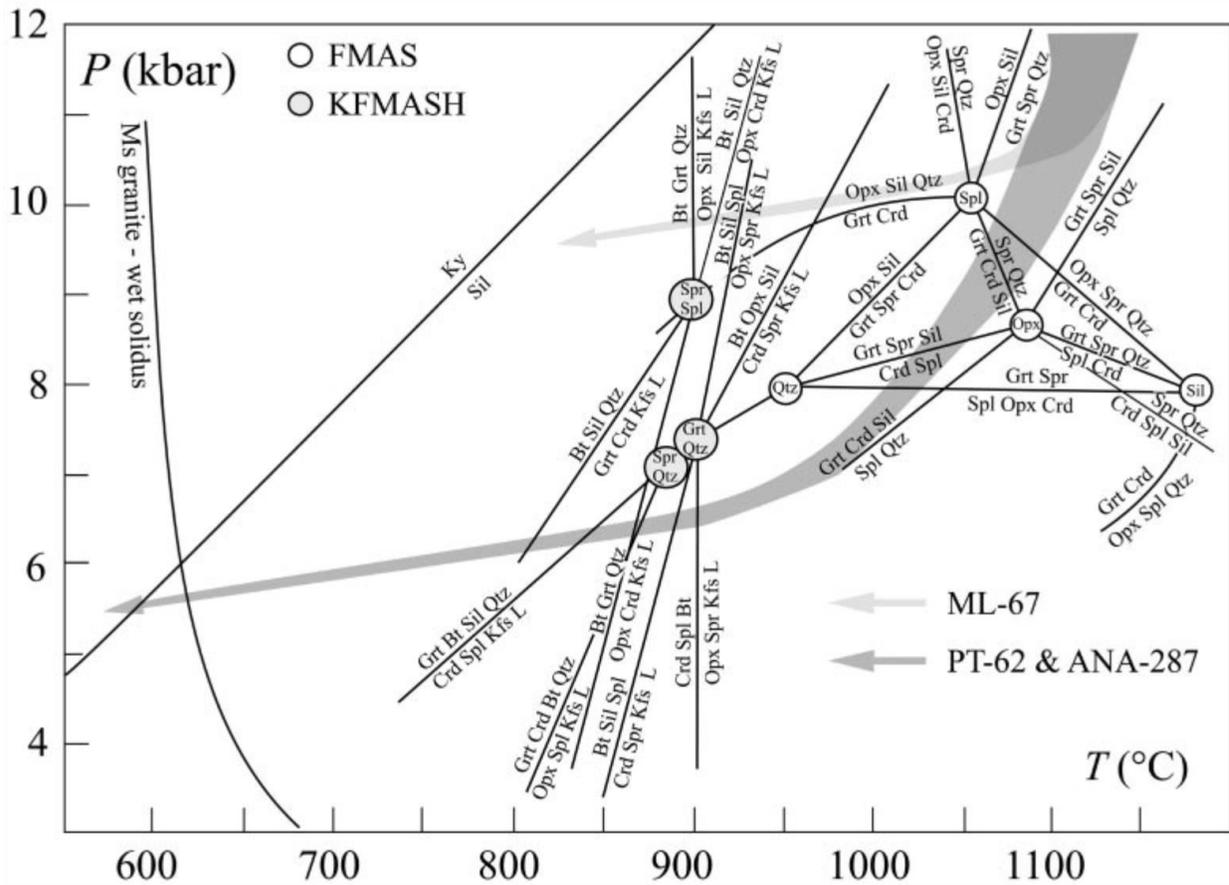


Figura 23: O caminho P-T em cinza claro é restringido pela falta de cordierita (ML-67). O caminho P-T em cinza escuro inclui tanto um segmento de decompressão quase isotermal e outro de resfriamento quase isobárico (PT-62 e ANA-287). Fonte: Moraes (2002).

### 3.12.4 Grupo Araxá

As rochas do Grupo Araxá sofreram metamorfismo de pressão média a alta, em fácies xisto verde alto e principalmente anfíbolito à granulito em algumas porções (Valeriano *et al.*, 2004b). Na porção sul da Faixa Brasília, na *Nappe* de Passos, o Grupo Araxá é amplamente conhecido por apresentar gradiente metamórfico invertido onde condições da fácies xisto verde ocorrem na base do pacote enquanto o topo registra condições da zona da cianita-silimanita, em que condições de fusão parcial são alcançadas (e.g., Teixeira e Danni, 1978; Simões, 1995; Hartung *et al.*, 2020). De acordo com Simões (1984), nas proximidades do município de Mossâmedes, a noroeste da área de estudo, o metamorfismo do Grupo Araxá aumenta de norte a sul, passando da zona da biotita para a zona da granada (fácies xisto verde) até alcançar a zona da estaurolita/cianita (fácies anfíbolito).. As zonas metamórficas são marcadas pela ocorrência de minerais índice como biotita e granada (fácies xisto verde) mais a norte, e cianita e estaurolita (fácies anfíbolito) a sul, próximo a Anicuns,

e indicam que, no último caso, as condições chegaram a temperaturas de 610 - 620°C e pressões entre 5,5 e 8 kbar e retrometamorfismo subsequente marcado por associações da zona da clorita em fácies xisto-verde (Simões, 1984).

Rochas do Grupo Araxá na região de Mairipotaba, a sudeste de Anicuns, incluem granada-muscovita-biotita xistos, gnaisses com ou sem hornblenda, granada-muscovita-biotita xisto feldspático e granada-muscovita-biotita xisto portadores de cianita, estauroлита e fibrolita (Navarro *et al.*, 2009. Navarro *et al.*, 2014). Tais associações minerais indicam trajetória progressiva de P-T horária, típica de cinturões colisionais em regime de pressões intermediárias com pico metamórfico em torno de 610 °C e pressões que variam entre 8,5 e 10 kbar, compatíveis com o campo de estabilidade de cianita e estauroлита (Navarro *et al.*, 2009). O retrometamorfismo dessas rochas é marcado pela presença de cianita e que cresceu durante o estágio de descompressão e resfriamento (Navarro *et al.*, 2009). A presença de clorita, muscovita e epidoto, compatíveis com a zona da clorita em fácies xisto-verde estão deformados e parcialmente orientados segundo D<sub>2</sub> indicando que as fases mais tardias de re-equilíbrio retrometamórfico são sin- a tardi- D<sub>2</sub> (Navarro *et al.*, 2009). As rochas metaultramáficas da região de Mairipotaba apresentam serpentina, talco, clorita, magnetita e carbonatos que são associações típicas da fácies xisto verde (<550°C) (Navarro *et al.*, 2009), raramente apresentam pseudomorfos e restos de olivina.

Evidências de metamorfismo são registradas em biotita-muscovita xisto carbonoso portador de andaluzita próximo a cidade de Mossâmedes e sua ocorrência restrito as adjacências de intrusões ácidas mais jovens (Simões, 1984).

### **3.13 Geologia Econômica**

#### **3.13.1 Depósitos e ocorrências minerais na região de Anicuns**

A ocorrência mineral mais relevante na área de estudo é de ouro filoniano do garimpo Poço da Sociedade em Anicuns. Trata-se de um garimpo a céu-aberto (Meneghini e Carneiro, 2020b) em que a mineralização ocorre como veio de quartzo encaixado em granada-anfibólio-biotita-sericita-quartzo xistos da sequência Anicuns-Itaberaí, hospedada ao longo de uma zona de cisalhamento dúctil (Lacerda Filho *et al.*, 1999). A alteração hidrotermal é dada por silicificação, carbonatação, sulfetação, sericitização e cloritização (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Ocorrências de ouro aluvionar também são registradas em *placers* ao longo de rios e córregos à jusante da Sequência Anicuns-Itaberaí, como por exemplo o Córrego Boa Esperança, em Anicuns (Lacerda

Filho *et al.*, 1999). A presença do garimpo indica que a área tem potencial mineral para ouro, o que sugere que outras áreas com ocorrência de ouro no mesmo contexto geológico podem ser encontradas, não obstante, a maior parte da área de estudo está requerida para ouro (Apêndice LXIV).

No município de Itaberaí (60km de Anicuns) são registradas ocorrências de manganês, formadas a partir do enriquecimento supergênico de gonditos intercalados com micaxistos da Sequência Anicuns Itaberaí que formam horizontes enriquecidos em óxidos de manganês (psilomelana e pirolusita) (Lacerda Filho *et al.*, 1999). O protominério é sílicocarbonatado e formado pelo metamorfismo regional de protólitos vulcanossedimentares, cujos minérios primários são espessartita e rodocrosita (Lacerda Filho *et al.*, 1999). Ocorrências de manganês supergênico também são encontradas como lateritas desenvolvidas sobre litótipos granadíferos da Sequência Anicuns-Itaberaí ou gonditos do Complexo Granulítico Anápolis-Itauçu, onde o minério aflora como lentes, nódulos, plaquetas e blocos (Lacerda Filho *et al.*, 1999).

Ocorrências de menor importância incluem turmalina preta, como cristal de rocha, que pode ser aproveitada como gema para joalheria, talco associado a pequenos corpos ultramáficos, além de mármore para rocha ornamental e calcário (Lacerda Filho *et al.*, 1999).

Cerca de 8 km a noroeste do centro urbano de Americano do Brasil estão localizados os depósitos magmáticos de Ni-Cu sulfetado de Americano do Brasil. Trata-se de intrusões acamadadas, condutos ou derrames de magma de composição máfica a ultramáfica (Lacerda Filho *et al.*, 1999) que foram exploradas pela Vorantim e Prometalica (Mineração Centro-Oeste S/A) até meados de 2013 (Silva *et al.*, 2011). O jazimento de Americano do Brasil apresenta uma reserva total de 3.1 Mt. de minério com teores de 1.12 wt. % Ni e 1.02 wt. % Cu. (Silva *et al.*, 2011) e consiste em duas sequências máficas-ultramáficas (Sequência Norte e Sequência Sul) justapostas ao longo de uma falha de direção E-W, possuindo no total 12 km de comprimento e 3 km de largura. A Sequência Norte é majoritariamente composta por intercalações cumuláticas de dunito, wehrilito, lherzolito e websterito enquanto a Sequência Sul é composta por gabronoritos e intercalações cumuláticas de websteritos e lherzolitos. O minério é dado por zonas de sulfeto maciço ou disseminado, alojadas nas rochas máficas-ultramáficas, sendo os corpos de maior teor, do tipo *reef* em camadas, gerados pela segregação dos sulfetos, formação de *droplets* e descida destes (líquido de baixa viscosidade devido a presença de água) durante a evolução da intrusão acamadada. (Silva *et al.*, 2011)

### 3.13.2 Ocorrências minerais dentro da área de estudo

O levantamento dos dados disponibilizados pela CPRM (Meneghini e Carneiro, 2020a; 2020b; Martins e Santos 2019a; 2019b) unidos ao levantamento dos dados de requerimentos de área junto a ANM (Agência Nacional de Mineração) mostrou a presença de alguns empreendimentos mineiros, as ocorrências minerais e áreas com potencial mineral dentro da área de estudo (Apêndice LXIV).

Foram identificadas ocorrências de manganês, turmalina e ouro (Apêndice LXIV), e requerimentos para ouro e manganês, com aproveitamento de minério de ferro como subproduto em algumas das áreas requeridas para manganês. A área também apresenta ocorrência de areia natural em cursos de drenagens posicionados dentro do contexto da Sequência Anicuns Itaberaí e do Granito Creoulos, essa areia provavelmente é explorada e utilizada pelo próprio município. Há potencial considerável no uso de rochas do Complexo Córrego Seco (30 km<sup>2</sup>) composto por intercalações de metagabros, metagabros-norititos, metadioritos e anfibolitos para a produção de brita. Além disso, os corpos graníticos posicionados dentro da área Granito Lavrinha e do Granito Creoulos podem ser estudados quanto a sua aplicação como rochas ornamentais, fontes de areia ou brita.

Dados de geoquímicas de sedimento de corrente na região do Complexo Córrego Seco (Lima *et al.*, 1995), na porção norte da área de estudo mostram concentrações de até 35 ppm de Cobalto, até 108ppm de Cobre, até 60ppm de Zinco, até 48ppm de Ni, até 155 ppm de Cromo, até 3ppb de Platina, até 6 ppb de Paládio e de até 15524 ppb de Ouro, o que reforça o potencial para ouro na área, além da necessidade de investigação do potencial para metais como Co, Cu Zn e Ni, que não devem ser descartado.

## **4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS**

### **4.1 Fotointerpretação**

#### 4.1.1 Zonas Homólogas

Ao todo foram divididas 5 zonas homólogas na área, que são apresentadas no Apêndice LXV. A Zona homóloga I, que abrange a maior parte do setor oeste da área, foi delimitada a partir das seguintes características: Baixa rugosidade do terreno, alta reflectância, e padrão de drenagens treliças, com muitas drenagens retas. A Zona homóloga II, que compõe a porção leste da área, foi delimitada pela baixa rugosidade, reflectância baixa e um padrão de drenagens mais dendríticas,

apesar de ainda haver muitas drenagens retas. A Zona homóloga III está localizada na região centro-norte da área e foi distinguida pela alta rugosidade do terreno, baixa reflectância e padrão de drenagens paralelas, sendo as drenagens principais também retas e bem demarcadas na imagem de satélite. A Zona homóloga IV, na região central da área, foi definida pela alta rugosidade, reflectância média e presença de poucas drenagens, em um padrão dendrítico. A Zona homóloga V no extremo sudoeste da área apresenta alta reflectância, alta rugosidade e alta densidade de drenagens em um padrão dendrítico a radial (centrífuga), com vegetação esparsa.

A área urbana ocupa boa parte da porção centro-leste da área de estudo, impossibilitando a fotointerpretação. Apesar da região sul da área apresentar grande atividade antrópica agrícola, a coloração do solo, os padrões de drenagem e relevo permitem a inclusão como parte das zonas homólogas descritas anteriormente.

#### 4.1.2 Foto-estruturas

As estruturas fotointerpretadas foram classificadas em alinhamentos e lineamentos de relevo, fraturas, falhas e foliações (Apêndice LXVI). Os principais lineamentos e alinhamentos de relevo estão orientados na direção EW e NS, mas também são observados nas direções NE-SW e NW-SE. Alguns desses lineamentos são demarcados pelo padrão de drenagens da área. A maior parte das fraturas possui direção NS, muitas vezes cortando os lineamentos ou as foliações. As foliações fotointerpretadas estão orientadas principalmente na direção NE-SW, mas também foram observadas algumas com direção NW-SE, e se encaixam bem com dados estruturas pontuais de mapeamentos anteriores. São observados amplos dobramentos na região na porção sudoeste da área, indicando um possível contraste reológico das litologias, o que explicaria o comportamento da deformação nessa área.

#### 4.1.3 Unidades Fotolitológicas

A classificação fotolitológica (Apêndice LXVII) foi feita a partir das zonas homólogas e usou como base os levantamentos geológicos anteriores de escala maior, a fim de propor unidades fotointerpretadas. Algumas das estruturas identificadas na fotointerpretação também foram importantes na delimitação de zonas litológicas, pois foram associadas a contatos entre as unidades. A primeira unidade fotolitológica é ligada à Zona I, interpretada como os metagranitos descritos dentro do Arco Magmático de Goiás. A Zona II está possivelmente associada aos metassedimentos da Sequência Anicuns-Itaberaí. Os principais fatores para definir essas unidades foram: A redução

na rugosidade do relevo; Os metagranitos apresentam reflectância maior devido à composição mineral e ao tamanho dos cristais; O padrão de drenagens nas duas unidades segue as estruturas desenvolvidas, que nos metagranitos são fraturas, falhas e algumas clivagens e nos metassedimentos são fraturas, foliação e xistosidade. As regiões com alta rugosidade, por sua vez, representam as intrusões mais jovens, que foram menos afetadas pelo metamorfismo. A Zona III foi associada às rochas intrusivas do Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco, que possui baixa reflectância devido ao aumento de minerais máficos. A Zona IV, foi associada aos granitos do tipo Lavrinha devido à reflectância alta e o padrão de drenagens dendrítico, além da escassez de drenagens. A Zona V apresenta altíssima reflectância, um relevo mais acidentado e alta rugosidade, fatores que permitiram correlacioná-la com o corpo intrusivo deformado do Granito Creoulos.

## 4.2 Interpretação Geofísica

### 4.2.1 Interpretação das imagens magnetométricas

Tanto as rochas quanto as anisotropias da região podem apresentar assinaturas magnéticas geradas pela composição mineralógica, em relação à concentração de minerais magnéticos como a magnetita, de forma que as diferenças nessa concentração realçam o contraste entre as litologias e das anisotropias, como falhas, em que pode ocorrer percolação de fluido e cristalização ou remoção de minerais magnéticos. A fim de definir os domínios magnéticos foi utilizado o mapa de Gradiente Total (Apêndice X), atrelado aos seus contornos de intensidade. Como pode ser observado no Apêndice LXVIII, a área de estudo foi dividida em quatro domínios magnéticos contrastantes, que foram correlacionados às litologias mapeadas.

**Domínio magnético 1:** Abrange majoritariamente a porção centro-norte da área, sendo caracterizado por altas amplitudes magnéticas da ordem de valores  $> 0,3$  nT/m e relevo magnético muito alto. Estas assinaturas quando comparadas com o mapa geológico, estão associadas às rochas intrusivas máficas no núcleo do Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco, que possuem alta concentração de minerais magnéticos.

**Domínio magnético 2:** Circunda o Domínio magnético 1, ocorrendo na porção norte e centro-norte da área e em pequenas porções isoladas na região leste e sul da área de estudo. Este domínio é caracterizado por média amplitude magnética, da ordem de valores  $< 0,3$  e  $> 0,09$  nT/m, e alto relevo magnético. A assinatura magnética está relacionada na porção norte às rochas da borda do Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco, enquanto os pontos isolados se relacionam às

metassedimentares com magnetita da SAI) e a feições do Metagranito Sanclerlândia, do AMG, que podem possuir minerais magnéticos como a magnetita e pirrotita.

**Domínio magnético 3:** Abrange a maior parte da área, especialmente a porção sudoeste e sul e porções ao nordeste e noroeste da área, este domínio é caracterizado por amplitudes magnéticas da ordem de valores  $< 0,09$  e  $> 0,015$  nT/m, com relevo magnético médio. A assinatura magnética deste domínio está associada aos ortognaisses Sanclerlândia, à intrusão do Granito Córrego da Lavrinha e à maior parte das rochas da SAI.

**Domínio magnético 4:** Distribui-se em regiões no extremo sudeste e oeste da área, sendo caracterizado por baixas amplitudes magnéticas da ordem de valores  $< 0,015$  nT/m, com baixo a muito baixo (valores até  $0,006$  nT/m) relevo magnético. O domínio está relacionado principalmente à intrusão félsica do corpo Creoulos.

#### 4.2.2 Interpretação dos lineamentos magnéticos

O método magnético é um excelente marcador de lineamentos, que em sua maioria se relacionam com falhas, fraturas e zonas de cisalhamento. O mapa do Gradiente Total em cores com sobreposição da Inclinação do Sinal Analítico em tons de cinza foi o mais utilizado para marcar estruturas (Apêndice LXIX). No geral a área apresenta três famílias de lineamentos de direções distintas: NE, EW e NW. Os lineamentos de direção NE parecem associados ao importante controle de falhamentos e fraturas imposto pelo evento Transbrasiliano, que tem contribuições dúcteis transcorrentes e influencia todo o estado de Goiás. Já os lineamentos de direção NW no embasamento indicam falhamentos e zonas de cisalhamento transcorrentes, que também podem estar tectonicamente associados ao evento Transbrasiliano, de forma que são interceptadas por e interceptam as estruturas de direção NE. Por fim, os lineamentos de direção E-W, podem ser zonas de cisalhamento transcorrentes, cortando as intrusões e o embasamento, e compressivas, curvadas pela competência das intrusões na área.

#### 4.2.3 Interpretação das imagens gamaespectrométricas

A proporção relativa de K, U e Th, obtida pela quantificação dos raios gama emitidos pelos isótopos desses elementos é muito útil na delimitação da litologia aflorante. Apesar da ampla quantidade de ambiguidades geológicas para uma mesma combinação desses elementos, o método é muito útil aliado ao conhecimento geológico da região estudada. Através das linhas de contorno

para cada canal dos radioisótopos supracitados, foi possível delimitar domínios com variadas proporções de K, U e Th, e correlacionar com as unidades litológicas (Apêndice LXX).

As atribuições qualitativas de teor foram estabelecidas da seguinte forma: Potássio (K): baixo para teores menores que 0,3%, intermediário para teores entre 0,3% e 1,3%, alto para teores maiores que 1,3%; Urânio (U): baixo para teores menores que 0,015 ppm, intermediário para teores entre 0,015 e 0,7 ppm, alto para teores maiores que 0,7 ppm; e Tório (Th), com mais divisões, por apresentar maior contraste de teores: muito baixo para teores menores que 0,67 ppm, baixo para teores entre 0,67 e 2,7 ppm, intermediário para teores entre 2,7 e 4,5 ppm, alto para teores entre 4,5 e 6 ppm, e muito alto para teores maiores que 6 ppm).

**Domínio gamaespectrométrico I:** Abrange uma porção da parte centro-norte da área, sendo caracterizado por possuir baixo potássio, muito baixo tório e baixo urânio. Quando comparamos estes parâmetros com a geologia regional o domínio está associado às rochas do núcleo do Complexo Córrego Seco. Provavelmente, essas rochas não apresentam minerais com concentrações consideráveis de K, Th e U devido à incompatibilidade desses elementos com rochas ígneas pouco diferenciadas. É interessante notar a baixa concentração de tório em toda a área do domínio, porque o fato de ele ser imóvel corrobora a ideia de as rochas terem cristalizado com baixos teores de K, U e Th, e não os terem perdido por processos posteriores.

**Domínio gamaespectrométrico II:** Circunda o Domínio gamaespectrométrico I, na porção centro-norte da área, e é caracterizado por possuir teores baixos de potássio, urânio e tório. As concentrações deste domínio estão relacionadas às rochas da borda do Complexo Córrego Seco, e o leve enriquecimento em tório em relação ao núcleo está provavelmente relacionado a diferenciação magmática, incursão de fluidos e/ou interações metassomáticas com as encaixantes.

**Domínio gamaespectrométrico III:** Ocorre em uma pequena área no extremo nordeste da área, e é caracterizado por possuir teores intermediários de potássio e urânio e teor baixo de tório. Geologicamente está relacionado com a Unidade Psamo-Pelítica da Sequência Anicuns-Itaberaí, e a proximidade com grandes estruturas e com a intrusão do Córrego Seco provavelmente foi responsável, através da interação com fluidos hidrotermais e metassomáticos, por essa assinatura gamaespectrométrica específica, diferente das outras da SAI. É possível que essa resposta esteja também associada a variações litológicas pontuais da SAI.

**Domínio gamaespectrométrico IV:** Se refere a uma pequena porção no centro-sul da área que apresenta teor de potássio intermediário e teores de tório e urânio baixos a intermediários.

Corresponde a feições locais da Unidade Básico-ultrabásica da SAI, diferente da assinatura principal dessa unidade (Domínio IX) pelo aumento na concentração de potássio, e pelos menores teores de urânio e tório. O aumento no potássio provavelmente é gerado pelo carreamento superficial do elemento a partir do corpo granítico Córrego da Lavrinha, através de drenagens. Já os valores de U e Th baixos provavelmente estão associados à presença de metaultramáficas, da Unidade Básico-ultrabásica, na área do domínio.

**Domínio gamaespectrométrico V:** Ocorre como um corpo no extremo sudeste da área e se caracteriza por altos teores de urânio e potássio e teor de tório muito alto. Está relacionado geologicamente ao granito Creoulos, de geometria levemente arredondada. Possui uma assinatura semelhante ao Granito Lavrinha (Domínio VI), ambos com altas anomalias de K, relacionadas principalmente aos feldspatos e a micas, e de Th e U, associados a minerais como zircão e apatita. A principal diferença é o maior teor de Th no Creoulos, que provavelmente indica um grau de fracionamento mais evoluído geoquimicamente.

**Domínio gamaespectrométrico VI:** Abrange um corpo alongado NS na parte centro-sul da área, e é caracterizado por altos teores de potássio, urânio e tório. Esse domínio está relacionado ao granito Córrego da Lavrinha, com uma assinatura correspondente à assembleia mineral do granito, que inclui feldspato, plagioclásio, biotita, muscovita, hornblenda, zircão e apatita (Lacerda Filho et al. 1999).

**Domínio gamaespectrométrico VII:** Abrange a maior parte do leste da área, e é caracterizado por teores intermediários de potássio, tório e urânio. Geologicamente está relacionado à maior parte das rochas da Unidade Psamo-pelítica da SAI. O domínio apresenta variações de pequena escala provavelmente por se tratar de sequências metassedimentares intercaladas, apresentando anomalias pontuais dos elementos, mas sempre em níveis intermediários.

**Domínio gamaespectrométrico VIII:** Ocorre em uma porção no noroeste da área e em um pequeno corpo no centro da área e se caracteriza por representar baixo teor de potássio, teor intermediário de urânio e baixo teor de tório. Na porção norte da área, está associado geologicamente às rochas da borda da intrusão do Córrego Seco e a feições do Metagranito Sanclerlândia. No corpo menor, ao centro, as assinaturas são compatíveis com uma possível intrusão máfica-ultramáfica menor, associada ao Córrego Seco.

**Domínio gamaespectrométrico IX:** Abrange uma grande faixa de direção NS na porção centro-sul da área, sendo caracterizado por baixo teor de potássio e teores de tório e urânio intermediários. A geologia no domínio é representada pelos anfibolitos da Unidade Básico-ultrabásica da Sequência Anicuns-Itaberaí.

**Domínio gamaespectrométrico X:** Localizado no extremo sudoeste da área, este domínio é caracterizado por possuir teores intermediários de potássio e altos de tório e urânio. Geologicamente está associado a feições do Metagranito Sanclerlândia, possivelmente porções menos feldspáticas dos ortognaisses, o que diminui os teores de potássio.

**Domínio gamaespectrométrico XI:** É referente a um pequeno corpo na região oeste da área, caracterizado por possuir teor intermediário de potássio, muito alto de tório e alto de urânio. Representa outra feição do Metagranito Sanclerlândia, cuja alta anomalia de tório e valores intermediários de potássio indicam a possibilidade de um corpo granítico não mapeável na escala de detalhe.

**Domínio gamaespectrométrico XII:** Abrange a maior parte do oeste da área, e é caracterizado por teores altos de potássio e urânio e teor intermediário de tório. Representa a assinatura principal do Metagranito Sanclerlândia, provavelmente associada à composição granodiorítica, mais abundante.

#### 4.2.4 Interpretação de lineamentos gamaespectrométricos

Através dos mapas de Contagem Total e imagem ternária K:Th:U foram extraídos alguns lineamentos delimitados por anomalias lineares e restritas de elementos (Apêndice LXXI). No geral a área apresenta 3 famílias de lineamentos de direções distintas, para NE, EW e NW, semelhantes às das estruturas magnéticas, tendo as mesmas associações geológicas. Além disso, apesar de ter mais limitações na identificação de estruturas, o mapa gamaespectrométrico delimita melhor as estruturas de grandes proporções, como zonas de cisalhamento compressivo ou transcorrentes de proporções quilométricas.

#### 4.2.5 Considerações Gerais da Interpretação Geofísica

A interpretação dos mapas magnéticos e gamaespectrométricos permitiu a delimitação em detalhe de domínios com anomalias características. O sinal analítico associado aos produtos de derivada vertical e gradiente horizontal aplicados aos dados magnéticos se mostraram eficientes na delimitação principalmente de estruturas em detalhe e domínios altamente. Já as imagens geradas

pelos espectros de potássio, urânio e tório se destacaram aspectos quilométricos em detrimento da escala de detalhe, e foram eficientes na delimitação de diversos domínios. Como um produto da interpretação geofísica descrita acima, foi publicado um resumo expandido no *17th International Congress of the Brazilian Geophysical Society & Expogef*, que está no Apêndice LXXII.

### **4.3 Geoquímica de sedimento ativo de corrente**

A seguir são apresentadas as características geoquímicas que puderam ser definidas para algumas unidades geológicas que ocorrem na área de estudo, como um resultado do processamento dos dados de sedimento de corrente efetuado e descrito anteriormente.

#### **4.3.1 Granito Creoulos**

O Granito Creoulos apresenta-se bem delimitado como uma região do mapa por meio de anomalias de elementos como Ag-As-Be-Ca-Mg-Ga-Sn, sendo ainda mais interessante por suas anomalias em prata (Apêndice LXXIII) e berílio (Apêndice LXXIV), uma vez que esses elementos apresentam valores em ppm: Ag (anomalias entre 0,35 e 1,5 ppm) e Be (entre 1 e 7 ppm).

#### **4.3.2 Granito Córrego da Lavrinha**

O Granito Córrego da Lavrinha se posiciona mais ao centro-sudoeste da área e possui associação de elementos demarcada por: Ag-Ba-Be-Mo-Y-Zr. Esses elementos indicam sua natureza granítica e evidenciam possíveis mineralizações associadas a prata e berílio, entretanto as anomalias aqui são menores do que as encontradas no Granito Creoulos. A interação metassomática entre esse granito e as rochas máficas da sequência vulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí pode indicar potencial para mineralização nelas.

#### **4.3.3 Sequência Anicuns-Itaberaí**

As rochas no extremo leste são bem demarcadas por anomalias dos elementos: Sr-As-Nb-La-B, elementos provavelmente relacionados à formação em regime de arco de ilha e à percolação, por meio de zonas de cisalhamento, de fluidos das intrusões da área. A região central é bem demarcada por anomalias dos elementos: Ag-Au-Co-Cu-Cr-Zn-V-Ni-Pb, sendo importante ressaltar que o Au foi explorado na mina Poço da Sociedade, hoje inativa no município de Anicuns. As anomalias de Au estão relacionadas geralmente a essa unidade, sendo geralmente de 0,03 ppm de ouro com pontos de alta concentração isolados.

#### 4.3.4 Suíte Anicuns-Santa Barbara – Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco

O Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco é muito bem delimitado por Co-Cu-Ca-Cr-Fe-Mg-Ni-Pb, possuindo também associações menos bem delimitadas de Sc-Ti-V-Zn-Bi-Nb, provavelmente relacionadas ao metassomatismo e percolação de fluidos dentro do ambiente tectônico da área.

#### 4.4 Unidades litoestratigráficas mapeadas

A seguir são descritas as unidades litoestratigráficas mapeadas na área de estudo. As unidades são apresentadas em ordem cronológica, da mais antiga para a mais nova. Para a nomenclatura das unidades apresentadas abaixo buscou-se adotar a nomenclatura utilizada em trabalhos de cartografia anteriores, de menor detalhe. Os principais produtos gerados e utilizados na definição das unidades litoestratigráficas são apresentados nos apêndices, e incluem: a tabela de pontos de campo (Apêndice LXXV), a tabela de amostras coletadas (Apêndice LXXVI), a ficha das descrições petrográficas (Apêndice LXXVII), o mapa geológico (Apêndice LXXVIII), o mapa de pontos (Apêndice LXXIX), o modelo geológico tridimensional (Apêndice LXXX), os perfis geológicos (Apêndice LXXXI), a coluna litoestratigráfica (Apêndice LXXXII) e o mapa geológico integrado (Apêndice LXXXIII) e o mapa estrutural integrado (Apêndice LXXXIV).

É importante ressaltar que, pela espessura do perfil de solo e pela ambiguidade entre algumas litologias, todos os contatos foram delimitados com o auxílio de técnicas indiretas, como a geofísica e a fotointerpretação.

##### 4.4.1 Metagranito Sanclerlândia

As rochas incluídas na unidade dos ortognaisses Sanclerlândia são encontradas na porção oeste, abrangendo aproximadamente 25% da área total, com 30km<sup>2</sup>, em uma faixa norte-sul. Puderam ser individualizadas em três principais litotipos, que compreendem rochas dioríticas, rochas granodioríticas e rochas de composição granítica, distribuídas de NW a SW respectivamente. Um quarto litotipo dos Ortognaisses Sanclerlândia, de composição tonalítica, também foi reconhecido, mas não foi considerado como mapeável na escala de trabalho.

Martins e Santos (2019a e 2019b), durante o mapeamento 1:100.000 feito pela CPRM, incluíram todas as diferentes composições em uma só unidade. No mapeamento aqui descrito, devido ao maior nível de detalhe, foi possível fazer a individualização dessas três unidades.

#### 4.4.1.1 *Metagranito Sanclerlândia – gnaissé diorítico*

Esse litotipo ocorre no noroeste da área de estudo, em uma área de aproximadamente 12km<sup>2</sup>, e é caracterizado por gnaisses de composição diorítica podendo conter granadas. Essas rochas afloram como lajedos ou blocos próximos a drenagens e apresentam contato gradacional e difuso com os outros litotipos pertencentes aos ortognaisses Sanclerlândia. O solo encontrado onde esse litotipo ocorre é geralmente castanho. Embora não tenha sido observado em campo, assume-se que as rochas pertencentes ao Córrego Seco estão em contato intrusivo com os gnaisses dioríticos.

Assim como ocorre nos outros litotipos do Metagranito Sanclerlândia, essas rochas apresentam bandamento composicional, porém o nível de deformação impressa nelas varia de foliação gnáissica à preservação da textura ígnea. A foliação gnáissica, quando presente, tem direção WNW-ESE com mergulhos de alto ângulo (~85°) para SW. Em alguns afloramentos o bandamento composicional está dobrado, gerando desde dobras suaves horizontais a dobras isoclinais verticais.

No geral, a rocha é composta por anfibólio (45%), plagioclásio (45%) e quartzo (>5%), podendo conter biotita (<5%) e/ou granada (<5%). A variação na composição modal e na orientação dos minerais na rocha geram uma diversidade textural, com casos em que o bandamento gnáissico é marcado em todos os minerais (Figura 24), outros em que somente o anfibólio e a biotita imprimem foliação, e ainda casos em que as rochas apresenta-se indeformada, sem foliação (Figura 25). São, portanto, rochas de composição diorítica a quartzo-diorítica, com texturas granoblásticas a lepidonematoblásticas, mas variações pontuais dentro do litotipo podem chegar a composições tonalíticas e granulação microcristalina. A granada, quando presente, ocorre como concentrados de cristais eudrais não rotacionados. Muitas vezes, enclaves (aparentemente autólitos) de granulação mais fina difuso com tamanhos variando de 5cm a mais de um metro de diâmetro estão contidos em domínios de granulação mais grossa (Figura 26).



Figura 24: Amostra (20TF04\_157-a) do gnaiss Diorítico, com bandamento gnáissico e presença de cristais de granada.



Figura 25: Amostra (20TF04\_115-b) do gnaiss Diorítico indeformado.



Figura 26: Autólito de granulação fina dentro do diorito de granulação grossa. Ponto 20TF04\_115.

O contato com as unidades do Complexo Córrego Seco foram delineados com dificuldade, pois as duas podem apresentar dioritos sem textura deformacional. Os principais indicadores do diorito Sanclerlândia foram a presença de bandamento gnáissico e a presença de granada.

A análise petrográfica de uma amostra de gnaíse quartzo-diorítico (amostra 20TF04\_157-a) mostra que o bandamento gnáissico tem bandas granoblásticas compostas por quartzo, plagioclásio, granada, epidoto e bandas nematoblásticas compostas por hornblenda, biotita e plagioclásio. A composição modal é de hornblenda ( $\pm 43\%$ ), andesina ( $\pm 26\%$ ), quartzo ( $\pm 20\%$ ), granada ( $\pm 5\%$ ), epidoto ( $\pm 3\%$ ) e biotita ( $\pm 1\%$ ) e óxidos de ferro como minerais acessórios. A hornblenda é o mineral predominante, ocorre como prismas curtos de granulometria fina (0,5 mm) em agregados de até 2 mm, orientados segundo a foliação. Os grãos de andesina ( $\sim 0,8$  mm) são anédricos, pontualmente maclados (lei da albita), associados a agregados de grãos anédricos de quartzo ( $\sim 0,2$  mm) e cristais subédricos de epidoto ( $\sim 0,4$  mm). A granada ocorre como porfiroblastos ( $\sim 2$  mm) associados as porções granulares da rocha. A textura das granadas é poiquilítica com inclusões de quartzo e, raramente, hornblenda. A biotita ocorre em pequenos

agregados lamelares dispersos pela lâmina. As bandas como um todo estão orientadas segundo  $S_1$  que foi dobrado por  $S_2$ , formando dobras centimétricas. Os poiquiloblastos de granada conservam  $S_{n-1}$  nas inclusões de quartzo, com rotação por  $S_2$  (Figura 27). Também ocorrem cristais de granada euédricos, sin-cinmáticos a  $S_1$  (orientados pelo  $S_1$ ).

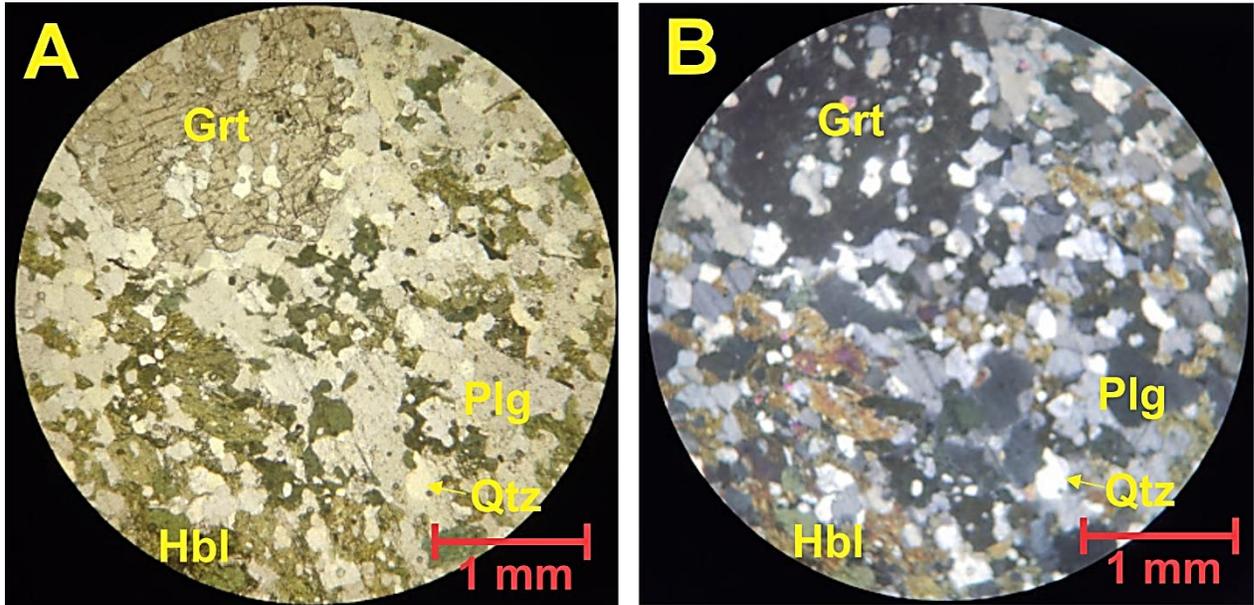


Figura 27: A: Fotomicrografia PPL da rocha, pode ser observada a textura poiquiloblástica da granada, conservando o  $S_{n-1}$  e o bandamento composicional e textural orientado pelo  $S_1$ . B: Fotomicrografia CPL da rocha.

#### 4.4.1.2 Metagranito Sanclerlândia –gnaisse granodiorítico

Trata-se do litotipo que possui a maior área de ocorrência do Metagranito Sanclerlândia, com aproximadamente 20km<sup>2</sup> no sudoeste da área, apesar de ter afloramentos esparsos sempre à margem de drenagens ou associados a uma espessa cobertura de solo, que é geralmente branco a amarelo (Figura 28). Apresentam bandamento gnáissico bem-marcado e ampla variação composicional e de granulação.

O contato com outros litotipos dos Ortognaisses Sanclerlândia é gradacional e difusos, já o contato com as rochas da Sequência Anicuns-Itaberaí é interpretado como tectônico. Devido à espessa cobertura de solo, os contatos desse litotipo foram demarcados a partir do mapa gamaespectrométrico (principalmente Domínio XII e parte do Domínio X do Apêndice LXX) e pelo relevo pouco rugoso, de baixa amplitude e as drenagens esparsas e retilíneas na fotointerpretação (inserido na Zona I do Apêndice LXV).



Figura 28: Perfil de solo sobre saprólito de gnaiss, que é visto na mesma altura em que o martelo está. Ponto 20TF04\_055.

A foliação gnáissica é a principal estrutura registrada nessas rochas. No geral apresenta direção variando de N30E a N30W, com mergulho de 20 a 50° para oeste. Associado à foliação gnáissica há também um bandamento composicional formado por fusão parcial gerando localmente migmatitos de estrutura acamada (Figura 29).



Figura 29: Migmatito do ponto 20TF04\_015 com estrutura bandada e composição granodiorítica.

Quando presente, o migmatito apresenta bandas melanocráticas dominadas por biotita e bandas leucocráticas de composição granítica a granodiorítica, que juntas compreendem o neossoma da rocha. Bandas mesocráticas de composição granodiorítica caracterizam o paleossoma, e são mineralogicamente compostas por quartzo (10%), plagioclásio (20%), feldspato alcalino (10%), anfibólio (45%) e biotita (15%).

Além da composição, a maior proporção de biotita e a deformação melhor impressa também permitem separar essas rochas dos gnaisses dioríticos. Contudo, também há variação de granulação, textura e composição dentro dos gnaisses granodioríticos, sendo que algumas porções com granulação mais grossa também podem não apresentar bandamento gnáissico e as variações composicionais podem chegar a granítica e tonalítica.

#### *4.4.1.3 Metagranito Sanclerlândia – gnaisse granítico*

Ortognaisses de composição granítica ocorrem em uma área de aproximadamente 3km<sup>2</sup> no sudoeste da área mapeada. Bons afloramentos desse litotipo estão limitados a drenagens e o solo associado a eles é branco e argiloso. Os contatos são aparentemente gradacionais e foram delimitados pelo padrão de drenagem dendrítico que rodeia o corpo e pela assinatura geofísica (Domínio X no Apêndice LXX e Domínio 2 no Apêndice LXVIII).

É marcado por bandamento gnáissico podendo localmente apresentar foliação milonítica associada a zona de cisalhamento. As rochas dessa unidade apresentam composição monzogranítica com cerca de 10% de muscovita, 35% de feldspato alcalino, 30% de quartzo, 15% de plagioclásio, 6% de biotita, 3% de granada e 1% de magnetita. Alguns feldspatos ocorrem como porfiroclastos, de até 2cm, com inclusões de biotita e com zonação. A magnetita tem granulação fina, é euédrica e ocorre disseminada na rocha.

Na porção oeste da unidade, associado a esses gnaisses, há a ocorrência de pegmatito com turmalina e cristais gigantes de muscovita (~5cm de diâmetro), entretanto, não está claro qual a associação genética com os gnaisses, ou seja, se é produto de fusão dos próprios gnaisses ou se é cogenético a algum pulso granítico neoproterozoico.

#### *4.4.2 Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí*

As rochas da Sequência Anicuns-Itaberaí abrangem a região centro-sul e leste da área mapeada, caracterizadas principalmente por xistos, quartzitos e anfibolitos. Compõem uma faixa NE-SW de aproximadamente 42km<sup>2</sup>, representando 35% da área total. No mapa foram

individualizadas cinco unidades litológicas pertencentes à Sequência Anicuns-Itaberaí, que são, da base para o topo: litofácies micaxistos, litofácies quartzitos, litofácies anfíbolitos, litofácies metaignimbritos e litofácies ultramáficas.

O indicador principal de topo dessa sequência são os metatufos encontrados no extremo oeste da SAI. Como ele está associado às rochas metavulcânicas máficas, que foram interpretadas como posteriores à deposição das psamo-pelíticas, e não de assoalho oceânico, justamente pelo caráter subaéreo dos metatufos. Além disso, a morfologia da grande dobra anticlinal de empurrão da área, cujo centro é marcado pelo Granito Córrego da Lavrinha, também reforça a interpretação de que o flanco oeste não está estratigraficamente invertido (ou seja, o topo está no extremo oeste e a base na charneira), diferente do flanco leste. Dito isto, a litofácies ultramáficas é considerada como a mais jovem por ser entendido que ela representa uma intrusão que ecaixou como um sill nas vulcânicas e posteriormente foi metamorfizada junto da SAI.

#### *4.4.2.1 Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Psamo-pelítica – Litofácies Micaxistos*

A unidade compreende xistos pelíticos a calcixistos e ocupa uma grande porção da área, de aproximadamente 18km<sup>2</sup>, principalmente ao redor do Granito Lavrinha, no centro da charneira da anticlinal, e em toda a porção leste, em uma faixa norte-sul que acompanha a falha de empurrão. Apresenta grande variabilidade composicional e textural, incluindo granada-biotita-xistos, quartzo-muscovita-xistos, magnetita-granada-biotita-muscovita-xistos, granada-hornblenda-muscovita-xistos e granada-muscovita-hornblenda-biotita-xistos, os dois últimos portadores de carbonato. Apresenta textura principal lepidoblástica a granolepidoblástica e ocorrem principalmente ao longo de cortes de drenagens e estradas, e, quando a composição é mais rica em quartzo, na forma de lajedos e topo de morros, sustentando o relevo. O solo sobre essas rochas varia de castanho a vermelho, ficando mais vermelho quando há maior proporção de biotita, hornblenda e granada.

A principal estrutura observada nessas rochas é uma xistosidade marcada pela orientação de cristais de mica (principalmente muscovita) que tem direção preferencial NS, com mergulhos suaves a acentuados (20 a 80°) para oeste.

Muscovita-xistos, com ou sem granada e biotita, são o litotipo mais abundante da unidade. É interpretado como de natureza pelítica e é caracterizado por coloração cinza-clara, textura lepidoblástica e xistosidade bem desenvolvida. É composto por 90% de mica (muscovita ± biotita), 7% de quartzo e 2% de granada. Quando presente, a biotita normalmente está alterada para óxidos

e hidróxidos de ferro, assim como a granada, que só é reconhecida por apresentar-se como pequenas esferas oxidadas avermelhadas.

Os xistos localizados na porção norte do granito Lavrinha ocasionalmente apresentam cristais de hornblenda em associação com biotita e granada, e indicam que a composição do protólito muda para composição mais calciossilicatada, visto que os xistos são essencialmente aluminosos. Os cristais de anfibólio são euédricos, orientados na direção do eixo da crenulação  $S_3$ .

Intercalações de quartzito, entre as camadas de xisto, são frequentes e se destacam devido à resistência dessas rochas ao intemperismo. A frequência dessas intercalações aumenta próximo ao contato com a unidade de quartzito (estratigraficamente acima), sugerindo transição gradual entre as duas unidades.

O contato do xisto com os granitos Córrego da Lavrinha e Creoulos, é marcado por diferenças na assinatura gamaespectrométrica (assinatura dos xistos é representada pelo Domínio VII no Apêndice LXX) e pela diferença nos padrões de drenagens, sendo que o padrão dos xistos é representado na Zona II do Apêndice LXV.

Nas proximidades do Córrego da Boa Esperança, no centro-leste da área, ocorrem calcixistos com granada e hornblenda. Essas rochas ocorrem como afloramentos ou grandes blocos de dimensões métricas. Próximo à zona de cisalhamento, essas rochas são ricas em muscovita e apresentam cristais centimétricos de granada e hornblenda, enquanto as ocorrências distantes da zona de cisalhamento contêm biotita e cristais milimétricos de granada e hornblenda.

A caracterização petrográfica dos calcixistos próximos à zona de cisalhamento (Figura 30) mostra uma rocha inequigranular, granolepidoblástica, com porfiroblastos de granada ( $\pm 4\%$ ) e hornblenda (28%) exibindo sombras de pressão, em matriz fina, crenulada, composta por quartzo (21%), muscovita (16%), epidoto (11%), plagioclásio (7%) calcita (9%) e óxidos (4%). A hornblenda ocorre como grandes prismas alongados ( $\sim 3$  cm), exibindo textura poiquilitica (inclusões de quartzo e opacos) e orientados segundo a foliação  $S_1$ . Os agregados de grãos anédricos de quartzo ( $\sim 0,8$  mm), com extinção ondulante, associados a grãos de plagioclásio ( $\sim 0,5$  mm) subédricos, pontualmente maclados (lei da albite), e cristais subédricos de zoisita ( $\sim 0,4$  mm). A muscovita ocorre como agregados lamelares ( $\sim 3$  mm) orientados em  $S_1$ . A clinozoisita ( $\sim 4$  mm) e a granada ( $\sim 5$  mm) ocorrem como poiquiloblastos euédricos com inclusões de quartzo ( $\sim 0,1$  mm), associados as porções granulares da amostra. O carbonato ocorre como grãos subédricos, por vezes parcialmente oxidados para agregados dendríticos radiais de goethita (limonita), sendo

provavelmente composto por siderita e calcita. Os opacos são grãos isotrópicos de sulfetos e óxidos de ferro (secundários), provavelmente associados à passagem de fluidos pela rocha.

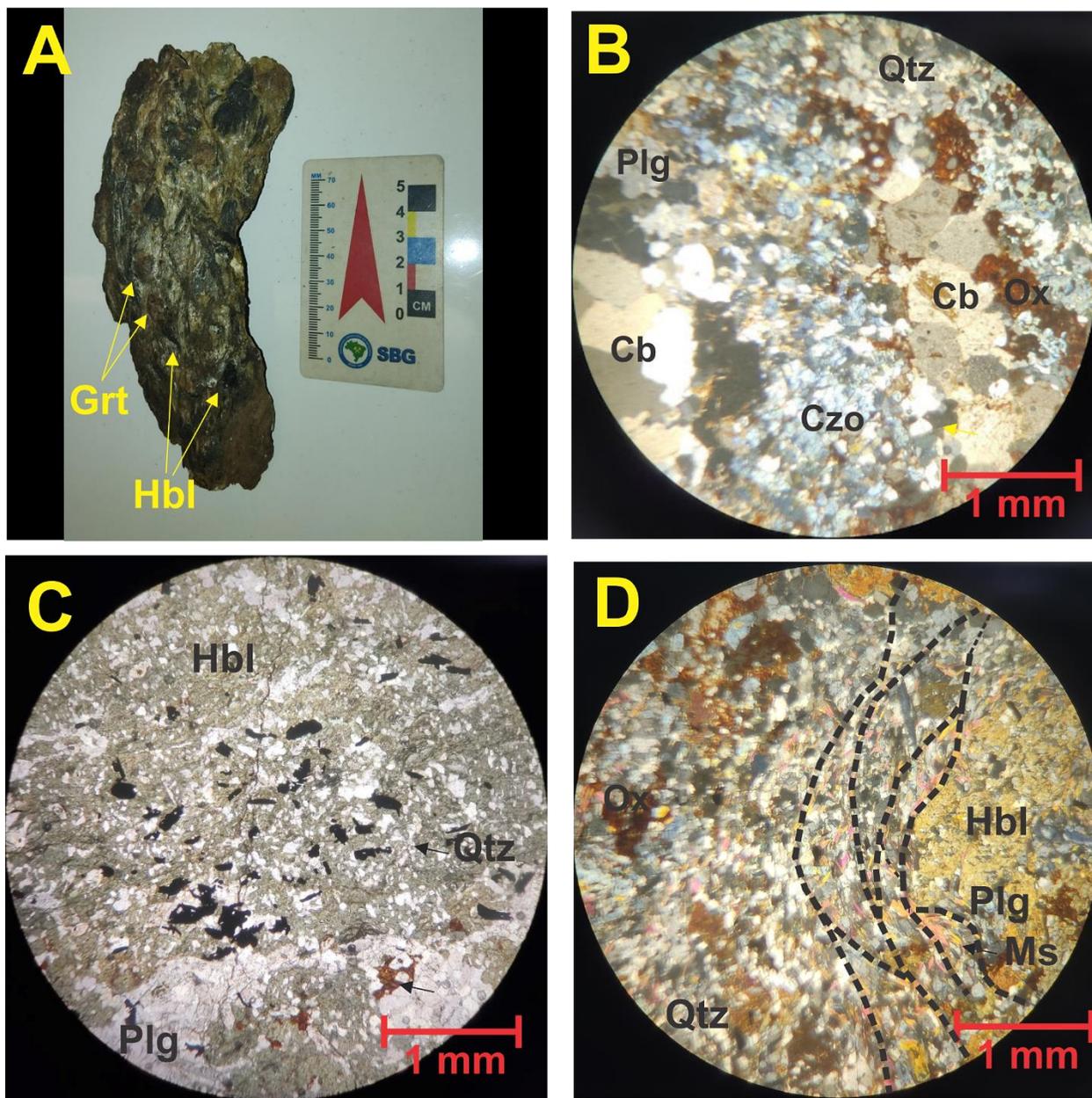


Figura 30: A. Amostra de mão do calcixisto que ocorre próximo a zona de cisalhamento (amostra 20TF04\_90-d), exibindo porfiroclastos de granada e hornblenda. B. Fotomicrografia CPL, agregados de carbonato oxidado e poiquiloblastos de clinzoisita com inclusões de quartzo. C. Poiquiloblastos de hornblenda com inclusões de quartzo e opacos. D. Sigmóides cisalhados marcados pelas muscovitas.

Os calcixistos que ocorrem nas porções mais distais à zona de cisalhamento são equigranaulares, com textura granolepidoblástica e xistosidade marcada pelos cristais de biotita,

hornblenda e granada. A análise petrográfica (amostra 20TF04\_89-d) mostra que a rocha apresenta cristais predominantemente equidimensionais com alguns domínios nematolepidoblásticos (Figura 31a). A composição modal foi estimada em 26% de biotita, 24% de hornblenda, 20% de quartzo, 17% de plagioclásio (andesina), 7% de muscovita, 5% de carbonato, 5% de granada e 2% de epidoto, além de traços de magnetita que ocorre como mineral acessório. Biotita e muscovita ocorrem como agregados lamelares de tamanho milimétrico (~ 1 mm) associados à hornblenda, que ocorre como prismas alongados com cerca de 0,5 mm de comprimento, ambos orientados segundo a foliação milonítica S4 (Figura 31b). Agregados lenticulares de quartzo, plagioclásio e zoisita apresentam forma sigmoidal. Granada (~ 1 mm) e clinzoisita (~ 0,8 mm) ocorrem como poiquiloblastos euédricos com inclusões de quartzo, presentes principalmente nos domínios mais granoblásticos (Figura 31b) e o carbonato, muitas vezes parcialmente oxidado, é substituído por agregados dendríticos radiais de goethita (limonita), indicando se tratar de alteração de siderita e calcita. Os cristais de magnetita e óxidos de ferro (secundários), sugerem passagem de fluidos pela rocha.

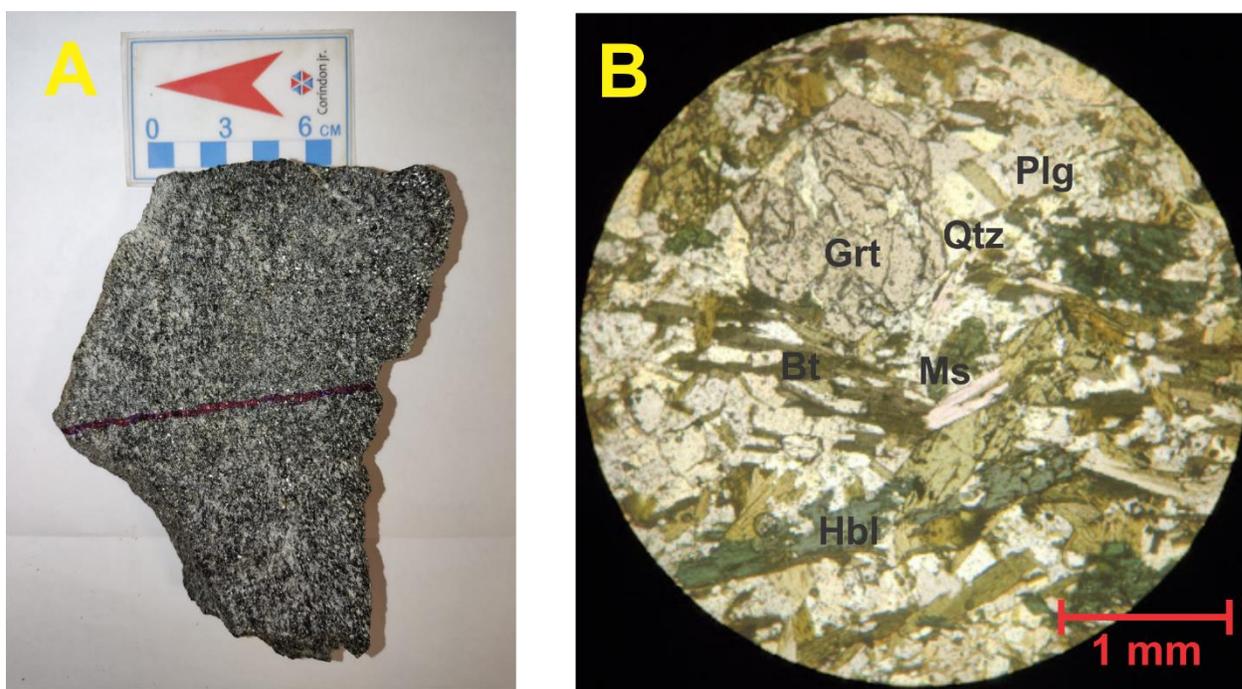


Figura 31: Calcixitos que ocorrem nas porções distais à zona de cisalhamento (Amostra 20TF04\_89-d). A: amostra de mão da rocha, exibindo cor escura devido a presença de cristais de biotita, granada e anfibólio. B: Fotomicrografia PPL da rocha, com granada e uma foliação milonítica incipiente impressa nas biotitas e anfibólios.

#### 4.4.2.2 Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Psamo-pelítica – Litofácies Quartzitos

Os muscovita-quartzitos da SAI ocorrem estratigraficamente acima dos micaxistos e foram mapeados como uma camada com menos de 500m de espessura no centro-sul da área, ao redor do Granito Lavrinha, sendo o principal marcador dos flancos da dobra anticlinal. Ao todo ocupam aproximadamente 8km<sup>2</sup>. Provavelmente por conta da espessura, os quartzitos da porção sul da área afloram apenas em drenagens e erosões, na base saprolitizada de perfis de solo, que são principalmente acinzentados. Na porção nordeste da área, no contato com a sequência vulcânica do Complexo Córrego Seco, essas rochas sustentam topos de morro, onde afloram como camadas com mergulho subvertical.

Essas rochas preservam muito bem a foliação principal, bem como grande parte das estruturas, em especial dobras em escala de afloramento, da Fase D<sub>1</sub> (Figura 32), porém, as crenulações posteriores não são tão evidentes como são nos xistos, e na maioria das vezes aparecem como lineações no plano da foliação S<sub>1</sub>.

A principal foliação da rocha (S<sub>1</sub>) mergulha para WNW (N250 a N330) com ângulo de mergulho variando de 25 a 75°. Eixos de crenulação S<sub>2</sub>, paralela à foliação S<sub>1</sub>, são paralelos ao strike da foliação S<sub>1</sub>, enquanto os eixos da crenulação S<sub>3</sub>, perpendicular à foliação S<sub>1</sub>, são *down dip* em relação à foliação S<sub>1</sub>.



Figura 32: Dobra sinclinal em muscovita-quartzito da Sequência Anicuns-Itaberaí. O eixo da dobra cai 60° para 205, e o flanco visto tem mergulho de 65° para SW. Condiz com o empurrão regional com vergência para leste. Ponto 20TF04\_111.

Com relação à composição mineralógica, os muscovita-quartzitos são compostos quase que exclusivamente por muscovita ( $\pm 20\%$ ) e quartzo ( $\pm 80\%$ ), com variações locais na quantidade relativa dos minerais, que por vezes geram bandas com xistosidade. No geral apresentam textura lepidogranoblástica a granoblástica, localmente com porfiroblastos de granada que normalmente ocorrem como pequenas esferas eudrais, oxidadas. A lente de quartzito no nordeste da área contém magnetita, por isso tem forte resposta magnética (Domínio 2 no Apêndice LXVIII), e tem assinatura no mapa gamaespectrométrico (Domínio III no Apêndice LXX) diferente da assinatura das rochas da Unidade Psamo-pelítica na região centro-leste da área, onde as Litofácies Micaxistos e Quartzitos não podem ser separadas pela assinatura gamaespectrométrica. Isso pode indicar que a lente passou por alterações posteriores.

Na porção leste da área o contato com os xistos da SAI é interpretado como tectônico, caracterizado por empurrões que formam dobras (Figura 33) com flancos subverticais nos quartzitos localizados na frente de empurrão (Figura 34). Além disso há uma marcante descontinuidade na sequência estratigráfica, provavelmente devido à ação das falhas de empurrão. Já os contatos com a Litofácies Anfíbolitos e com a Litofácies Micaxistos na região centro-sudoeste da área é gradual e concordante.



Figura 33: Flanco curto de dobra de empurrão em quartzito (ponto 20TF04\_087). Foliação no local mergulha  $75^\circ$  para SE (N130).



Figura 34: Quartzito com foliação subvertical localizado na frente de empurrão (ponto 20TF04\_159). Mergulho de 85° para NE (N060).

#### 4.4.2.3 Sequência Anicuns-Itaberai – Unidade Básico-ultrabásica – Litofácies Anfíbolitos

Na região centro-sul da área, entre a Unidade Psamo-pelítica e o Metagranito Sanclerlândia, ocorrem rochas metavulcânicas máficas, que afloram, principalmente, em erosões e vales de drenagens, e que na maioria das vezes estão moderadamente a fortemente alteradas pelo intemperismo. Ocorrem como uma faixa Norte-Sul de aproximadamente 15km<sup>2</sup>, com 7,5km de extensão por 2km de largura, ou seja, com espessura aproximada de 2km. O solo sobre essas rochas é sempre vermelho.

Trata-se de granada-anfíbolitos portadores de epidoto compostos por andesina ( $\pm 25\%$ ), hornblenda ( $\pm 20\%$ ), quartzo ( $<7\%$ ), epidoto ( $\pm 5\%$ ), opacos ( $\pm 5\%$ ) e granada ( $\pm 20\%$ ), quando presente. Os minerais de alteração secundária incluem actinolita, clorita e epidoto (zoisita/clinozoisita), este último formado pela saussuritização do plagioclásio. Rutilo é o principal mineral acessório e ocorre juntamente com óxidos de ferro. Essas rochas apresentam textura

nematoblástica com agregados de ripas de plagioclásio (andesina) e hornblenda orientados segundo S<sub>1</sub>. A análise petrográfica da amostra 20TF04\_059-a revela que os cristais de andesina (~ 0,7 mm) são subédricos, maclados (lei da albita) e associados a agregados de grãos arredondados de quartzo (~ 0,5 mm) e cristais subédricos de epidoto (~ 0,4 mm). A hornblenda ocorre como prismas curtos de granulometria fina (~ 0,3 mm) em agregados de até 1 mm, orientados segundo a foliação S<sub>1</sub>. A granada ocorre como porfiroblastos (~ 3 mm) associados às porções granulares da rocha. A textura das granadas é poiquilítica com inclusões de quartzo (Figura 35a). A clorita ocorre como agregados lamelares de granulometria muito fina (~ 0,1 mm) associados a cristais de actinolita (~ 2 mm), dispersos na matriz da rocha. Os opacos são provavelmente grãos de magnetita e minerais associados, inseridos na foliação S<sub>1</sub> (Figura 35b).

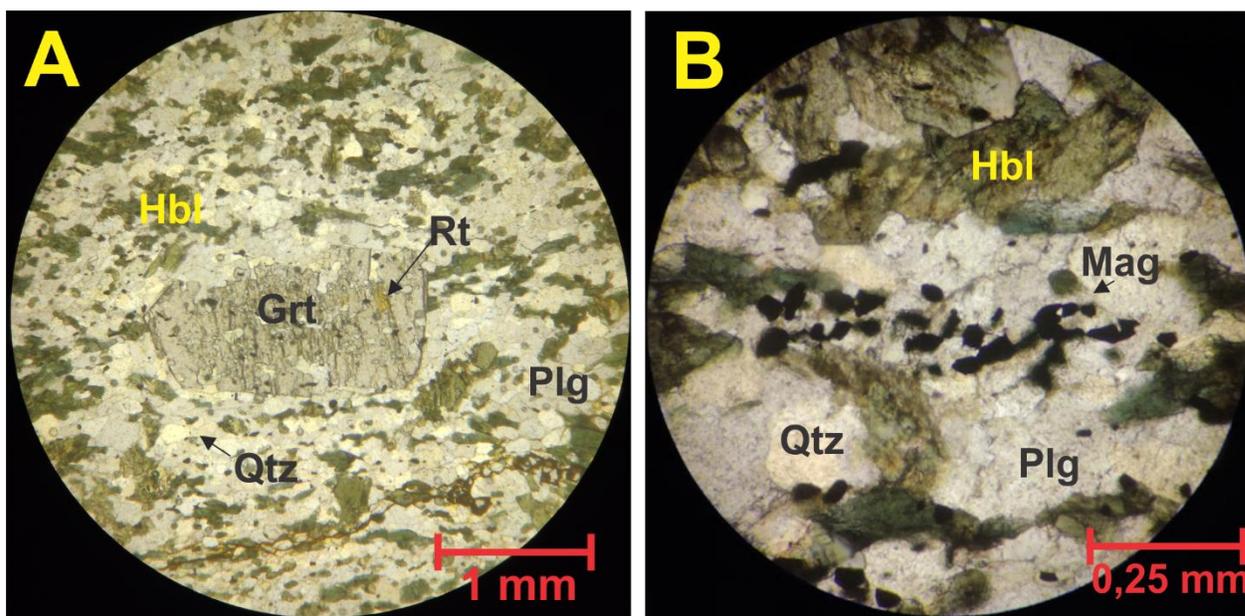


Figura 35: A. Fotomicrografia (PPL) exibindo granada com textura poiquiloblástica em meio a matriz de hornblenda e plagioclásio com textura nematoblástica orientados segundo S<sub>1</sub>. B. Fotomicrografia PPL da rocha, exibindo minerais opacos à luz transmitida, contidos na foliação e como inclusões nas hornblendas.

Além das relações de campo, os contatos da unidade foram delimitados com base na assinatura gamaespectrométrica (domínios IV e IX do Apêndice LXX).

A foliação S<sub>1</sub>, marcada pela orientação dos cristais de anfibólio, mergulha para W (N240 a N325), com ângulos que variam de 30 a 50° e diferente dos metassedimentos, essas rochas normalmente não exibem as fases crenulação, porém em um afloramento (20TF04\_086) foi

observado anfibolito com a foliação  $S_1$  redobrada na direção  $S_2$  (Figura 36), com *rods* nos eixos dessas dobras com atitude  $70^\circ/280$ .



Figura 36: Afloramento de anfibolito com foliação  $S_2$ (em laranja) que gera *rods* (em vermelho) nos eixos. Ponto 20TF04\_086.

#### 4.4.2.4 Sequência Anicuns-Itaberaí – Litofácies Metaignimbritos

Esse litotipo da Sequência Anicuns-Itaberaí ocorre como uma lente na região centro-sul da área, no contato entre os anfibolitos e o Metagranito Sanclerlândia. Ela foi encontrada em somente um afloramento (Ponto 20TF04\_024), de blocos e lajedos em um pequeno morro, todos muito alterados e com porções silicificadas. No afloramento ocorrem tanto os anfibolitos quanto os metatufos, intercalados.

A rocha dessa unidade é caracterizada por coloração ocre, estado de alteração avançado (presença de saussuritização, silicificação e oxidação), textura afanítica e granulometria fina. Apresenta composição dacítica com grãos de quartzo e epidoto dispersos numa matriz quartzo-feldspática. Presença de óxido de manganês preenchendo fraturamentos. Foram encontradas também clastos (Figura 37) e bombas (Figura 38) nos metatufos.



Figura 37: Clasto em bloco de metatufo do ponto 20TF04\_024.



Figura 38: Bomba vulcânica em afloramento em piso de metatufo da SAI, no ponto 20TF04\_024.

#### 4.4.2.5 Sequência Anicuns-Itaberaí – Unidade Básico-ultrabásica – Litofácies Ultramáficas

Esse litotipo também ocorre como uma lente, mas no centro da unidade anfibolítica da SAI, na região sul da área. Foi encontrada somente em um afloramento (Ponto 20TF04\_021), na beira de estrada, de piroxenito foliado. A rocha encontrada possui coloração preta esverdeada com estado de alteração médio (talcificação), é holocristalina, fanerítica com granulometria fina e uma textura nematoblástica bem-marcada pelos cristais prismáticos de piroxênio. A composição modal da rocha é 85% clinopiroxênio, 15% Talco, com ortopiroxênio e anfibólio representando minerais traço na rocha. A rocha possivelmente está associada a um protólito de composição ultramáfica intrudido na Sequência Metavulcanosedimentar Anicuns-Itaberaí.

#### 4.4.3 Granito Creoulos

O Granito Creoulos compreende um corpo intrusivo que ocorre no extremo sudeste da área, na região do Morro do Chapéu. O corpo do Granito Creoulos é alongado na direção NE-SW, com 6km de extensão por 3km de largura. A porção que ocorre na área tem aproximadamente 7km<sup>2</sup>, compondo por volta de 6% da área total. As rochas dessa unidade afloram principalmente nas encostas e no pé do morro, na forma de lajedos e matacões. O solo associado a esse litotipo é branco e comumente caulínico. O contato com as rochas da SAI é intrusivo e sua área de ocorrência é facilmente delimitada, pela abundância de afloramentos, pela ocorrência de solos de cor mais clara e pela assinatura gamaespectrométrica (Domínio V no Apêndice LXX), além disso o relevo apresenta maior amplitude topográfica e rugosidade característica de granitos na fotointerpretação (Zona V no Apêndice LXV).

No geral é marcado por uma foliação gnáissica que tem direção que varia de N55W a N60E, com mergulho de 05 a 75° para W. Nas bordas, o granito apresenta-se crenulado (Figura 39) em duas gerações de crenulação (S<sub>2</sub> e S<sub>3</sub>), sendo que na primeira (S<sub>2</sub>) o eixo mergulha 55° para WSW e na segunda (S<sub>3</sub>) o eixo mergulha 05° para ESE. Em alguns pontos, é possível encontrar, além da crenulação, dobras suaves na foliação gnáissica, cujo eixo mergulha para W com baixo ângulo de mergulho.



Figura 39: Sienogranito Creoulos com dobras de crenulação perpendicular à foliação gnáissica principal e grãos de feldspato rotacionados. Eixo da crenulação com mergulho de 35° para N174. Ponto 20TF04\_028.

O granito Creoulos possui cor rosa com variações para branco, composição média sienogranítica, localmente monzogranítico, granulação média (~1-4 cm), fanerítica, holocristalina, estrutura gnáissica nas bordas e maciça no centro, em locais preservados da deformação sin a pós cristalização. Variações na granulometria ocorrem principalmente na borda onde é comum a presença de aplitos. Nos locais onde a foliação gnáissica é expressiva, a foliação é marcada pela orientação de micas e grãos de feldspato alcalino.

A análise petrográfica de amostras da borda do corpo (amostra 20TF04\_033-a) revela que os fenocristais de feldspato alcalino (Figura 40a) apresentam textura augen, e matriz lepidogranoblástica, provavelmente devido a gnaissificação do granito com textura porfírica. Além disso parece haver uma variação composicional incipiente com domínios majoritariamente quartzo-feldspáticos e intercalações com níveis de muscovita e biotita (Figura 40b). A rocha é composta por feldspato potássico ( $\pm 39\%$ ), andesina-oligoclásio ( $\pm 23\%$ ), quartzo ( $\pm 16\%$ ), muscovita ( $\pm 14\%$ ) e biotita ( $\pm 5\%$ ). Como minerais acessórios podem ocorrer granada ( $\pm 1\%$ ), magnetita e rutilo. Alterações secundárias são leves e incluem saussuritização no plagioclásio (zoisita + clinozoisita e carbonato) e oxidação (óxidos de ferro). No geral o feldspato alcalino ocorre como cristais fragmentados/cisalhados com clivagem bem delimitada e compõe a maior parte da rocha. O plagioclásio ocorre como cristais cisalhados na trama da rocha geralmente associado a feldspato alcalino. O quartzo geralmente se concentra em agregados granulares nas bordas de cristais maiores de feldspato alcalino. A muscovita e a biotita ocorrem como agregados de lamelas, concentradas em agregados lamelares foliados/crenulados de até 5 mm. Há presença pontual de epidoto, granada e óxidos como minerais acessórios.

Os dados de campo mostram que o Granito Creoulos é uma intrusão que é afetada pelos mesmos eventos deformacionais registrados nas outras unidades, podendo ser pré a tardi-tectônico. Ele é encaixado nos muscovita-xistos da SAI e pode ter aproveitado alguma estrutura, como uma dobra regional de empurrão, que o orientou na direção da foliação, ou ter sido deformado até ter a forma arredondada.

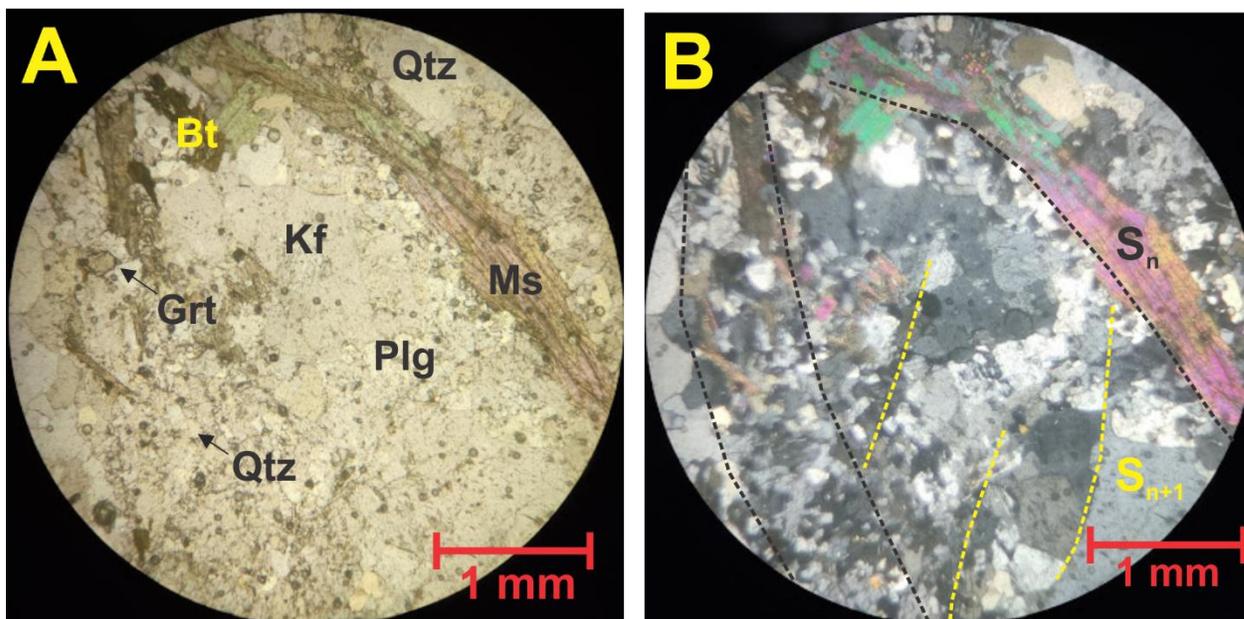


Figura 40: A: Fotomicrografia PPL da rocha, podem ser visualizados os fenocristais granulares tipo “augen” com grandes fitas de micas nas bordas. B: Fotomicrografia CPL da rocha, fenocristais parcialmente fragmentados.

#### 4.4.4 Granito Córrego da Lavrinha

O Granito Córrego da Lavrinha ocorre no centro da área como um corpo alongado na direção Norte-Sul, com aproximadamente 5km<sup>2</sup> (3,5km de extensão por 1,5km de largura), ocupando 4% da área total. Aflora na forma de lajedos e matacões (Figura 41) e sustenta o topo do Morro Jesus, logo a sul da área urbana de Anicuns e a Norte do Córrego Lavrinha. O solo sobre essas rochas é amarelo. Assim como o granito Creoulos, seu contato com as rochas da SAI é intrusivo e a abundância de afloramentos e o solo característico, com cor mais clara que o solo das rochas encaixantes, facilitam a delimitação dos contatos, além disso, na geofísica tem assinatura gamaespectrométrica específica (Domínio VI no Apêndice LXX) e na fotointerpretação é representado pela Zona IV do Apêndice LXV.



Figura 41: Afloramento do granito Córrego da Lavrinha, há cerca de 1km a oeste do centro urbano de Anicuns (Ponto 20TF04\_104).

Normalmente apresenta foliação gnáissica a milonítica (Figura 42), sendo que a última ocorre principalmente na zona de borda do corpo. A atitude da foliação, independentemente do tipo, varia de N20W a N45E com mergulho de 25 a 50° para SW ou NW e, diferente do granito Creoulos, não apresenta crenulações, sendo que em alguns pontos, ele foi observado com foliação muito pouco expressiva e até indeformado, apesar de muito fraturado.



Figura 42: Amostra do granito Lavrinha protomilonitizado (amostra 20TF04\_101-a).

Normalmente possui cor rosa acinzentada, textura holocristalina, fanerítica, granulação grossa e com minerais fraturados, parcialmente oxidados e com cloritização. Localmente, observa-se variação composicional, com porções mais ou menos micáceas, e variação de granulação, com porções mais finas, até aplíticas.

A análise petrográfica (amostra 20TF04\_78-a) revela a presença de porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio (andesina) fragmentados em meio à matriz majoritariamente lepidogranoblástica separada em domínios composicionais com porções quartzo-feldspáticas, intercalados com domínios mais ricos em muscovita e biotita (Figura 43a), predominantemente lepidoblásticos. Mineralogicamente, é composto por feldspato potássico ( $\pm 33\%$ ), andesina ( $\pm 25\%$ ), quartzo ( $\pm 18\%$ ), muscovita ( $\pm 11\%$ ) e biotita ( $\pm 10\%$ ). Os minerais acessórios são magnetita ( $\pm 1\%$ ) e rutilo e os minerais secundários incluem epidoto (zoisita + clinozoisita), gerado pelo processo de saussuritização do plagioclásio), e óxidos de ferro. Os porfiroclastos de feldspato alcalino, quartzo e plagioclásio ( $\sim 1$  mm com subgrãos de  $\sim 0,2$  mm) ocorrem em agregados granulares sigmoidais e estão rotacionados e com sombras de pressão. Podem ser observadas duas fases de deformação na amostra uma dúctil (S1) e outra rúptil (S4) (Figura 43b).

Por fim, com base nos dados de campo, pode-se dizer que a rocha é um milonito de biotita-muscovita sienogranito equidimensional de granulação fina a média.

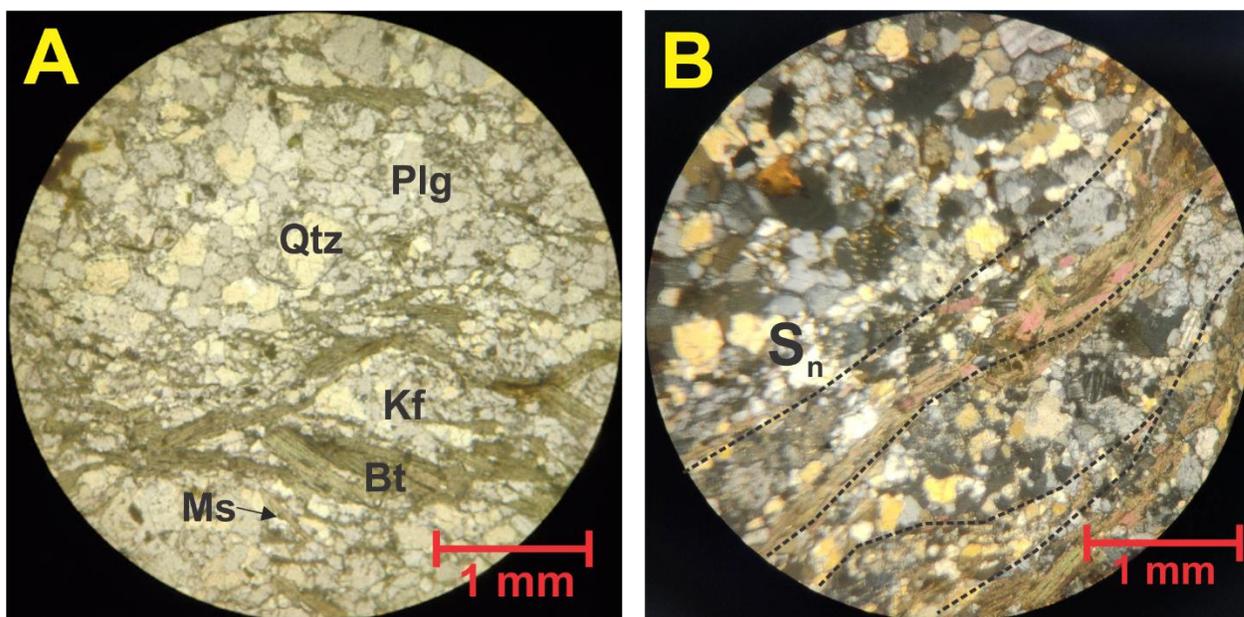


Figura 43: A: Fotomicrografia PPL mostrando sigmóides de feldspato potássico. B: Fotomicrografia CPL da rocha, mostrando domínios composicionais e texturais ao longo da foliação  $S_n$ .

#### 4.4.5 Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco

O Complexo Córrego Seco ocupa uma ampla porção da região norte da área e é morfologicamente marcado por uma elevação na topografia de formato aproximadamente arredondado e com cotas médias em torno de 915m. Tem aproximadamente 36km<sup>2</sup>, ocupando 30% da área total. O solo sobre todas as rochas do complexo é muito vermelho.

Variações composicionais entre dioritos, gabros e noritos, apesar de descrita na bibliografia e observadas em campo, não são individualizáveis em mapa, principalmente porque ocorrem de maneira dispersa e irregular. No entanto, foi possível separar rochas intrusivas, que incluem os gabros, noritos e dioritos, todos uralitizados, de rochas extrusivas, que incluem basaltos uralitizados e sedimentos piroclásticos. Essa segunda unidade estaria relacionada aos anfibolitos interpretados por Araújo *et al.* (1997) como metamorfismo na borda e por Nunes (1990) como parte da SAI. Porém, a textura ígnea bem conservada, a presença de indicadores vulcânicos como vidro, disjunções colunares e estratificações, e principalmente a presença de tufo indeformados sugere que se trata de rochas vulcânicas.

#### 4.4.5.1 Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco – Unidade Intrusiva

A unidade intrusiva localiza-se no centro do complexo, com uma área de aproximadamente 30km<sup>2</sup> e formato arredondado. Sua área de ocorrência é marcada pelo Domínio I no mapa gamaespectrométrico (Apêndice LXX) e pelos domínios 1 e 2 do mapa magnetométrico (Apêndice LXVIII), além da marcante quebra de relevo negativa no contato com as encaixantes, associado a um padrão de drenagem dendrítico observado no interior da unidade, na fotointerpretação (Zona III do Apêndice LXV).

As rochas apresentam textura ígnea sem deformação, mas a presença de hornblenda é constante e ocorre substituindo piroxênio em todas as amostras estudadas, o que acreditamos ser resultado da uralitização do piroxênio por processos de alteração deutérica como será tratado mais adiante.

Há orientação suave nos minerais máficos, provavelmente associada a fluxo, de direção NE-SW e onde o corpo é cortado por zonas de cisalhamento, as rochas apresentam foliação milonítica, com mergulho de 45° para NW, e foram encontrados com sigmoides com rotação sinistral. Na zona de transcorrência no centro do corpo, foram encontradas porções foliadas (Figura 44) e associadas a diques encaixados em fraturas.



Figura 44: Amostra 20TF04\_048-a, de diorito do CS foliado, associado a uma zona de transcorrência sinistral.

A unidade intrusiva é composta por dioritos, gabros, gabronoritos e noritos uralitizados, com variação na composição mineralógica e na granulação muitas vezes é observável em um mesmo afloramento. A análise petrográfica de duas amostras de hornblenda-gabro (amostra 20TF04\_95-a e 20TF04\_119-e) revela textura intersticial a ortocumulática com cristais euédricos ou subédricos ripiformes de plagioclásio envolvendo grãos intersticiais de piroxênio e hornblenda (Figura 45). A composição modal indica presença de labradorita ( $\pm 35\%$ ), hornblenda ( $\pm 32\%$ ), clinopiroxênio ( $\pm 11\%$ ), biotita ( $\pm 9\%$ ), epidoto ( $\pm 7\%$ ), quartzo ( $\pm 4\%$ ) e magnetita ( $\pm 2\%$ ) com pirita e óxidos de ferro como minerais acessórios. A labradorita ocorre em cristais ripiformes euédricos a anédricos ( $\sim 1,5$  mm), orientados levemente por um acamamento ígneo, com contatos planares, sinuosos, penetrativos e pontualmente zonados. A hornblenda ocorre como cristais subédricos ( $\sim 0,5$  mm) em agregados concêntricos de até 4 mm, substituindo os clinopiroxênios por um processo de uralitização (Figura 46). A biotita ocorre como agregados intersticiais ( $\sim 0,2$  mm) anédricos associados as hornblendas (Figura 45b). É comum encontrar magnetita, óxidos e pirita associados aos anfibólios.

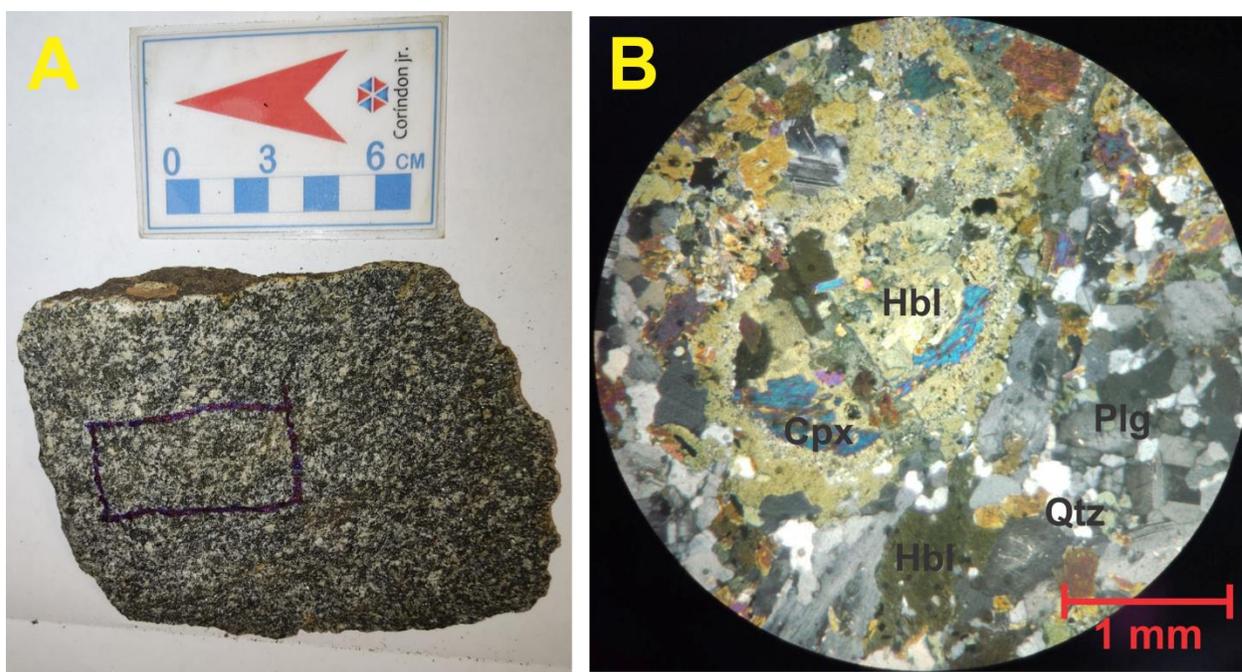


Figura 45: A: Amostra macroscópica de hornblenda-gabro do CS. B. Fotomicrografia CPL da textura intersticial a ortocumulática, também é possível visualizar a uralitização do clinopiroxênio.

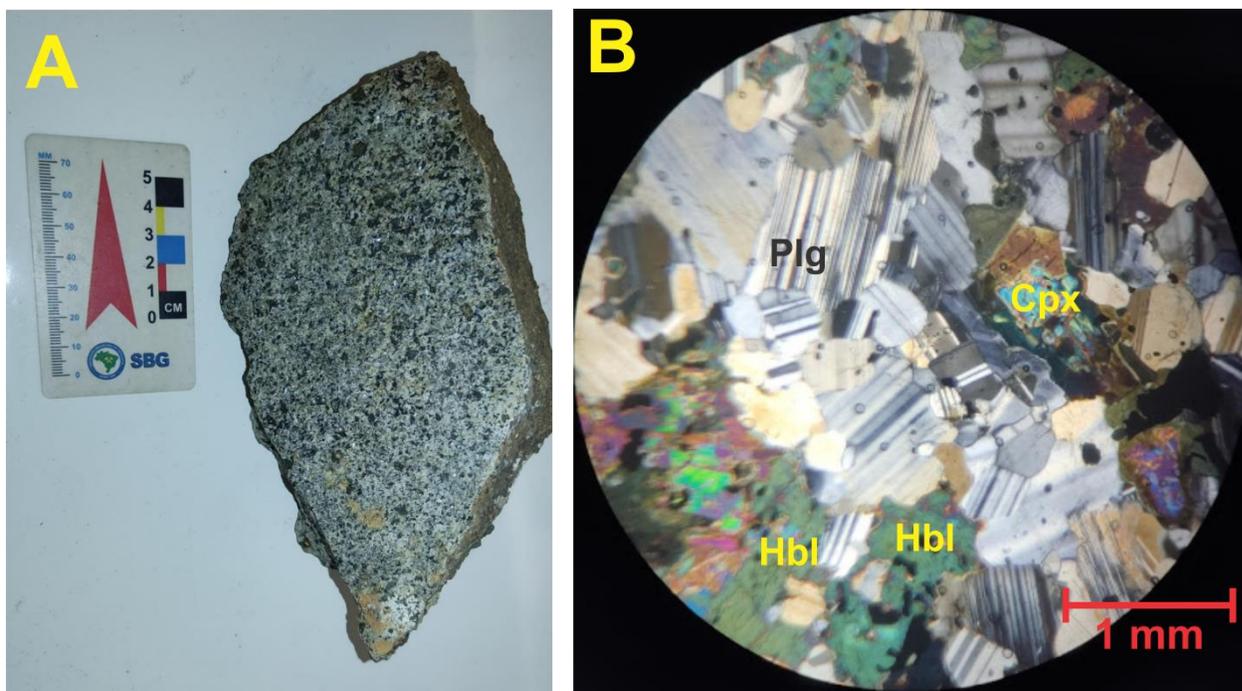


Figura 46: A: Amostra macroscópica de hornblenda-gabro do CS. B. Fotomicrografia CPL da textura claramente ortocumulática, também é possível visualizar a uralitização do clinopiroxênio.

Intrudido nos anfibolitos da SAI, ocorre um pequeno corpo provavelmente associado as rochas do CS, com assinatura gamaespectrométrica que o separa das metamáficas (Domínio VIII do Apêndice LXX). Essa rocha é um hornblenda-gabro, preto-esverdeada, holocristalina, equigranular, grossa (~ 2 mm) e a análise petrográfica (amostra 20TF04\_57-a) apresenta textura magmática ófítica, com cristais de plagioclásio sendo envolvidos por cristais piroxênio e hornblenda (Figura 47). A composição modal indica presença de hornblenda ( $\pm 41\%$ ), labradorita ( $\pm 31\%$ ), clinopiroxênio ( $\pm 10\%$ ), epidoto ( $\pm 10\%$ ), ortopiroxênio ( $\pm 4\%$ ) e magnetita ( $\pm 2\%$ ), pirita ( $\pm 2\%$ ) e óxidos de ferro como minerais acessórios. A hornblenda ocorre como cristais subédricos a anédricos (~ 1 mm) em agregados de até 4 mm, substituindo os clinopiroxênios e ortopiroxênios por um processo de uralitização. Os cristais de clinopiroxênio (~ 1 mm) e ortopiroxênios (~ 0,8) são em geral anédricos a subédricos, por vezes apresentando bordas corroídas quando sendo substituídos por hornblenda ou pontualmente dispersos pela amostra (Figura 47b). O plagioclásio ocorre como grãos ripiformes euédricos (~ 1 mm) com contatos planares, por vezes saussuritizado com grãos (~ 0,5 mm) eúdracos a anédricos de epidoto. É comum encontrar massas de opacos compostas por magnetita e pirita associados à hornblenda. A rocha pôde ser definida como um hornblenda-gabro preto-esverdeado equigranular de granulação grossa e essas características

indicam que a rocha faz parte do complexo e não da Unidade Básico-ultrabásica da SAI, por isso foi delimitada uma intrusão menor do CS.

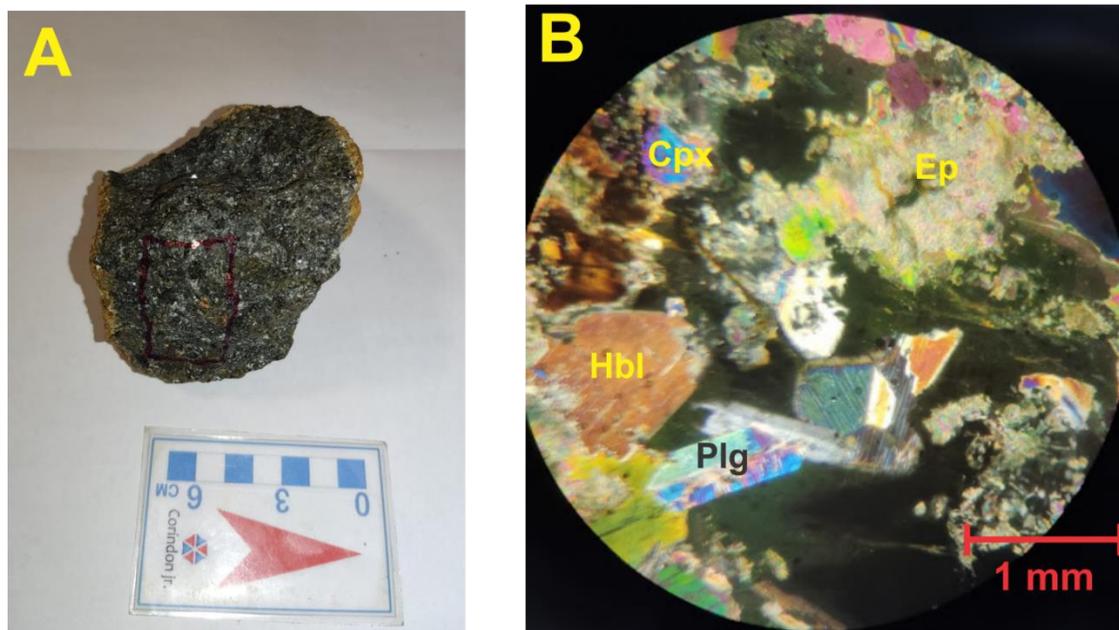


Figura 47: A: Amostra de hornblenda-gabro de corpo intrusivo localizado a 4 km à sul do plutón Córrego Seco. B: Fotomicrografia CPL da textura óptica da rocha, é possível visualizar também a uralitização dos piroxênios.

#### 4.4.5.2 Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco – Unidade Vulcânica

A unidade vulcânica do Complexo Córrego Seco ocorre ao redor do núcleo intrusivo, por uma extensão de aproximadamente 6km e com espessura de 1km, também no norte da área. Essas rochas não sustentam altos topográficos como as intrusivas, afloram em blocos arredondados no topo de pequenos morros, e principalmente como lajedos e blocos em encostas. O contato com as unidades vizinhas é interpretado como angular deposicional, e foi delimitado principalmente a partir das informações de campo e de geofísica (Domínio 2 no Apêndice LXVIII e Domínio II no Apêndice LXX).

Essa unidade também não registra evidências de deformação, como se observa nas encaixantes, mas são observadas estruturas planares que foram interpretadas como estruturas de fluxo ligadas a derrames (Figura 48) ou estratificações decorrentes da deposição dos sedimentos piroclásticos em depósitos tipo *surge* (Figura 49). A atitude das estruturas, em especial das estratificações dos sedimentos vulcânicos, muda conforme a posição no complexo, pois mergulham para fora do núcleo intrusivo o que gera alinhamentos de relevo com formato arredondado que dá a volta no entorno do núcleo do complexo.



Figura 48: Bloco rolado de basalto com linhas de estratificação e que ficam ressaltadas devido à alteração intempérica. Ponto 20TF04\_154.



Figura 49: Estrutura de depósito piroclástico do tipo surge em afloramento de sedimentos vulcânicos da Unidade Vulcânica do CS. Ponto 20TF04\_120.

Nos afloramentos estudados, os tufos e cinzas vulcânicas (Figura 50) geralmente estão moderadamente ou fortemente alterados pelo intemperismo. Apresentam cor amarelo esverdeada, granulometria fina a média, sem evidências de texturas deformacionais. São estratificados e têm ocorrência de silimanita relacionada à interação com os basaltos (metamorfismo de contato). Os basaltos são rochas afaníticas, de cor preta e a análise petrográfica de uma amostra da porção norte do plúton (amostra 20TF04\_118-a) revela que são compostos principalmente por hornblenda ( $\pm 55\%$ ), andesina-labradorita ( $\pm 35\%$ ), epidoto ( $\pm 5\%$ ), magnetita ( $\pm 2\%$ ), pirita ( $\pm 1\%$ ), pirrotita ( $\pm 1\%$ ) com calcopirita e óxidos de ferro como minerais acessórios. A hornblenda é interpretada como produto da uralitização de clinopiroxênios. A rocha apresenta textura ofítica onde grãos de clinopiroxênio (agora totalmente substituídos por hornblenda) envolvem os cristais de plagioclásios. A hornblenda ocorre como prismas subédricos a euédricos ( $\sim 0,4$  mm) em agregados envolvendo o plagioclásio, que ocorre como grãos ripiformes subédricos ( $\sim 0,4$  mm), os contatos são planares, lobulados e dentados. A magnetita ocorre em cristais euédricos por vezes com exsoluções de ilmenita. A pirita, pirrotita e a calcopirita estão associadas em massas nos interstícios dos grãos de hornblenda.



Figura 50: Amostra de cinza vulcânica associada aos depósitos piroclásticos na borda do Complexo Córrego Seco. Amostra 20TF04\_120-b.

Na base do derrame da sequência vulcânica são encontrados afloramentos de lava com grande quantidade de vidro vulcânico (Figura 51) que localmente apresentam estrutura vesicular (Figura 52), além de outras estruturas típicas de derrame como disjunções colunares em basalto (Figura 53), minerais do grupo da zeólita no perfil laterítico e intercalação de basaltos com os sedimentos piroclásticos (Figura 54), que corroboram a individualização dessa unidade como vulcânica.



Figura 51: Amostra 20TF04\_119-g, de vidro vulcânico indeformado que ocorre associado aos basaltos da Unidade Vulcânica do CS.

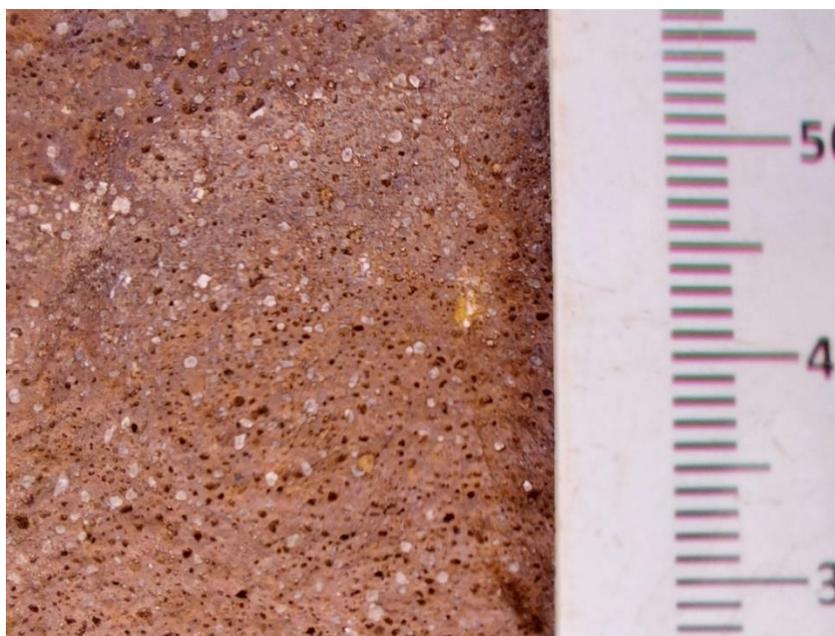


Figura 52: Vidro vulcânico indeformado com textura vesicular que ocorre associado aos basaltos da Unidade Vulcânica do CS.



Figura 53: Amostra 20TF04\_119-d, de basalto do CS com disjunções colunares.



Figura 54: Intercalação em piso de basaltos e tufos soldados da Unidade Vulcânica do CS. Ponto 20TF04\_120.

#### 4.5 Geologia Estrutural

Na área de mapeamento do Trabalho Final, é possível identificar quatro fases deformacionais de regime dúctil e pelo menos uma posterior de regime rúptil. Das quatro primeiras, aqui denominadas como Dn-1, D1, D2 e D3, a foliação principal da área representada por D1, com dobras de vergência para leste. Dn-1 é marcada por dobras intrafoliares, e é muito restrita, o que impossibilitou de identificar suas características. D2 e D3 são crenulações com eixos aproximadamente NS e EW, respectivamente, menos expressivas que D1. As fases rúpteis incluem as falhas de empurrão com *strike* NS e mergulho para W, zonas de cisalhamento com direções NW-SE e NE-SW, que geram principalmente foliações miloníticas, e fraturas. Na Figura 55 estão ilustradas as fases deformacionais reconhecidas e suas relações de evolução na área.

A maneira como essas estruturas são impressas nas rochas da área varia conforme a reologia delas e de acordo com a relação cronológica entre a rocha e a fase deformacional. Assim, foi possível individualizar, na área de estudo, três domínios estruturais diferentes. O primeiro é o domínio do Metagranito Sanclerlândia, que são as rochas mais antigas da área, com estrutura gnáissica com bandamentos composicionais e um padrão de deformação que difere das rochas metavulcanossedimentares da SAI e das rochas ígneas intrusivas e vulcanoclásticas devido à reologia. O segundo domínio inclui os metassedimentos e as metabásicas-ultrabásicas da Sequência Anicuns-Itaberaí, que preservam uma maior diversidade de estruturas. As intrusões graníticas compõem o terceiro domínio que, por conta da competência, marcam as fases deformacionais de maneira diferente das rochas da SAI, e foram separadas do Complexo Córrego Seco pelo fato de este ser mais jovem e não marcar as fases dúcteis. Ele é, no entanto, afetado pela deformação rúptil, que será apresentada separadamente dos domínios, pois aparentemente afetam todos os domínios de maneira similar. A Figura 56 apresenta os domínios estruturais na área juntamente com os estereogramas das estruturas medidas. As estruturas das fases D2 e D3 não foram separadas por domínio pois essas estruturas são menos frequentes e a quantidade de dados não permite seu tratamento por domínios.

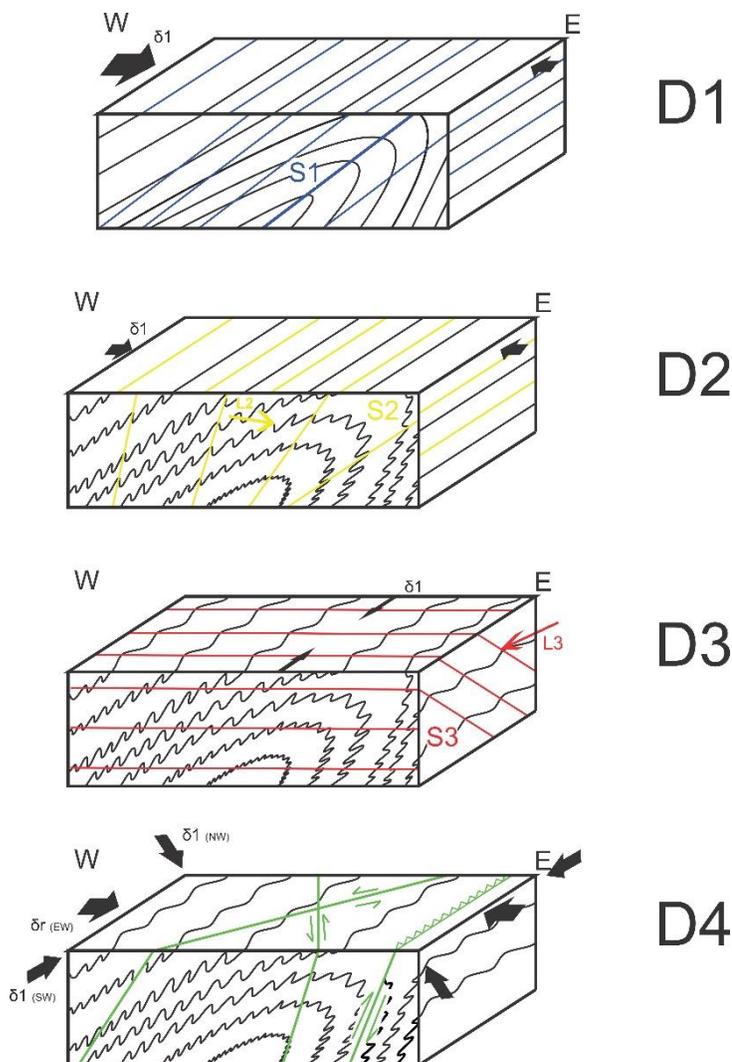


Figura 55: Blocos-diagramas esquemáticos mostrando a evolução da deformação em fases. D1 representa uma compressão EW associada a dobras de empurrão, com vergência para E, com foliação paralela ao plano axial dessas dobras. D2 também representa uma compressão EW, possivelmente da progressão do mesmo evento de D1, que redobra S1 e gera crenulações com foliação no plano axial e lineação no eixo. D3 já representa uma compressão NS, ou seja, um encurtamento lateral, que dobra as foliações anteriores perpendicularmente, também formando crenulações com foliação no plano axial e lineação no eixo. D4 representa um evento rúptil, provavelmente também da progressão do evento de D1 e D2, com a formação de fraturas e desenvolvimento de zonas de cisalhamento e de transcorrência sinistras de direções NW-SE e NE-SW, associadas a duas tensões compressivas (SW e NW, respectivamente), que têm como resultante uma compressão EW que gera as falhas de empurrão.

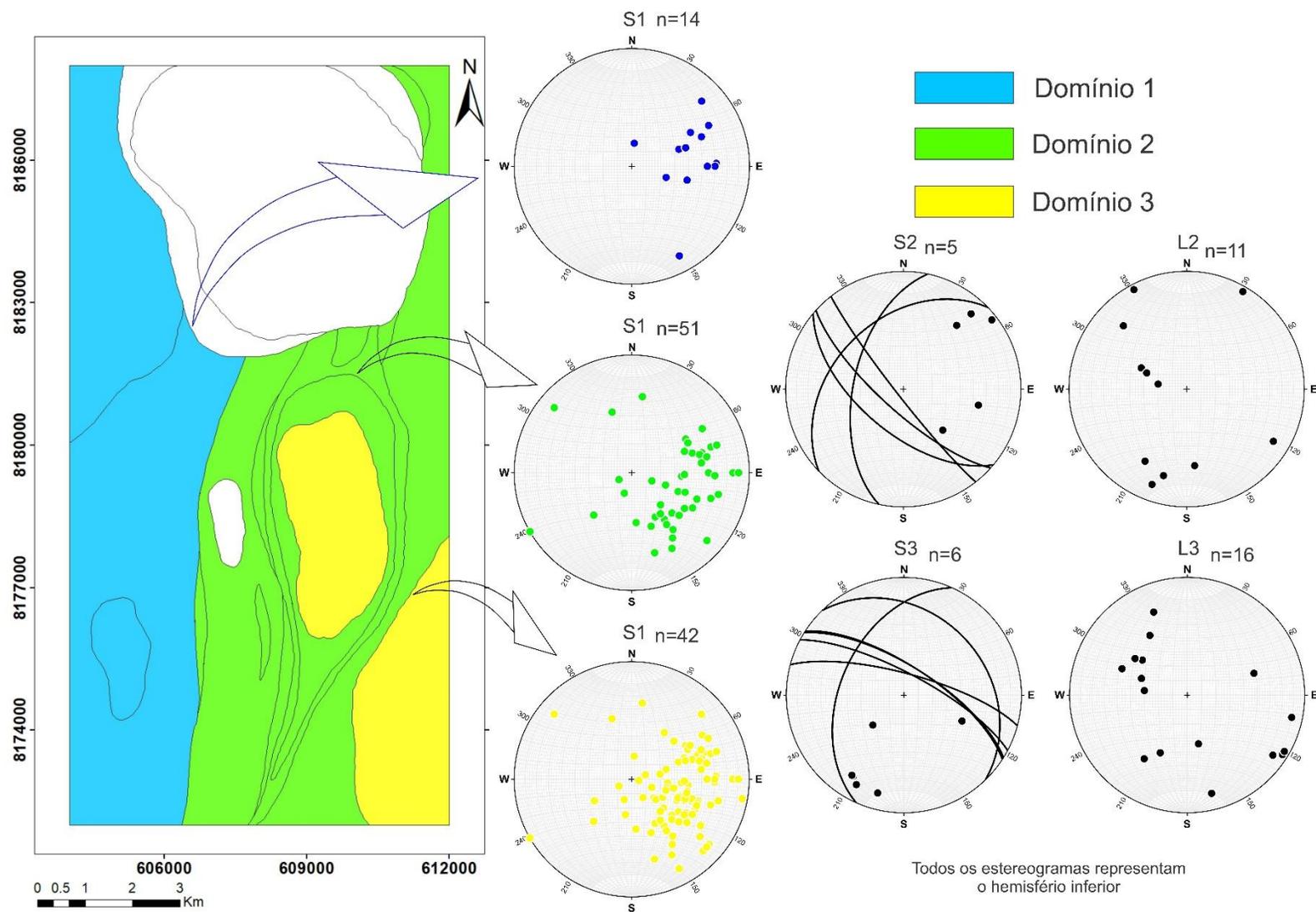


Figura 56: Domínios estruturais da área com os estereogramas das estruturas medidas. No mapa a área em azul é o Domínio Estrutural 1 que abrange o Metagranito Sancrelêndia; em verde é o Domínio Estrutural 2, que compreende os metassedimentos e metavulcânicas da SAI; e em amarelo é o Domínio Estrutural 3, que compreende as intrusões graníticas.

#### 4.5.1 Domínio Estrutural 1: Metagranito Sanclerlândia

Esse domínio é representado exatamente pelos ortognaisses Sanclerlândia, que ocorrem na porção oeste da área e têm como estruturas principais o bandamento e a foliação gnáissica. O domínio é limitado a leste pelo contato tectônico com as rochas da SAI e pelas rochas do Complexo Córrego Seco. As foliações ocorrem de maneira heterogênea, com porções intensamente deformadas e outras onde há preservação de texturas ígneas.

O bandamento gnáissico (Figura 29) nessas rochas tem direção predominantemente N-S, variando de N20E a N40W, com mergulhos de médio ângulo para W (Figura 56), a não ser quando ocorrem próximas ao contato sul com o Córrego Seco, onde a atitude das estruturas passa a ter direção preferencial E-W, com mergulhos de baixo a alto ângulo para S. Muitas vezes a foliação gnáissica é paralela ao bandamento composicional de porções migmatíticas.

Por conta das atitudes (com valores similares), esse bandamento foi incluído na foliação principal S1 da área, associada aos empurrões com vergência para leste, que resultam nos mergulhos para oeste do domínio. Foram identificadas estruturas mais antigas (Dn-1) preservadas somente em inclusões em porfiroblastos de granada, na petrografia, porém pela idade deles, pelo alto grau metamórfico dessas rochas e pela obliteração das estruturas mais antigas, pelas fases de deformação posteriores, não é possível confirmar se é o mesmo Dn-1 marcado nas rochas psamopelíticas da SAI. Já as estruturas dúcteis das fases mais novas (D2 e D3) e que se caracterizam por eventos de crenulação, não foram encontradas nesse domínio, provavelmente devido à reologia dessas rochas. No entanto, a foliação milonítica S4 ocorre localmente e é importante na história estrutural do domínio. Essa foliação ocorre em zonas de cisalhamento e, próxima ao contato com a SAI, paralela ao bandamento gnáissico. A foliação milonítica S4 próxima ao contato com a SAI apresenta intensa recristalização de micas e orientação dos minerais, sem bandamento composicional, e indica justamente uma foliação de frente de empurrão. Já na zona de cisalhamento ocorre associada a veios de quartzo e à cristalização de turmalina, indicando a inserção de fluidos hidrotermais.

#### 4.5.2 Domínio Estrutural 2: Sequência Anicuns-Itaberaí

Esse domínio ocorre na região centro-sul e leste da área, limitado a oeste pela falha de empurrão do contato com os ortognaisses. Como já mencionado, a Sequência Anicuns-Itaberaí apresenta a maior variedade de estruturas, principalmente nos metassedimentos. Dessa forma, é possível encontrar estruturas de todas as fases nesse domínio.

Começando por Dn-1, é a fase mais restrita na área e ocorre como dobras intrafoliais nos xistos e quartzitos da SAI, entre as foliações S1. São dobras com eixos em duas direções, a primeira para N40W caindo 30° e a segunda para N25E caindo 70°. As feições de Dn-1 provavelmente foram amplamente obliteradas pelas fases posteriores, por isso não é possível identificá-las na maioria dos afloramentos.

As estruturas principais nas rochas da SAI estão associadas à fase D1, que gera xistosidade nos micaxistos e foliação nos quartzitos e anfibolitos. Essa foliação principal está sempre presente nas rochas da sequência e tem atitude principal variando de N30W a N20E, com mergulhos de baixo a alto ângulo para W (Figura 56). São encontradas dobras D1 em escala de afloramento impressas principalmente dos quartzitos (Figura 32), mas é possível reconhecer flancos de F1 também nos outros litotipos. Essas dobras têm ambos os flancos mergulhando para oeste e eixos N-S.

A foliação principal é sobreposta por duas fases de crenulação (Figura 57), sendo a primeira (S2) sub-paralela à xistosidade e menos expressiva, com atitudes de plano axial média de N20W/60SW (Figura 56). E a segunda (S3), mais frequente e sobreposta à crenulação da fase anterior, tem atitude média de plano axial de N70W/65NE (Figura 56). Em alguns afloramentos essa sobreposição de crenulações é responsável por formar um padrão “caixa de ovos” (Figura 58). As crenulações ocorrem em mais afloramentos de xistos que nos de anfibolitos e quartzitos, sendo identificadas nesses principalmente pelas lineações associadas aos eixos delas. As lineações dos eixos da crenulação paralela à foliação (S2) são paralelas ao strike da foliação, com direção preferencial NW-SE, enquanto os eixos da crenulação perpendicular à foliação (S3) são *down dip* em relação à foliação, com direção preferencial EW. Além das crenulações, a fase D3 também é registrada na SAI por dobras abertas perpendiculares à foliação S1 (Figura 55), de eixos EW e mergulhos de baixo ângulo para N e para S.



Figura 57: Crenulação S3 em muscovita-xisto da Sequência Anicuns-Itaberaí. Lapiseira indica o eixo da crenulação, com caimento de 35° para 214. Ponto 20TF04\_079.



Figura 58: Padrão “caixa de ovos” gerados sobreposição das crenulações S2 e S3, em muscovita-quartz-xisto da SAI. Ponto 20TF04\_091.

Na porção central da área, entre o Granito Lavrinha e o Complexo Córrego Seco, a foliação S1 muda de direção e fica orientada aproximadamente E-W, com mergulho variando de SSW a SSE. Também as foliações S2 e S3 têm direções diferentes, mantendo a relação com S1, ou seja, S2 também fica orientada na direção E-W, enquanto S3 tem direção NS. Além disso a deformação parece ser mais intensa, com estiramento dos cristais de muscovitas na direção do eixo de dobras da última fase de crenulação (D3).

A fase rúptil (D4) é impressa nas rochas da SAI principalmente por padrões de fraturamentos, que serão descritos separadamente, por serem homogêneos em todos os domínios.

#### 4.5.3 Domínio Estrutural 3: Intrusões Félsicas

O terceiro domínio estrutural inclui as intrusões sienograníticas Lavrinha e Creoulos, que ocorrem na porção centro-sul e sudeste e registram de maneira similar as fases deformacionais. A principal estrutura impressa nas intrusões graníticas é a foliação gnáissica S1, que é redobrada por D2 e D3, que formam padrões de crenulação em duas direções, assim como nas rochas da SAI. Contudo, é muito comum encontrar também foliação milonítica nos metagranitos, especialmente nas bordas.

Como mencionado, a foliação principal S1 é impressa nos granitos por uma foliação gnáissica, que tem atitudes parecidas com as foliações S1 dos outros domínios, mas menos variável, de N20E a N15W, com mergulhos baixos a médios para W (Figura 56). Apesar de haver menos variação nos valores de atitudes, o grau de deformação e consequente impressão dessa foliação é mais variável que nos outros domínios, sendo possível encontrar afloramentos com a textura ígnea totalmente preservada e outros com orientação de minerais, mas sem foliação.

Da mesma forma, as fases de crenulação D2 e D3 têm as mesmas atitudes nos granitos e nas rochas da SAI, porém elas estão impressas em raros afloramentos, principalmente na borda do granito Creoulos (Figura 39). Outra estrutura que predomina nas bordas é a foliação milonítica, que ocorre ao redor de toda a intrusão do granito Lavrinha. Essa foliação também ocorre dentro dos corpos, e provavelmente são zonas de cisalhamento do evento D4, que serão descritas separadamente com as fraturas, por conta da homogeneidade.

#### 4.5.4 Fraturas e Zonas de Cisalhamento

As fraturas, falhas inversas e as zonas de cisalhamento e de transcorrência são as principais feições relacionadas à fase rúptil de deformação identificada nas rochas da área de mapeamento e

afetam todas as rochas de forma homogênea, incluindo o Complexo Córrego Seco, no qual foram identificadas estruturas somente dessa fase. Estruturalmente, além das fraturas, a fase rúptil gera, através das zonas de cisalhamento, foliações miloníticas S4 nas rochas ígneas e meta-ígneas.

Ao todo, existem duas famílias de fraturas principais, uma associada às zonas de cisalhamento na direção NE-SW e a outra às zonas de direção NW-SE. Quando associadas aos tipos de fratura, é possível reconhecer que a maior parte delas são sintéticas ou antitéticas de Riedel (Hasui e Mito, 1992), mas não são raras fraturas de tensão nem fraturas paralelas à zona de cisalhamento. Na primeira família de fraturas, as sintéticas têm atitude média de N10W/80SW, e as antitéticas de N75W/85SW ou NE, o que indica uma tensão  $\delta 1$  NW-SE e condiz com a geração das zonas de cisalhamento sinistrais NNE-SSW identificadas na área. Considerando a segunda família, as fraturas sintéticas têm atitudes por volta de N85W/70NE e as antitéticas de N30E/60SE, que indica uma tensão  $\delta 1$  NE-SW e condiz com as zonas de cisalhamento sinistrais WNW-ESE. Na Figura 59 estão representadas as direções das fraturas e é possível reconhecer as duas famílias, a primeira variando de aproximadamente 290 a 360 graus, em que está a grande maioria das medidas de fratura, e a segunda de 20 a 100 graus, em menor número. As falhas de empurrão têm direção NS e mergulham para oeste, provavelmente desenvolvidas a partir de um esforço compressivo EW resultante das duas tensões  $\delta 1$  indicadas pelas fraturas e zonas de cisalhamento. Foram identificados planos de falhas, marcadas por *slicken slides*, com atitude N30W/35SW.

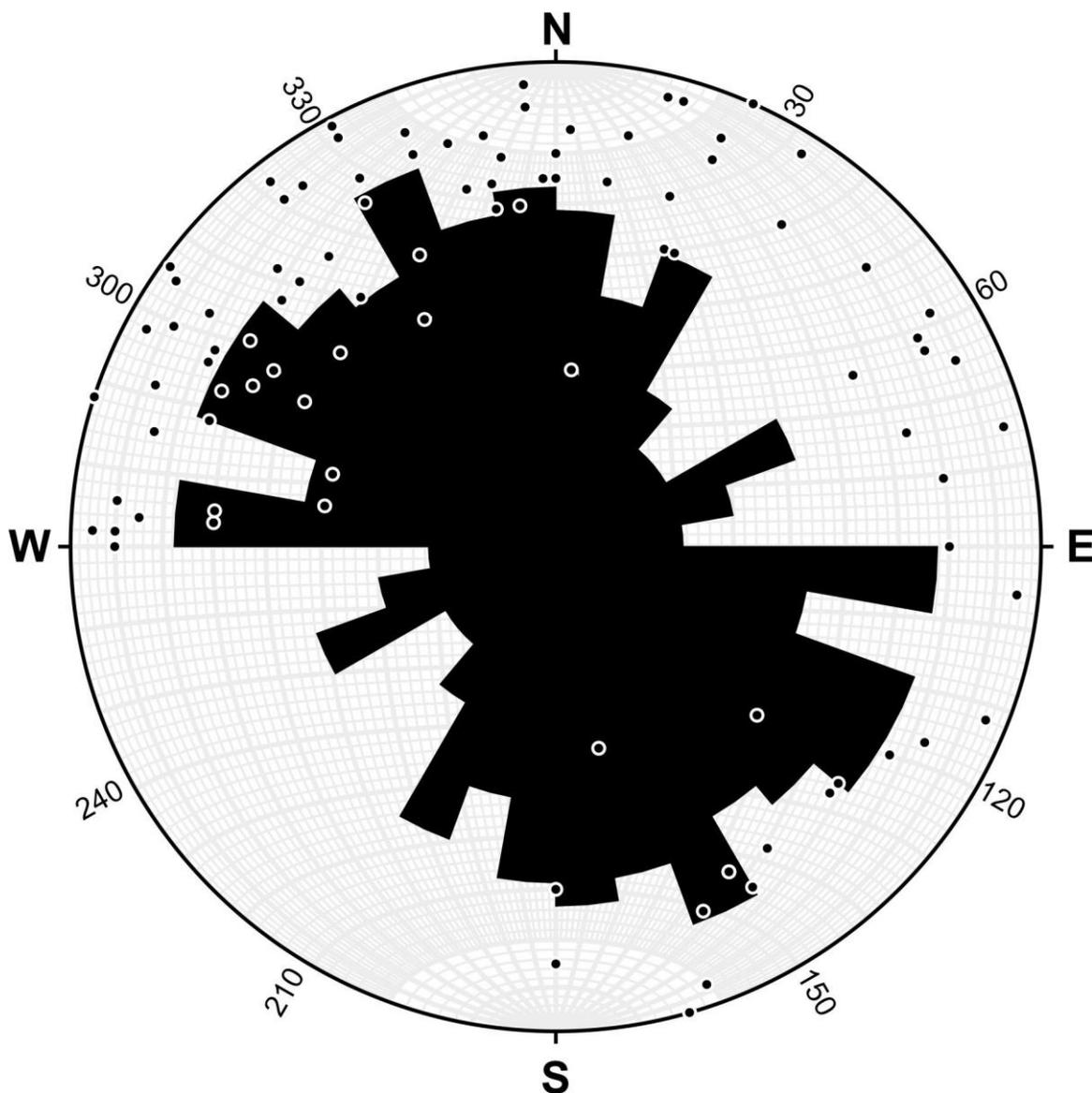


Figura 59: Estereograma das fraturas medidas na área. Nele é possível reconhecer os dois pares de fraturas sintéticas e antitéticas, um de 290 a 360 e o outro de 20 a 100.

#### 4.6 Ocorrências Mineraias

As ocorrências mineraias ocorrem em diversas litologias dentro da área, seja associadas às zonas de cisalhamento, com a cristalização de mineraias novos, ou às próprias rochas e suas alterações intempéricas, que têm conhecido potencial econômico. Os tópicos abaixo fornecem informações a respeito da localização geográfica, caracterização e contexto geológico em que elas foram identificadas. No Apêndice LXXXVI estão localizadas as ocorrências aqui descritas, levantadas durante o campo.

#### 4.6.1 Bauxita

A bauxita ocorre associada às rochas intemperizadas do Córrego Seco, encontrada no ponto 20TF04\_118, no norte da área. Ocorre como um perfil intempérico pouco espesso desenvolvido sobre os gabros e noritos, rochas ricas em plagioclásio e pouco quartzo. Geralmente aflora como blocos decimétricos, compostos majoritariamente por bauxita e subordinadamente óxidos de ferro, sendo comum encontrar também matações de rocha menos alterados (Figura 60). Costuma ocorrer junto de blocos de hematita.



Figura 60: A amostra a esquerda é um hornblenda-gabro com > 60% de plagioclásio, relacionado às rochas do Complexo Córrego Seco, parcialmente alterado, enquanto a amostra a direita é o produto avançado da alteração supergênica desse material, pouco denso e composto por bauxita e óxidos de ferro.

#### 4.6.2 Brita

A área de mapeamento possui diversos corpos com potencial para britagem, deles se destacam, por serem maciços e dispostos em condições de relevo favorável a esse uso, os gabros, dioritos, gabronoritos e basaltos do Complexo Córrego Seco (Figura 61a), o granito Creoulos (Figura 61b) e algumas porções indeformadas do granito Córrego da Lavrinha (Figura 61c) e do gnaiss Diorítico do Metagranito Sanclerlândia (Figura 61d). As ocorrências de brita estão associadas a grandes afloramentos de centenas de metros de extensão em quebras positivas de relevo, comumente cortadas por fraturas métrica a decimetricamente espaçadas. As rochas citadas são maciças, têm resistência mecânica e durabilidade altas, baixa porosidade e permeabilidade, dureza entre 6-7 e massas específicas altas para as máficas e médias para as félsicas.



Figura 61: A. Afloramento de gabros e dioritos do Complexo Córrego Seco, é possível observar as fraturas espaçadas em ~ 5 metros. B. Afloramentos decamétricos do Granito Creoulos no contexto do Morro do Chapeú, presença de foliação pouco penetrativa e fraturas espaçadas em ~ 2 metros. C. Afloramento do granito Córrego da Lavrinha de ~ 30 x 50 m, pouco foliado com presença de fraturamento intenso por pares conjugado com espaçamento ~ 1 metro. D. Afloramento de gnaissé diorítico de ~100 m<sup>2</sup>, pouco foliado com presença de fraturas espaçadas em ~ 10 m.

#### 4.6.3 Hematita

A hematita ocorre como um afloramento de ~ 180 m<sup>2</sup> no ponto 20TF04\_119 (Figura 62a), na porção norte do Córrego Seco e dispersa em blocos associados às bordas intemperizadas do corpo. Ocorre como um perfil intempérico bem desenvolvido com uma cobertura laterítica sobre rochas como basaltos e ignimbritos (Figura 62b). Geralmente aflora como densos blocos métricos a centimétricos, compostos majoritariamente por hematita e subordinadamente hidróxidos de ferro e quartzo, sendo comum encontrar também matacões de rocha menos alterada (Figura 62c).

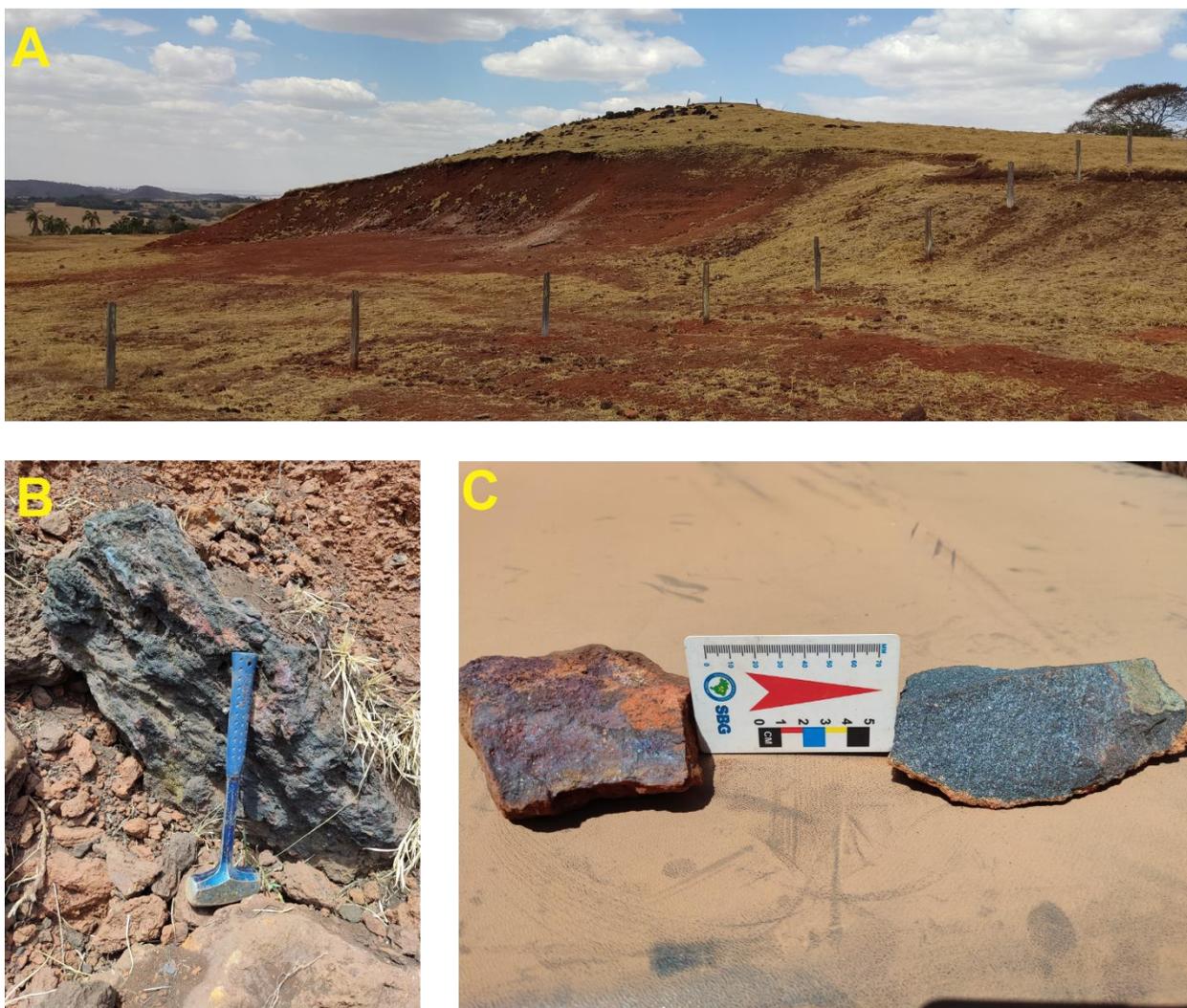


Figura 62. A: Afloramento de canga laterítica em barranco, possuindo aproximadamente 180m<sup>2</sup>. B: Bloco maciço de hematita, óxidos de ferro e quartzo, com presença de textura ígnea reliquiar. C: A amostra a esquerda é um basalto com mais de 50% de hornblenda relacionado às rochas do Complexo Córrego Seco, parcialmente alterado, enquanto a amostra a direita é o produto avançado da alteração supergênica desse material, composto por hematita.

#### 4.6.4 Manganês

O manganês ocorre em diversos pontos da área, geralmente relacionado a fraturas e zonas de cisalhamento nas bordas das intrusões ou que cortam as litologias da região. Destes se destaca como ocorrência o ponto 20TF04\_134, onde o manganês ocorre em um afloramento em piso de ~ 100 m<sup>2</sup> como óxidos de coloração preta a avermelhada inseridos na xistosidade do filonito da zona de cisalhamento (Figura 63a). O óxido de manganês foi reconhecido em campo por efervescer com intensidade a água oxigenada. Associado ao manganês ocorrem fraturas milimétricas preenchidas por hematita (Figura 63b).

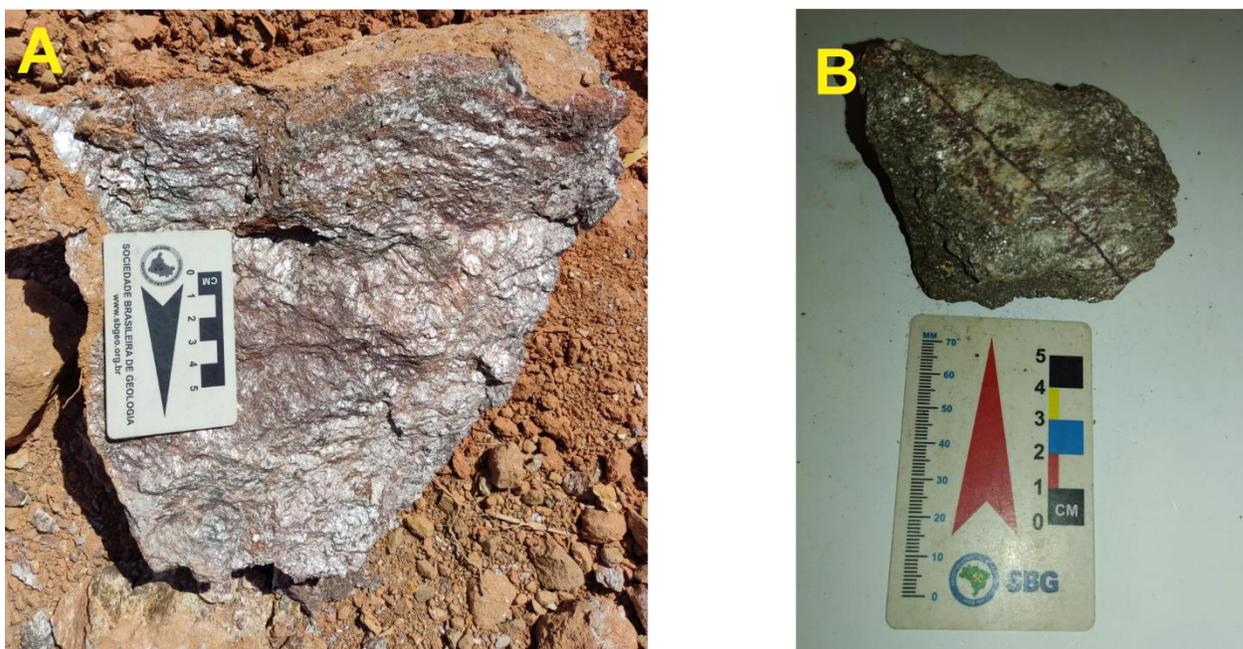


Figura 63: A: Filonito de zona de cisalhamento cortando Granito Córrego da Lavrinha com inserção de óxidos de manganês e ferro na xistosidade. B: Filonito rico em óxido de manganês com fratura milimétrica cortando a foliação e preenchida por hematita.

#### 4.6.5 Ouro

O ouro ocorre no ponto 20TF04\_143, nas imediações do Poço da Sociedade ou Garimpo do Boi de Ouro, um antigo garimpo instalado no norte da cidade de Anicuns, atualmente inativo. A rocha encaixante são xistos da Sequência Anicuns-Itaberaí com veios de quartzo translúcido, deformados pelos eventos tectônicos regionais e milonitizados por uma zona de cisalhamento. O afloramento apresenta sigmóides de veios de quartzo (Figura 64a) e uma foliação milonítica de direção NE-SW, mergulhando  $\sim 45^\circ$  para NW. O minério é composto por folhas de ouro nativo submilimétricas associadas a cristais de sulfetos milimétricos como a galena, calcopirita e bornita, e está concentrado no plano de S1 nos veios de quartzo (Figura 64b). A presença de calcixistos associados ao veio mineralizado indica que eles podem ser a trapa geoquímica para o ouro e os sulfetos, e a proximidade à zona de cisalhamento pode significar que a composição dos calcixistos é produto de hidrotermalismo.



Figura 64: A: Zona mineralizada com presença de veios de quartzo translúcido sigmoidais inseridos nos xistos. B: Fotografia de lupa eletrônica em aumento de 50x com presença de pequenas folhas de ouro nativo inseridas no plano da foliação S1, associadas com bornita e galena ao fundo.

#### 4.6.6 Turmalina (Schorlita)

A schorlita ocorre na porção oeste associadas a dois contextos geológicos: as zonas de cisalhamento (que cortam os gnaisses dioríticos do Metagranito Sanclerlândia e os anfibolitos da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí) e pegmatitos (inseridos nos gnaisses graníticos).

As turmalinas associadas a zonas de cisalhamento são encontradas em afloramentos próximos a drenagens, inseridas em veios de quartzo (Figura 65) leitoso a translúcido (como drusas decimétricas) ou como turmalinitos (>90% de schorlita). Os agregados de turmalina se concentram em domínios dentro dos veios, formados por cristais euédricos a subédricos, de até 4 cm, geralmente maclados e se cruzando.

A ocorrência associada aos pegmatitos inseridos nos corpos graníticos do Metagranito Sanclerlândia ocorre no oeste da área, no ponto 20TF04\_071, aflorando em blocos métricos compostos por quartzo, feldspato alcalino, muscovita e schorlita. A turmalina ocorre como cristais euédricos centimétricos.



Figura 65: A: Amostra 20TF04\_112-a, de veio de quartzo com drusa de schorlita. B: Foto de lupa eletrônica com zoom de 13x, presença de cristais euédricos de turmalina maclados e concentrados em um nível do veio de quartzo.

#### 4.7 Levantamento Geoambiental

Os principais pontos de interesse geoambiental encontrados são ravinamentos e voçorocas. Além desses, também foram vistos dentro da área uma nascente aflorante e um lixão e, apesar de não estar ativa, também é importante comentar sobre a exploração de ouro na área. No Apêndice LXXXVII estão localizados os pontos de interesse ambiental levantados.

As voçorocas encontradas estão em grande maioria espalhadas em área desmatadas para pasto (Figura 66), e têm de um a cinco metros de profundidade. Ocorrem especialmente sobre as regiões onde ocorrem rochas da Sequência Anicuns-Itaberaí e dos ortognaisses Sanclerlândia, pelo fato de elas serem as rochas sobre as quais há o maior perfil de solo, o que permite a escavação de muito material pelas águas da chuva. Nas regiões em que a mata era preservada ou havia algum tipo de plantio, como o de eucalipto ou de cana, as vegetações não permitiam o avanço de voçorocas. Outra relação com a geologia é de que as intrusões posteriores ocorrem em regiões de relevo mais acidentado, menos interessante para fazer pasto, o que diminui o desmatamento nessas porções da área. Essa é uma boa consequência, afinal os terrenos mais acidentados seriam os mais prejudicados pela falta de vegetação.



Figura 66: Erosão gerando voçoroca no ponto 20TF04\_135.

As ravinas na área ocorrem basicamente em drenagens quase ou completamente secas, com paredes de alguns um até dez metros de altura, e se concentram nos mesmos tipos de rocha que as voçorocas. Quando são vistas drenagens secas cortando as intrusões, por exemplo, é comum nas paredes estarem expostas rochas e não solo, o que previne o ravinamento. Da mesma forma, regiões com mais vegetação preservada, especialmente a mata ciliar, também tendem a ter menos ravinas, ou pelo menos ravinas menos profundas. Em alguns lugares inclusive foi visto o uso de bambus para tentar segurar o avanço das ravinas, o que nem sempre era totalmente eficiente. A nascente encontrada na área foi justamente exposta a partir de um processo de ravinamento (Figura 67), o que pode indicar risco de assoreamento.



Figura 67: Nascente exposta por ravina no ponto 20TF04\_066.

O lixão fica a alguns quilômetros em direção norte da região urbana de Anicuns, e não parece ter nenhum tipo de tratamento sanitário, de forma que nos arredores do lixão é possível encontrar muito lixo, mesmo a centenas de metros de distância. Esse é um problema ambiental que pode se tornar bem grave, com contaminação de águas subterrâneas por exemplo, se não for feita a transição do sistema de lixo da cidade para um aterro. Um problema ambiental também identificado foi a ocorrência de queimadas em áreas onde eucalipto havia sido recém-colhido. Outra questão a ser levada em consideração é que a região já teve exploração garimpeira de ouro próxima à região urbana e, de acordo com relatos de moradores, ainda existem algumas pessoas que fazem pequenas extrações. Isso é muito importante quando se pensa na qualidade da água da região e na possível contaminação por mercúrio, que é usado nesse tipo de operação e pode gerar danos à população que vive em Anicuns.

Apesar de tudo isso, é importante destacar que também foram encontrados diversos fatores ambientalmente positivos na área. Muitas das lavouras e pastos estavam estruturadas em curvas de

nível, o que diminui o potencial erosivo das águas, de forma que nelas não foram encontradas as voçorocas mencionadas, independente da geologia no local. Mesmo com as drenagens secas ou quase secas citadas acima, a maior parte das drenagens principais da área estavam com um alto fluxo de água (Figura 68), o que é especialmente importante pelo trabalho de campo ter sido feito no auge do período de seca em Goiás. Porém, para ter um acompanhamento mais preciso dos regimes hídricos, é necessária a instalação de estações fluviométricas na região. Por fim, foram vistos na área diversos animais silvestres, como macacos, veados, tamanduás (ameaçados de extinção) e diversos pássaros, como seriemas, carcarás e araras, o que aponta uma boa preservação da fauna.



Figura 68: Cachoeira no Rio dos Bois.

#### 4.7.1 Apresentação dos dados numéricos

Primeiramente, é importante lembrar que os dados foram processados para toda a área de mapeamento do Trabalho Final de 2020. Além da geologia, um aspecto físico que tem muita influência no comportamento dos fatores que serão apresentados é o relevo da área. Como pode

ser visto no Apêndice LXXXVIII, apesar de ele não ser muito acidentado, apresenta um declive de quase 500m desde o extremo norte ao extremo sul, o que é crucial para o regime hídrico na área.

A bacia delimitada para a análise ambiental abrange uma grande área, e os principais rios identificados dentro dela são o Rio dos Bois, o Rio Macacão e o Ribeirão Anicunzinho. O fluxo deles é, sumariamente, de norte a sul (Apêndice LXXXVIII). **A partir do Erro! Fonte de referência não encontrada.** Apêndice LII, fica claro que a pluviosidade é crescente de norte ao sul da área de mapeamento, mas os gráficos de precipitação gerados com a estação Anicuns (Apêndice L), permitem compreender ainda mais fatores ainda em relação às chuvas na área.

Seguindo o padrão da Região Centro-Oeste, no Apêndice LIII foi reconhecido que a maior parte da área da bacia é utilizada para pastagem (no caso, mais de 70%). Logo em seguida está a região florestada, que abrange quase 15% da área, disseminada entre as áreas de pasto, principalmente em regiões onde ocorrem declividades mais acentuadas (Apêndice LXI). Os principais tipos de solo reconhecidos na área são o Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e o Latossolo Vermelho Ácrico, que dividem quase igualmente a área da bacia, e há uma porção de Cambissolo Háptico Distrófico, que contribui com uma pequena área próxima à região urbana de Anicuns.

A partir do gráfico da Figura 13, é possível identificar que a saturação do solo na região está condicionada à continuidade dos níveis pluviométricos. Por isso, nos anos de maior seca (2015 é o melhor exemplo), em vários dias de chuva a umidade do solo não alcança a saturação. Esse fenômeno reflete também na proporção de percolação em relação à infiltração, como observado na Figura 14. Nos anos com menores chuvas, não só o valor de infiltração é menor, como a sua proporção que percola também é relativamente menor. Em média, a percolação anual é 44% da infiltração, porém em 2015 essa razão foi de aproximadamente 15%. Para entender melhor o sistema hídrico da região, o gráfico na Figura 15 apresenta a distribuição da água da precipitação. A média anual de precipitação é de 123.4cm, da qual 117.6cm infiltra e 5.8cm escoam. De toda a infiltração, 51.7cm percola e 66.7cm vai para a evapotranspiração. Pelo gráfico, é possível reconhecer que a evapotranspiração e o escoamento superficial não são proporcionais à precipitação. A primeira é constante em torno de 60 a 80cm e o segundo tem variação menos previsível. A percolação, por sua vez, é diretamente proporcional à precipitação. O fluxo de base da bacia também está intimamente ligado às chuvas na área (Figura 16), sendo que durante o período chuvoso ele cresce rapidamente e, no período de seca, diminui exponencialmente, até que

as chuvas voltam, antes do fluxo zerar, e ele aumenta novamente. Interessante notar que o pico do fluxo de base é sempre precedido de um pico de precipitação, pois a recarga do rio ocorre a partir da recarga do aquífero que o alimenta, pela percolação da água das chuvas.

Na questão da susceptibilidade a erosão na bacia foi possível identificar que ela é, na maior parte da área, fraca e moderada, com algumas porções de susceptibilidade alta (Apêndice LVI). São raras as ocorrências de susceptibilidade a erosão muito alta ou maior, e elas estão concentradas principalmente nas regiões com maior declividade, que também são as regiões menos desmatadas, o que é evidenciado pelas áreas florestadas do Apêndice LIII, associada à topografia do Apêndice LXXXVIII. Dessa forma, as regiões com maior susceptibilidade a erosão são as regiões que estão mais protegidas, porém é importante manter isso em mente quando qualquer tipo de projeto estiver em andamento na área, seja de construção civil, agrária ou mineira, por exemplo, para minimizar os riscos de desenvolvimento de voçorocas.

Além disso, as Áreas de Preservação Ambiental delimitadas na área compreendem uma porcentagem pequena da área total, mas muito importantes para a preservação do sistema hídrico da bacia.

Sobre a Área 4 especificamente, nela há o seu relevo acidentado, responsável pela presença de diversos grandes afluentes. Apesar da área da bacia não incluir completamente a Área 4, é possível afirmar que a precipitação nela é muito homogênea, variando de 1344 a 1356 mm por ano. Todos os tipos de solo da bacia ocorrem na Área 4, sendo que o Latossolo Vermelho Ácrico é predominante e a única ocorrência na bacia de Cambissolo Háplico distrófico é no centro da Área 4. Também seguindo o padrão da bacia, o principal uso de solo na Área 4 é para pastagem, mas as regiões com área florestada além de numerosas são grandes, e há uma grande área de plantio de cana no sul da área. A Área 4 tem claramente a maior porção com susceptibilidade a erosão muito alta ou superior, em comparação com as outras, justamente onde há maiores declividades.

## **5 DISCUSSÃO**

### **5.1 Metamorfismo**

Nesse tópico foram interpretadas as assembleias minerais encontradas nas rochas a fim de obter a caracterização metamórfica da área de estudo. Podemos caracterizar o metamorfismo da área em três tipos principais: o metamorfismo regional, relativo ao aumento progressivo da temperatura e pressão durante a evolução do ambiente colisional do Arco Magmático de Goiás; o

metamorfismo de contato nas bordas dos corpos ígneos e na interação de rochas vulcânicas; e os metamorfismos hidrotermal e dinamo-termal, gerados respectivamente pela circulação de fluidos aquecidos e a liberação de energia pela cinemática nas zonas de cisalhamento, falhas e zonas miloníticas que cortam a região.

As rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberá apresentam assembleias metamórficas que variam entre a fácies xisto-verde e a fácies anfibolito, com o grau metamórfico aumentando de leste a oeste. Na área, a descrição petrográfica dos anfibolitos e metatufos apresenta uma assembleia mineral metamórfica transicional com minerais vestigiais de uma paragênese com actinolita, epidoto e clorita, da qual foi gerada outra com granada e hornblenda pela progressão do metamorfismo. As rochas anfibolíticas, portanto apresentam um grau metamórfico intermediário entre a fácies xisto verde alto e fácies anfibolito baixo, com predominância da última. A transição da fácies xisto verde para anfibolito ocorre em temperaturas acima de 450 °C (Figura 69), com o desenvolvimento gradual de hornblenda no lugar de actinolita, como resultado da reação entre o epidoto e a clorita, e a ocorrência de plagioclásico mais cálcico que a albita, devido a presença de lacunas de miscibilidade em baixa temperatura nas séries de plagioclásio sódico (lacuna da peristerita) (Bucher & Grapes, 2011).

A fácies epidoto-anfibolito de transição é comumente referida na literatura, e esta importante transição pode ser incluída tanto em fácies xisto-verde quanto em fácies anfibolito (Bucher & Grapes, 2011). Nesse trabalho as rochas metamórficas apresentam assembleias com quantidades pequenas de clorita e actinolita com texturas de desequilíbrio (vestígios), sendo classificadas como pertencentes a fácies anfibolito baixo, com uma temperatura de aproximadamente 550 °C.

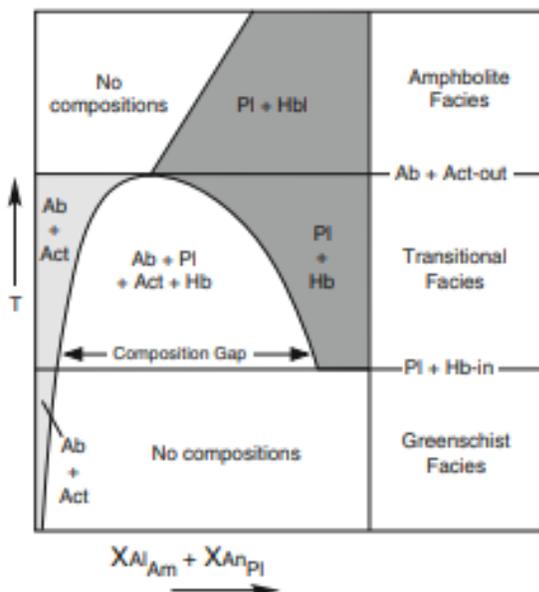


Figura 69: Diagrama esquemático retirado de Bucher & Grapes (2011), que ilustra a transição de facies xisto-verde/anfibolito em termos de  $X_{Al}$  (anfibólio) e  $X_{An}$  (plagioclásio) versus a temperatura a uma pressão específica, mostrando o *gap* composicional que define a temperatura de transição da facies. A reação representada pelo mesmo demonstra a quebra da actinolita e albita, gerando após um período de estabilidade mútua, a formação de hornblenda e andesina. Na facies xisto-verde, albita + actinolita (com clorita e epidoto) são estáveis como observamos na porção esquerda do gráfico, na fase de transição coexistem em pares albita e ortoclásio-andesina, actinolita e hornblenda, que podemos observar na porção central do gráfico, e na facies anfibolito, hornblenda e oligoclásio-andesina são estáveis como podemos observar na porção direita do gráfico.

Os metassedimentos psamo-pelíticos a leste, são compostos por Ms-Bt-Grt xistos a calcixistos na base, Ms-quartzitos e Bt-Ms-xistos com granada no topo. Os Bt-Ms-xistos com granada e os Ms-quartzitos apresentam associações minerais que indicam pico metamórfico, compostas por biotita, muscovita  $\pm$  quartzo  $\pm$  granada. A paragênese sugere metamorfismo de pelitos no sistema KFMASH, em condições de metamorfismo de facies anfibolito médio semelhante ao encontrado por Navarro *et al.* (2014) nas proximidades de Indiara, representadas na Figura 70.

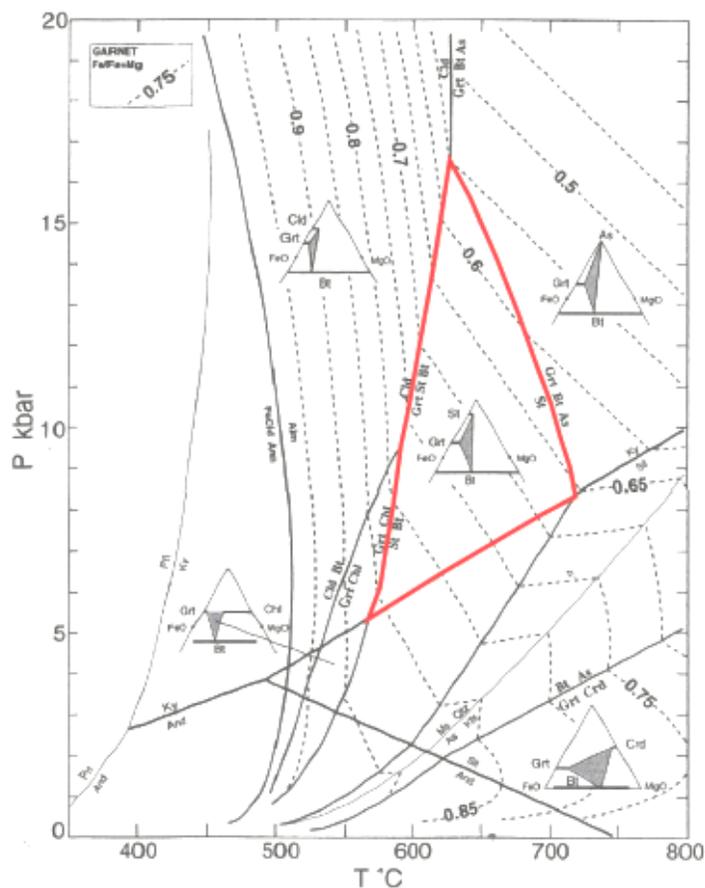


Figura 70: Diagrama petrogenético KFMASH mostrando as condições de pressão e de temperatura da assembleia metamórfica dos metapelitos delimitado pelo triângulo vermelho. Fonte: Navarro *et al.* (2014).

A ausência de estauroлита se deve à composição inicial do protólito, não favorável a cristalização do mineral (Navarro *et al.*, 2014). As condições metamórficas desse sistema se restringem a temperaturas de 630 a 670 °C sob pressões de 7 a 9 Kbar (Navarro *et al.*, 2014).

Os calcixistos apresentam grau metamórfico definido por associações minerais compostas por quartzo + epidoto (cristais) + muscovita + hornblenda + plagioclásio com clorita e biotita, mais restritas e representantes de graus metamórficos mais baixos, ou granada e hornblenda, predominantes na área e representantes de fácies anfibolito alto. Isso se deve à formação de granada a partir de clorita + biotita durante a progressão do metamorfismo. A reação metamórfica é semelhante à descrita por Labotka (1987), graficamente ilustrada na Figura 71.

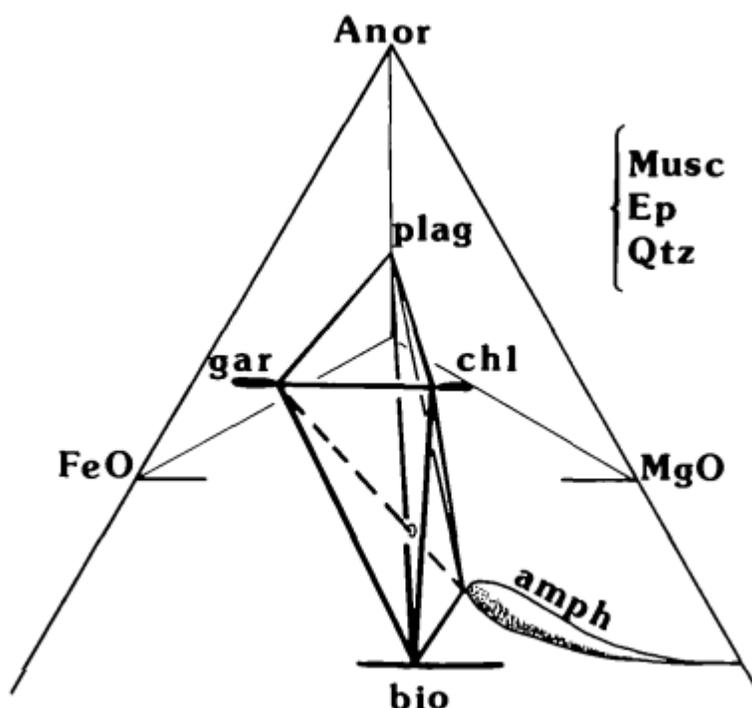


Figura 71 . Representação gráfica da reação descontínua de uma assembleia na zona da clorita para uma assembleia na zona da granada + hornblenda proposta por Labotka (1987). A reação é gerada pela quebra de plagioclásio + clorita + biotita para gerar hornblenda + granada (balanceada por quantidades apropriadas de quartzo, epidoto, muscovita e H<sub>2</sub>O). Fonte: Labotka (1987).

Deve-se ressaltar que os coeficientes estequiométricos da reação são sensíveis as composições dos minerais usados para balancear a relação, mas segundo Labotka (1987), a reação  $Qtz + Ep + Plg + Chl + Bt = Grt + Hbl + Ms + H_2O$  é comum dentro das composições mineralógicas descritas em seu trabalho, que por sua vez são semelhantes às encontradas em campo e nas descrições petrográficas.

Há dois tipos de Grt-Ms-calcixistos na área, um com presença de Bt + Chl e outro, preferencialmente encontrado em zonas de cisalhamento e bordas de corpos ígneos, com ausência de Bt + Chl e porfiroblastos de Grt + Hbl. Essa segunda variedade provavelmente ocorre devido a uma alta saturação em H<sub>2</sub>O. A presença de água no sistema catalisa as reações e provavelmente é a justificativa para o consumo total da Bt + Chl e a formação de grandes porfiroblastos e poiquiloblastos de granada e hornblenda. Essa relação implica em um metamorfismo de contato e dinamotermal/hidrotermal atuando junto ao metamorfismo regional. Apesar disso, não foi possível definir as zonas de alteração hidrotermal e de metamorfismo de contato, por conta da escala de

detalhe. A presença do fator catalítico da água também dificulta a determinação das condições de temperatura e pressão desse sistema específico.

Também ocorre metamorfismo de contato no extremo norte da área pela interação, dentro das rochas da Unidade Vulcânica do Complexo Córrego Seco, de derrames basálticos de alta com os sedimentos inconsolidados, evidenciada por quartzitos com silimanita.

Regionalmente ocorreram processos de saussuritização (epidoto granular associado a carbonatos) e sericitização que evidenciam a fase de exumação crustal e o retrometamorfismo no orógeno e/ou alteração deutérica posterior.

## **5.2 Evolução da Deformação na área**

A evolução da deformação na área (Figura 72) está vinculada à progressão da orogênese Brasileira, marcada por uma série de episódios progressivos distensivos e contracionais, com vergência final para leste em direção ao Cráton do São Francisco, possuindo como resultado o fechamento do Oceano Goiás, culminando no Orógeno Brasília e na amalgamação do Supercontinente Gondwana (Lacerda Filho *et al.*, 2021). Existem evidências da presença de deformações anteriores, durante os estágios de abertura e o início do fechamento do Oceano Goiás, entretanto as evidências destes na área foram obliteradas pelas deformações subsequentes (Figura 72 – 1 e 2).

A primeira fase de deformação D1 representa uma compressão leste-oeste que provavelmente está associada a dobras de empurrão isoclinais com vergência para leste, eixo N-S e foliação paralela ao plano axial dessas dobras, dando origem ao S1, que é observado nas rochas neoproterozoicas da Faixa Brasília. A segunda fase de deformação D2 também representa uma compressão leste-oeste, da progressão do evento Brasileiro, que redobra S1 e gera crenulações com foliação no plano axial e lineação de eixo (N-S). Essas deformações provavelmente são relativas à colisão dos terrenos do Arco (Figura 72 – 3).

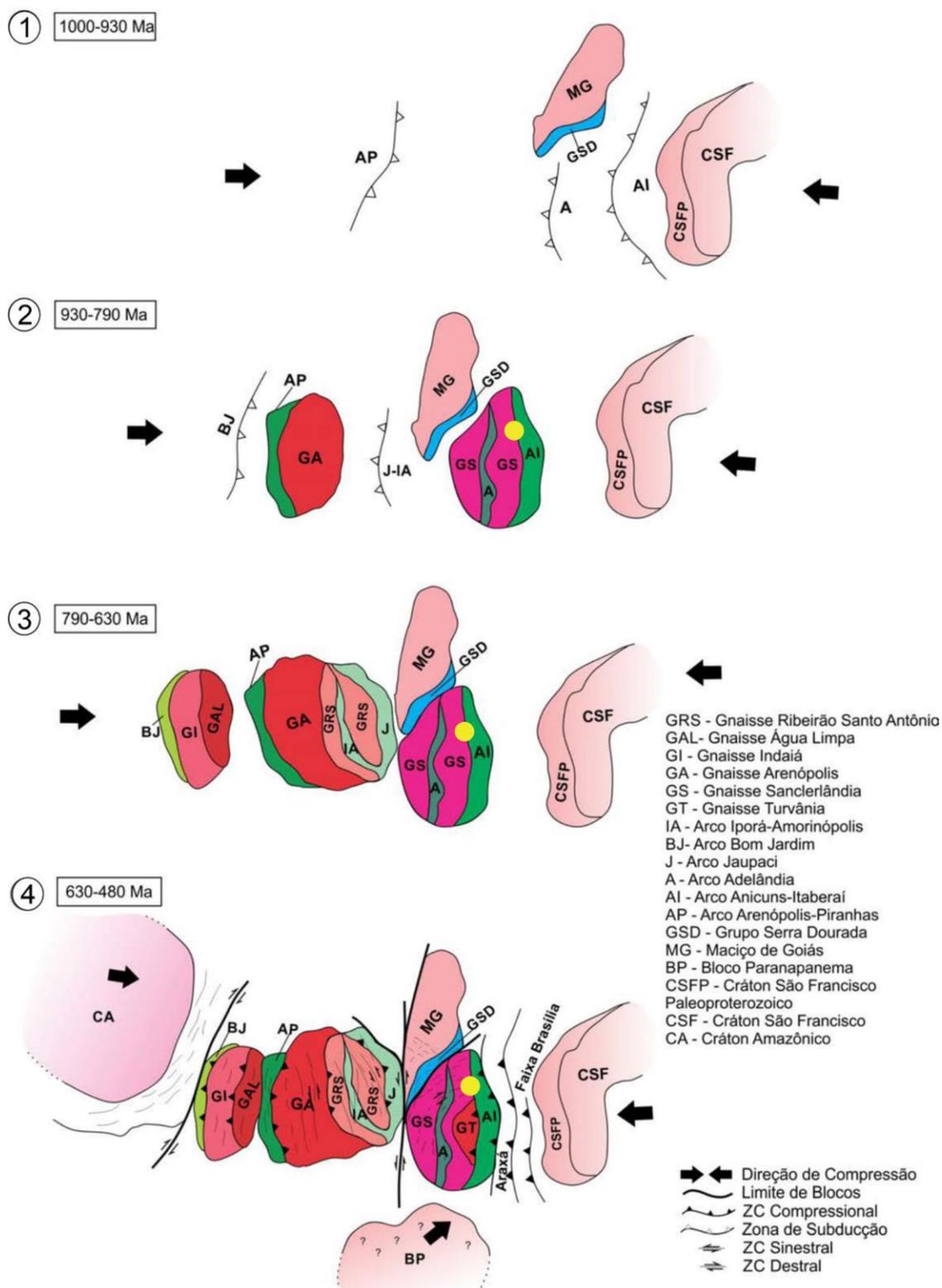


Figura 72: Esboço evolutivo geotectônico e da distribuição dos diversos blocos envolvidos na evolução geotectônica da área do Projeto Oeste de Goiás, porção meridional do Arco Magmático de Goiás, segmento oeste do Orógeno Brasília. O ponto amarelo indica a área de estudo. Modificado de Lacerda Filho *et al.* (2021).

A terceira fase de deformação D3 já representa uma compressão norte-sul, ou seja, um encurtamento lateral, que dobra as foliações anteriores perpendicularmente, também formando crenulações com foliação no plano axial e lineação de eixo. A fase de deformação rúptil D4 representa a progressão da compressão leste-oeste, com formação de fraturas e desenvolvimento de zonas de cisalhamento e de transcorrência sinistrais de direções NW-SE e NE-SW, cada uma associada a uma tensão compressiva (SW e NW, respectivamente). Essas duas tensões estão intimamente ligadas à colisão dos blocos cratônicos Paranapanema e Amazônico (Figura – 4) e as duas deformações (D3 e D4) provavelmente representam tensões resultantes, a primeira uma compressão dúctil N-S e a segunda uma compressão EW que gera as falhas de empurrão na direção do Cráton São Francisco (Figura 72 – 4).

### **5.3 Magmatismo**

O tópico a seguir visa discutir as características dos eventos magmáticos que ocorrem na área de estudo. O magmatismo da área pode ser compartimentado em três sistemas principais: o vulcanismo relacionado à instalação do Arco Magmático Anicuns/Sanclerlândia, o plutonismo sin-colisional dos granitos meta a peraluminosos durante o fechamento do Arco Magmático de Goiás e, por último, a instalação do sistema vulcânico do Córrego Seco.

#### **5.3.1 Arco Magmático Anicuns/Sanclerlândia (830-815 Ma)**

O Arco Magmático Anicuns/Sanclerlândia é representado na área pela Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí e os metagranitos e gnaisses Sanclerlândia. A Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí é um ambiente vulcânico intra-oceânico, fato evidenciado pela presença de rochas metavulcânicas como anfíbolitos e metaignimbritos sobre deposições de metassedimentos psamo-pelíticos e químicos. A unidade apresenta rochas vulcânicas de composição basáltica a dacítica, com presença de lentes de ignimbritos como tufos com grande quantidade de bombas, o que corrobora a hipótese de um arco magmático com intensa atividade vulcânica durante o Neotoniano. Os óxidos de manganês muito presentes no contexto da área, preenchendo fraturas e se concentrando em zonas de cisalhamento, possivelmente estão geneticamente ligados a esse estágio, com precipitação e concentração em bacias de plataforma rasa oxidantes e entrada no sistema relacionada a fumarolas do arco. O ouro e os sulfetos (galena e bornita), que ocorrem no Garimpo do Boi de Ouro, também podem ter origem nas fumarolas do magmatismo intra-oceânico, sendo sua presença nos fluidos magmáticos possivelmente resultado

do metassomatismo e fusão parcial durante a subducção de crosta oceânica mais velha que a sequência, que apresenta idades  $T_{DM}$  entre 0.8 e 1.1 Ga (Laux *et al.*, 2004).

Os ortognaisses e metagranitos Sanclerlândia, compostos por metagranitos, metadioritos, metatonalitos e metagranodioritos, representam suítes plutônicas de arcos de ilha imaturos. Os ortognaisses de composição diorítica a granodiorítica são identificadas na bibliografia com uma natureza do tipo M-I (Lacerda Filho *et al.*, 2021). As rochas metagraníticas apresentam composições peraluminosas com presença abundante de minerais como Ms, Bt e Grt, o que interpretativamente pode indicar natureza do tipo S/I. A presença de textura rapakivi nesses metagranitos também pode indicar mudanças na composição do magma inicial por mistura/contaminação, possivelmente pela entrada de um magma mais cálcico no sistema (tonalítico ou diorítico), que já cristalizava fenocristais de K-Feldspato (Dempster *et al.*, 2004). Há presença de pegmatitos dentro do contexto dessas rochas metagraníticas com assembleias ricas em feldspato alcalino, plagioclásio, quartzo, muscovita e turmalinas negras, indicando presença de elementos incompatíveis como Al, e K em abundância nos estágios finais da cristalização dessas rochas, condizente com granitos tipo S.

### 5.3.2 Magmatismo plutônico sin-colisional (790-750 Ma)

O plutonismo relacionado à progressão do fechamento do Arco Magmático de Goiás nessa fase é representado pelos granitos Creoulos (782 Ma) e Córrego da Lavrinha (748 Ma) (Laux *et al.*, 2005). Ambos os granitos apresentam composições peraluminosas a metaluminosas, sendo caracterizados como tipo S pela presença de muscovita, biotita e granada (Winter, 2010).

O Granito Creoulos apresenta uma concentração relativamente menor de feldspato potássico, com maior variação composicional (porções sienograníticas e monzograníticas) e deformação em todas as fases descritas. O Granito Córrego da Lavrinha apresenta uma concentração relativamente maior de feldspato potássico e está localizado no centro de uma charneira de dobra de empurrão o que pode ter contribuído para a protomilonitização das bordas. As bordas desses corpos geram metamorfismo de contato nas rochas metassedimentares e anfibolitos da SAI, evidenciadas pela presença de assembleias minerais calcissilicatadas com porfiroblastos e poiquiloblastos de hornblenda, epidoto, calcita e granada.

### 5.3.3 Instalação do sistema vulcânico de Anicuns / Suíte Intrusiva Gabronorítica Córrego Seco (630-610 Ma)

O sistema vulcânico de Anicuns inclui as rochas intrusivas do Córrego Seco, compostas majoritariamente por gabronoritos com porções dioríticas e as rochas vulcânicas do Córrego Seco, compostas por basaltos e ignimbritos.

A porção intrusiva pode ser reconhecida em dois corpos: a câmara magmática (originalmente arredondada) do sistema vulcânico com aproximadamente 30 km<sup>2</sup> no norte da área e um corpo intrusivo menor (elipsoide) de aproximadamente 6 km<sup>2</sup> no centro-oeste da área. Os corpos ígneos intrusivos se alocaram em uma zona de fraqueza no contato das rochas da Sequência Anicuns-Itaberaí (relativamente menos competentes) e os gnaisses Sanclerlândia (relativamente mais competentes), com geometrias se expandindo para em direção às rochas supracrustais devido ao contraste reológico. Essa zona de fraqueza pode ser incluída nas falhas compressivas/ de empurrão de eixo N-S e vergência para leste. A câmara magmática apresentava originalmente formato aproximadamente arredondado, agora cortado por uma zona de cisalhamento sinistral. Os gabronoritos apresentam textura adcumulática, provavelmente gerada pela ascensão de um magma rico em plagioclásio (manto empobrecido segundo Lacerda *et al.*, 2021) com fenocristais originalmente de clinopiroxênio parcialmente substituídos por hornblenda (uralitização). A presença de hornblenda abre as seguintes hipóteses: presença processo ígneo de interação/assimilação com magmas hidratados e/ou rochas hidratadas do arco, um metamorfismo posterior ou a entrada de fluidos metassomáticos no sistema. A primeira opção é mais provável devido à presença de textura ígnea preservada, ausência de evidência de deformação, fraca saussuritização dos plagioclásios e a presença majoritária de labradorita como componente principal dos plagioclásios.

Na porção extrusiva do sistema Córrego Seco, o edifício vulcânico foi quase totalmente erodido, mas as porções que resistiram apresentam intercalações de basaltos, ignimbritos e obsidiana com textura ígnea preservada e acamamento sedimentar/magmático semelhante ao de um estrato-vulcão. Os basaltos apresentam processo de uralitização com substituição completa dos grãos de clinopiroxênio por hornblenda, que provavelmente é provocado pelas hipóteses levantadas anteriormente. A presença de vidro vulcânico e minerais do grupo da zeólita associados corrobora a hipótese de essa substituição ser um processo ígneo de interação das rochas magmáticas intrusivas com o ambiente do arco, rico em minerais hidratados. A presença de sulfetos (pirrotita, calcopirita

e pirita) nos basaltos da região pode estar associada à extração de elementos compatíveis do manto, a partir de uma taxa de fusão elevada, ou à interação e assimilação com as rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí.

#### **5.4 Modelo de Evolução Geológica**

O presente tópico visa abordar um modelo esquemático da evolução geotectônica da região do mapeamento. A dinâmica da evolução geológica da área foi dividida em 5 estágios tectônicos e/ou magmáticos, todos controlados pelo processo de Colagem Orogênica Brasileira (840-400 Ma) (Brito Neves *et al.*, 2014).

##### **5.5.4 Outros recursos minerais com menor potencial**

A bauxita e os óxidos de ferro foram encontrados no contexto do Complexo Córrego Seco, mas os volumes encontrados não parecem apresentar porte para exploração econômica. Essas ocorrências devem ser avaliadas quanto à espessura do perfil ímpério, sua continuidade lateral e teores de alumínio e ferro, de forma a caracterizar seu potencial como minério. Além disso a retirada e o transporte desse material pode inviabilizar o empreendimento.

A turmalina negra ocorre como turmalinitos com intercrescimentos que diminuem seu potencial de seu uso como gema, entretanto existe potencial para seu uso industrial e como matéria prima para ornamentos com fins esotéricos.

Por fim, existe potencial geoturístico na área, com presença de diversas cachoeiras (Figura 68) e balneários naturais, além de morros para trilha, como o Morro do Chapéu, o Morro Jesus e todo o alto topográfico do Complexo Córrego Seco.

##### **5.4.1 Estágio 1 - Instalação do Arco Mágico Anicuns/Sanclerlândia (830-815 Ma)**

No Neotoniano, entre 830 e 815 Ma, houve a abertura do oceano Goiás com subsequente Tafrogênese Toniana (Brito Neves *et al.*, 2014). O desenvolvimento do ambiente de arco de ilha originou as rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí (Figura 73). A sequência supracrustal compreende uma associação de rochas metavulcânicas, intercaladas a deposições de metassedimentos psamo-pelíticos e químicos, o que sugere deposição em ambiente marinho, próximo a um centro vulcânico emergente. Os dados de  $\epsilon\text{Nd}(T)$  entre +3.0 e +6.0, as composições toleíticas e cálcio-alcálicas com  $T_{DM}$  de aproximadamente 0.8 e 1.1 Ga confirmam a natureza do material metavulcânico, como produto da fusão hidratada (metassomatismo) da zona

de subducção de um material mais primitivo, possivelmente de composição adakítica (Laux *et al.*, 2004). A gradação sedimentar na área apresenta rochas pelíticas (como xistos, calcixistos e margas com presença de mineralogias ricas em calcita, muscovita, biotita e granada) na base e rochas psamíticas (como Ms-quartzitos e quartzitos ferruginosos) no topo, o que releva um caráter progradacional das sequências. A progradação é consequência do fechamento do Oceano Goiás com depósitos químicos e pelíticos carbonatados em ambiente de mar profundo e depósitos psamíticos a pelíticos não carbonatados de ambiente plataformal raso. Em associação aos arcos magmáticos intra-oceânicos também ocorreu a gênese de corpos graníticos, granodioríticos e dioríticos agrupados na unidade dos metagranitos e gnaisses Sanclerlândia (828-822 Ma) (Araújo, 2012). Os ortognaisses de composição diorítica a granodiorítica são resultado da fusão de rochas máficas hidratadas durante a subducção (Lacerda Filho *et al.*, 2021). As rochas metagraníticas estão possivelmente relacionadas a eventos posteriores de amalgamação do arco. A idade modelo  $T_{DM}$  Sm-Nd dos ortognaisses Sanclerlândia é de 0.98 a 1.44 Ga com assinaturas positivas de  $\epsilon Nd (T)$  indicando um protólito formado por material Neoproterozoico juvenil.

#### 5.4.2 Estágio 2 - Magmatismo sin-colisional de granitos meta a peraluminosos de arco (790-740 Ma)

Esse evento é marcado na área pelo início e desenvolvimento da fase colisional da orogênese, com a formação inicial de dobramentos, que facilitaram o encaixe posterior de intrusões de corpos graníticos sin a tardi-tectônicos como o Granito Creoulos (782 Ma) e Granito Córrego da Lavrinha (748 Ma) (Laux *et al.*, 2005). Essas intrusões estão relacionadas à delaminação do manto subcontinental e de espessamento crustal gerado pela deformação e consequente anatexia de rochas sedimentares durante a colisão dos arcos de Anicuns-Itaberaí e Anápolis-Itauçu (Lacerda Filho *et al.*, 2021).

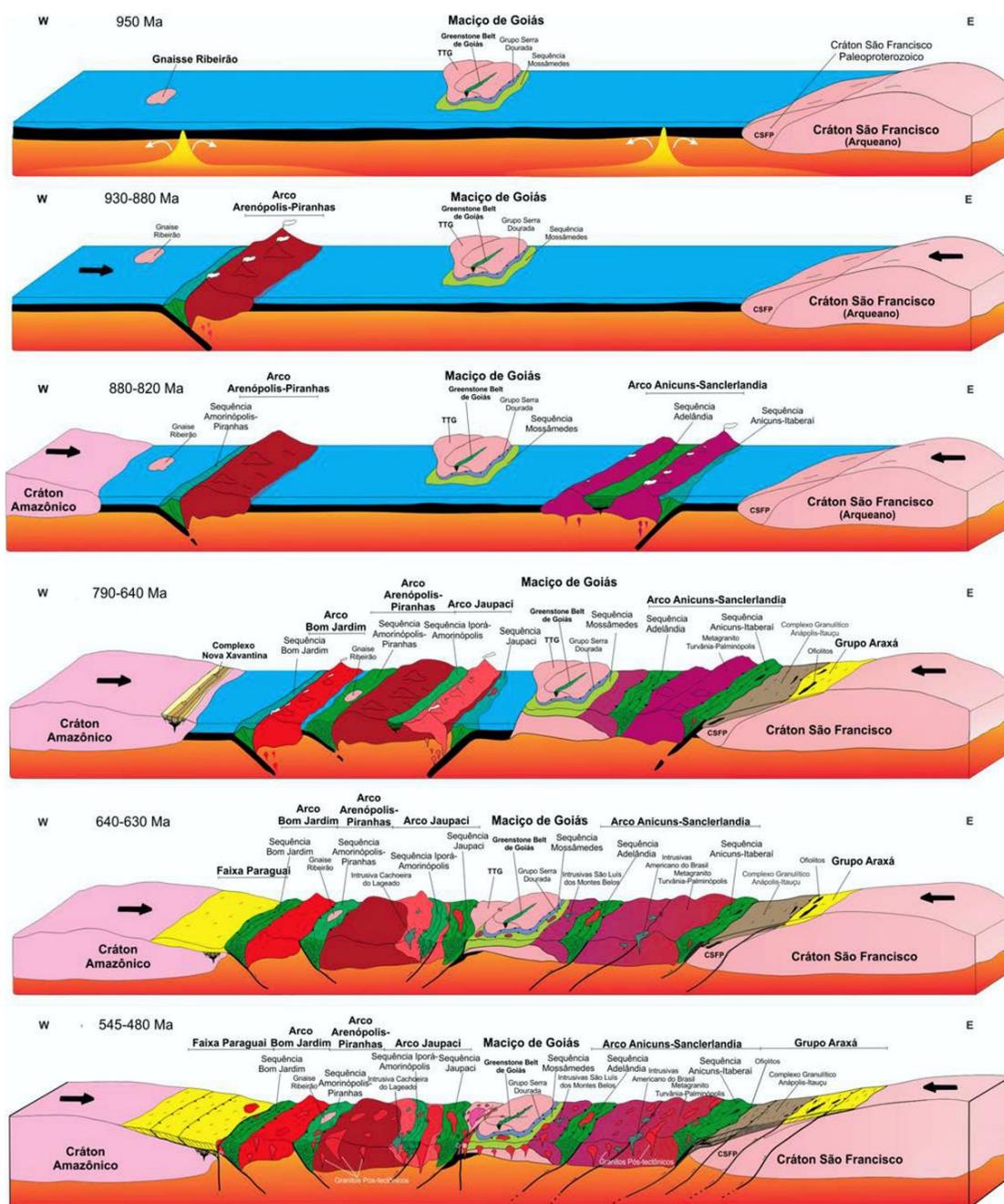


Figura 73. Modelo de evolução geológica-geotectônica da porção meridional dos Orógenos Brasília e Araguaia, no contexto crustal neoproterozoico em sistema de arcos acrescionários (insulares e margem continentais). 1) Estágio inicial proposto com três blocos continentais separados por processos de oceanização em torno de 1.0-0.95 Ga; 2) Quebra da crosta oceânica e *slab* com a formação do arco insular Arenópolis-Piranhas; 3) Montagem do arco insular Anicuns-Itaberai e Adelândia; 4) Instalação dos arcos Bom Jardim, Jaupaci e Iporá-Amorinópolis; 5) Propagação dos processos orogênicos em 630 Ma, evidenciados por falhas cavalgantes em direção aos cratons Amazônico e São Francisco, a depender da proximidade do anteparo; 6) Acomodação final da deformação Brasileira, através de falhas de empurrão e escapes laterais em zonas de cisalhamento. Fonte: Lacerda Filho *et al.*, 2021.

#### 5.4.3 Estágio 3 - Fechamento do Oceano Goiás e metamorfismo de alto grau (650-630 Ma)

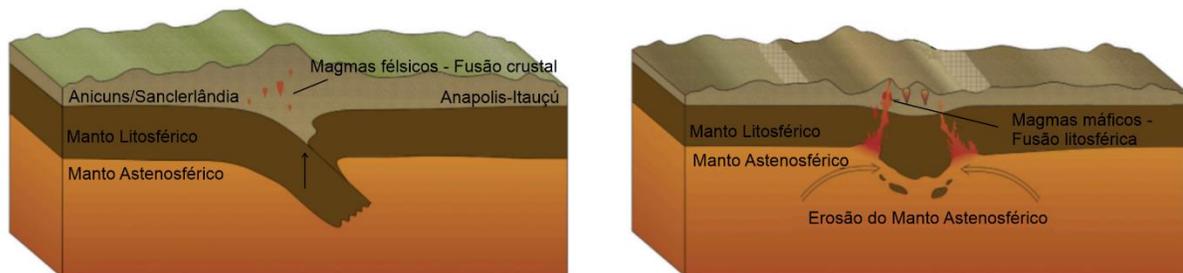
O estágio 3 é marcado pelo fechamento do Oceano Goiás com a amálgama de arcos e metamorfismo de alto grau (alta temperatura 630-597 Ma) no Complexo Anápolis-Itaçu. O evento tectônico colisional nesse estágio é majoritariamente responsável pelo desenvolvimento de grandes zonas de cisalhamento compressionais que empurram os gnaisses tipo Sanclerlândia sobre as rochas da SAI e por vezes imbricam as camadas dentro da própria SAI. Os eventos de deformação desse estágio também são responsáveis pelo metamorfismo em fácies xisto verde a anfíbolito das unidades geológicas de idade proterozoica da área. Existem intrusões do tipo Taquaral associadas ao pico metamórfico encontradas no extremo norte da área 20TF01, provavelmente relacionadas ao início do processo de colapso do orógeno, descrito no tópico a seguir.

#### 5.4.4 Estágio 4 - Intrusões máfico-ultramáficas do tipo Americano do Brasil (630-610 Ma) e a instalação do vulcão do Corpo Córrego Seco (623 Ma)

O estágio 4 é relativo à inserção do sistema intrusivo do Córrego Seco, que foi interpretado como um grande vulcão relacionado as intrusões máfico-ultramáficas do Tipo Americano do Brasil. As rochas metadioríticas e metagabroicas associadas ao Corpo Córrego Seco possuem idades de cristalização U-Pb (zircão) de  $623 \pm 13$  Ma e  $622 \pm 6$  Ma, respectivamente (Laux *et al.*, 2004; Nunes, 1990), com  $\epsilon_{Nd}(T)$  entre +1,8 e +2,6, que indicam magma provavelmente originado a partir de manto depletado (Lacerda Filho *et al.*, 2021) O magmatismo sin a pós-colisional máfico relativo a gênese desse sistema vulcânico está relacionada ao colapso do orógeno colisional, semelhante ao descrito por Zhou *et al.* (2021). A Figura 74, ilustra o desenvolvimento completo desse processo, que se inicia com (1) a colisão dos arcos de Anicuns/Sanclerlândia e Anápolis-Itaçu, com a subducção e exumação de magmas sin-colisionais (Granitos Creoulos e Córrego da Lavrinha) em ~790-740 Ma; (2) interpretamos que o colapso da raiz do orógeno e a erosão do manto litosférico, com incremento de temperatura pelo soerguimento astenosférico, ocorreu em ~740-630 Ma, provavelmente relacionado ao metamorfismo de alta temperatura das rochas do Complexo Anapolis-Itaçu em um modelo de orógeno acrescionário aquecido, análogo ao proposto por Della Giustina (2010) no Arco de Mara Rosa; (3) o soerguimento astenosférico e delaminação da litosfera mantélica depois de 630 Ma, com intenso magmatismo máfico relacionado as intrusões do tipo Americano do Brasil e a inserção do vulcão de Anicuns. O vulcão

de Anicuns apresenta grande quantidade de hornblenda em sua composição, acreditamos que esse incremento está relacionado à assimilação das rochas do Arco Magmático durante a ascensão do magma. A raiz do orógeno provavelmente foi removida e o magmatismo relacionado à ascensão astenosférica deve ter parado em ~ 610 Ma, embora não existam dados geocronológicos específicos na literatura.

(1) ~790-740 Ma - Exumação da crosta subductada (2) ~740-630 Ma - Erosão e fusão do manto litosférico



(3) ~630-610 Ma - Delaminação do manto litosférico

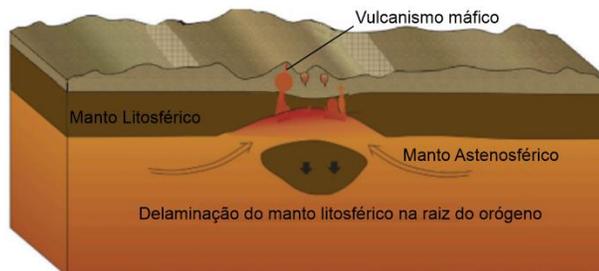


Figura 74. Desenhos esquemáticos da evolução tectônica a partir da colisão do orógeno, sua exumação e posterior colapso relacionado aos magmatismos regionais. (1) Exumação da crosta subductada, (2) Erosão termoquímica do manto durante os estágios iniciais de colapso do orógeno com magmas máficos derivados da fusão litosférica, ricos em minerais hidratados e (3) Erosão do manto litosférico durante os estágios tardios do colapso do orógeno. Figura modificada de Zhou *et al.* (2021).

#### 5.4.5 Estágio 5 - Instalação de zonas de cisalhamento transcorrentes de Moiporá-Novo Brasil e Lineamento Transbrasiliano (560-540 Ma)

O estágio 5 é marcado pela presença de rotação das intrusões e de zonas de cisalhamento transcorrentes que cortam todas as litologias da área (Figura 73). A presença abundante de fluidos das intrusões por vezes percola as zonas de cisalhamento da área gerando assembleias de hornblenda, granada, muscovita e biotita com maiores quantidades de carbonatos que as bordas dos corpos ígneos.

O esquema apresentado na Figura 73, extraído do trabalho de Lacerda *et al.*, 2021, apresenta em blocos diagramas um retrospecto da evolução tectônica da região do Arco Magmático de Goiás e por consequência da área de mapeamento integrado abordada nesse trabalho.

### **5.5 Potencial Econômico**

A avaliação das ocorrências minerais quanto a sua potencialidade econômica envolve a abordagem dos dados encontrados em campo, os aspectos geográficos, socioeconômicos e espaciais da região, a consulta dos preços de mercado dos minerais/metais a serem explorados, as características do minério, entre outras singularidades do possível empreendimento. A área apresenta ocorrências minerais de ouro, manganês, turmalina, bauxita, óxido de ferro, brita, areia e caulim, que apresentam variados potenciais econômicos. É destacado pelo trabalho de Lacerda Filho *et al.*, 2021, que mesmo possuindo um grande potencial mineral, com uma série de descobertas minerais durante o período dos anos 70, os investimentos em exploração mineral da região foram bem limitados, restringindo-se às ocorrências minerais já conhecidas, principalmente garimpos e pequenos depósitos, sem, entretanto, terem sido reveladas novas áreas e prospectos de relevante interesse mineral.

A história de exploração mineral na área atualmente é representada pelo garimpo do Poço da Sociedade (inativo), e por pequenas explorações de areia (derivada dos saprólitos do Granito Creoulos e Quartzitos da SAI) e caulim (oriundo do intemperismo em zonas de cisalhamento que cortaram os ortognaisses Sanclerlândia). Na área de estudo foram encontradas ocorrências minerais diversas, mas interpretativamente classificamos as ocorrências de brita (relacionadas a Intrusão do Córrego Seco) e o ouro do Poço da Sociedade como as que apresentam maiores indícios de viabilidade econômica.

#### **5.5.1 O ouro do Poço da Sociedade**

A história da cidade Anicuns está intrinsecamente relacionada à exploração de ouro durante o período colonial (século XIX), com a fixação de bandeirantes, e posteriormente um arraial, às margens do Córrego da Boa Esperança, a fim de explorar, por meio de atividades garimpeiras, a ocorrência do Poço da Sociedade. O garimpo é culturalmente inserido na população da cidade de Anicuns, por meio da lenda que sugere a presença de um veio de quartzo aurífero muito rico em formato de boi, causador de um acidente durante a exploração. A lenda é utilizada por empresas

locais como estratégia de marketing para bebidas, produtos e serviços, batizados em homenagem ao Boi de Ouro.

A ocorrência de ouro foi alvo de pesquisa mineral de empresas durante os anos 70 e do trabalho de caracterização de Nunes (1990). As análises geoquímicas realizadas por Nunes (1990) revelam que os teores mais expressivos de Au (2,9 ppm) foram observados em torno de 18m de profundidade e a presença de ouro foi detectada até 27m (Lacerda Filho *et al.*, 2021). A análise em campo constatou a presença de ouro nativo disperso em folhas inserido na foliação, gerada pelas zonas de cisalhamento, das rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí. Segundo as relações de campo, a ocorrência está geneticamente relacionada ao enriquecimento das rochas metassedimentares em metais durante a evolução do arco e à concentração em um modelo do tipo *lode gold* em zonas de cisalhamento. A exploração de ouro provavelmente teria como maiores desafios a natureza da mineralização, devido a presença de concentrações muito altas em determinados pontos, que dificulta a avaliação correta dos teores de ouro, e a proximidade com a cidade de Anicuns que se desenvolveu nas laterais do Córrego da Boa Esperança.

O mercado atual apresenta boas perspectivas em relação à exploração de ouro, com a instabilidade gerada pela possibilidade de uma crise econômica global, desencadeada pela crise da empresa Evergrande do setor imobiliário chinês, o ouro tem valorização contínua por ser um ativo de maior segurança.

#### 5.5.2 Brita das rochas intrusivas do Complexo Córrego Seco

Durante o desenvolvimento do trabalho de campo e caracterização petrográfica, elencamos uma série de fatores que demonstram a potencialidade de uso das rochas intrusivas do Complexo Córrego Seco como matéria-prima para a produção de brita. A brita é um agregado grosseiro com dimensões de 4,8 a 7,5 mm, produzido pela fragmentação mecânica de rochas cristalinas (Gollmann *et al.*, 2016). Esse material deve apresentar textura coesa e sã, baixa porosidade e ausência de planos de fraqueza. A princípio, qualquer rocha pode ser britada e utilizada na construção civil, mas algumas rochas se adequam melhor ao uso como agregado graúdo pois possuem mineralogia de dureza média a alta. A caracterização da qualidade do material, é feita por ensaios específicos, normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A avaliação do maciço do Córrego Seco revela uma rocha de qualidade elevada, de coloração esverdeada, maciça, composta por minerais densos e de dureza média a alta, pouco alterada, com porosidade e permeabilidade muito baixas e alta resistência mecânica. A caracterização

petrográfica do material indica uma rocha maciça, sem a presença de microfraturamentos e com baixíssimo grau de alteração deutérica evidenciada pela saussuritização. A área do corpo corresponde a aproximadamente 40 km<sup>2</sup>, com a interpretação de um volume gigantesco de rochas em profundidade. As rochas afloram positivamente no relevo e são cortadas por fraturas metricamente espaçadas, fatores estes que facilitam seu desmonte e trituração posterior. A lavra dessas rochas possibilitaria seu uso na confecção de britas para fundação, pavimentação, muros, calçamentos, lastro de ferrovias, enrocamentos, como componente do concreto, alimentando a indústria civil do Sudoeste Goiano e futuramente região metropolitana de Goiânia. Há a possibilidade com a pesquisa das porções basálticas do Complexo Córrego Seco, de seu uso como produto mineral secundário, seja como rocha para britagem ou como matéria prima para remineralizadores, sendo necessária a avaliação criteriosa dessas rochas quanto aos teores, de forma a constatar essa possibilidade. A avaliação petrográfica preliminar indica uma rocha com pouco potencial para uso como remineralizador, devido aos baixos teores de potássio presentes, mas a presença em campo de zeólitas pode indicar uma variação mais potássica dessas rochas. A presença de zeólita, entretanto dificulta a possibilidade das rochas vulcânicas do complexo, como produtos para construção civil, devido a sua reatividade com os insumos como o cimento.

### 5.5.3 Caulim e Areia

O caulim e a areia apresentam pequenos empreendimentos na área sendo explorados por meio de retroescavadeiras, o caulim/argila como matéria-prima para produção de telhas e tijolos e a areia na construção civil de Anicuns, são ocorrências com potencial mineral real e já são exploradas.

### 5.5.4 Outros recursos minerais

A bauxita e os óxidos de ferro foram encontrados no contexto do Complexo Córrego Seco, mas os volumes encontrados não parecem apresentar porte para exploração econômica. Essas ocorrências devem ser avaliadas quanto à espessura do perfil ímtempérico, sua continuidade lateral e teores de alumínio e ferro, de forma a caracterizar seu potencial como minério. Além disso a retirada e o transporte desse material pode inviabilizar o empreendimento.

A turmalina negra ocorre como turmalinitos com intercrescimentos que diminuem seu potencial de seu uso como gema, entretanto existe potencial para seu uso industrial e como matéria prima para ornamentos com fins esotéricos.

Existe potencial geoturístico na área, com presença de diversas cachoeiras (Figura 68) e balneários naturais, além de morros para trilha, como o Morro do Chapéu, o Morro Jesus e todo o alto topográfico do Complexo Córrego Seco.

Além desses potenciais observados diretamente na área, também é possível elencar associações geológicas propícias à mineralização. Os granitos Córrego da Lavrinha e Creoulos podem apresentar pegmatitos ricos em elementos litófilos, como o Boro, Berílio e o Fluor, provenientes da fusão de sedimentos, e cristalizar, por exemplo, topázio, turmalina e berilo, como outros granitos do tipo S. Já o Complexo Córrego Seco, além da brita mencionada, pode apresentar mineralizações de níquel, cobre e elementos do grupo da platina em condutos e sills canalizados, como ocorre nos depósitos de Americano do Brasil. A interação hidrotermal nos metassedimentos e nas metabásicas da SAI também pode ser um canal para a concentração de sulfetos de chumbo e cobre, por exemplo. Por fim, a área tem alto potencial para remineralizadores, devido à ampla ocorrência de rochas ricas em potássio na forma de biotita, muscovita e feldspatos.

### **5.6 Aspectos Ambientais da Área**

Como mostrado no Apêndice XLIX, o sistema de abastecimento dos rios é complexo, considerando que os afluentes não seguem necessariamente a direção principal do rio principal e são abundantes, formando padrões ora retangulares ora dendríticos, mas é possível interpretar alguns padrões para o sistema hídrico da área.

Assim como em outras partes do Brasil, especialmente do Centro-Oeste, os maiores valores de precipitação ocorrem nos meses de outubro a março, enquanto os menores de abril a setembro, e de maio a agosto praticamente não ocorrem eventos de chuva. São reconhecidos então os ciclos anuais de chuva e seca, e é interessante apontar como os meses de chuva têm alta variabilidade, com casos de até 300mm a mais e até 180mm a menos de pluviosidade em relação à média. Pela análise anual da estação Anicuns, foi possível reconhecer um padrão em um ciclo de 13 a 15 anos, de aumento e diminuição no total anual de precipitação. No entanto, no ano de 2000 foi registrado o último pico, que não se repetiu na década 2010. A partir dos gráficos dos parâmetros hidrográficos, fica bem nítido como os anos com menos chuvas são os que têm os menores fluxos de base, reforçando que a precipitação mantém o sistema hídrico da bacia.

A não repetição do pico de chuvas na década de 2010 pode indicar que o ciclo é maior, mas não foi reconhecido pela limitação de dados, ou que se tornou maior devido à ação antrópica. Essa

última alternativa é reforçada pelo decréscimo da precipitação no último ciclo, quando se comparam os picos e os vales em relação às anteriores.

Sobre a formação de solo na área, as regiões com maiores declividades são onde se forma principalmente o Latossolo Vermelho ácrico, independente da geologia local, enquanto nas áreas com menos declividade é formado Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico. Uma exceção é notada sobre as intrusões do Granito Lavrinha e Granodiorito Creoulos, sobre os quais é formado o Cambissolo Háptico distrófico. É possível que a erosão, o intemperismo e a pedogênese ao longo dos anos misturaram o material de diferentes estratos e camadas geológicas o suficiente para gerar um solo mais homogêneo, mais evoluído nas áreas de menor declividade. Como as intrusões são mais jovens, não são estratificadas e estão em uma área com alta declividade, o material proveniente delas não foi misturado com outros.

Em relação às APPs definidas, elas estão ligadas aos cursos dos rios e às nascentes, abrangendo áreas pequenas, devido às pequenas larguras das drenagens, o que dá muita liberdade para a utilização da terra dentro da área de estudo. Apesar de não haver APPs por conta de declividade, o fato de a susceptibilidade a erosão ser maior nas áreas com mais declividade deve ser levado em conta para preservar o ambiente e o bem-estar de todos.

De forma geral, na área de estudo foram vistas diversas práticas ambientalmente positivas, evidenciadas pelo alto fluxo de água nos principais afluentes e pela ampla presença de fauna nativa. No entanto, é importante prevenir os pontos negativos identificados, como o desenvolvimento de voçorocas e ravinas, tendo em mente as relações de erosão mencionadas, e remediar práticas danosas como o garimpo ilegal, as queimadas e a disposição inadequada de lixo com medidas emergenciais.

## **6 CONCLUSÃO**

A associação de rochas metavulcânicas com deposições de metassedimentos psamo-pelíticos e químicos na SAI sugere deposição em ambiente marinho próximo a um centro vulcânico emergente, no contexto do desenvolvimento de arco de ilhas no Toniano, com abertura e fechamento do Paleoceano Goiás. Os ortognaisses de composição diorítica a granodiorítica do Sanclerlândia são resultado da fusão de rochas máficas hidratadas durante a subducção, enquanto as rochas metagraníticas estão possivelmente relacionadas a eventos posteriores de amalgamação do arco. Durante a fase colisional da orogênese houve a formação inicial de dobramentos, que

facilitaram o encaixe de intrusões de corpos graníticos como o Granito Creoulos (782 Ma) e Granito Córrego da Lavrinha (748 Ma), que estão relacionados à anatexia de rochas sedimentares. O Complexo Córrego Seco foi interpretado como um vulcão relacionado às intrusões máfico-ultramáficas do Tipo Americano do Brasil, com magmatismo sin a pós-colisional relacionado ao colapso do orógeno colisional. A grande quantidade de hornblenda nas rochas do complexo foi interpretada assimilação das rochas do Arco Magmático durante a ascensão do magma.

O fechamento do Paleoceano Goiás, no estágio final da colisão, é o responsável pela deformação em fácies xisto-verde e anfibolito identificada na área, que é evidenciada na SAI principalmente pelos anfibolitos com paragênese de hornblenda e granada (com actinolita e clorita vestigiais), com plagioclásio mais cálcico que albita, e pelos micaxistos com paragênese de biotita, granada e muscovita.

A deformação na área está vinculada à progressão da orogênese Brasileira, marcada por episódios compressivos com vergência final para leste, em direção ao Cráton do São Francisco. Apesar de existirem evidências de deformações anteriores à colisão do arco (Dn-1) em dobras intrafoliais na SAI e inclusões de quartzo em poiquiloblastos de granada no Sanclerlândia, elas foram intensamente obliteradas pelas deformações subsequentes. A principal fase de deformação (D1) representa uma compressão EW associada a dobras de empurrão isoclinais com vergência para leste, eixo N-S e foliação S1 paralela ao plano axial, marcada principalmente por foliações, xistosidade e bandamento gnáissico. A fase de deformação D2 também representa uma compressão EW, da progressão do evento, que redobra S1 e gera crenulações com foliação no plano axial (S2) e lineação de eixo (NS). Essas deformações provavelmente são relativas à colisão dos terrenos do Arco. A fase de deformação D3 representa uma compressão NS que dobra as foliações anteriores perpendicularmente, também formando crenulações com foliação no plano axial (S3) e lineação de eixo (EW). A fase de deformação rúptil D4 representa a progressão da compressão EW, com formação de fraturas e desenvolvimento de zonas de cisalhamento (que geram foliação milonítica S4) de direções NW-SE e NE-SW, cada uma associada a uma tensão compressiva (SW e NW, respectivamente). Essas duas tensões estão ligadas à colisão dos blocos cratônicos Paranapanema e Amazônico e as duas deformações (D3 e D4) provavelmente representam tensões resultantes, a NS e a EW, que gera as falhas de empurrão na direção do cráton São Francisco.

Os principais potenciais econômicos na área de estudo são o ouro e a brita, mas também existem ocorrências de areia, caulim, óxidos de ferro e turmalina. Foi identificada a presença de

ouro nativo disperso em folhas inserido na foliação, gerada pelas zonas de cisalhamento, das rochas da Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí. Segundo as relações de campo, a ocorrência está geneticamente relacionada ao enriquecimento das rochas metassedimentares em metais durante a evolução do arco em um modelo do tipo *lode gold*. A principal ocorrência de brita está associada ao CS, cujo maciço revela uma rocha de qualidade elevada, sem porosidade, alta resistência mecânica e fraturas metricamente espaçadas. Maciços similares são vistos nos granitos Lavrinha e Creoulos, mas não têm dimensões tão grandes.

Ambientalmente, é interessante citar o alto fluxo de água nos principais afluentes e a ampla presença de fauna nativa como fatores positivos encontrados e o desenvolvimento de voçorocas e ravinas, as queimadas e a disposição inadequada de lixo como fatores que merecem atenção.

## 8 REFERÊNCIAS

Aller, L.; Bennet, T.; Lehr, J. H. & Petty, R. J. 1987. DRASTIC: A standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic settings. United States Environmental Protection Agency. EPA/600/2-85/018. pg. 29.

Almeida, F. F. M., 1977. O Cráton Do São Francisco. Revista Brasileira De Geociências, São Paulo, N. 7, pp. 349-364.

Almeida, F. F. M., Hasui, Y., de Brito Neves, B. B., Fuck, R. A., 1981. Brazilian structural provinces: An introduction. Earth-Science Reviews, 17(1-2), pp. 1–29. doi:10.1016/0012-8252(81)90003-9

Araújo, J. G. M. 2012. Eventos ígneos e metamórficos neoproterozoicos/eo-paleozoicos no arco magmático de Arenópolis, Goiás. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 82 p.

Almeida, L., Resende, L., Rodrigues, A. P., Campos, J. E. G., 2006. Hidrogeologia do Estado de Goiás. In: Série Geologia e Mineração, Superintendência de Geologia e Mineração, Secretaria de Indústria e Comércio, Estado de Goiás, 232 p.

Alvares, M. T. P.; Pimenta, M. T., 1998. Erosão Hídrica e Transporte Sólido em Pequenas Bacias Hidrográficas. In: IV Congresso da água, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, Lisboa, Portugal.

Araújo, V.A; Oliveira, C. C.; Camargo, M.A.; Barreto Filho, J.A. Andrade; R.S., 1997. Programa De Levantamentos Geológicos Básicos Do Brasil-Plgb, Folha SE. 22-X-A-III, (Itaberaí), Go. 83 p. Goiânia. CPRM.

Araújo Filho, J. O., 2000. The Pirineus Syntaxis: An Example of The Intersection of Two Brasiliano Fold-Thrust Belts *In* Central Brazil And Its Implications For The Tectonic Evolution Of Western Gondwana. *Revista Brasileira De Geociências*. Brasília, V. 30. pp. 144-148.

Baêta Jr, J. D.; Souza, J. O.; Moreton, L. C., 1999. Programa De Levantamentos Geológicos Básicos Do Brasil – Plgb. Folha SD.22-Z-C-II - Morro Agudo De Goiás; Folha SD.22-Z-C-V, Goiás; Folha Se.22-X-A-II -Sanclerlândia. Escala 1:100 000. Goiânia. Inédito.

Baldwin, J. A., Powell, R., Brown, M., Moraes, R., e Fuck, R. A., 2005. Modelling of mineral equilibria *In*: ultrahigh-temperature metamorphic rocks from the Anápolis-Itaçu Complex, central Brazil. *Journal of Metamorphic Geology*, v. 23 n 7, 511–531. doi:10.1111/j.1525-1314.2005.00591.x.

Baptista, G. M. M., 2003. Diagnóstico ambiental de erosão laminar: Modelo Geotecnológico e aplicação. Editora Universa. Brasília, DF. 140p.

Barbosa, O., 1955. Guia Das Excursões. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1955. Noticiário, nº 3. Araxá. Sociedade Brasileira de Geologia, São Paulo, 1955 p.1-7. —

Barbosa O., Braun O. P. G., Dyer R. C., Cunha C. A. B. R., 1970. *Geologia da região do Triângulo Mineiro*. DNPM-DFPM, Boletim 136, 140 p.

Barbosa P. A. R., 1987. Geologia e recursos minerais a leste de Mossâmedes, GO. [Tese de Mestrado]: Brasília, UnB, Instituto de Geociências, 226 p.

Blum, M.L.B. 1999. Processamento e Interpretação de dados de Geofísica Aérea do Brasil Central e sua aplicação à geologia regional e à prospecção mineral. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, Tese de Doutorado, 229p.

Brasil, 2012. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm); Acessado em 04 de janeiro de 2021.

Brito Neves, B. B. de, e Fuck, R. A., 2014. A Plataforma Sul-Americana: uma introdução. *In* Metalogênese das províncias tectônicas brasileiras. Belo Horizonte: CPRM. pp. 3-20.

Brito Neves, B. B. de, Fuck, R. A., & Pimentel, M. M. 2014. The Brasiliano collage in South America: a review. *Brazilian Journal of Geology*, 44(3), 493–518. doi:10.5327/z2317-4889201400030010

Brod J.A., Jost H., 1991. Características estruturais, litológicas e magmáticas da zona de cisalhamento dúctil do Rio Traíras, bloco do Complexo Niquelândia, Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, **21**:205-217.

Bucher, K. and Grapes, R. 2011. *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*(8ª edição). Londres: Springer.

Cândia, M. A. F., 1983. Petrologia Dos Complexos Máfico-Ultramáficos De Mangabal I E Mangabal II, Sanclerlândia, Goiás. [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências São Paulo, 400p, doi: 10.11606/T.44.1983.tde-15092015-133104.

Carvalho, F., 2018. Abstração Inicial E Valores CN Em Diferentes Usos Da Terra No Cerrado Com Utilização De Um Simulador De Chuva. Tese de Doutorado em Geografia e Gestão de Território, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG.

Costa, L. A. M., e Angeiras, A. G., 1971. Geosynclinal evolution of the Epi-Baykalian platform of Central Brazil. *Geologische Rundschau*, v. 60 n. 3, pp. 1024–1050. doi:10.1007/bf02046534

Costa, T. C. C., Lumbreras, J. F., Zaroni, M. J., Naime, U. J., Guimarães, S. P., Uzeda, M. C., 2005. Estimativas de perdas de solo para microbacias hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 42 p. il. color. (Embrapa Solos. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 78).

Davis, J.C. 1986. *Statistics and data analysis in geology*. John Wiley & Sons, 2. ed., U.S.A., 646p.

Danni, J. C. M.; Dardenne, M. A.; Fuck, R. A.; Ribeiro, M. J., 1973. Geologia da Extremidade Sudoeste da Serra Dourada (Goiás, Brasil). *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 3 n. 3, p.160-180.

Dardenne, M. A., 2000. The Brasília Fold Belt. *In* Cordani, U. G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D. A. (Ed.) *Tectonic Evolution Of South America*, 31 International Geological Congress, Rio; pp. 231-264.

Deer, W. A., Howie, R. A., Zussman, J., 2013. *An introduction to the rock-forming minerals*. 3rd ed, The Mineralogical Society. London.

Della Giustina, M. E. S., de Oliveira, C. G., Pimentel, M. M., e Buhn, B., 2009. Neoproterozoic magmatism and high-grade metamorphism *In* the Goiás Massif: New LA-MC-ICMPS U–Pb and Sm–Nd data and implications for collisional history of the Brasília Belt. *Precambrian Research*, 172(1-2), pp. 67–79. doi:10.1016/j.precamres.2009.03.012

Della Giustina, M. E. S. 2010. Geocronologia e significado tectônico de rochas máficas de alto grau metamórfico da faixa Brasília. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília. Tese de Doutorado.

Della Giustina, M. E. S. D., Pimentel, M. M., Ferreira Filho, C. F., e de Hollanda, M. H. B. M., 2011. Dating coeval mafic magmatism and ultrahigh temperature metamorphism *In* the Anápolis–Itaçu Complex, Central Brazil. *Lithos*, v.124(1-2), pp. 82–102. doi:10.1016/j.lithos.2010.11.004

Dempster, T. J., Jenkin, G. R. T., & Rogers, G. 1994. The Origin of Rapakivi Texture. *Journal of Petrology*, 35(4), 963–981. doi:10.1093/petrology/35.4.963

Desmet, P. J. J. & G. Govers. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51 (5): 427-433.

Esteves, M. C. B., 2018. Thermal history and fluid circulation in deformational structures associated with the Bambuí Group at the fold-and-thrust zone, western margin of the São Francisco Craton. *Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo*. doi:10.11606/D.44.2018.tde-10092018-135551.

Fuck, R. A.; Jardim De Sá, E. F.; Pimentel, M. M.; Dardenne, M. A.; Pedrosa Soares, A. C., 1993. As Faixas De Dobramentos Marginais Do Cráton Do São Francisco: Síntese Dos Conhecimentos. In: Dominguez, J.M. L. e Misi, A. (Eds). *O Cráton Do São Francisco*. Salvador: SBG/SGM/CNPQ, 1993. pp. 161-185.

Fuck, R. A., 1994. A Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins. In: *Simpósio De Geologia Do Centro-Oeste 4, 1994, Brasília*. 1994. Atas... Brasília:Sbg, 1994. pp.184 -187

Geosoft Inc. 2013. *Oasis Montaj how-to guide. Complete Workflow for Oasis Montaj*. Tonroto, Ontario, Canadá.

Gollmann, K., Araújo, E. T. de, Pereira, L. F., Cabral, C. T. 2016. Projeto materiais de construção civil da região metropolitana de Goiânia, CPRM.

Haith, D. A., Mandel, R., Wu, R. S., 1992. Generalized Watershed Loading Functions Version 2.0 User's Manual. In: Department of Agricultural & Biological Engineering, Cornell University, Ithaca, NY, USA.

Hartung, R.F., Simões, L.S.A., Trouw, R.A.J., Silva, A.J.C.A., 2020. Growth mechanism of garnet megaporphyroblasts of the Passos Nappe, Southern Brasília Orogen, Brazil. In: *Journal of South American Earth Sciences*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102649>

Hasui, Y. & Mito, J. A., 1992. *Geologia Estrutural Aplicada*. São Paulo: ABGE/Votorantim, 459p.

Heringer, R. A., 2019. Estudo Da Influência Do Uso E Ocupação Do Solo No Regime Hídrico Da Bacia Do Lago Paranoá. Relatório Técnico. Processo No: 0193.002054/2017. Distrito Federal.

Junqueira-Brod, T.C., Gaspar, J.C., Brod, J.A., Jost, H., Rocha Barbosa, E.S., and Kafino, C.V., 2005. Emplacement of kamafugite lavas from the Goiás alkaline province, Brazil: Constraints from whole-rock simulations: *Journal of South American Earth Sciences*, v. 18, p. 323–335, doi:10.1016/j.jsames.2004.11.001.

Klein, C. & Dutrow, B., 2012. Manual de Ciência dos Minerais, 23<sup>a</sup> ed. Bookman.

Labotka, T. C. 1987. The Garnet+Hornblende Isograd in Calcic Schists from an Andalusite-Type Regional Metamorphic Terrain, Panamint Mountains, California. *Journal of Petrology*, 28(2), 323–354. doi:10.1093/petrology/28.2.323

Lacerda Filho J.V. e Oliveira C.C., 1995. Geologia da região centro-sul de Goiás. *Boletim de Geociências do Centro-Oeste*, 18(1-2):3-19.

Lacerda Filho, J. V., 1995. Geologia e esboço tectônico da Folha Goiânia-SE.22-X. In: *Simpósio e Geologia do Centro-Oeste*, 5, 1995, Goiânia. Anais.... Goiânia:SBG-Núcleos Centro-Oeste e Brasília. pp.160-165.

Lacerda Filho, J.V. de., Rezende, A., e Silva, A. da, 1999. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil, p. 200.

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. 2021. Projeto oeste de Goiás: Goiânia: CPRM, 2021. Escala 1:250.000. (Programa Novas Fronteiras: Levantamento Geológico e potencial de Novas Fronteiras).

LASA Engenharia e Prospecções S/A, 2004. Levantamento Aerogeofísico do Estado do Goiás, 1<sup>a</sup> Etapa. Projeto Aerogeofísico Arco Magmático de Arenópolis: Sequência Juscelândia. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos e Gamaespectrométricos, Volume I, Texto Técnico. Convênio SGM/TM/MME/SIC/SGM/FUNMINERAL.

Laux, J.H., Pimentel, M.M., Dantas, E.L, Armstrong, R., Armele, A., Nilson, A.A., 2004. Mafic magmatism associated with the Goiás magmatic arc in the Anicuns region, Goiás, central Brazil: Sm–Nd isotopes and new ID-TIMS and SHIMP U–Pb data. *Journal of South American Earth Sciences*, volume 16, issue 7, pp 599-614.

Laux, J.H., Pimentel, M.M., Dantas, E.L, Armstrong, R., Junges, S.L., 2005. Two neoproterozoic crustal accretion events in the Brasília belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, volume 18, issue 2, pp 183-198.

Laux, J.H., Pimentel, M.M., Gioia, S.M.C.L., Ferreira, V.P., 2010. The Anicuns-Itaberaí Volcano-Sedimentary Sequence, Goiás Magmatic Arc: New Geochemical And Nd-Sr Isotopic Data. *Geochimica Brasiliensis*, Vol. 24, No. 1.

Leão-Santos, M. H. 2006. Processamento, nivelamento e integração de levantamentos aerogeofísicos magnetométricos no Estado de Minas Gerais e sua contribuição à geologia da porção sul do Cráton São Francisco. 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, 2006.

Lima, G. S. A., Ferreira, N. C., Ribeiro, H. J., Nogueira, S. H. M., 2017. Simulação de cenários de perda do solo por erosão laminar na região metropolitana de Goiânia. In: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. 3656-3663.

Lima, T.M., Ribeiro, P.S.E., Bispo, P.R.S., Araújo, E.S., Camargo, M.A., Pinheiro, M.M., Eyben, H.S.Z., e Silva, V.P. da, 1995. Geologia e Resultados Prospectivos da Área Córrego Seco - Goiás.:

Lomibardi Neto, F., 1977. Rainfall erosivity – its distribution and relationship with soil loss at Campinas, Brazil. West Lafayette: Purdue Univ. 53p. M.Sc. Thesis.

Macleod, I.N., Vieira, S. & Chaves, A.N. 1993. Analytic signal and reduction-to-the-pole in the interpretation of total magnetic field data at low magnetic latitudes. In: CONGR. INT. SOC. BRAS. GEOF., 3, Rio de Janeiro, 1993. Anais... Rio de Janeiro, SBGf, v.2, p. 830-835.

Maia, S.K.W., 2016. Magmatismo e Evolução Metamórfica do Complexo Anápolis-Itaçu na região de Damolândia, GO, p. 113.

Mannigel, A. R., Carvalho, M. P., Moreti, D., Medeiros, L. R., 2002. Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do Estado de São Paulo. In: Acta Scientiarum Maringá, v. 24, n. 5, p. 1335-1340.

Marini O.J., Fuck R.A., Dardenne M.A., Danni J.C.M., 1984. Província Tocantins: setores central e sudeste. In: F.F.M. de Almeida, Y. Hasui (eds). *O Pré-cambriano do Brasil*. Blücher, São Paulo, p. 205-264.

Marini, O. J.; Fuck, R. A.; Danni, J. C. M.; Dardenne, M. A., 1981. A Evolução Geotectônica Da Faixa Brasília E Do Seu Embasamento. In: Simpósio Sobre O Cráton Do São Francisco E Suas Faixas Marginais, Salvador. Anais SME-CPRM/SBG/NBASE, pp.100-115

Martins, F. R.; Santos, D. R. V., 2019a. Carta Geológica, Folha Sanclerlândia. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2019. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. Mapa col.

Martins, F. R.; Santos, D. R. V., 2019b. Carta Geológica – Geofísica, Folha São Luís de Montes Belos. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2019. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. Mapa col.

Marques, J. F., Lombardi Neto, F., Bacellar, A. A. A., 2003. Erosão do Solo: Indicadores Físicos e Econômicos. In: Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 129-153.

Meneghini, P. F. V. B.; Carneiro, J. S. M., 2020a. Carta Geológica, Folha Itaberaí. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2020. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. Mapa col.

Meneghini, P. F. V. B.; Carneiro, J. S. M., 2020b. Carta Geológica, Folha Nazário. Escala 1:100.000. Goiânia: CPRM: Serviço Geológico do Brasil, 2020. Programa Novas Fronteiras - Levantamento Geológico e Potencial de Novas Fronteiras. Projeto Oeste de Goiás. Mapa col.

Moraes, R., 2002. Characterization and P-T Evolution of Melt-bearing Ultrahigh-temperature Granulites: an Example from the Anapolis-Itaucu Complex of the Brasilia Fold Belt, Brazil. *Journal of Petrology*, 43(9), 1673–1705. doi:10.1093/petrology/43.9.1673

Moraes, R.; Fuck, R. A.; Duarte, B. P.; Barbosa, J. S. F.; Leite, C. M. M., 2004. Granulitos do Brasil. In: Mantesso Neto, V. Et Al. (Org.). *Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução Da Obra De Fernando Flávio Marques De Almeida*. São Paulo: Beca, 2004.

Moreira, M. L.O., Moreton, L.C., Araújo, V.A.D., Lacerda Filho, J.V.D., & Costa, H.F.D. 2008. *Geologia do Estado de Goiás e Distrito Federal*. Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/SIC – FUNMINERAL.

Navarro, G.R.B.; Moraes, R.; Zanardo, A.; Simões, L.S.A.; Conceição, F.T., 2009. Trajetória P-T e condições do metamorfismo usadas como ferramenta para compartimentação tectônica da Faixa Brasília em Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 39, n. 3, p. 554-559.

Navarro, G.R.B.; Zanardo, A.; Conceição, F.T.; Simões, L.S.A., 2011. Evolução metamórfica e termobarometria das rochas metamáficas/metabásicas da região de Pontalina - GO. *Braz. J. Geol.* [online]. 2011, vol.41, n.2, pp.170-184. ISSN 2317-4692. <https://doi.org/10.25249/0375-7536.2011412170184>.

Navarro, G.R.B.; Zanardo, A.; Conceição, F.T., 2014. Ortognaisses peraluminosos associados ao Grupo Araxá na região de Mairipotaba-Prof. Jamil Safady, Goiás. In: *Brazilian Journal of Geology*, 44(2), 235-248. <https://dx.doi.org/10.5327/Z2317-4889201400020005>

Navarro, G. R. B., Fumes, R. A., Zanardo, A., Oliveira, M. A. F. de, e Luvizotto, G. L., 2015. Petrografia e geoquímica das rochas metamáficas intercaladas em gnaisses do Arco Magmático de Goiás na região de Indiará (GO). *Geologia USP. Série Científica*, 15(1), 29. doi:10.11606/issn.2316-9095.v15i1p29-44

Nilson, A.A., 1984. O atual estágio de conhecimento dos complexos máfico-ultramáficos pré-cambrianos do Brasil: uma avaliação preliminar. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 33, Rio de Janeiro, 1984. *Anais...*, Rio de Janeiro, p. 4166-4203.

Nilson, A.A., 1992. Geologia e aspectos petrológicos do complexo máfico-ultramáfico de Águas Claras, Araçu, Goiás. In: SBG, Congr. Bras. Geol., 37, São Paulo, 1992. *B. Res. Expand...*, São Paulo, p. 457.

Nilson A.A., Gioia S.M.C.L., Pimentel M.M., 1997. Idade Sm-Nd do complexo máfico-ultramáfico de Americano do Brasil, Goiás e características isotópicas das rochas encaixantes. In: SBGq, Congr. Bras. Geol., 6, Salvador, 1997. *Anais...*, Salvador, p. 643-645.

Nunes, N.S.V., 1990. Geologia e potencial mineral da região de Anicuns, Goiás. Brasília. [Tese de Mestrado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 188 p.

Peluzio, T. M. O., 2010. Imagens aerofotogramétricas e orbitais na determinação do uso e ocupação da terra e de áreas de preservação permanente. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Área de Concentração Sensoriamento Remoto e Manejo de Bacias Hidrográficas. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

Pimentel M.M., Fuck R.A., Cordani U.G, Kawashita K., 1985. Geocronologia de rochas graníticas e gnáissicas da região de Arenópolis-Piranhas, Goiás. Rev. Bras. Geoc., v.15(1), pp.3-8.

Pimentel, M. M., e Fuck, R. A., 1992. Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil. *Geology*, 20(4), 375. doi:10.1130/0091-7613(1992)020<0375:ncaicb>2.3.co;2.

Pimentel, M. M, Fuck, R. A.; Del'rey L. J. H., 1996. Dados Rb-Sr e Sm-Nd da Região de Jussara - Goiás- Mossâmedes (GO), e o Limite entre Terrenos Antigos do Maciço de Goiás e o Arco Magmático de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 26, n. 2. pp. 61-70

Pimentel, M. M.; Fuck, T. A.; Fischel, D. P., 1999. Estudo isotópico Sm-Nd regional da porção central da Faixa Brasília: implicações para idade e origem dos granulitos do Complexo Anápolis-Itauçu e rochas metassedimentares do Grupo Araxá. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29, n 2, pp. 271-276.

Pimentel, M.M., Fuck, R.A., Gioia, S.M.C.L., 2000. The neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, central Brazil: a review and new Sm-Nd isotopic data. In: *Brazilian Journal of Geology* 30(1), pp. 35–39.

Pimentel, M. M.; Jost, H.; Fuck, R. A., 2004. O Embasamento da Faixa Brasília e o Arco Magmático De Goiás. In Mantesso Neto, V. Et Al. (Org.). *Geologia Do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca. pp. 355-368.

Pimentel, M.M.; Rodrigues, J.B.; Della Giustina, M.E.S; Junges, S.L.; Matteini, M., 2011. The Evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil, Based on Shrimp And La-Icpms U-Pb Sedimentar Provenance Data: A Review. In: *Journal of South America Earth Sciences*. V. 31, pp. 345-357.

Pimentel, M.M., 2016. *Brazilian Journal of Geology*. The Tectonic Evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, Central Brazil: A Geochronological And Isotopic Approach. São Paulo, v. 46, pp. 67-82.

Piuzana D., Pimentel M.M., Fuck R.A., Armstrong R. 2003a. SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data from the Araxá Group and associated magmatic rocks, constraints for the age of sedimentation and geodynamic context of the southern Brasília Belt, central Brazil. *Precambrian Res.*, v. 125 pp. 139-160.

Piuzana D., Pimentel M.M., Fuck R.A., Armstrong R.A., 2003b. Neoproterozoic granulite facies metamorphism and contemporaneous granite magmatism *In the Brasília Belt, Central Brazil:*

regional implications of new SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data. *Precambrian Res.*, v. 125, pp. 245-273.

Reno, B. L., Brown, M., Kobayashi, K., Nakamura, E., Piccoli, P. M., & Trouw, R. A. J., 2009. Eclogite-high-pressure granulite metamorphism records early collision in West Gondwana: new data from the Southern Brasília Belt, Brazil. *Journal of the Geological Society*, v. 166(6), 1013–1032. doi:10.1144/0016-76492008-140

Ribeiro, M. J.; Pfrimer, A. A.; Sá, C. M. G., 1974. Geologia e Geoquímica de Semi-Detalhe do Maciço Máfico- Ultramáfico de Mangabal I e Mangabal II, Sanclerlândia, Goiás. *In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA*, 28, Porto Alegre. *Anais ...* Porto Alegre: SBG, 1974. v. 5 p.239-249.

Ribeiro, A., Trouw, R. A. J., Andreis, R. R., Paciullo, F.V.P. e Valença, J. G., 1995. Evolução das bacias proterozóicas e o termo-tectonismo Brasileiro na margem sul do Cráton do São Francisco. *Revista Brasileira de Geociências*. v. 25 n. 4, pp. 235–248

Rodrigues, J. B., 1996. Geocronologia e geoquímica da sequência vulcanossedimentar de Iporá e rochas graníticas associadas. [Tese de Mestrado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 101 p.

Rodrigues J.B., Gioia S.M.L.C., Pimentel M.M., 1999. Geocronologia e geoquímica de rochas ortognáissicas da região entre Iporá e Firminópolis: implicações para a evolução do Arco Magmático de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 29(2), pp. 207-216

Sato, K., 1998. Evolução crustal da Plataforma Sul-Americana, com base na geoquímica isotópica Sm-Nd. [Tese de Doutorado]: São Paulo, Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências São Paulo, 290 p., doi 10.11606/T.44.1998.tde-29102012-144139

Seer H.J., 1999. Evolução tectônica dos grupos Araxá, Ibiá e Canastra na sinforma de Araxá, Minas Gerais. [Tese de Doutorado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 267 p.

Seer H.J., Brod J.A., Fuck R.A., Pimentel M.M., Boaventura G.R., Dardenne M.A., 2001. Grupo Araxá em sua área tipo, um fragmento de crosta oceânica Neoproterozóica na Faixa de Dobramentos Brasília. *Rev. Bras. Geoc.*, v. **31 n.**, pp. 385-396.

Silva, F.O., 1991. Geologia, estrutura, petrologia e mineralizações de Fe, Ti e V associadas ao complexo gabro-anortosítico acamadado de Santa Bárbara (Goiás). [Tese de Mestrado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 190 p.

Silva, F.O., 1997. Geologia e petrologia do extremo noroeste do complexo máfico-ultramáfico de Taquaral, GO. [Tese de Doutorado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 171 p.

Silva, J. M., 2009. O Complexo Máfico-ultramáfico Acamadado de Americano do Brasil e sua mineralização de Ni-Cu-Co. [Tese de Doutorado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, 101 p.

Silva, J. M., Ferreira Filho, C. F., Bühn, B., e Dantas, E. L., 2011. Geology, petrology and geochemistry of the “Americano do Brasil” layered intrusion, central Brazil, and its Ni–Cu sulfide deposits. *Mineralium Deposita*, v. 46(1), pp. 57–90. doi:10.1007/s00126-010-0312-9

Silva, M. L. N., Freitas, P. L., Blancaneaux, P., Curi, N., 1997. Índices De Erosividade Das Chuvas Da Região De Goiânia, GO. In: *Pesq. agropec. bras*, Brasília, v.32, n. 10, p.977-985.

Simões, L. S. A., 1995. Evolução tectonometamórfica da Nappe de Passos, Sudoeste de Minas Gerais. [Tese de Doutorado]: Rio Claro, Universidade Estadual Paulista-Rio Claro, Brasil.

Simões, L. S. A., 1984. Geologia Do Grupo Araxá Na Região De Mossamedes - Goiás, As Ocorrências Minerais Associadas. Dissertação de Mestrado, Área de concentração: Prospecção E Geologia Econômica, Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasil.

Strieder A.J. e Nilson A.A., 1992. Melange ofiolítica nos metassedimentos Araxá de Abadiânia (GO) e implicações tectônicas regionais. *Rev. Bras. Geoc.*, 22:204-215.

Tassinari C.C.G., Cordani U.G., Correia C.T., Nutman A., Kinny P., Dias Neto C.M., 1999. Dating of granulites by SHRIMP U-Pb systematics In Brazil: constraints for the age of metamorphism of proterozoic orogenies. In: AGA, Simposio Sudamericano de Geología Isotópica, 2, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, 1999. *Actas...*, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina, p. 371-373.

Tedeschi, M., Lanari, P., Rubatto, D., Pedrosa-Soares, A., Hermann, J., Dussin, I., ... Baumgartner, L., 2017. Reconstruction of multiple P-T-t stages from retrogressed mafic rocks: Subduction versus collision in the Southern Brasília orogen (SE Brazil). *Lithos*, 294-295, 283–303. doi:10.1016/j.lithos.2017.09.025

Teixeira, N.A. e Danni, J.C.M., 1978. Contribuição à estratigrafia do Grupo Araxá na região de Passos, MG. In: CONGR. BRAS. GEOL., 30, Recife, 1978. *Anais...Recife, SBG*, vol.2, p. 700-710

Trouw, R.A.J., Peternel, R., Ribeiro, A., Heilbron, M., Vinagre, R., Duffles, P., Trouw, C.C., Fontainha, M., Kussama, H.H., 2013. A new interpretation for the interference zone between the southern Brasília belt and the central Ribeira belt, SE Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* v. 48, pp. 43–57. doi: 10.1016/j.jsames.2013.07.012.

Uhlein, A.; Fonseca, M. A.; Seer, H. J.; Dardenne, M. A., 2012. Tectônica Da Faixa De Dobramentos Brasília – Setores Setentrional E Meridional. Belo Horizonte – Mg. P. 15. 31, Ago. 2012.

Valeriano, C.M. e Simões, L. S. A., 1997. Geochemistry of proterozoic mafic rocks from the Passos Nappe (Minas Gerais, Brazil): tectonic implications to the evolution of the southern Brasília Belt. *Revista Brasileira de Geociências*, 27, pp. 99–110.

Valeriano, C.M., Dardenne, M.A., Fonseca, M.A., Simões, L.S.A., E Seer, J.H., Mantesso-Neto, V., Bartorelli, A., Carneiro, C.D.R., Brito Neves, B.B., 2004a. Capítulo XXXII -Evolução Tectônica Da Faixa Brasília. In: *Geologia Do Continente Sul-Americano. Evolução Da Obra De Fernando Marques Flávio De Almeida*. Beca Produções Culturais, São Paulo, P. 575-593

Valeriano, C. M., Machado, N., Simonetti, A., Valladares, C. S., Seer, H. J., e Simões, L. S. A., 2004b. U–Pb geochronology of the southern Brasília belt (SE-Brazil): sedimentary provenance, Neoproterozoic orogeny and assembly of West Gondwana. *Precambrian Research*, 130(1-4), 27–55. doi:10.1016/j.precamres.2003.10.014.

Valeriano, C. M., Pimentel, M. M., Heilbron, M., Almeida, J. C. H., e Trouw, R. A. J., 2008. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brazil, and early assembly of Gondwana. *Geological Society, London, Special Publications*, 294(1), 197–210. doi:10.1144/sp294.11

Vasconcelos, R.M., Metelo, M.S., Mota, A.C. & Gomes, R.D. 1990. *Geofísica em levantamentos geológicos*. Rio de Janeiro, DIGEOF-CPRM. 7

Winge, M., 1995. *Evolução dos terrenos granulíticos da Província Estrutural Tocantins, Brasil central*. [Tese de Doutorado]: Brasília, Universidade de Brasília, Instituto de Geociências.

Wischmeier, W. H.; Smith, D. D., 1978. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. In: *USDA. Agricultural Handbook*, Washington, D.C. 57 p.

Winter, J. D. 2010. *Principles of igneous and metamorphic petrology*. New York: Prentice Hall.

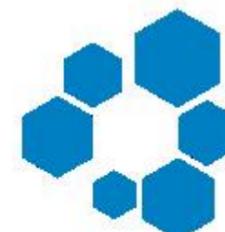
Wolff, F., 1991. *Caracterização petrográfica, litogeoquímica, química mineral e geotermometria de rochas de alto grau metamórfico do Complexo Anápolis-Itaçu, Goiás*. [Tese de Mestrado]: Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Instituto de Geociências, 148 p.

Zhou, C.A., Song, S., Allen, M. B., Wang, C., Su, L., & Wang, M. 2021. Post-collisional mafic magmatism: Insights into orogenic collapse and mantle modification from North Qaidam collisional belt, NW China. *Lithos*, 398-399, 106311. doi:10.1016/j.lithos.2021.106311

## 9 APÊNDICES

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMapa de Satélite para  
Fotointerpretação

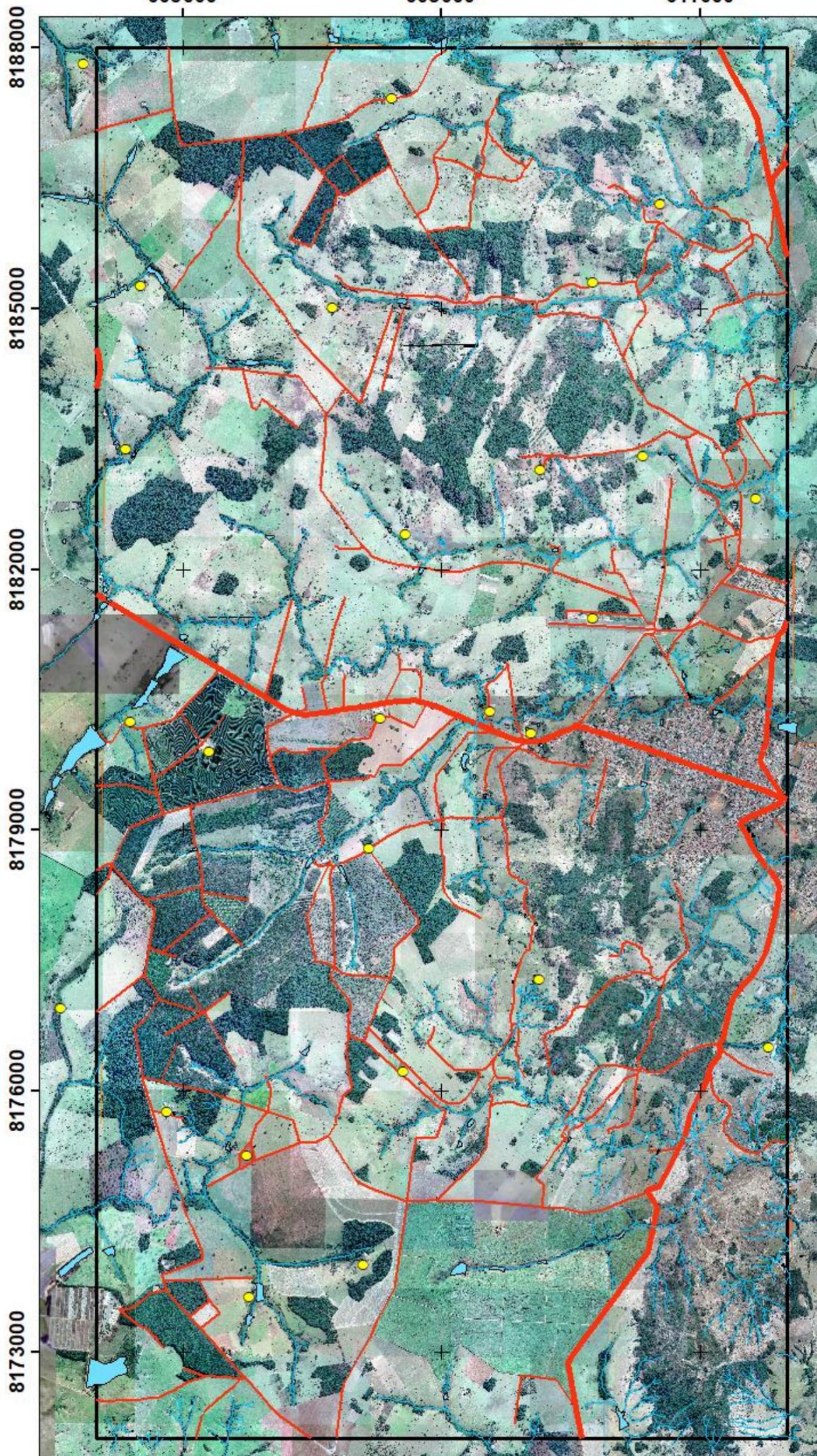
Trabalho Final 2020 - Área 4


**UFG**  
 UNIVERSIDADE  
 FEDERAL DE GOIÁS

605000

608000

611000

**Legenda**

-  Drenagem
-  Corpos de água
-  Acesso
-  Rodovia
-  Área 4
-  Sedes



Universidade Federal de Goiás  
 (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia  
 (FCT)  
 Geologia  
 Davi Resende  
 Lucas Portes

Universal Transversa de  
 Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás



**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Mapa Base

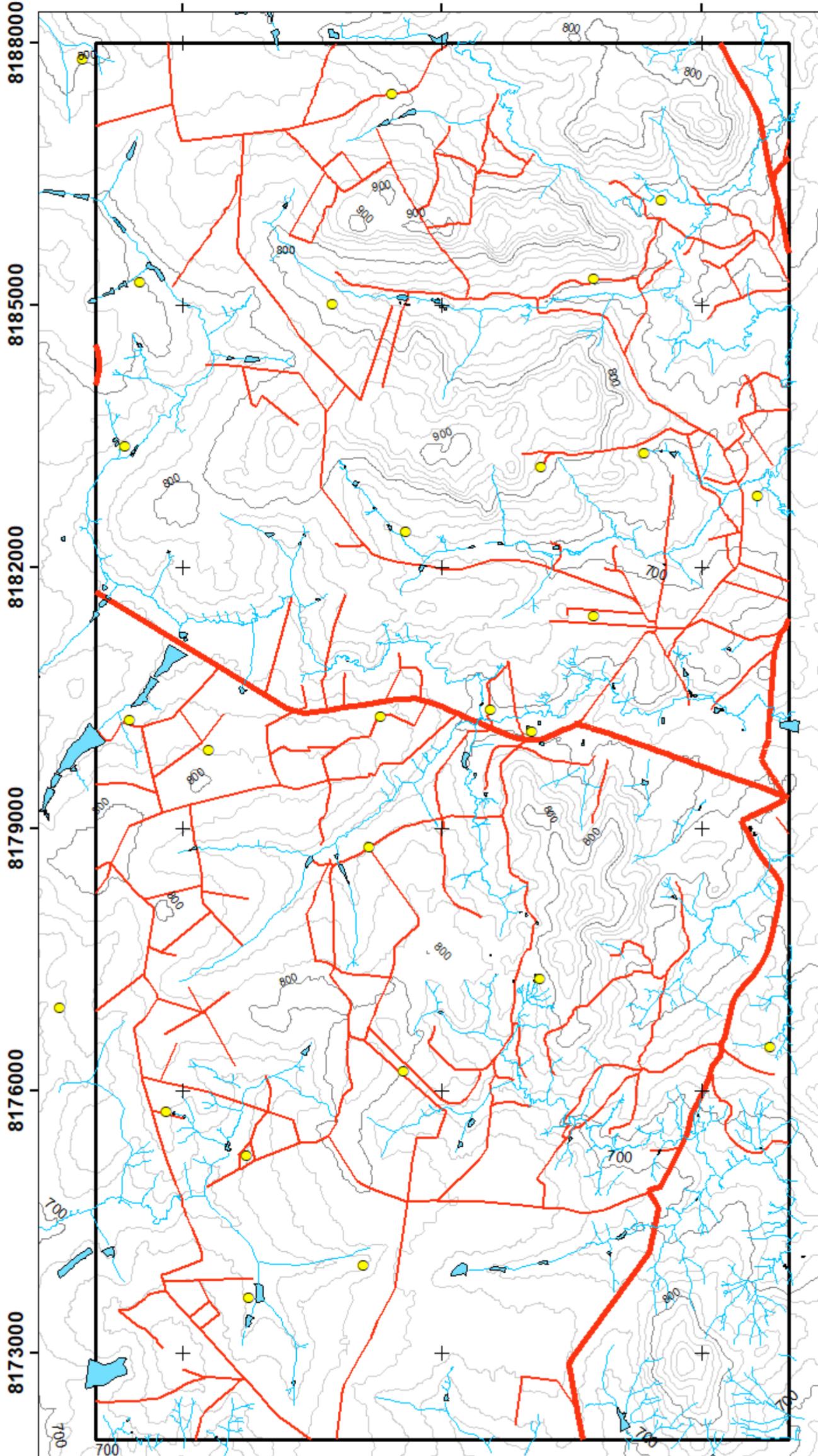
Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

605000

608000

611000

**Legenda**

-  Drenagem
-  Corpos de água
-  Acesso
-  Rodovia
-  Área 4
-  Sedes

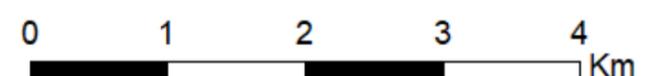


**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



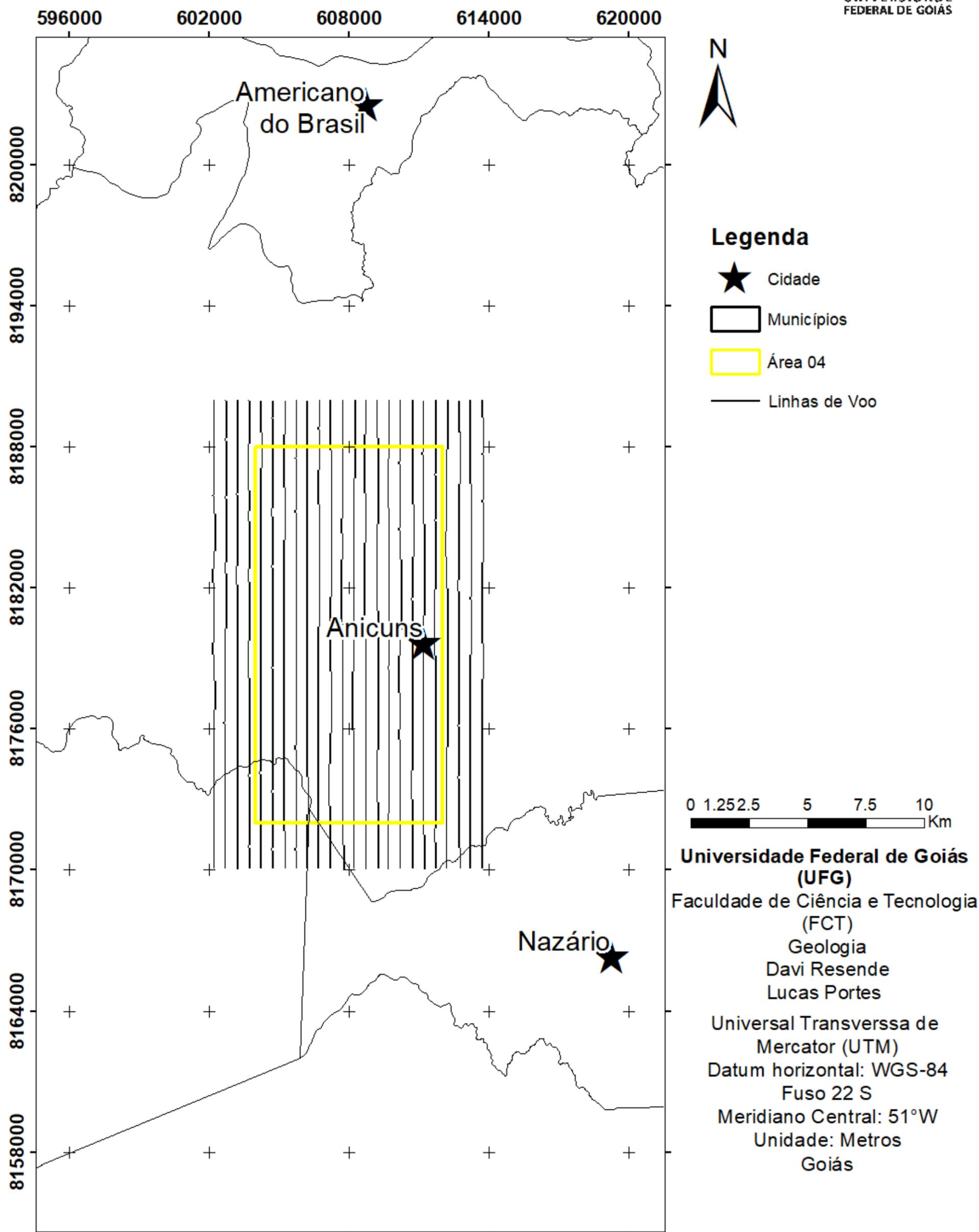


**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FCT**

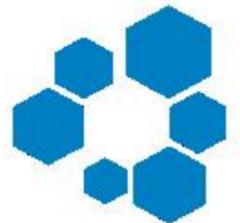
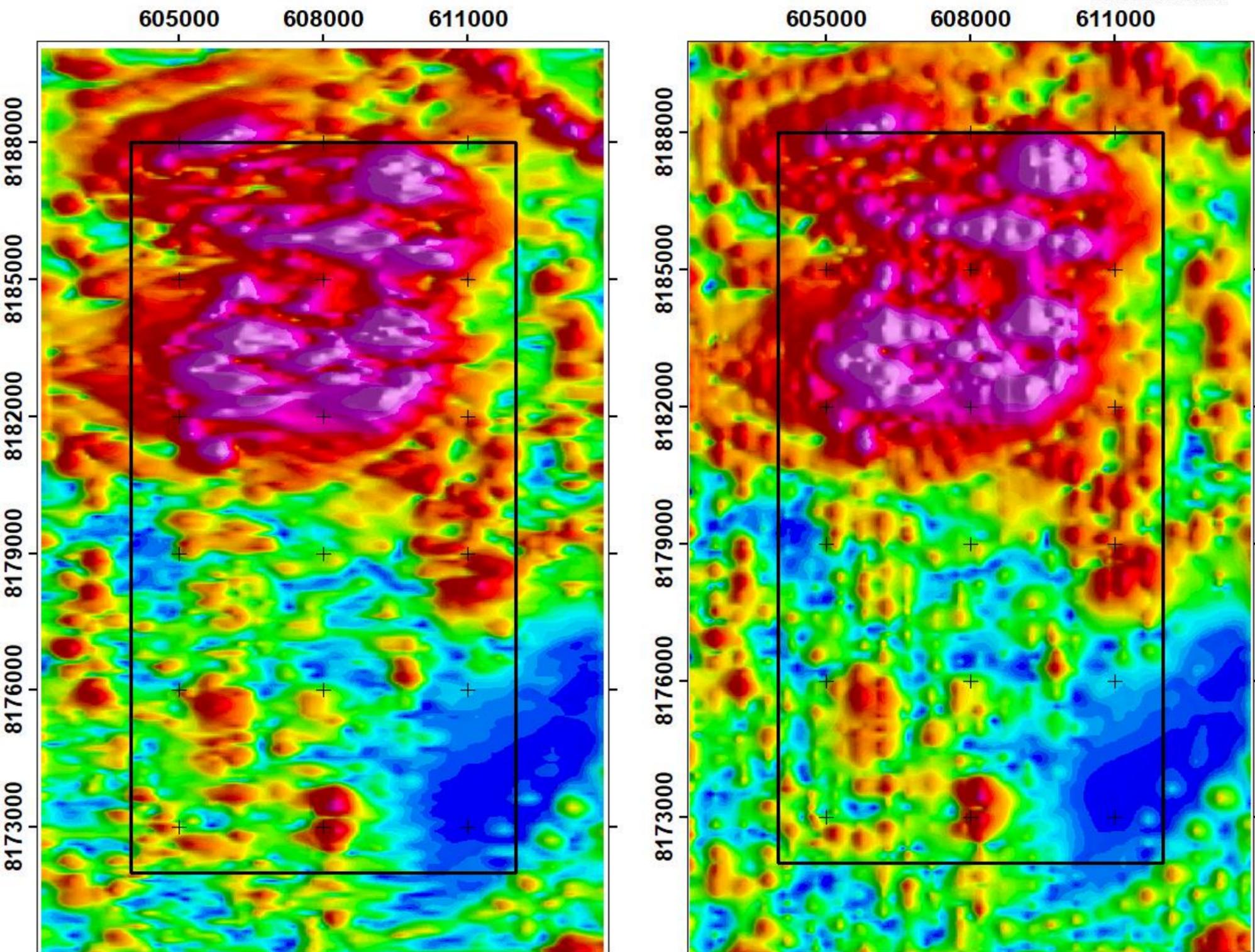
FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

## Distribuição das Linhas de Voo Trabalho Final 2020 - Área 4



**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAComparação de Métodos  
de Interpolação

Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

Bi-direcional

Curvatura Mínima

**Legenda**

Área 4



Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

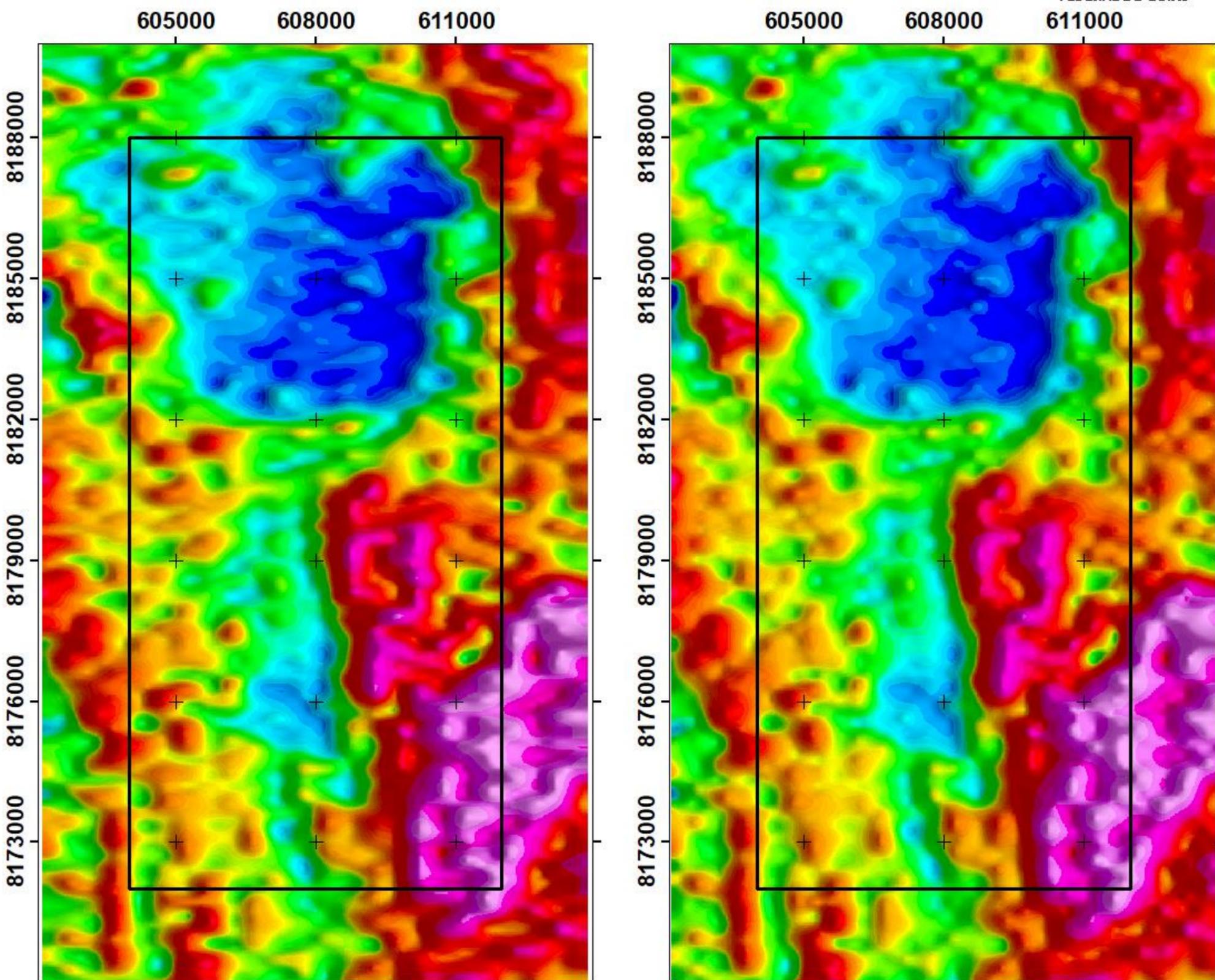
Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



0 1 2 3 4 5  
Km

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAComparação de Métodos  
de Interpolação

Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

Bi-direcional

Curvatura Mínima

**Legenda**

Área 4



Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



0 1 2 3 4 5  
Km

# FCT

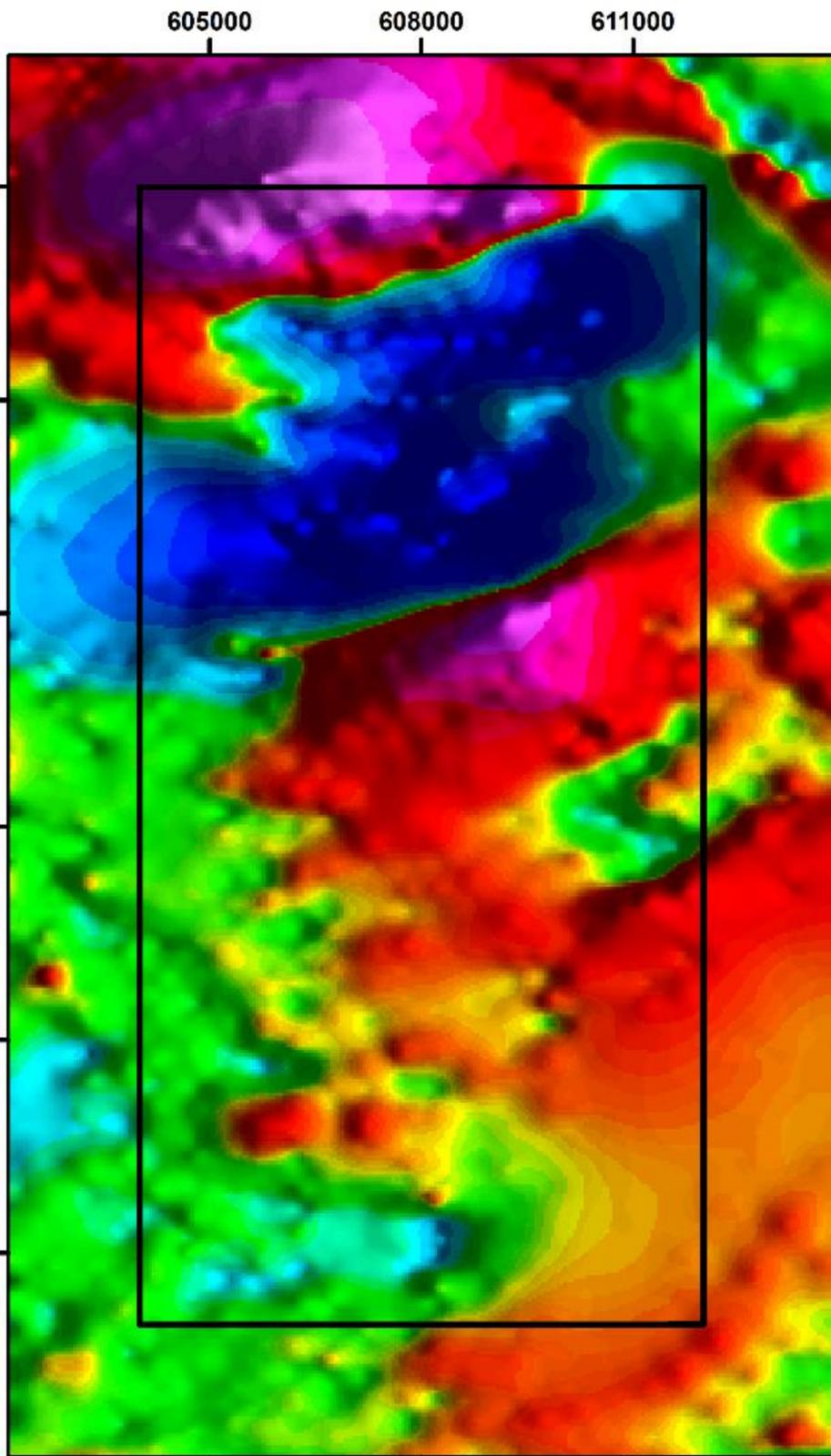
FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

# Decorrugação

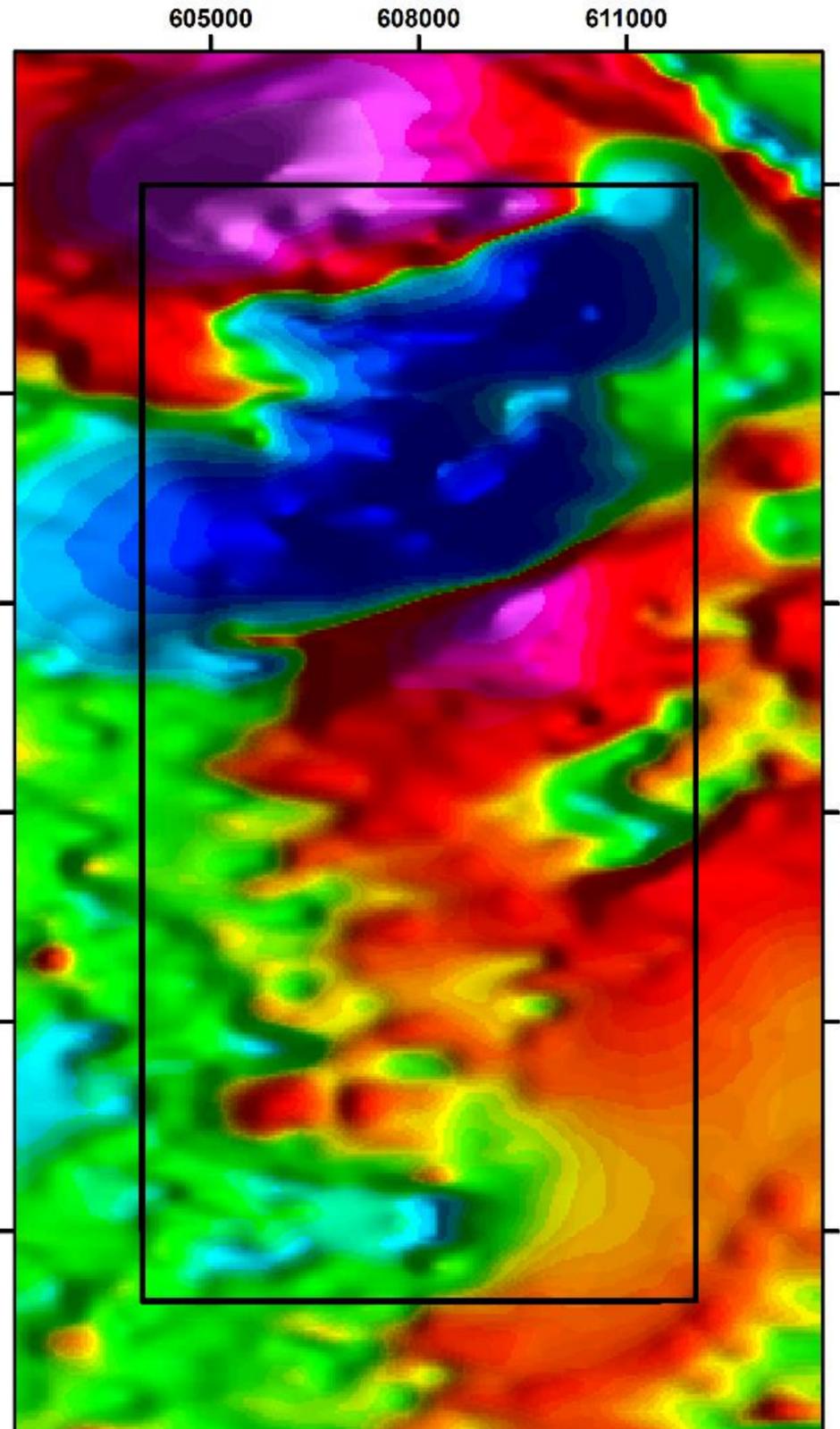
## Trabalho Final 2020 - Área 4



**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



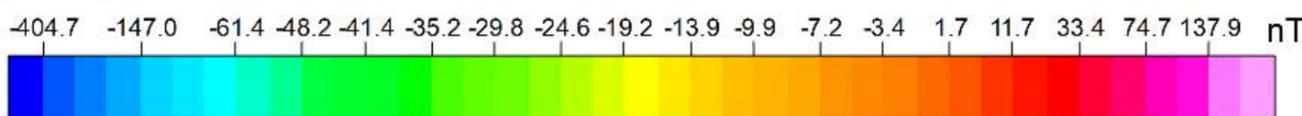
**Bidirecional sem suavização**



**Convolução 5x5 aplicada duas vezes**

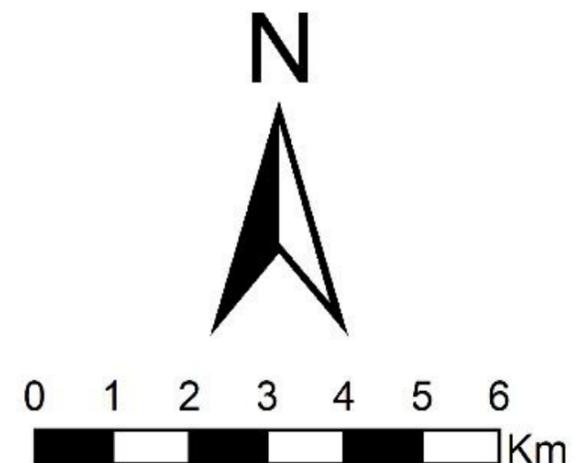
### Legenda

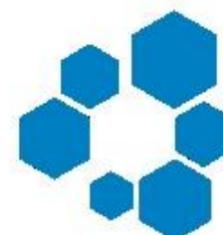
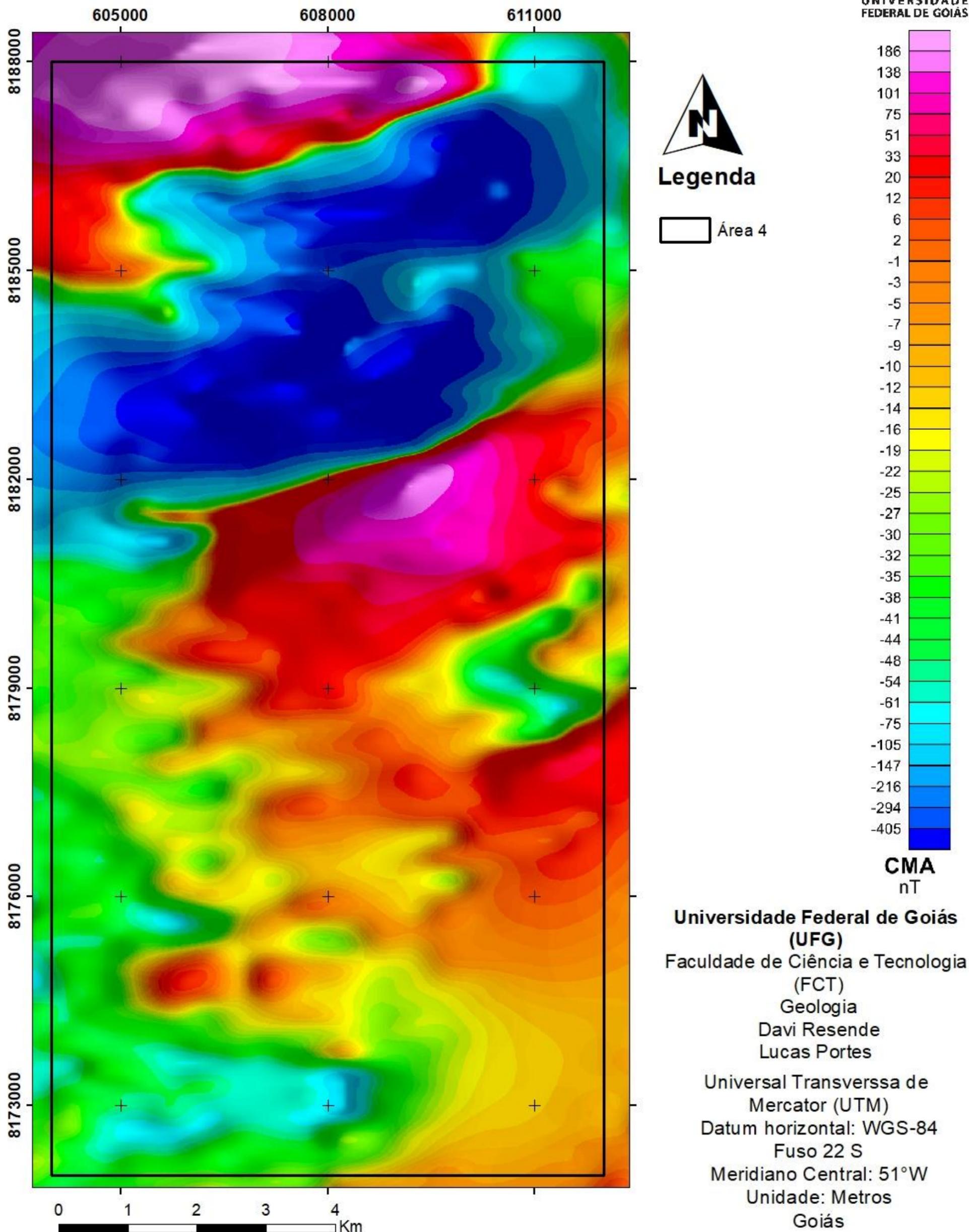
Área 4



Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Curso de Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

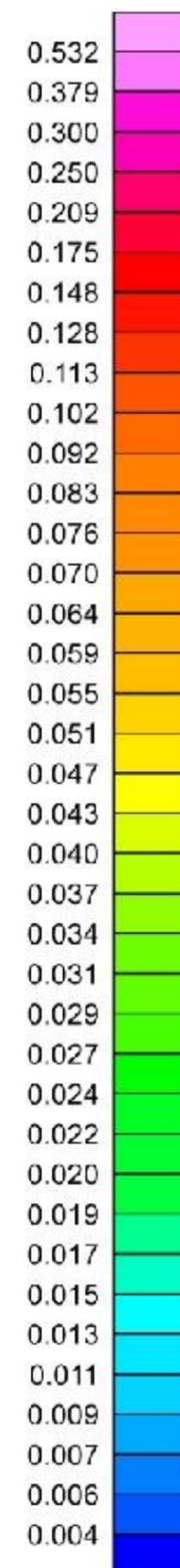
Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso: 22 S  
Meridiano Central: 51° W  
Unidade: Metros  
Goiás

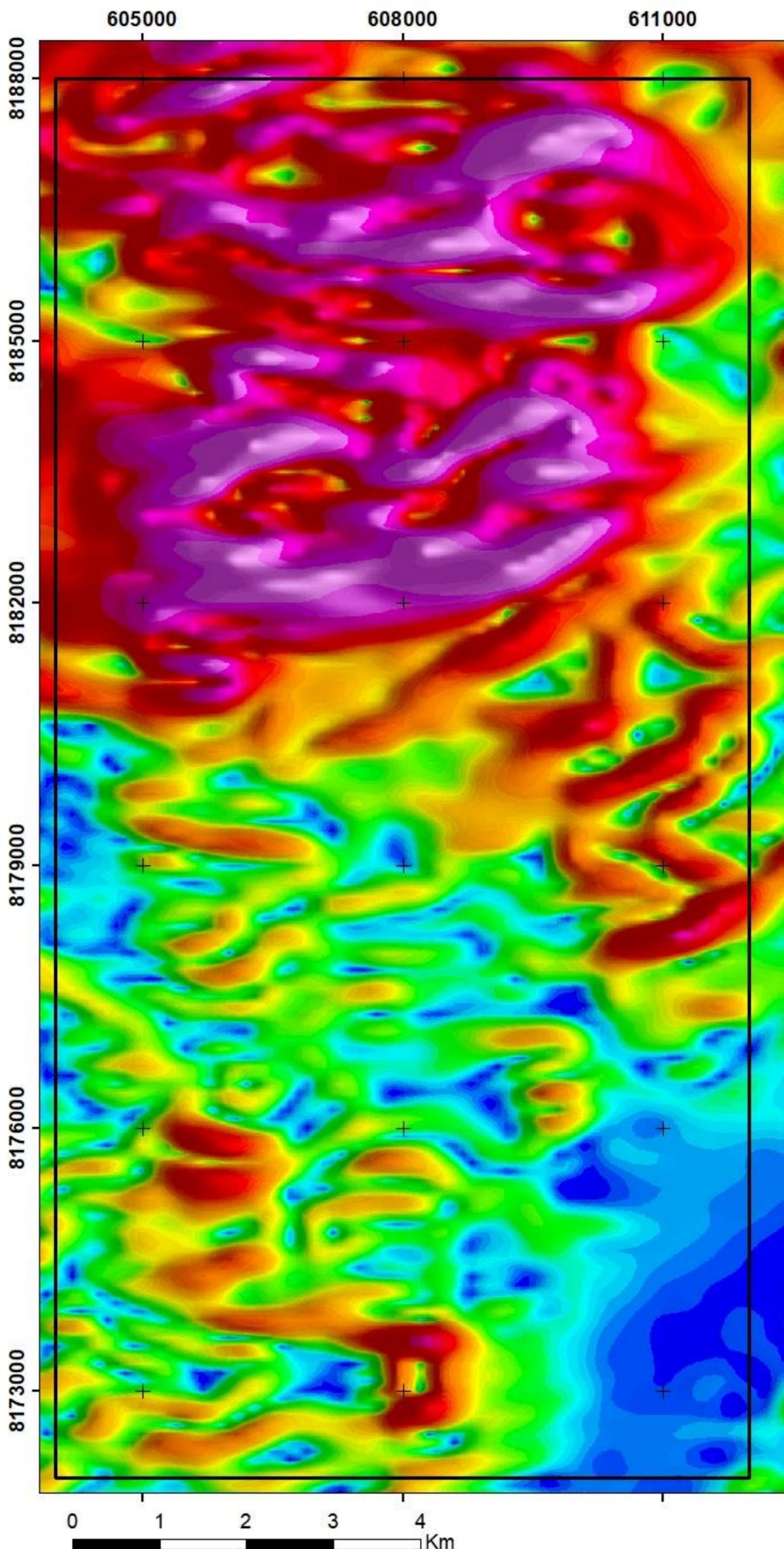


**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMagnetometria  
Campo Magnético Anômalo  
Trabalho Final 2020 - Área 4**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMagnetometria  
Gradiente Horizontal Total

Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS**GHT**  
nT/m**Legenda**

 Área 4

**Universidade Federal de Goiás**  
**(UFG)**

 Faculdade de Ciência e Tecnologia  
 (FCT)  
 Geologia  
 Davi Resende  
 Lucas Portes

 Universal Transversa de  
 Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

# FCT

## Derivada Vertical

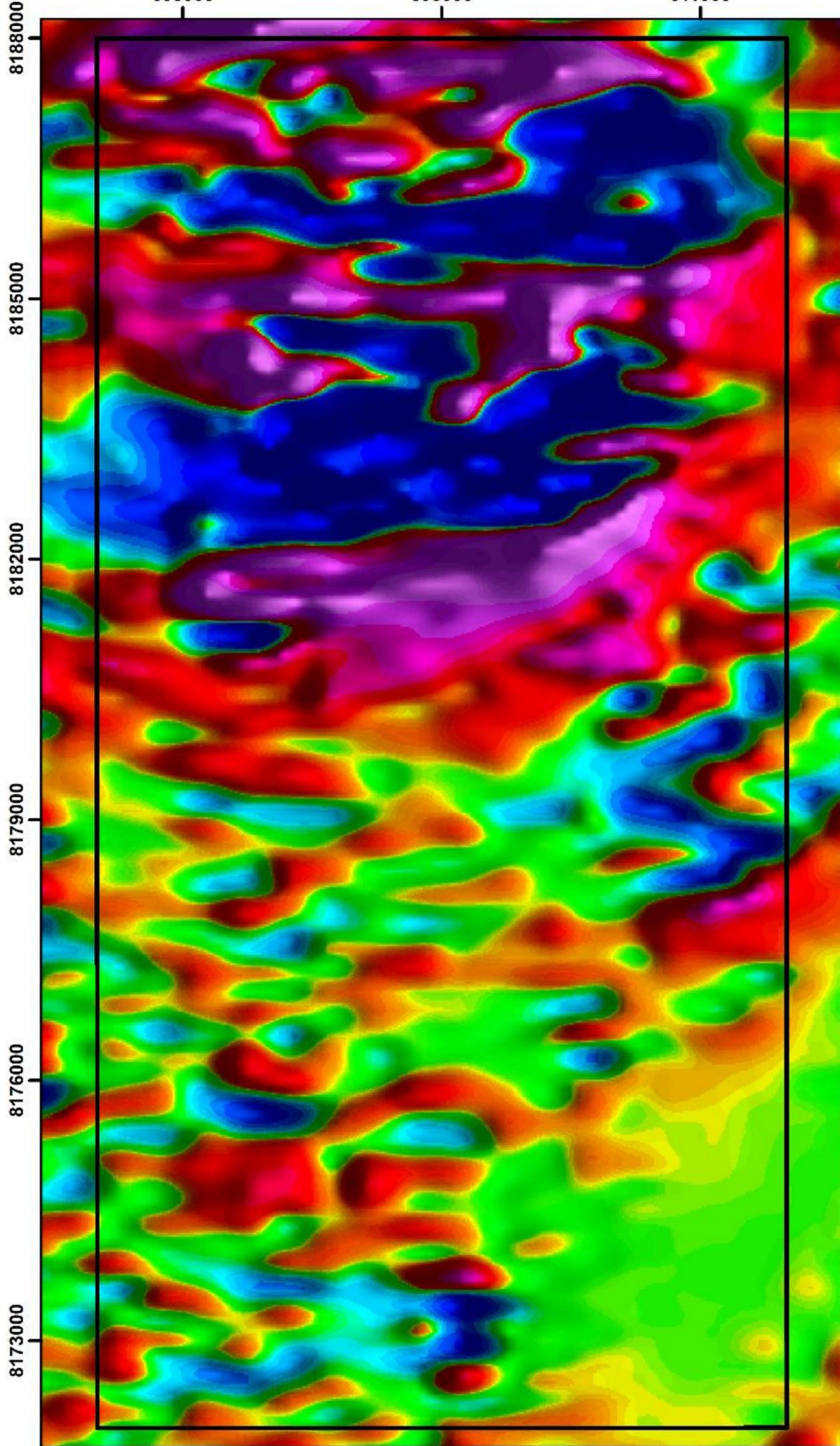


FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
605000

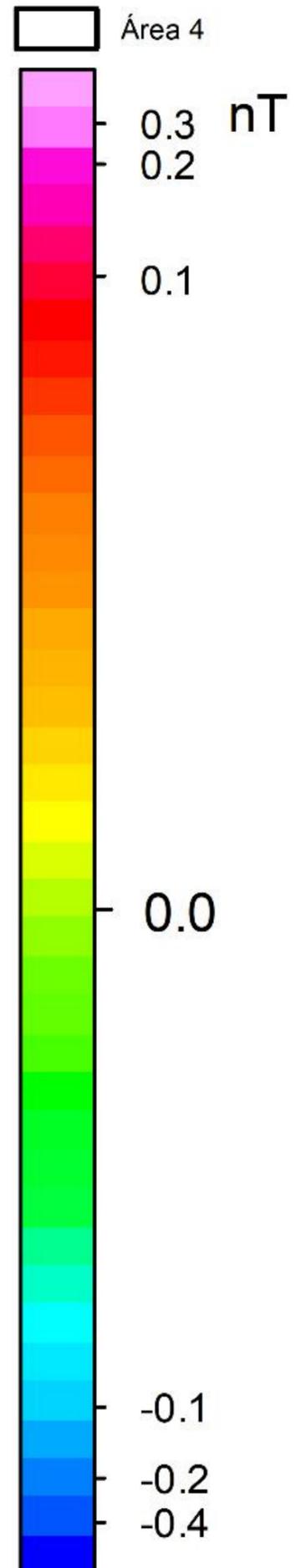
Trabalho Final 2020 - Área 4

608000

611000



### Legenda

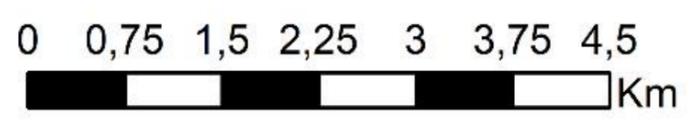


### Legenda



Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Curso de Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso: 22 S  
Meridiano Central: 51° W  
Unidade: Metros  
Goiás



**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMagnetometria  
Gradiente Total

Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

0.776

0.584

0.463

0.381

0.319

0.267

0.225

0.190

0.167

0.149

0.134

0.122

0.112

0.103

0.095

0.088

0.081

0.075

0.070

0.066

0.061

0.057

0.053

0.050

0.047

0.043

0.041

0.038

0.035

0.032

0.029

0.026

0.023

0.020

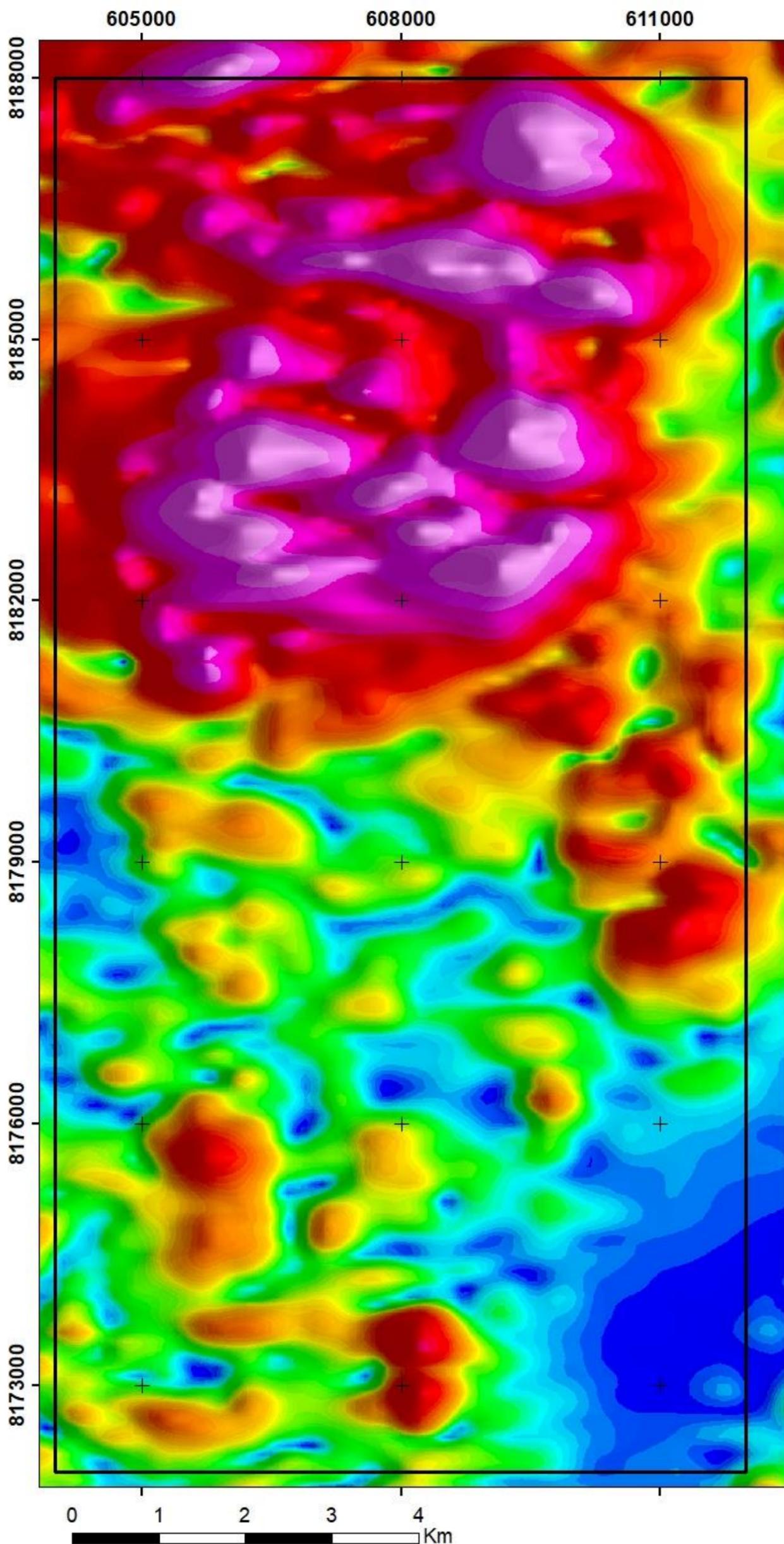
0.017

0.014

0.011

0.008

**GRT**  
nT/m**Legenda**

 Área 4

**Universidade Federal de Goiás**  
**(UFG)**

 Faculdade de Ciência e Tecnologia  
 (FCT)

Geologia

Davi Resende

Lucas Portes

 Universal Transversa de  
 Mercator (UTM)

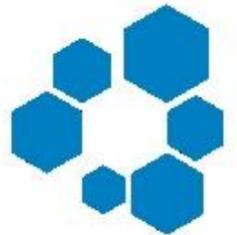
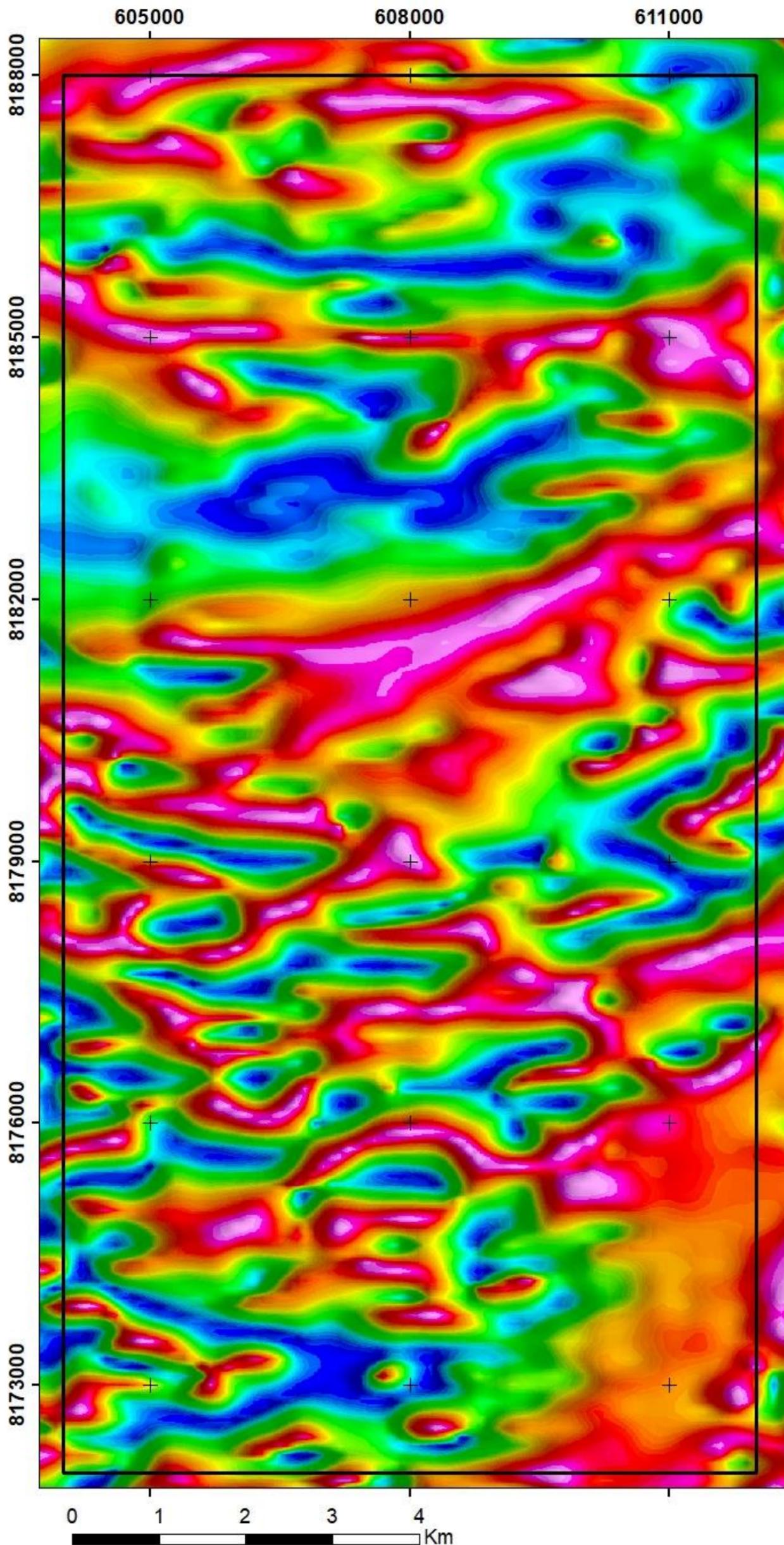
Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goiás

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMagnetometria  
Inclinação do Sinal Analítico  
Trabalho Final 2020 - Área 4**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS**Legenda**

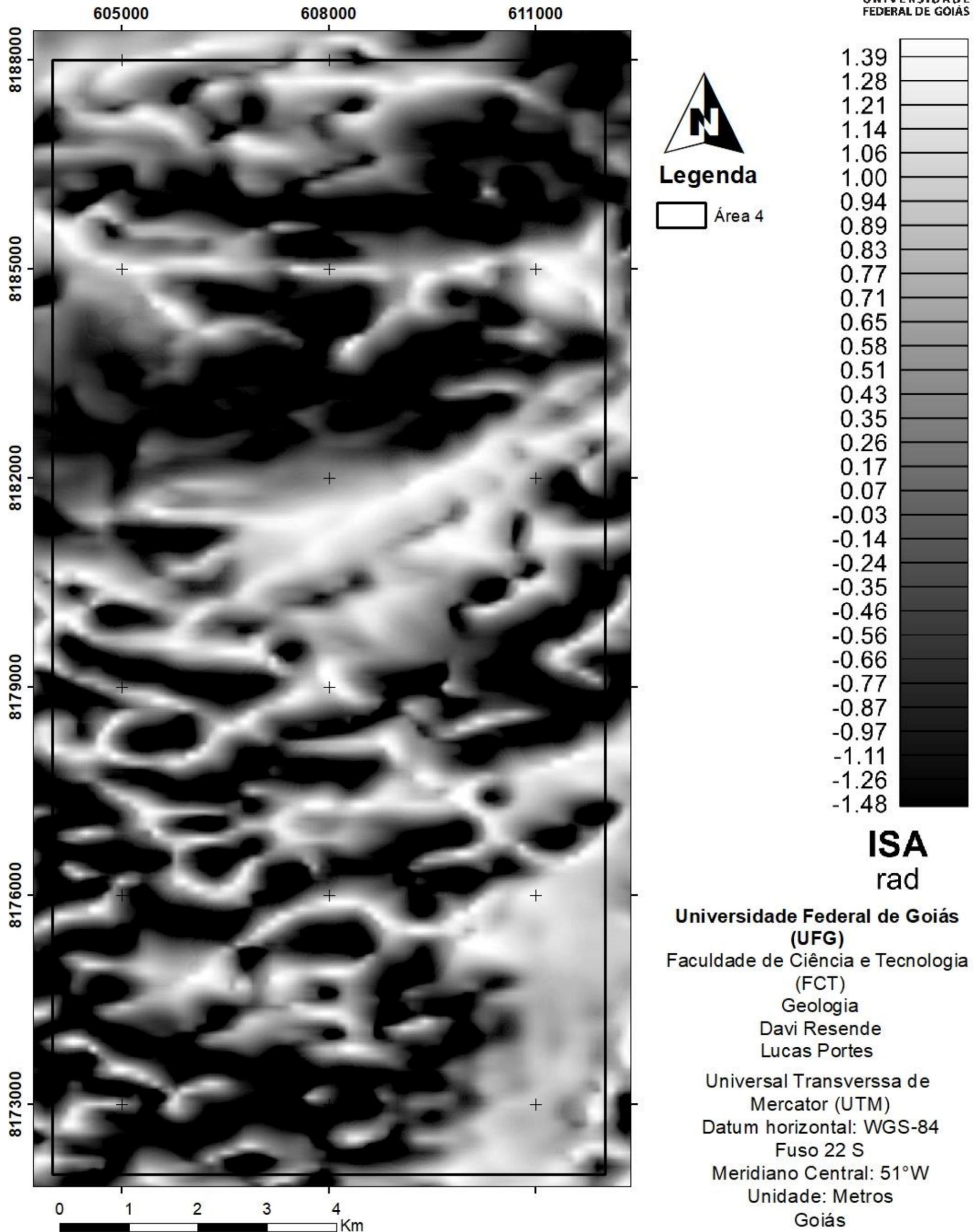
Área 4

1.38  
1.29  
1.23  
1.17  
1.11  
1.05  
1.00  
0.95  
0.91  
0.86  
0.82  
0.77  
0.72  
0.67  
0.62  
0.56  
0.50  
0.44  
0.37  
0.30  
0.23  
0.15  
0.07  
-0.02  
-0.10  
-0.19  
-0.27  
-0.36  
-0.45  
-0.54  
-0.62  
-0.70  
-0.79  
-0.87  
-0.96  
-1.06  
-1.17  
-1.31

**ISA**  
rad

**Universidade Federal de Goiás**  
**(UFG)**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

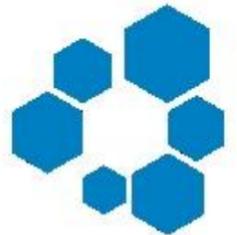
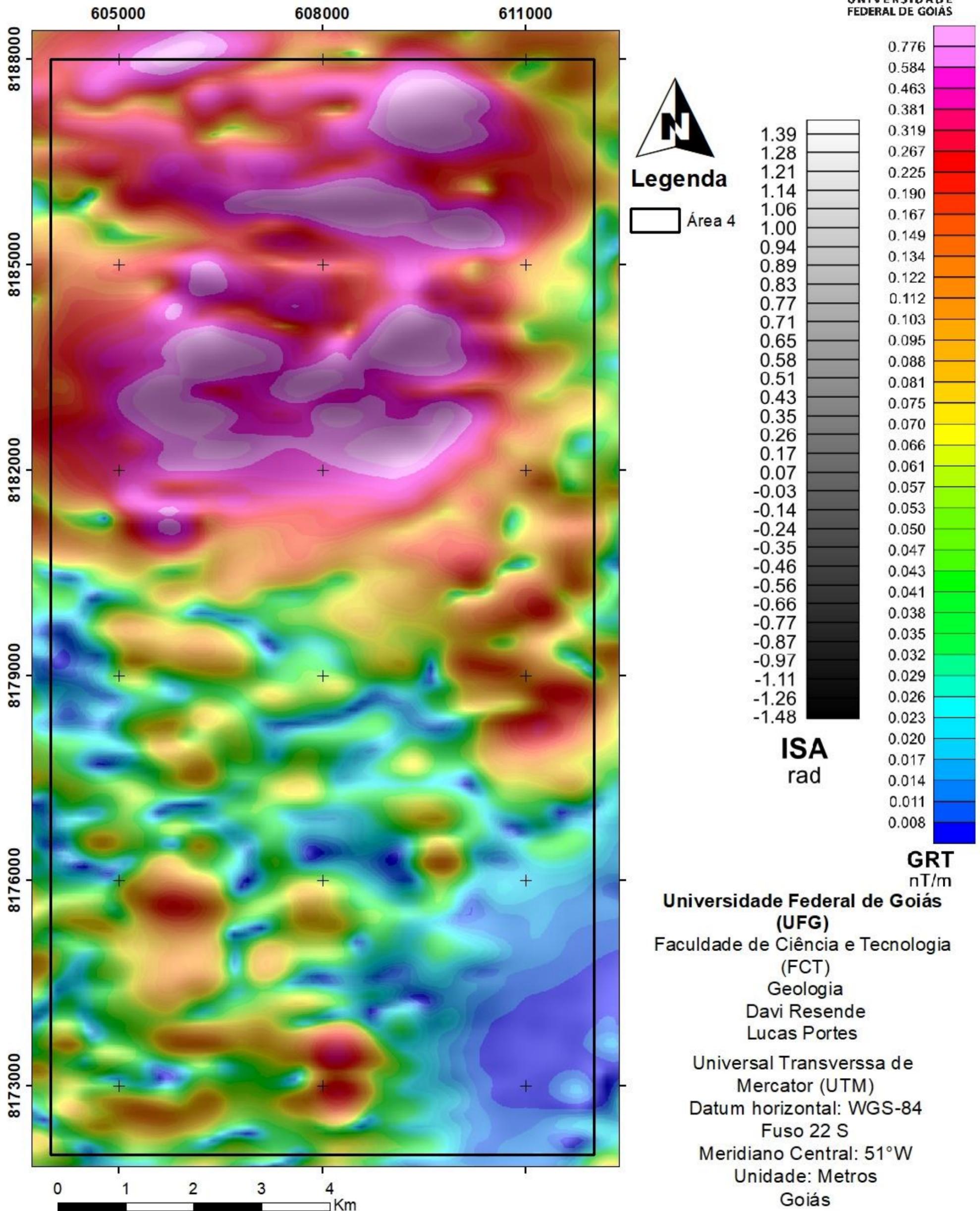
**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMagnetometria  
Inclinação do Sinal Analítico  
Trabalho Final 2020 - Área 4**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

# Magnetometria

## Composição Gradiente Total e Inclinação do Sinal Analítico

### Trabalho Final 2020 - Área 4

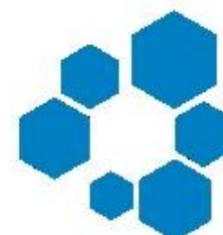
**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

# FCT

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

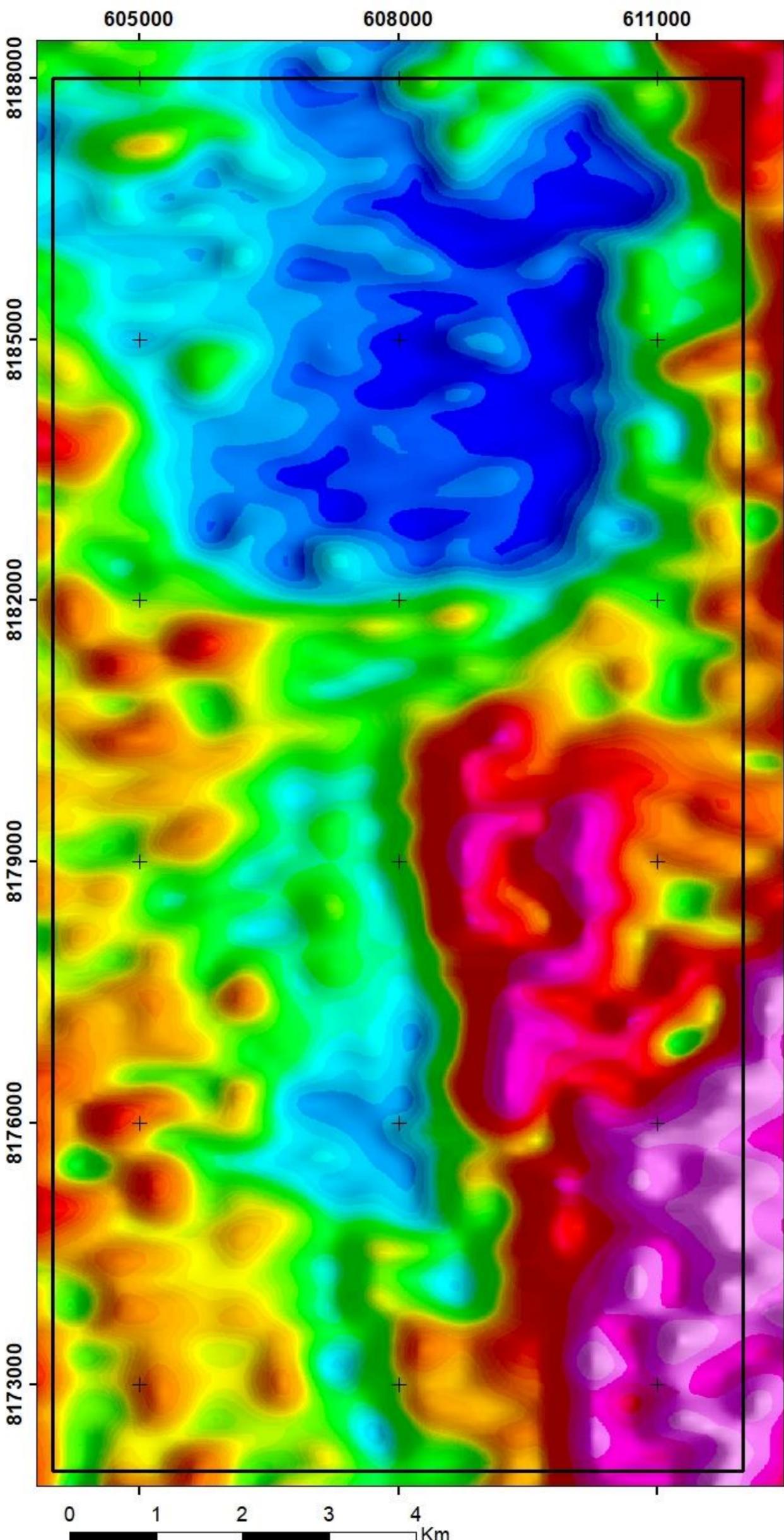
## Gamaespectrometria Contagem Total

### Trabalho Final 2020 - Área 4



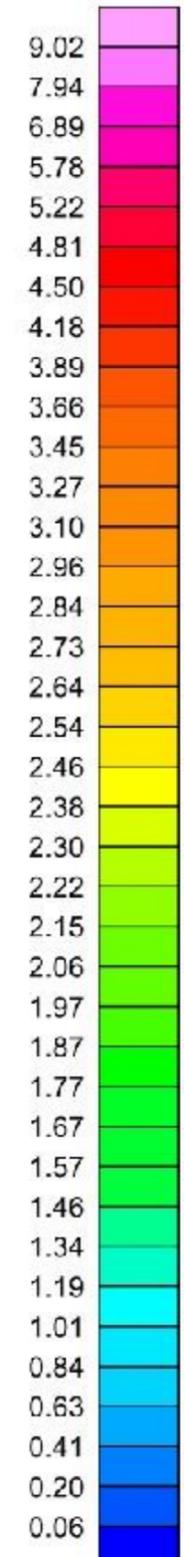
# UFG

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



**Legenda**

Área 4



**CT**  
Taxa de Exposição

**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

# FCT

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

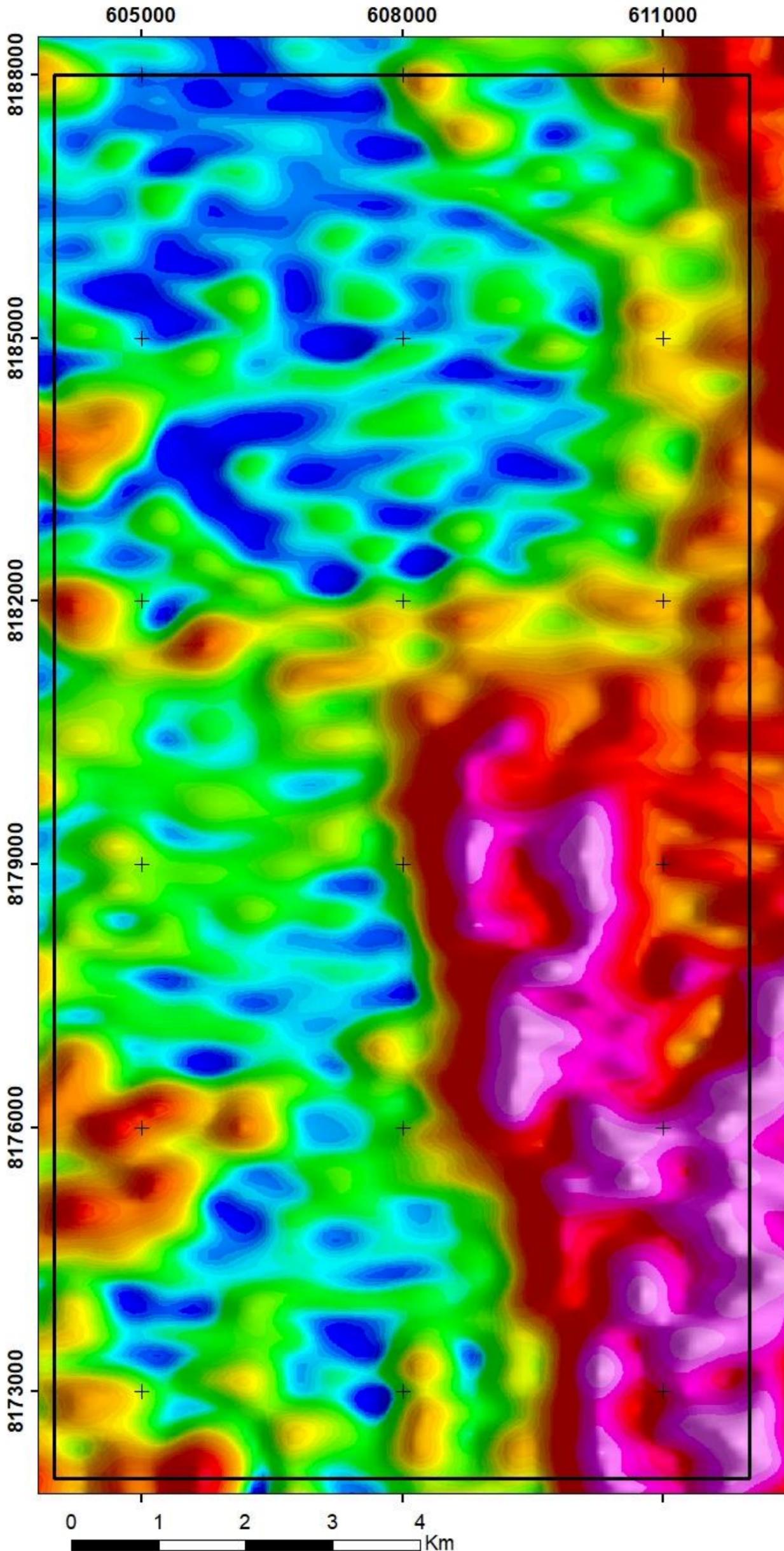
## Gamaespectrometria Potássio (K)

### Trabalho Final 2020 - Área 4



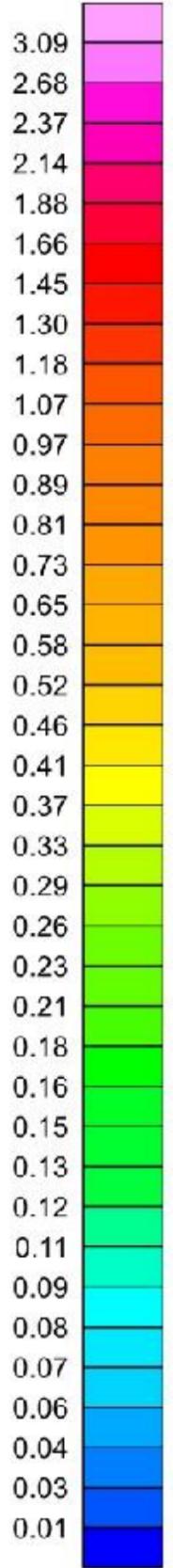
# UFG

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



**Legenda**

Área 4



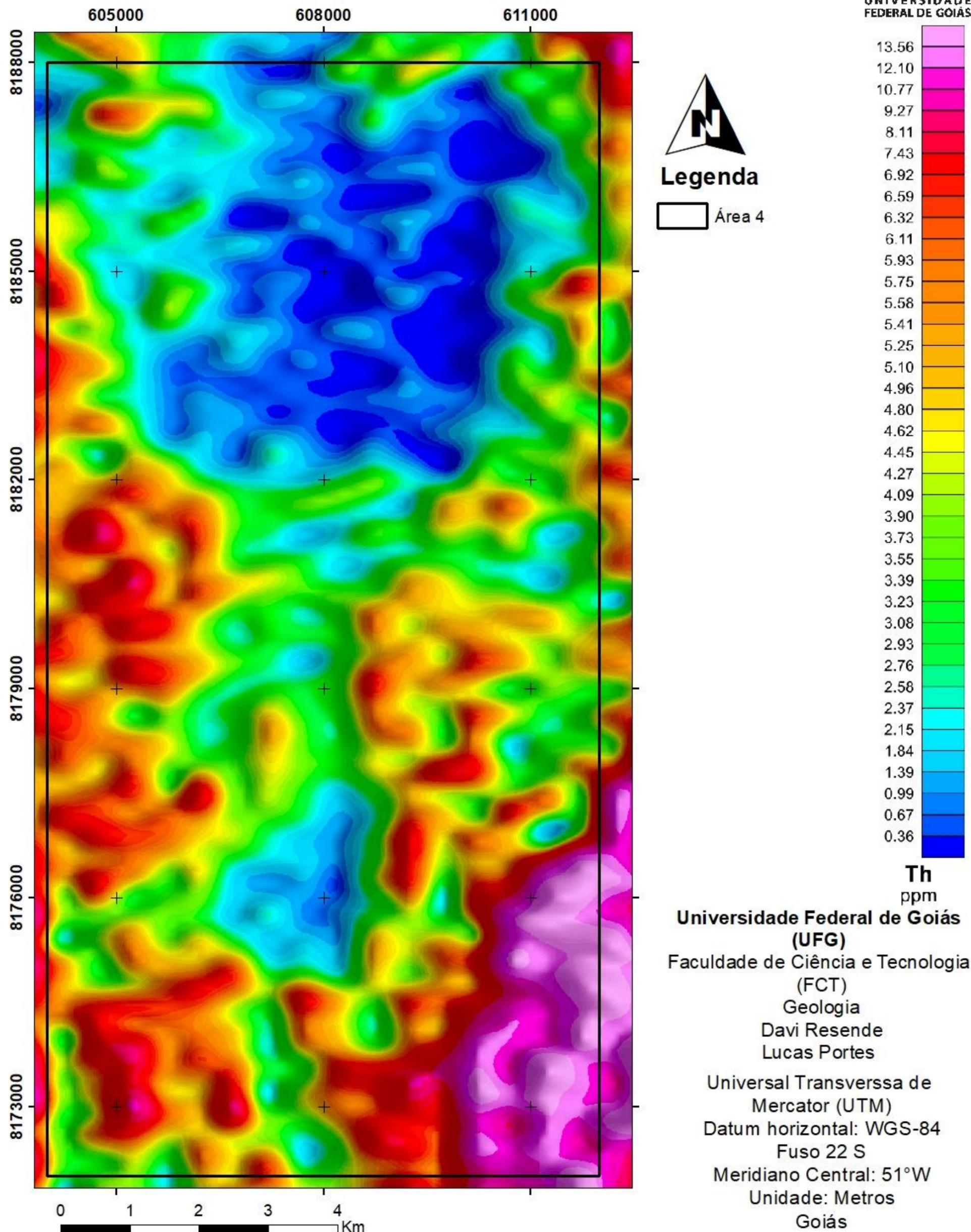
**K**  
%

**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia  
 (FCT)  
 Geologia  
 Davi Resende  
 Lucas Portes

Universal Transversa de  
 Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAGamaespectrometria  
Tório (Th)

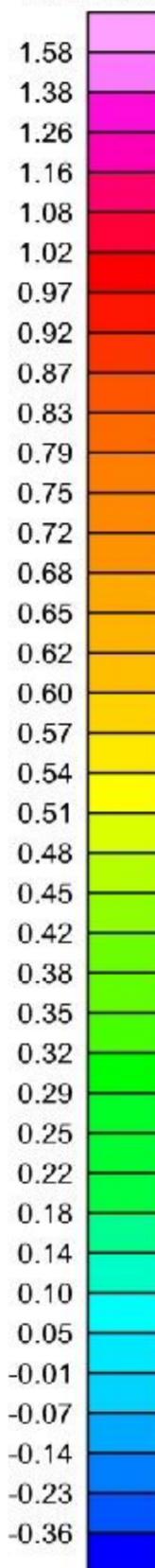
## Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



**UFG**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



**U**  
ppm

**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**

Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia

Davi Resende

Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)

Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goias

**FCT**

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

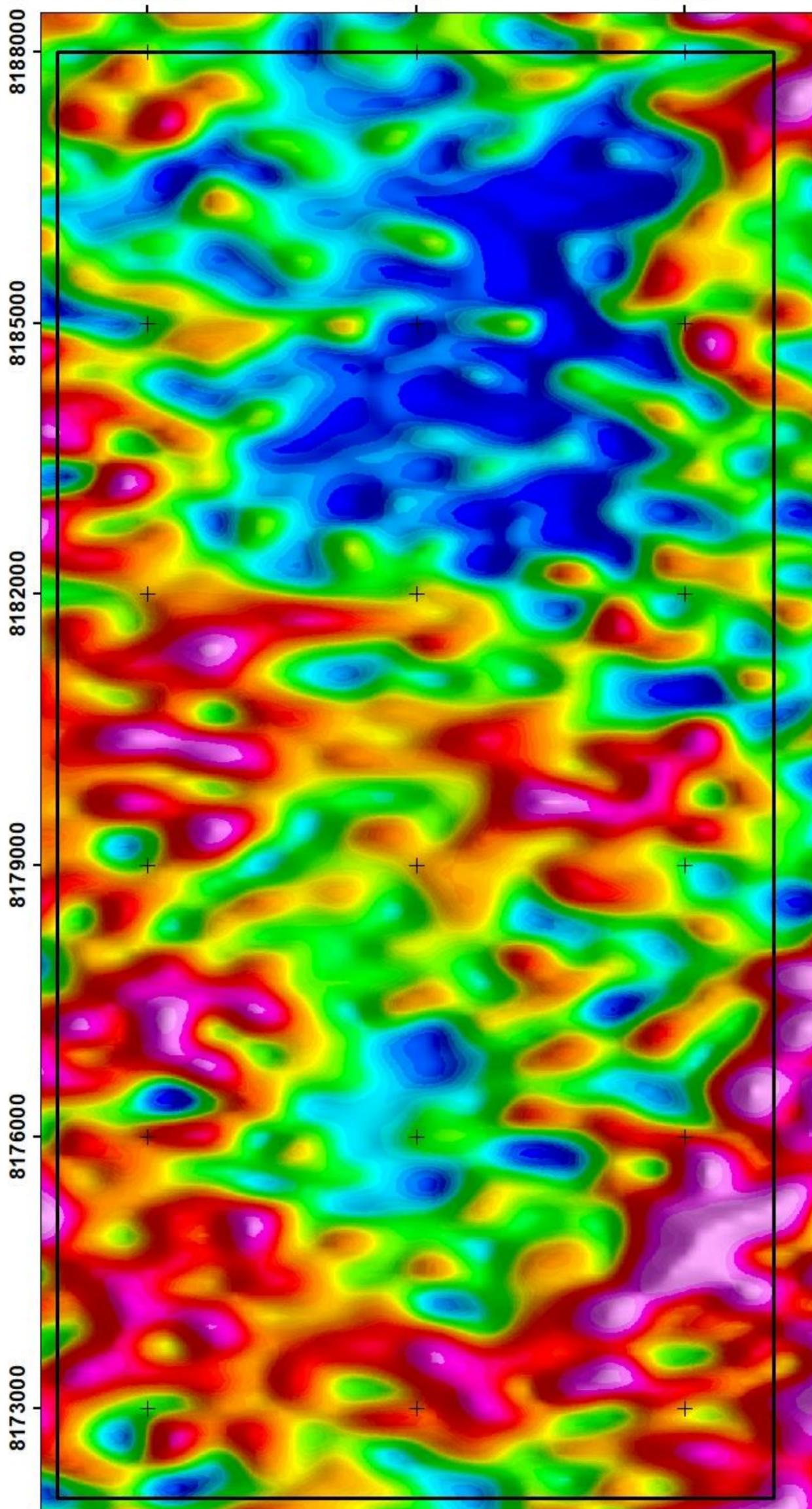
Gamaespectrometria  
Urânio (U)

Trabalho Final 2020 - Área 4

605000

608000

611000



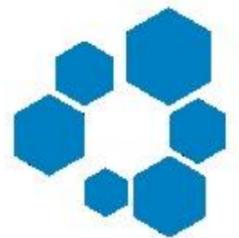
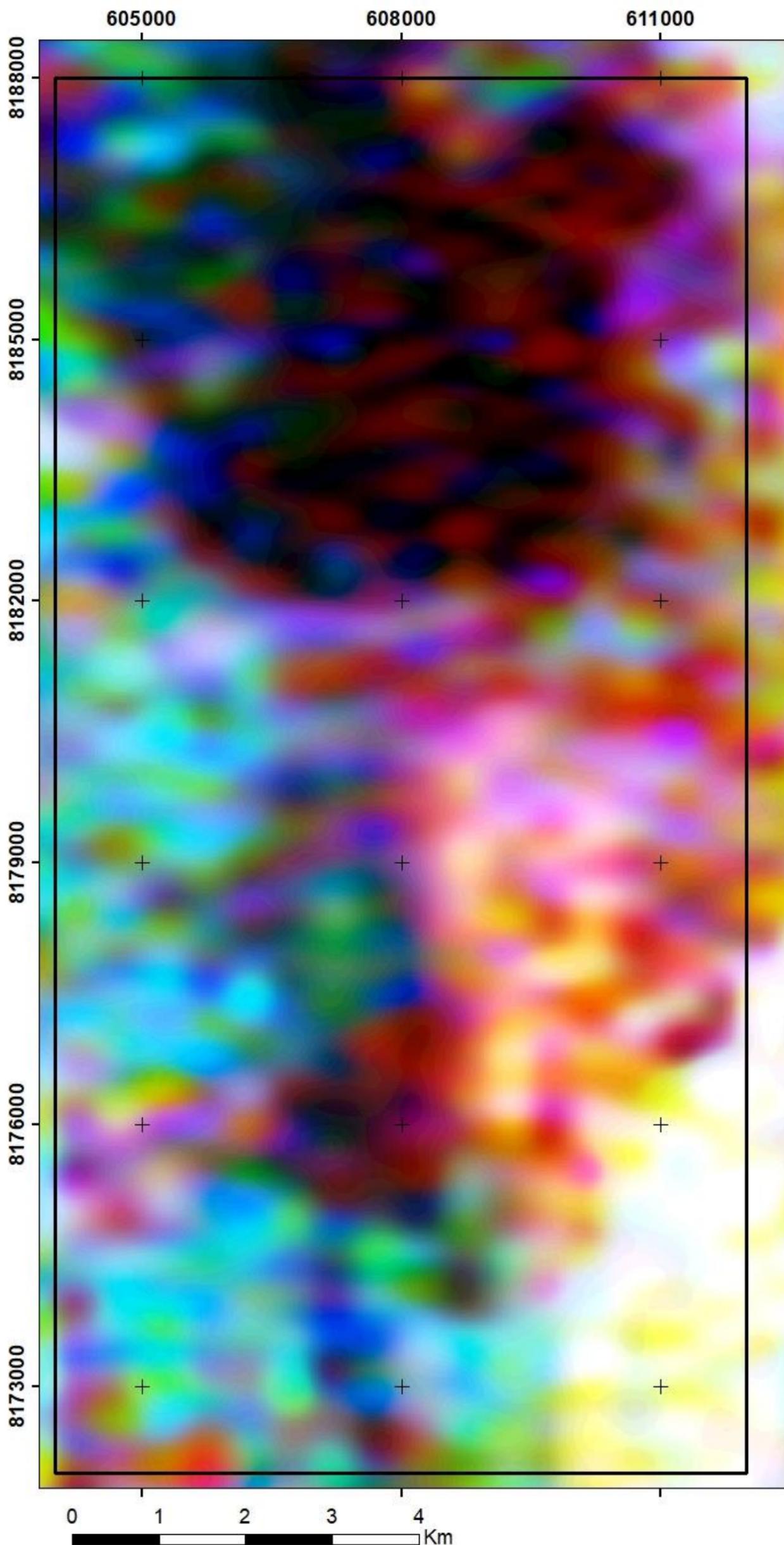
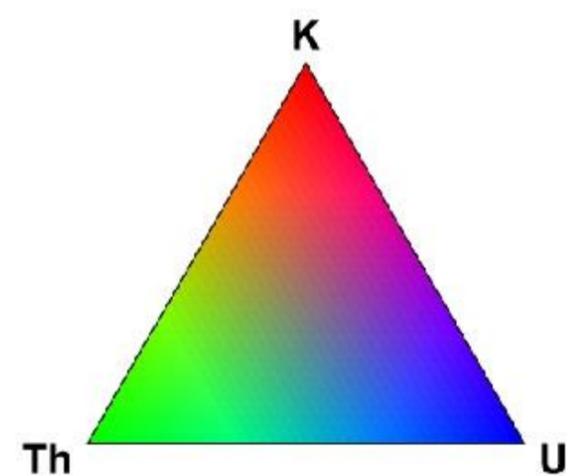
**Legenda**

Área 4

0 1 2 3 4 Km

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAGamaespectrometria  
Composição K:Th:U

## Trabalho Final 2020 - Área 4

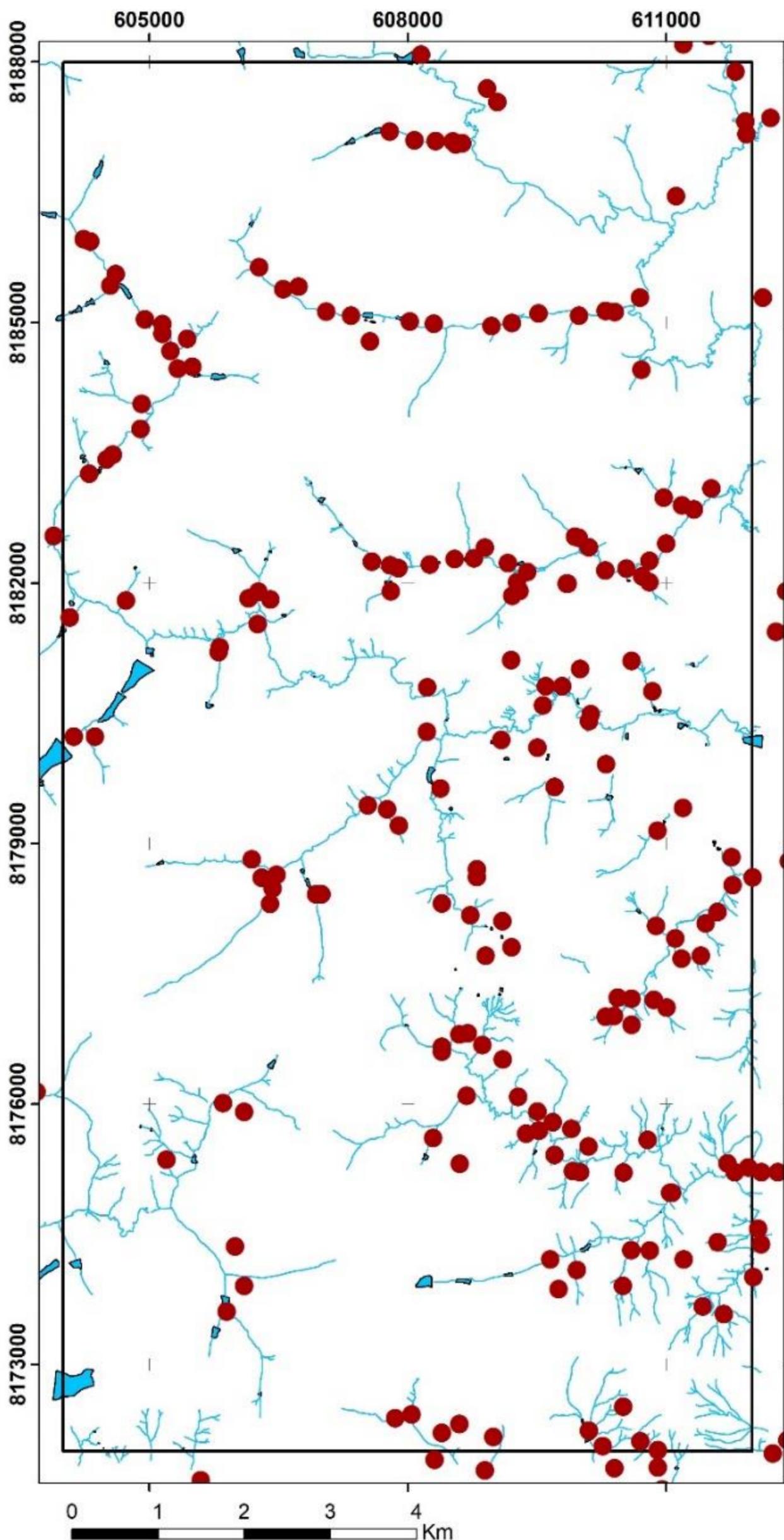
**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS**Legenda**

**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

# Pontos de amostragem de sedimento em leito ativo de corrente

## Trabalho Final 2020 - Área 4



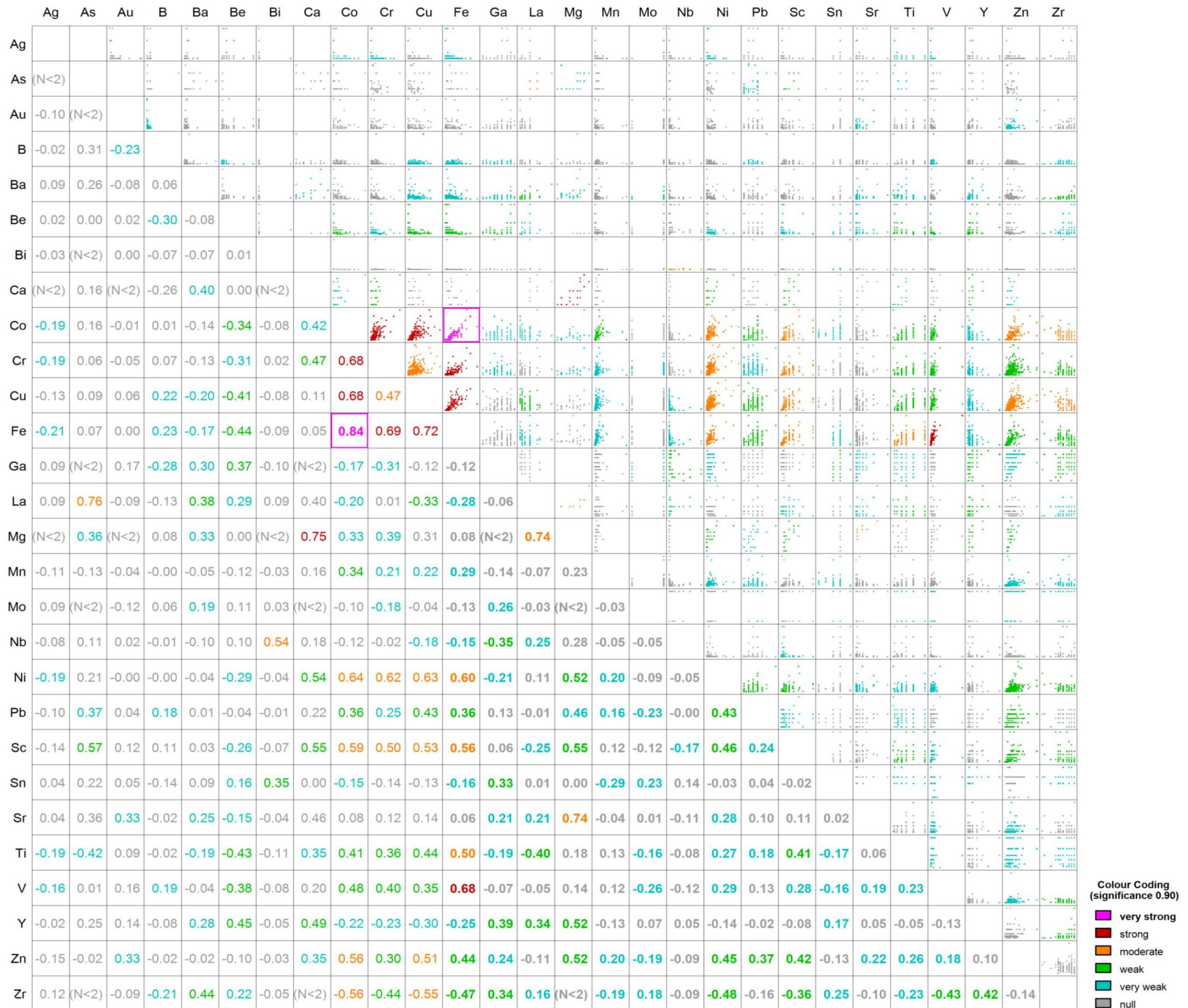
### Legenda

- Pontos de Amostragem
- Área 20TF04
- Drenagens

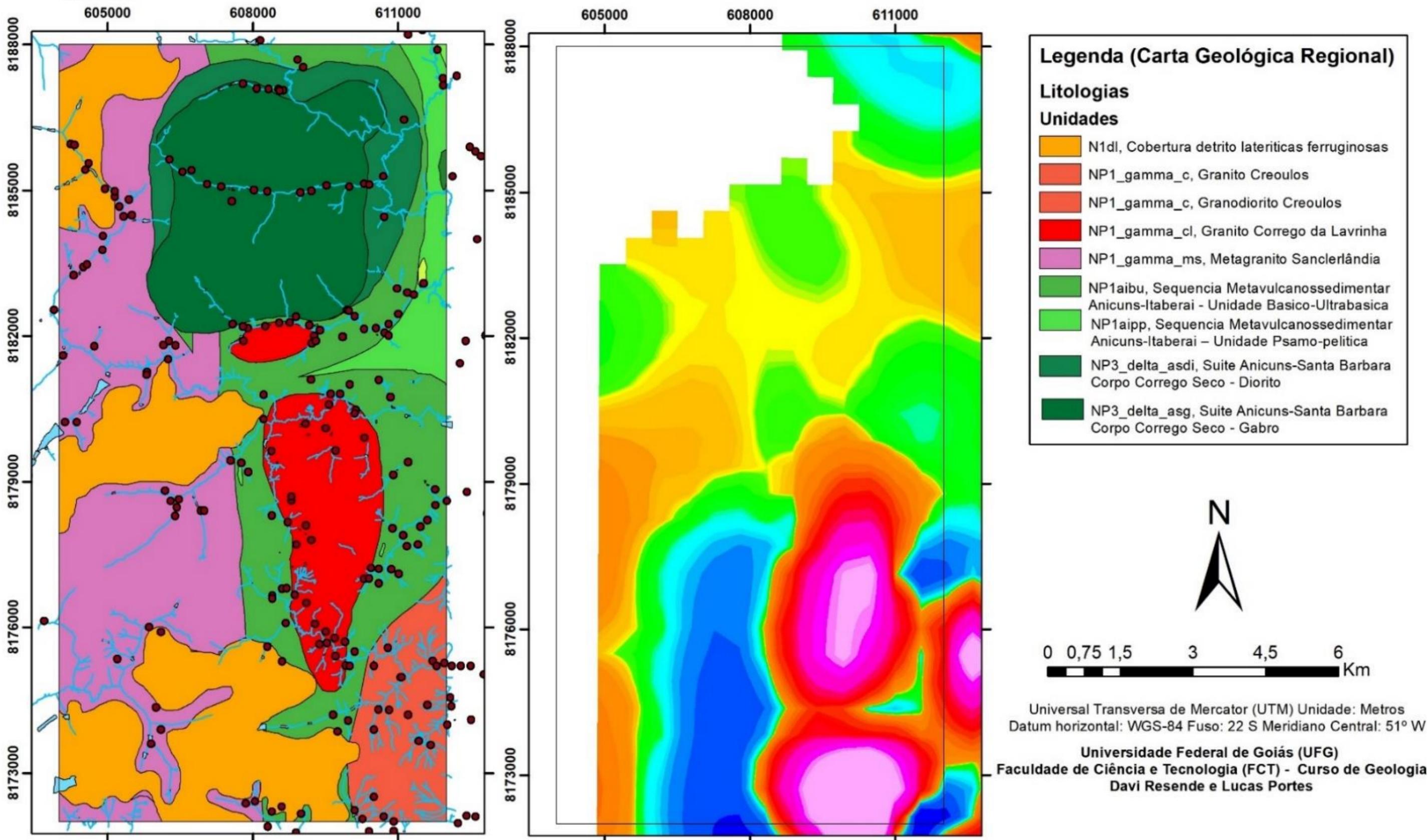
**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**

Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

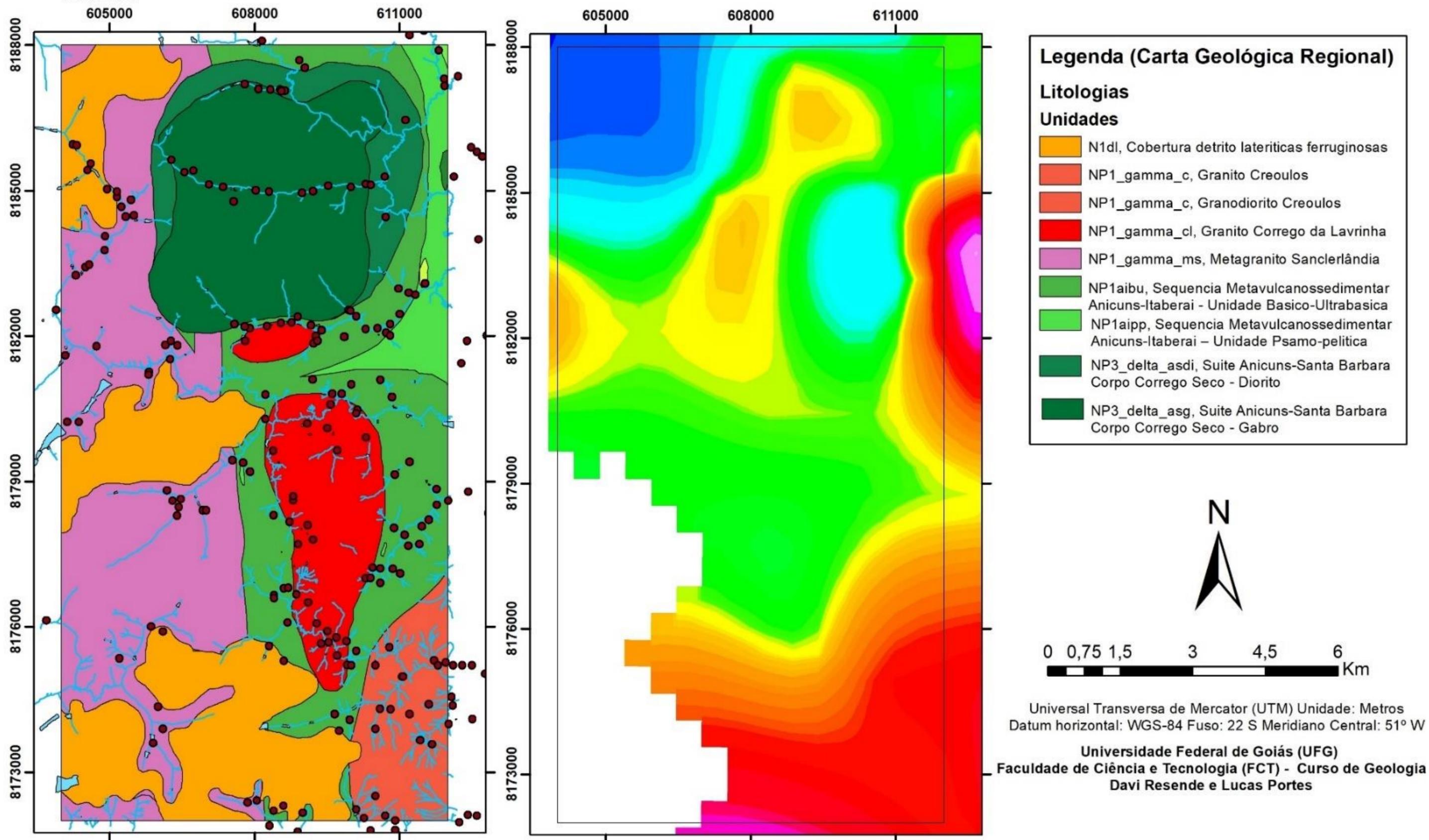
Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



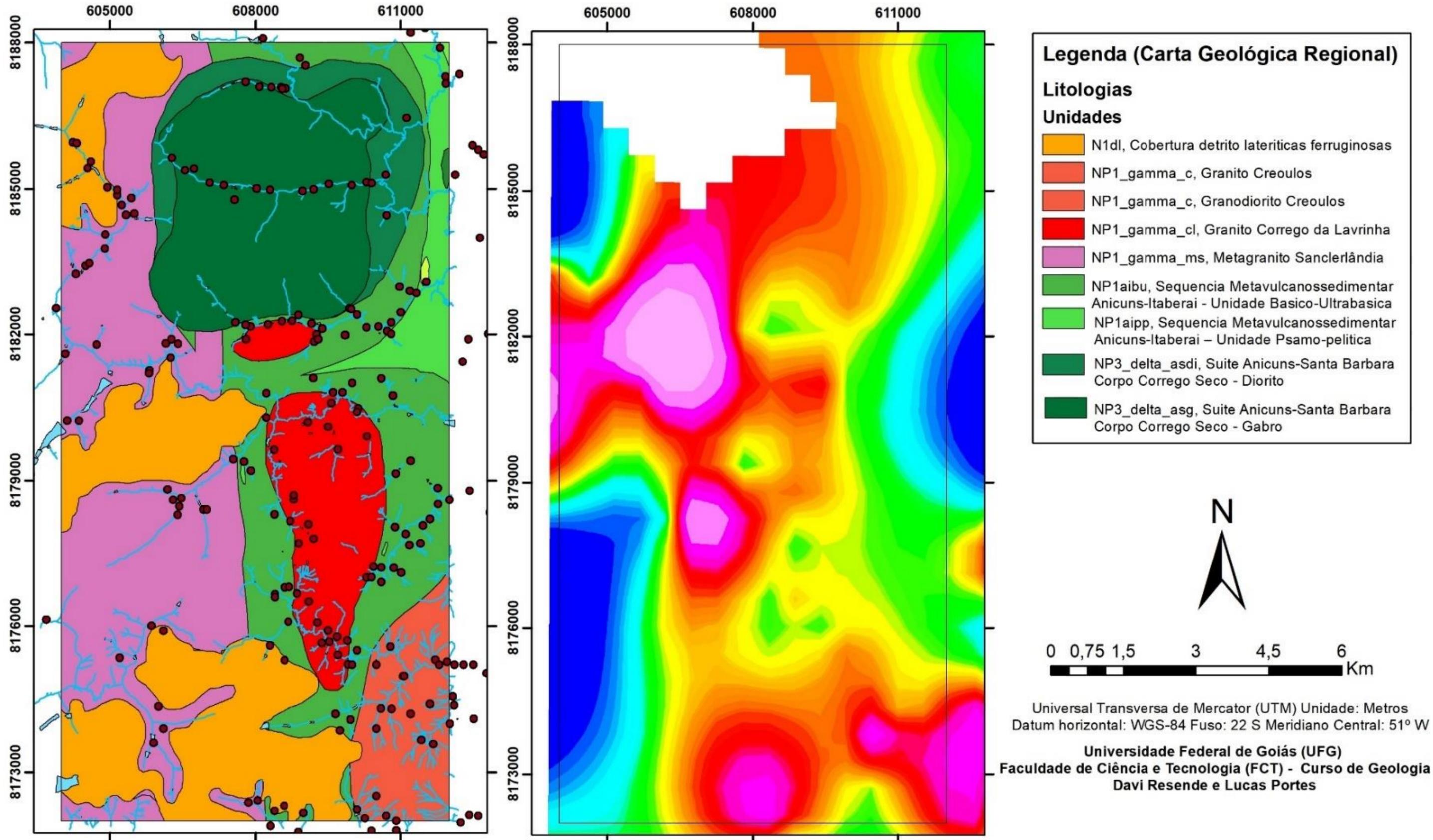
# Prata (Ag)



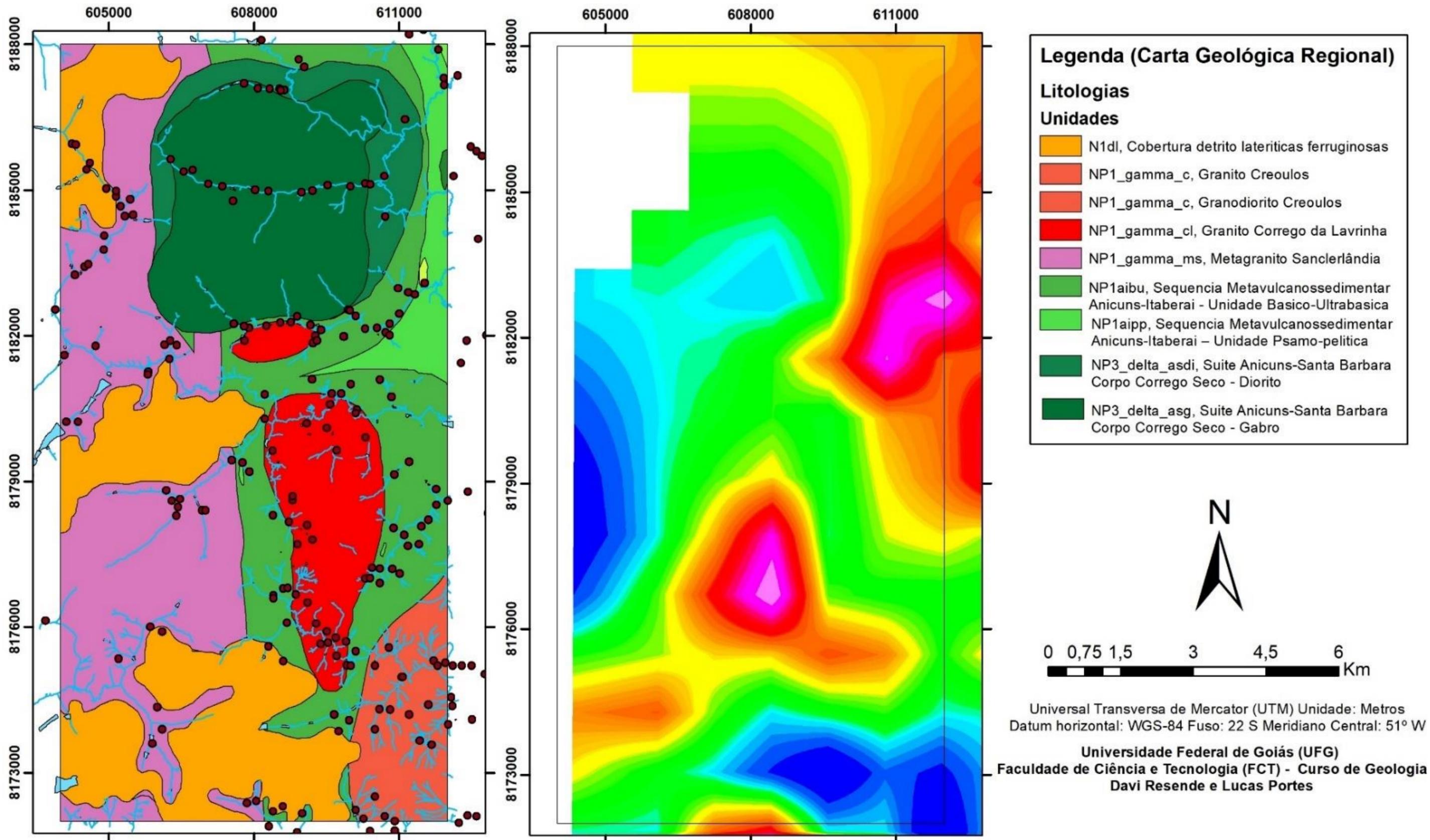
# Arsênio (As)



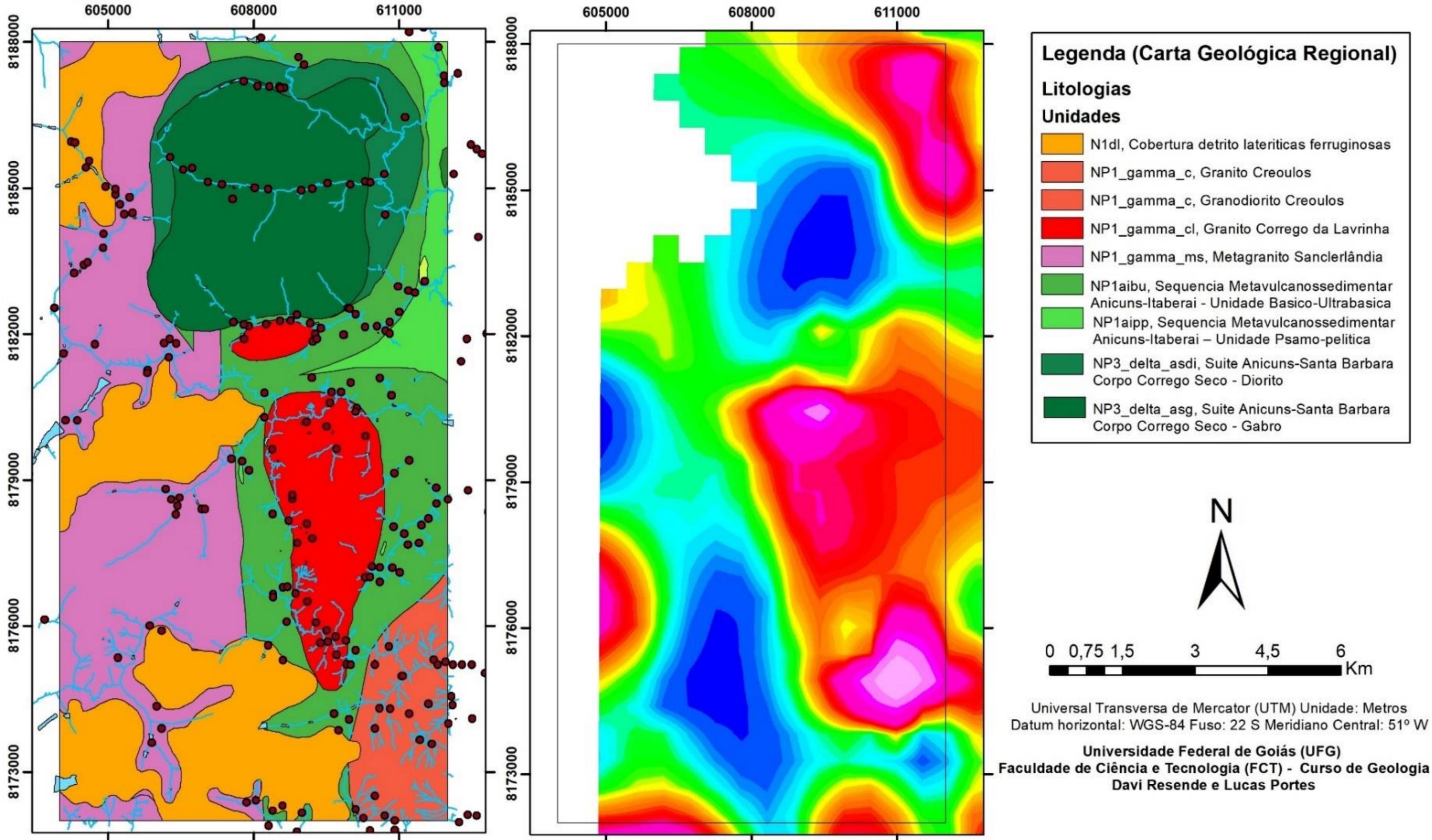
# Ouro (Au)



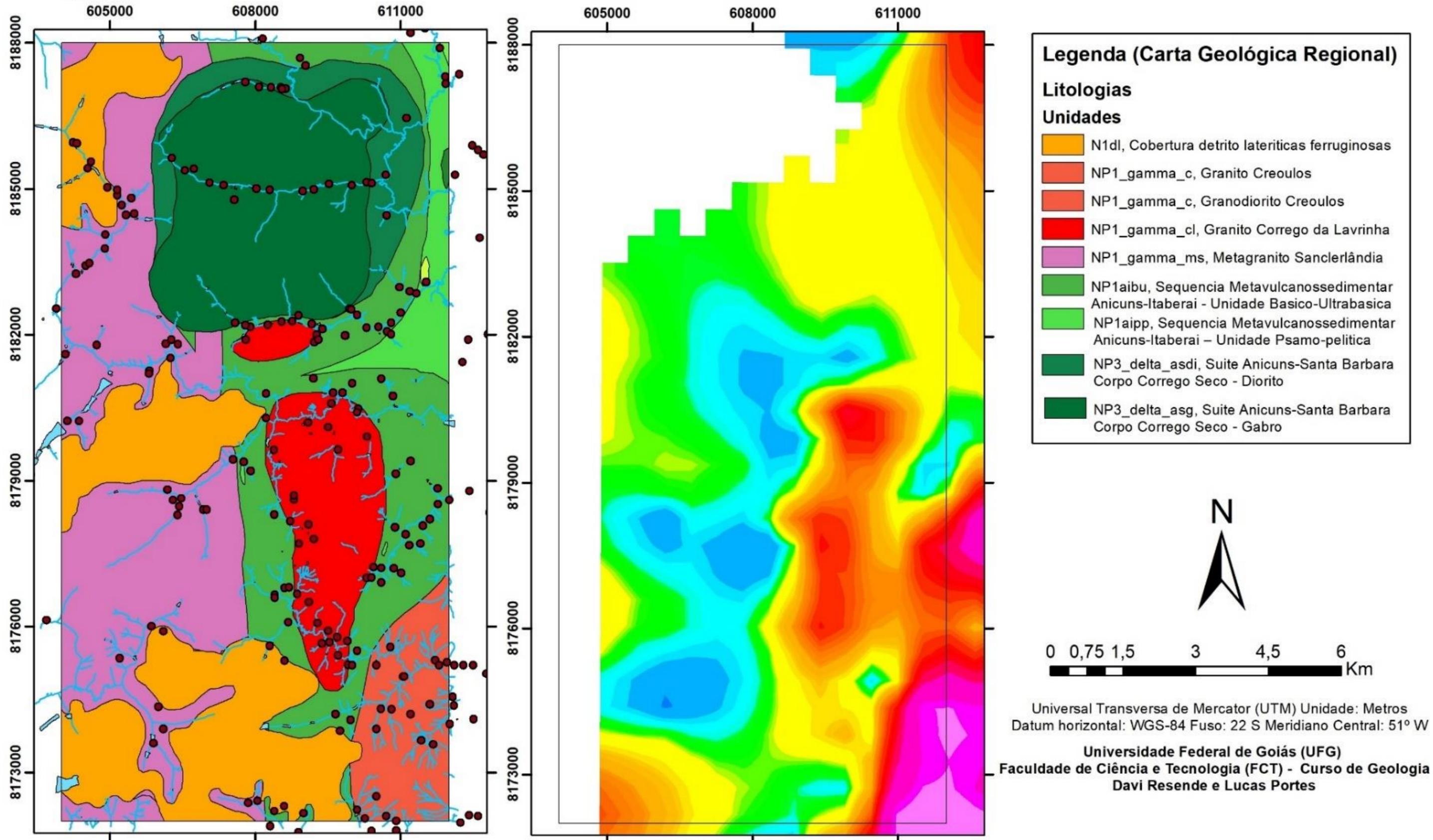
# Boro (B)



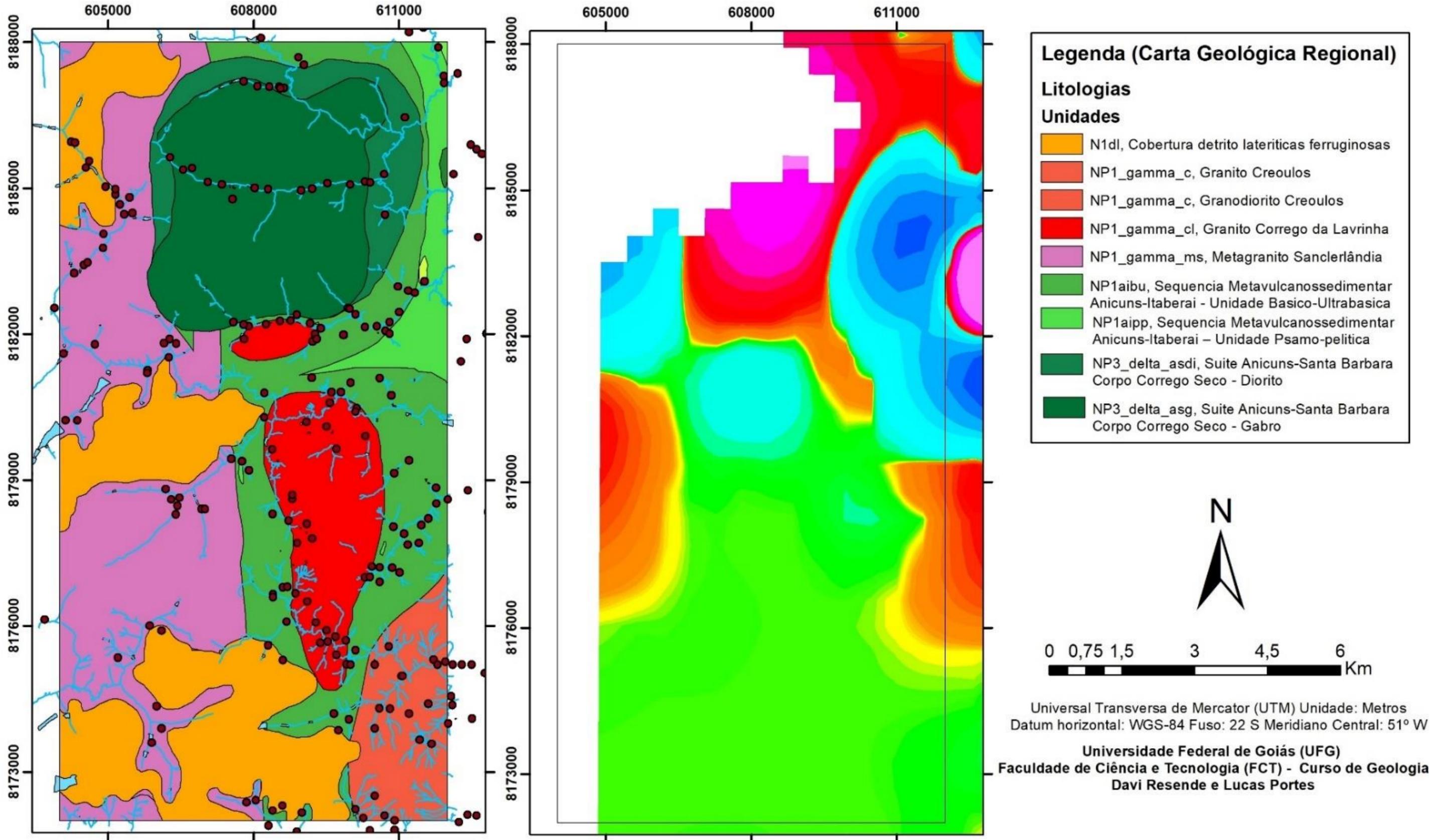
# Bário (Ba)



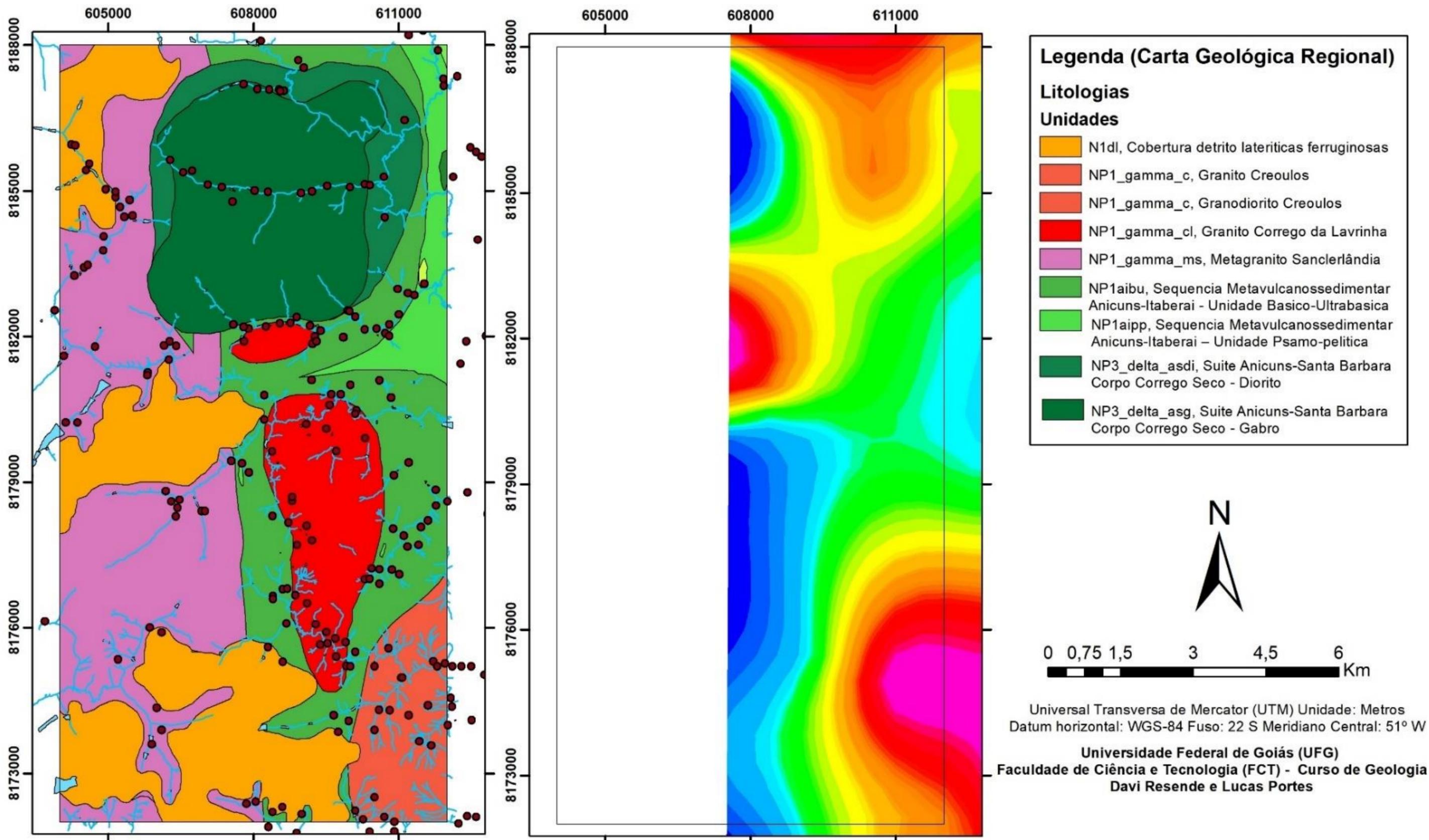
# Berílio (Be)



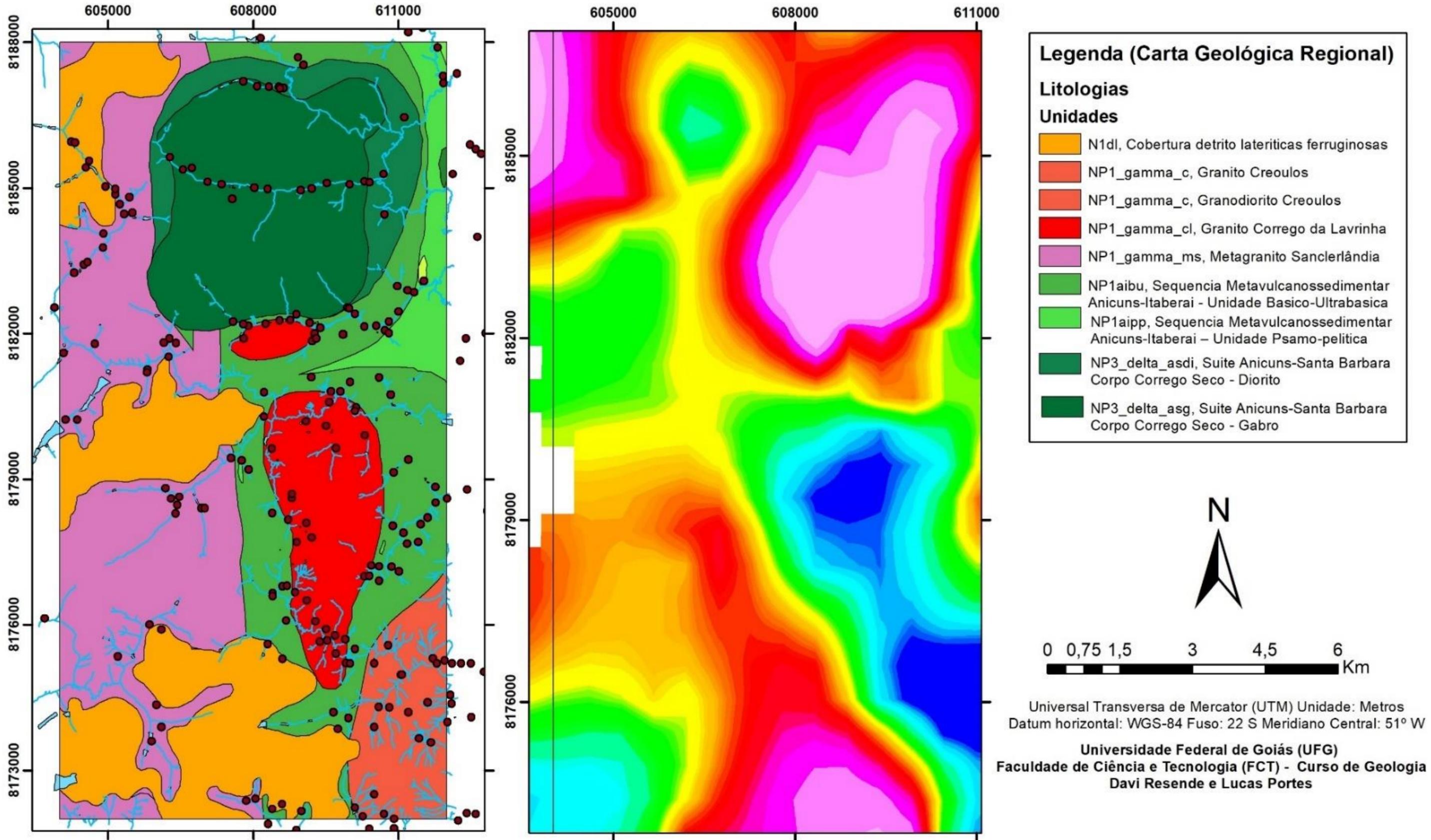
# Bismuto (Bi)



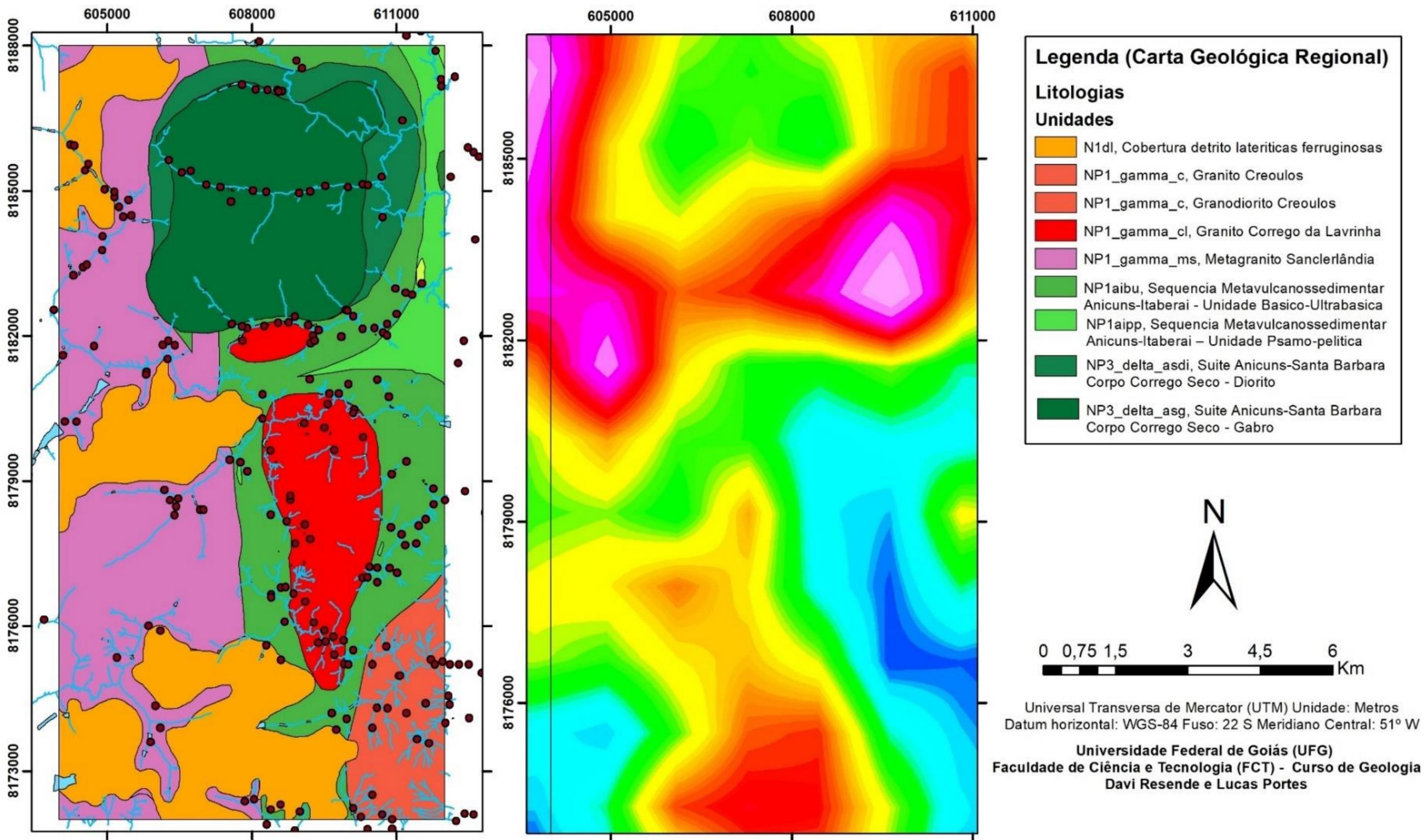
# Cálcio (Ca)



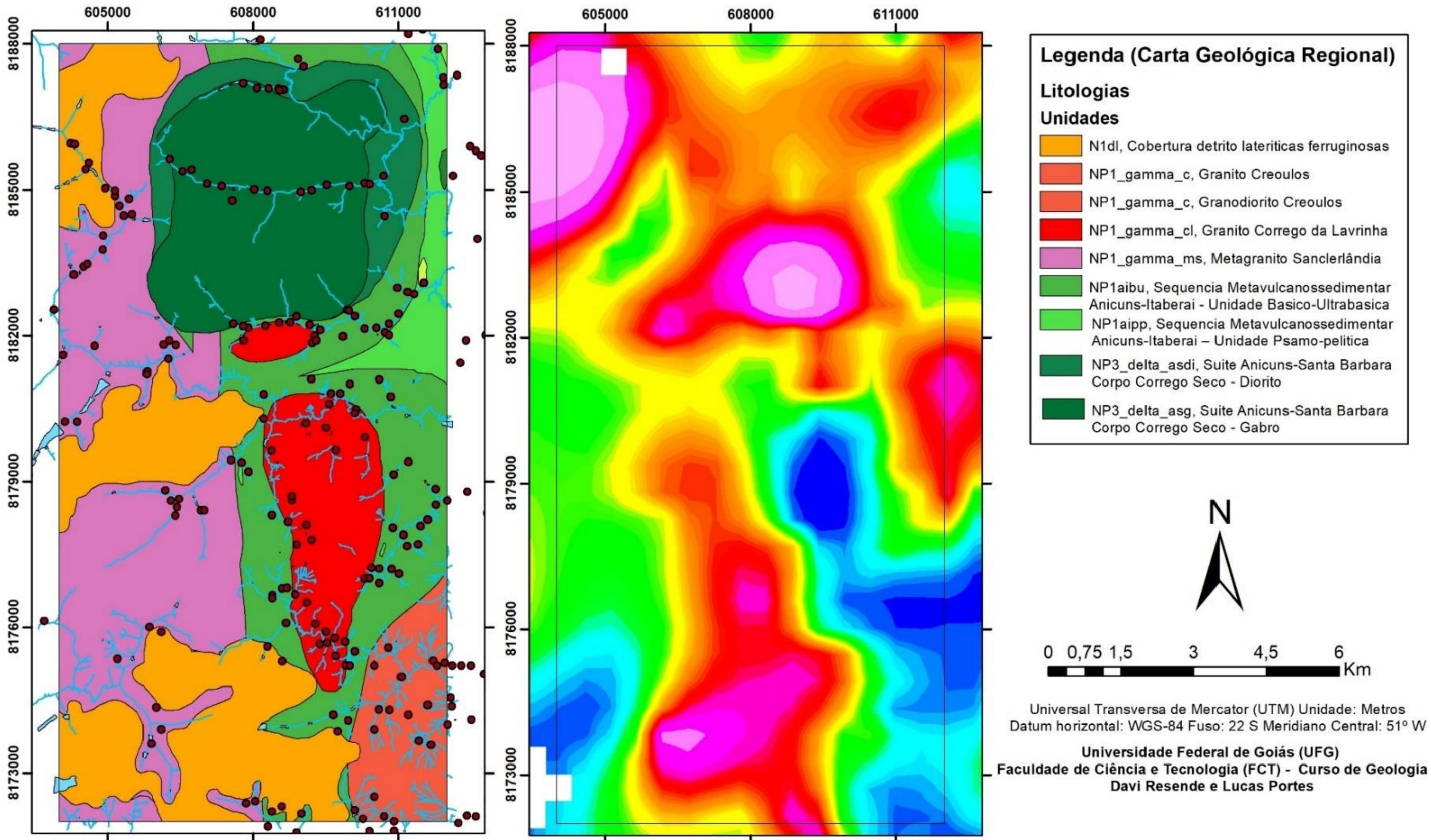
# Cobalto (Co)



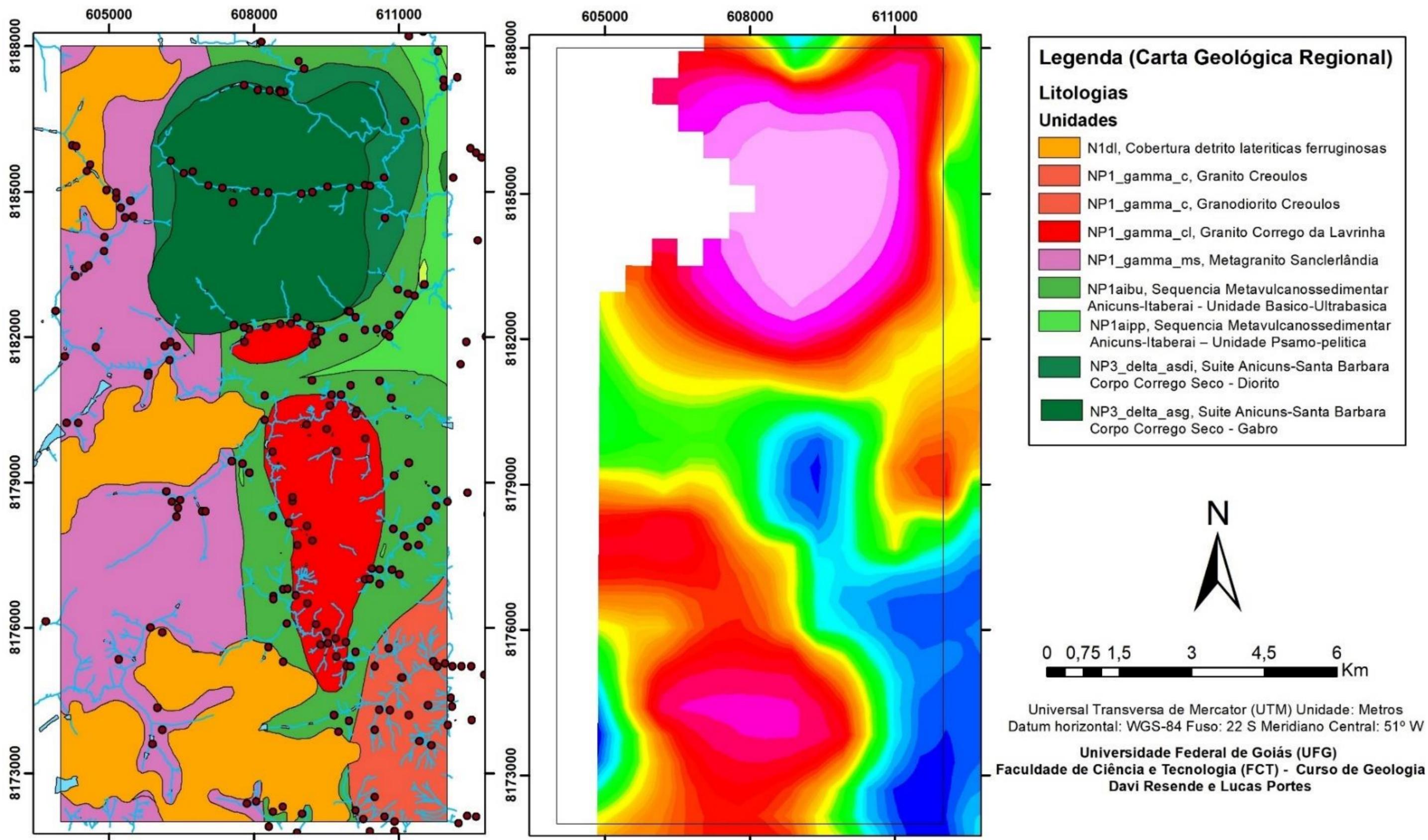
# Cromo (Cr)



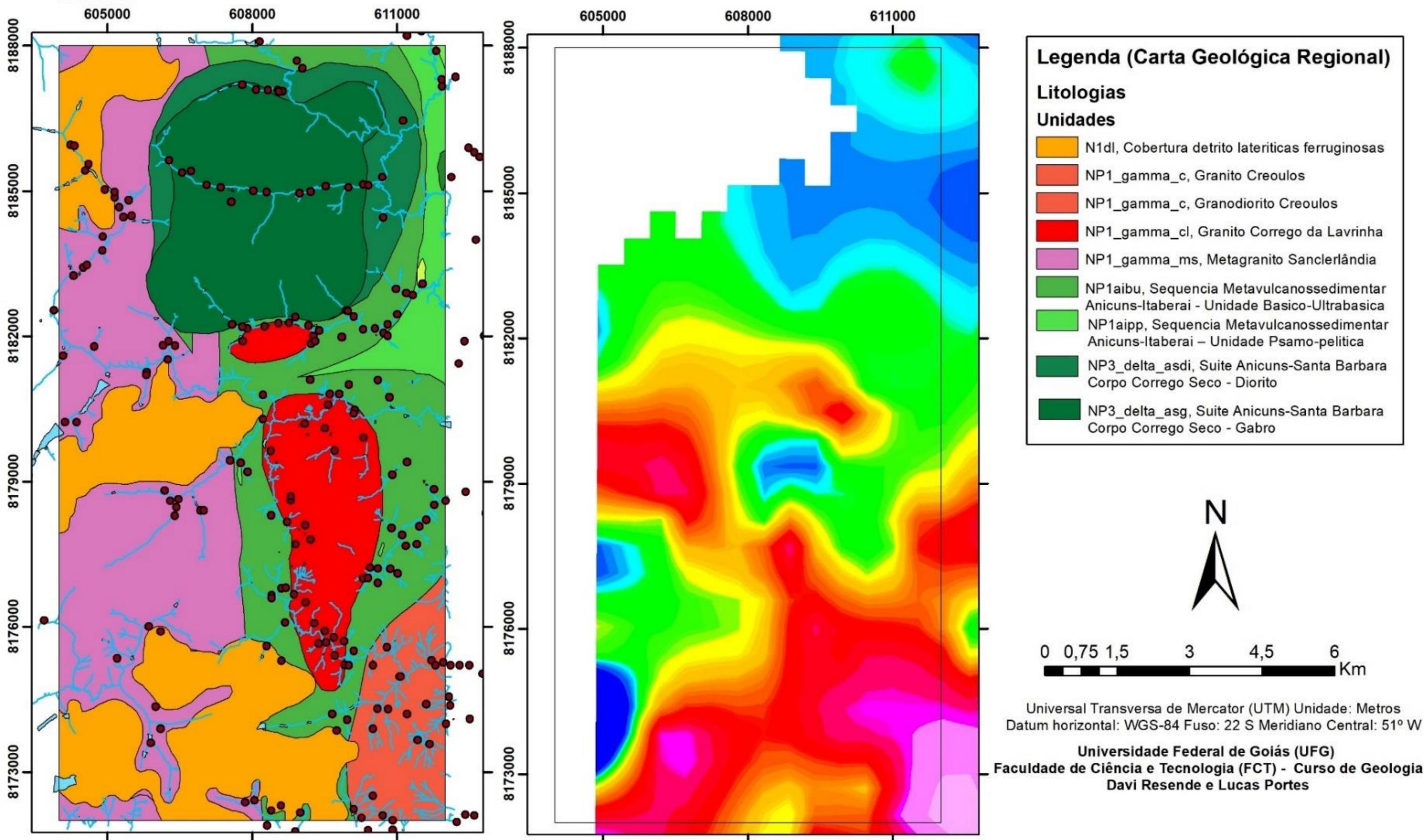
# Cobre (Cu)



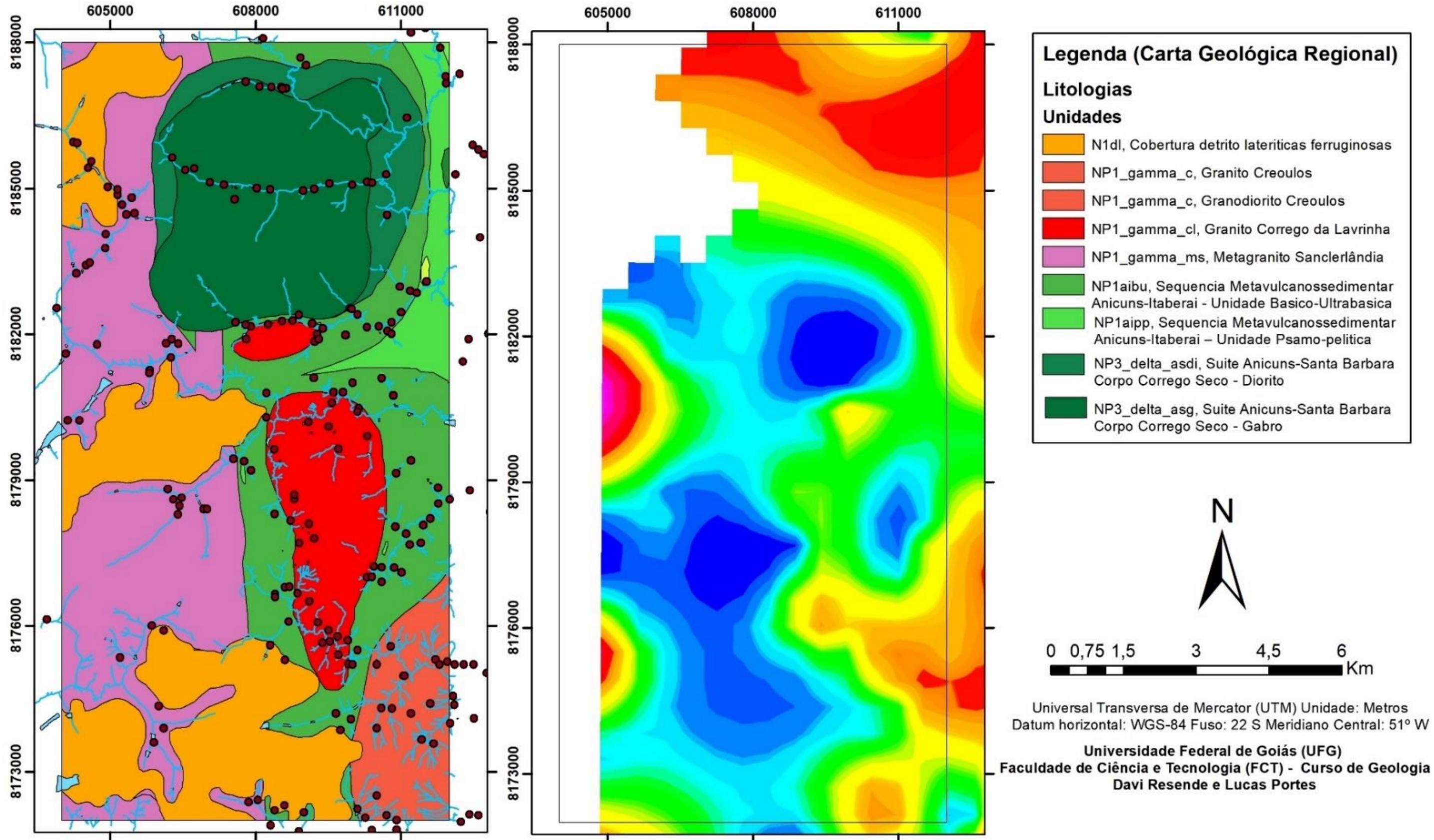
# Ferro (Fe)



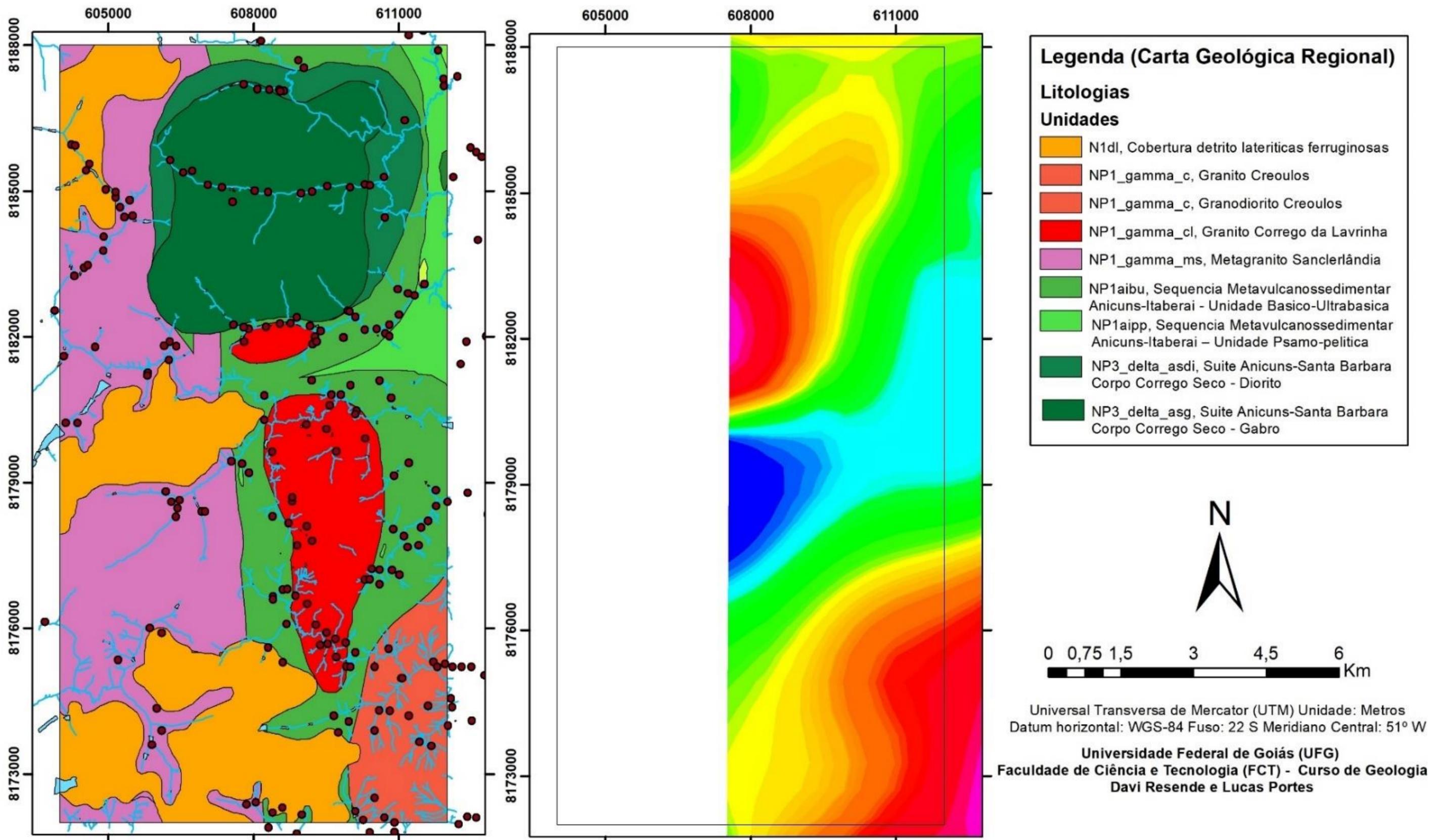
# Gálio(Ga)



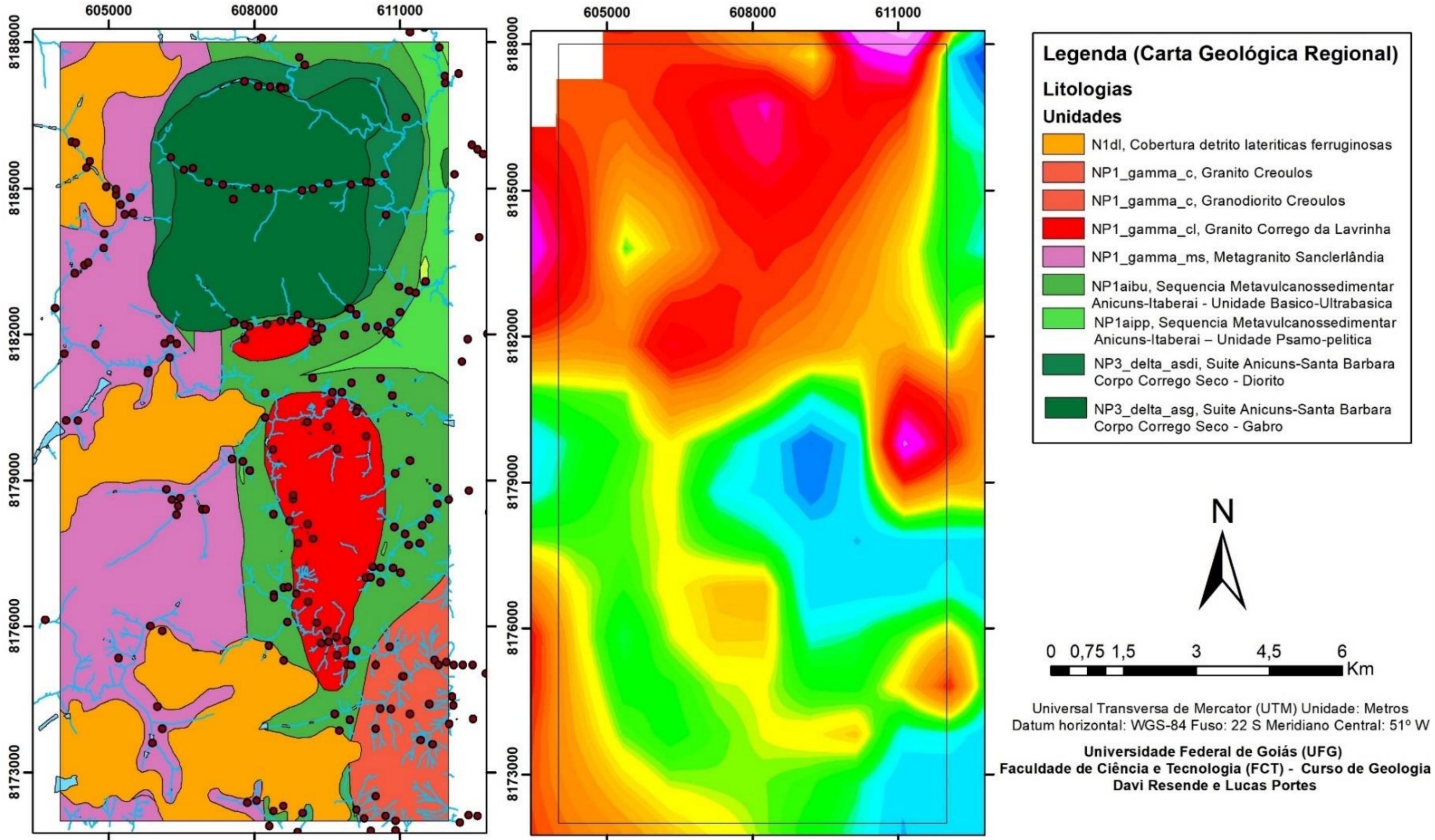
# Lantânio (La)



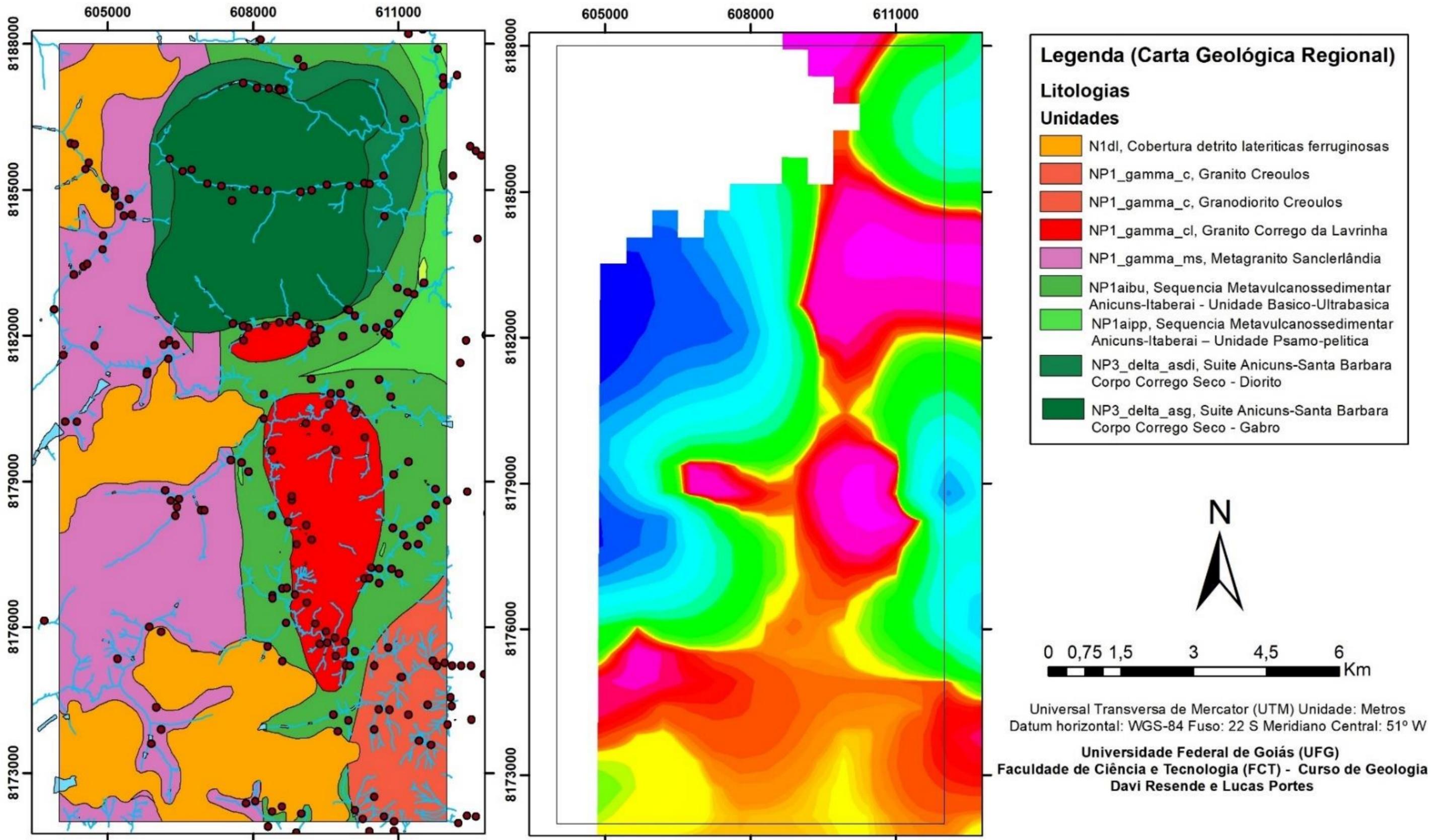
# Magnésio (Mg)



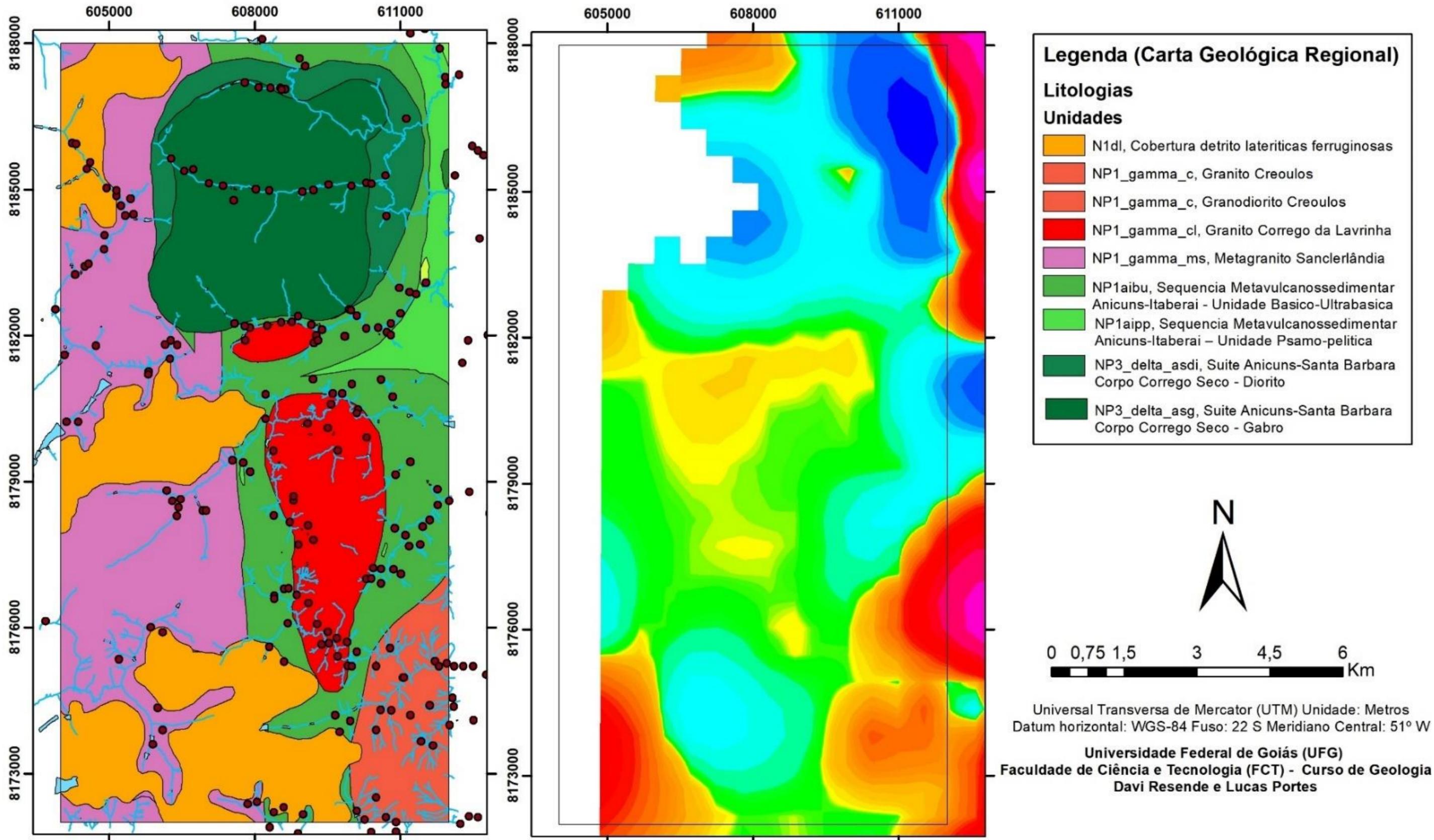
# Manganês (Mn)



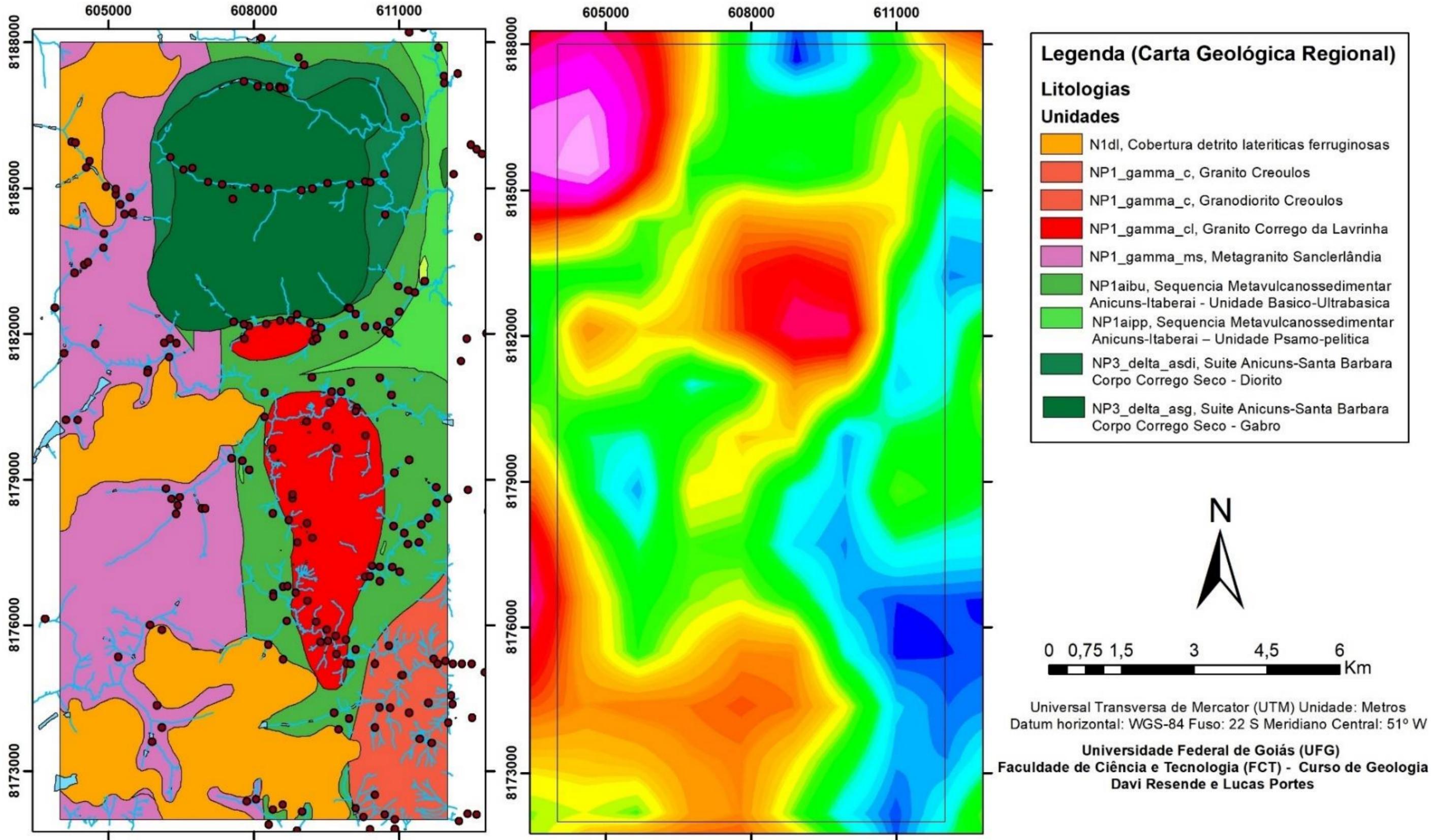
# Molibdênio (Mo)



# Nióbio (Nb)

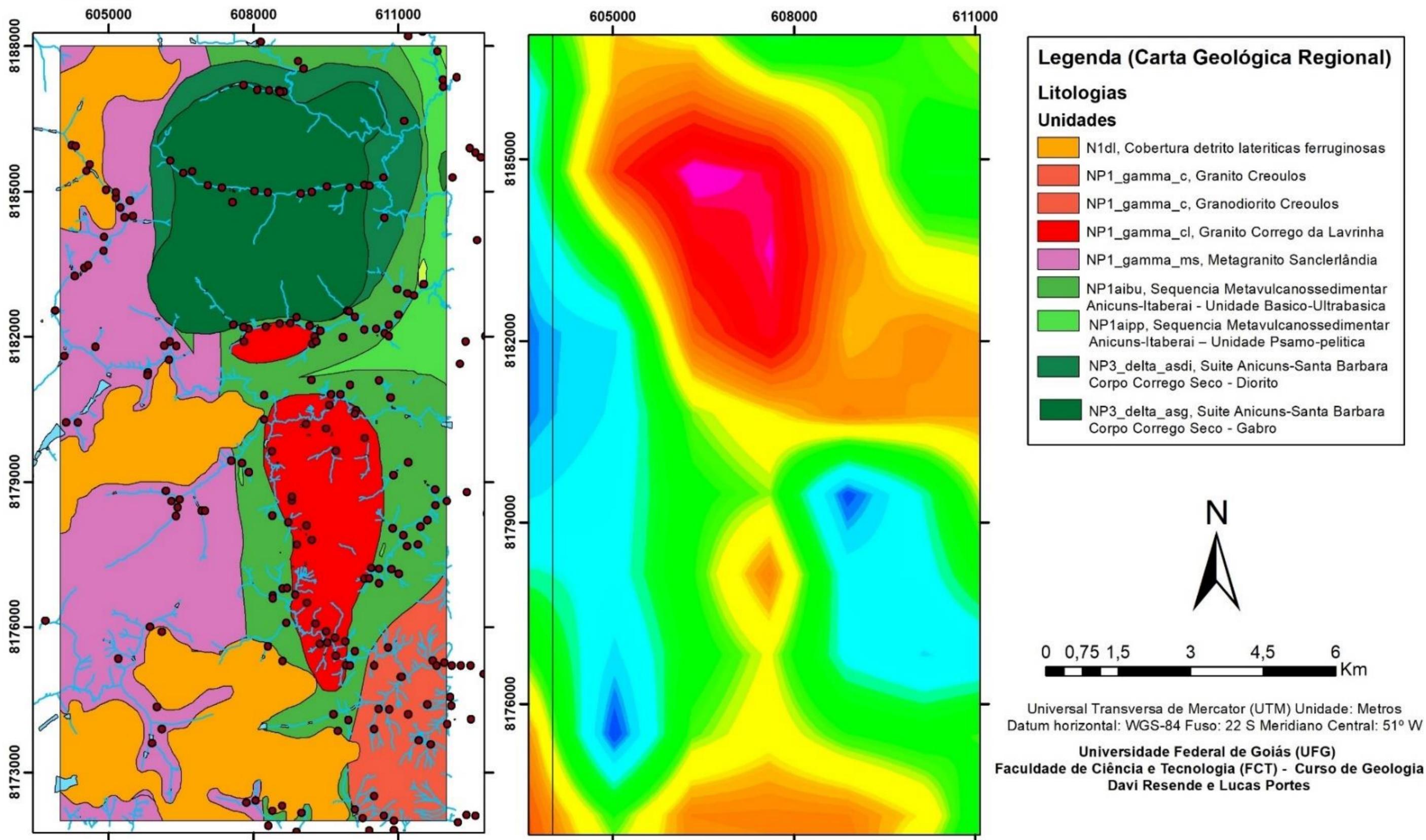


# Níquel (Ni)

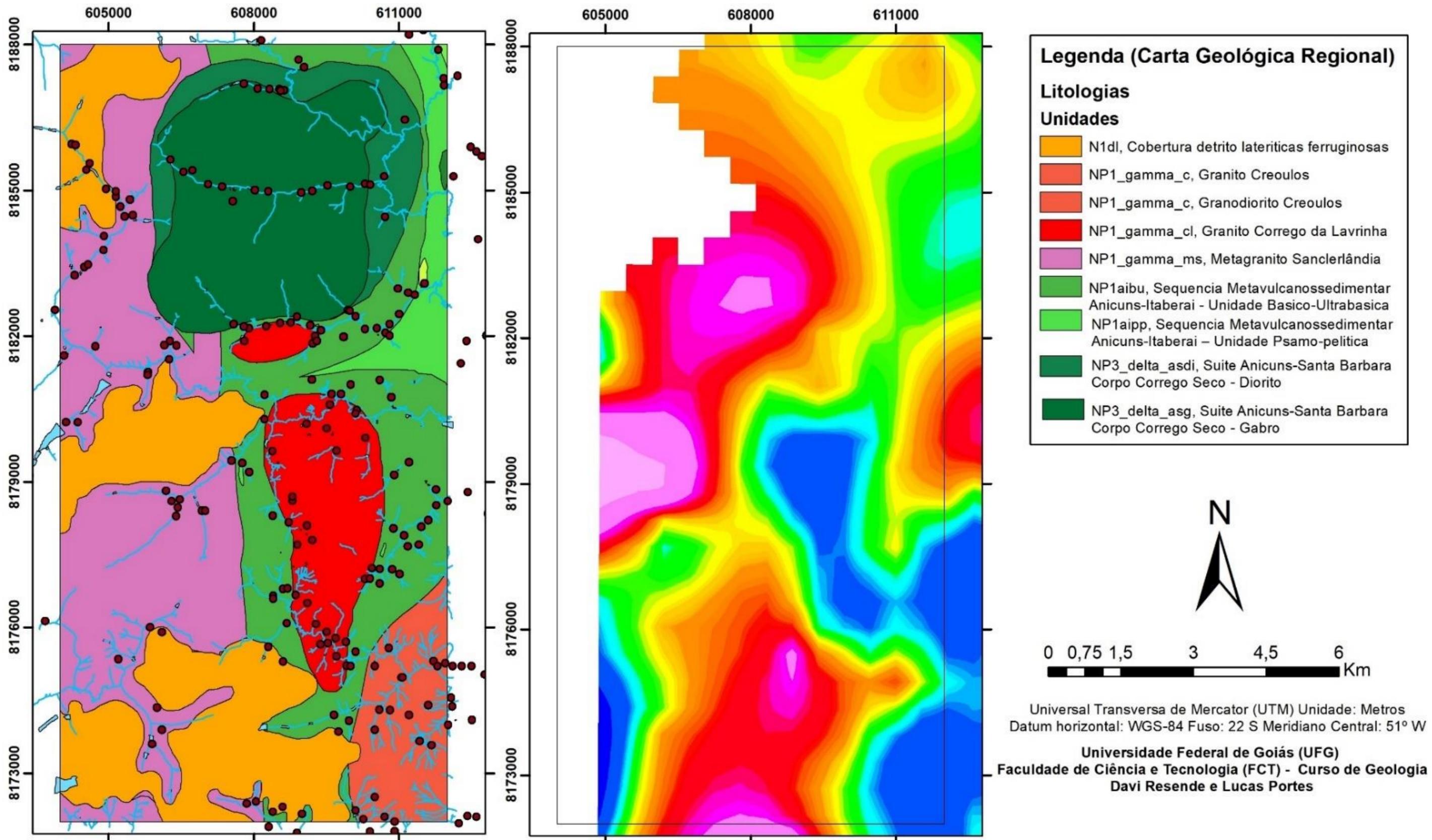


Apêndice XXXIX: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Níquel (Ni).

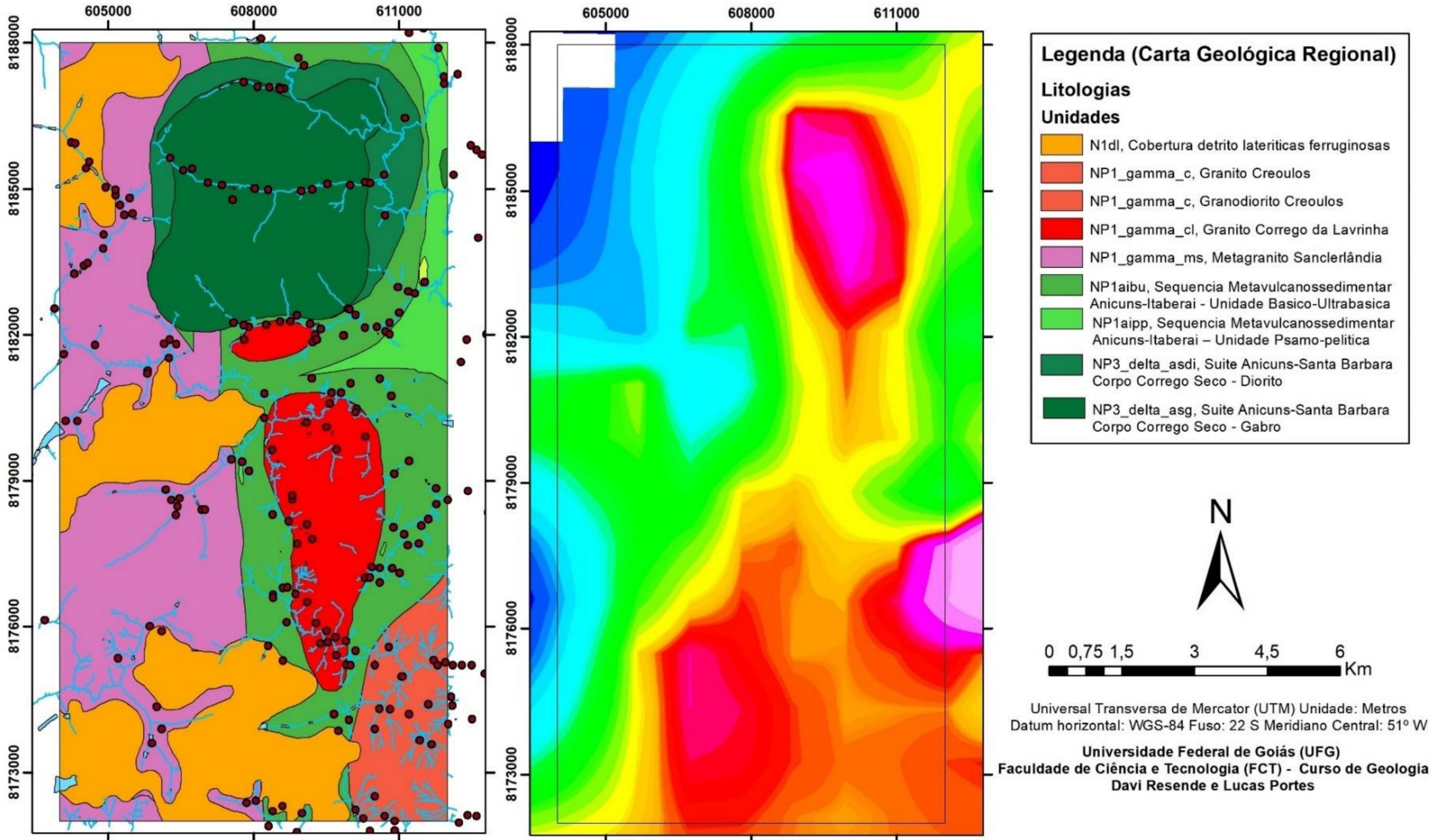
# Chumbo (Pb)



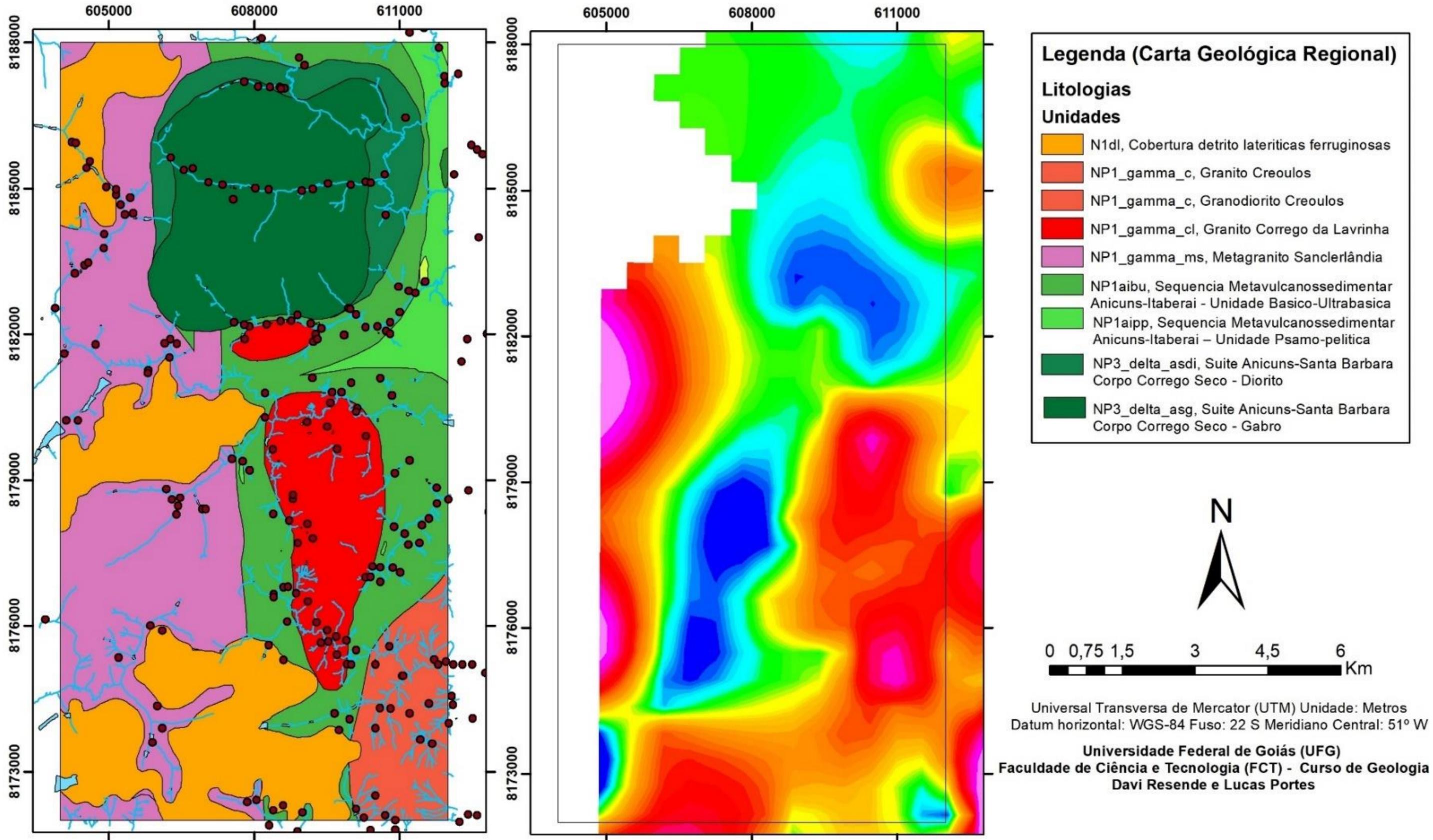
# Escândio (Sc)



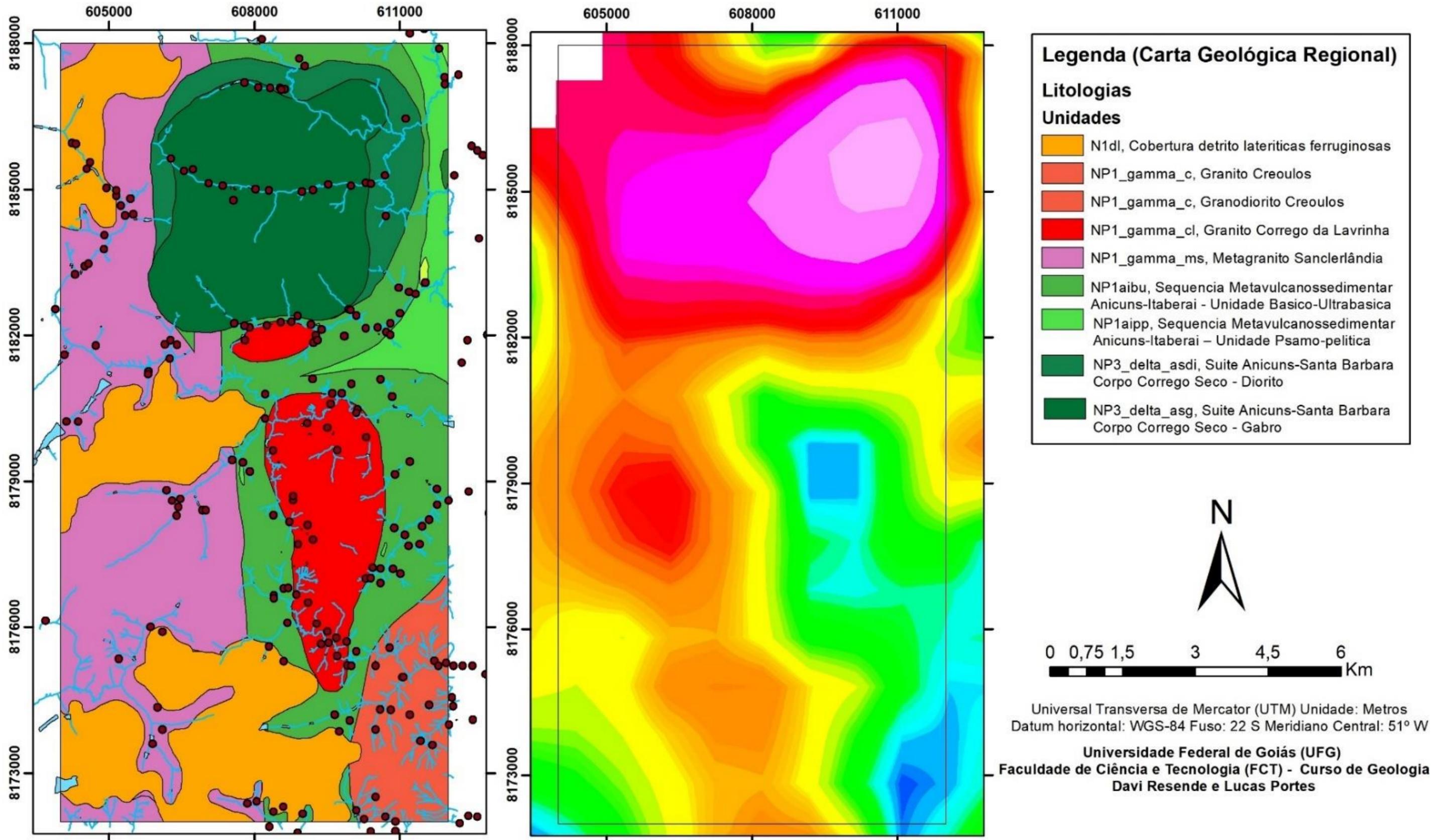
# Estanho (Sn)



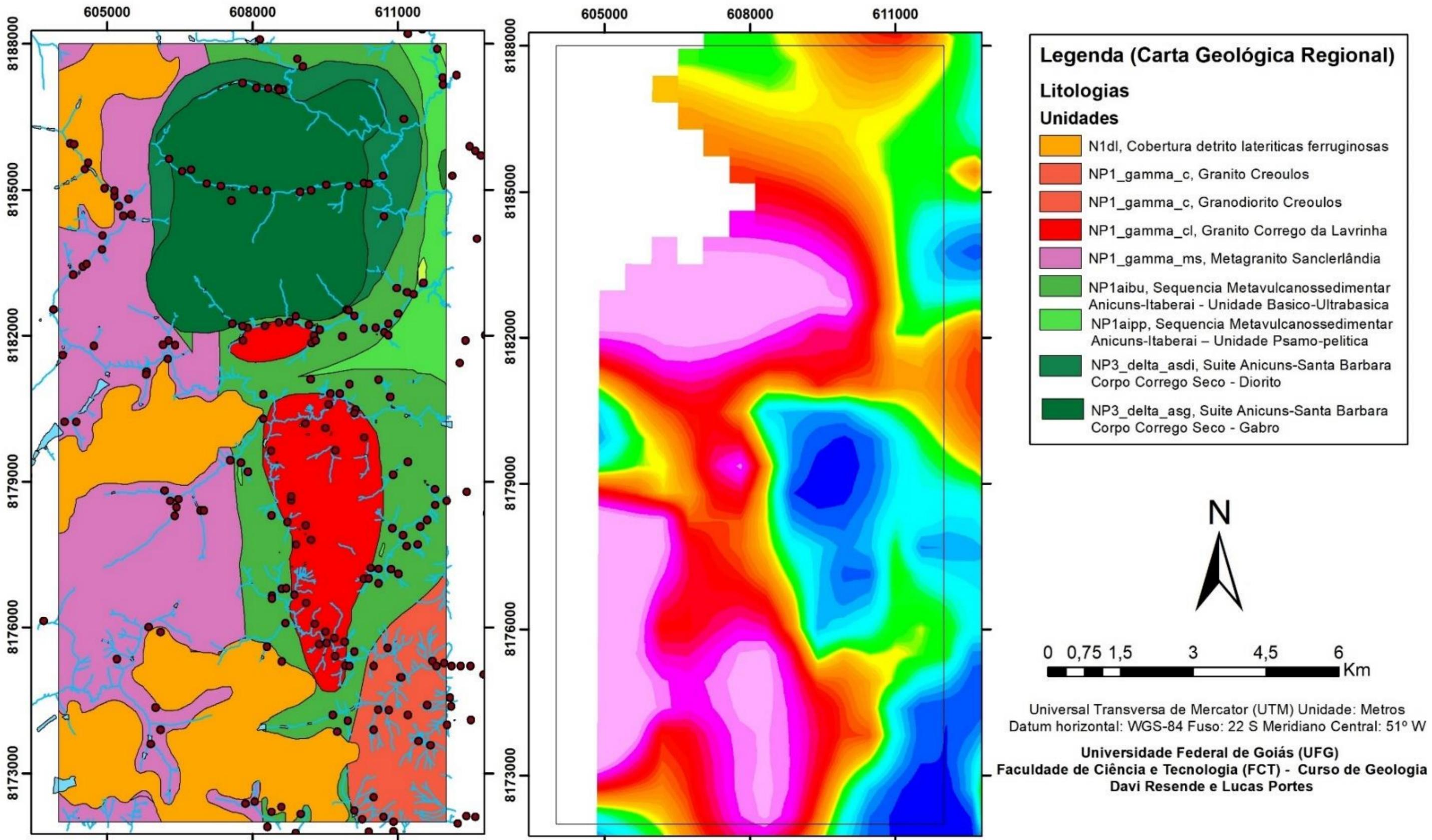
# Ítrio (Y)



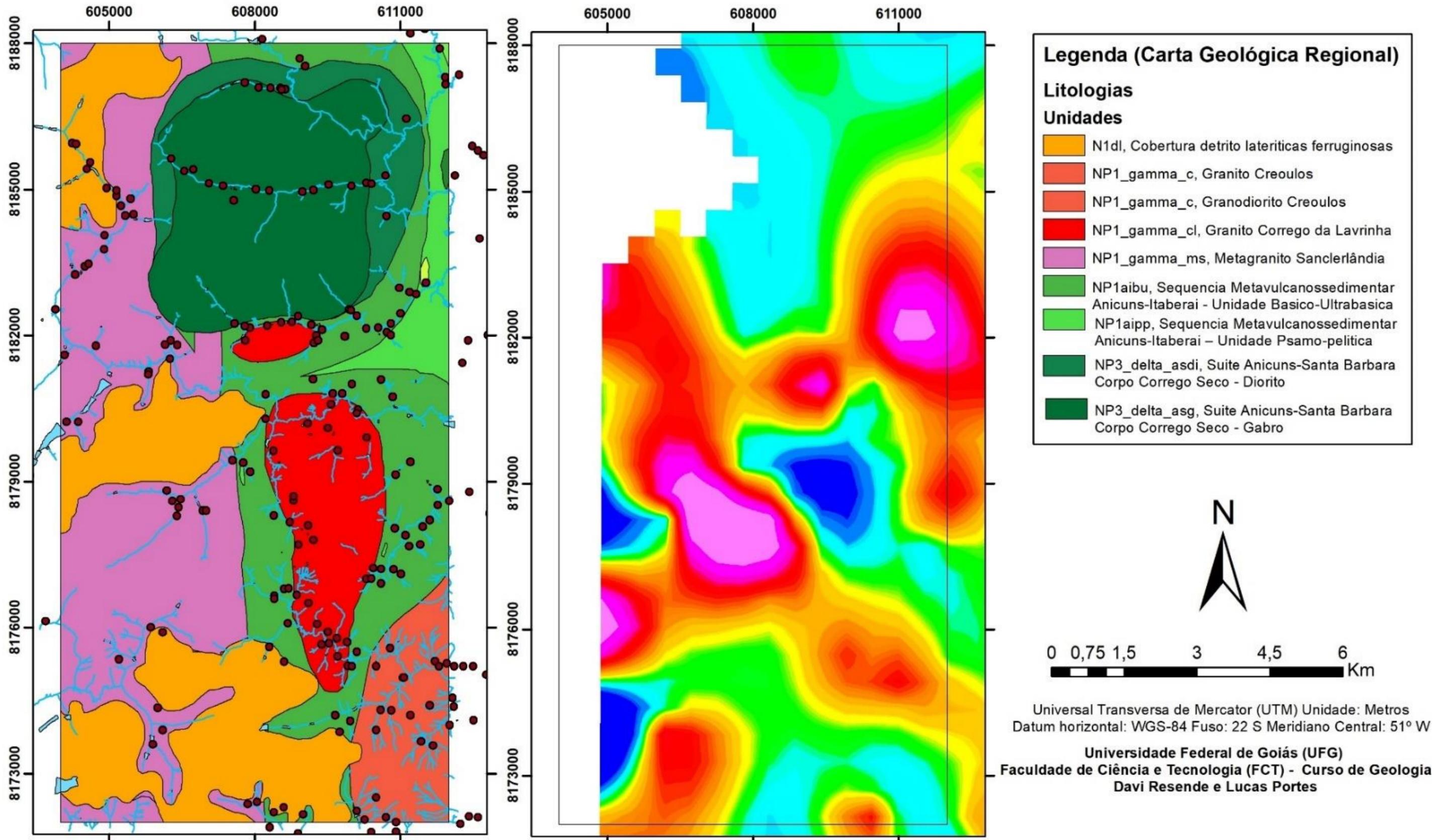
# Vanádio (V)



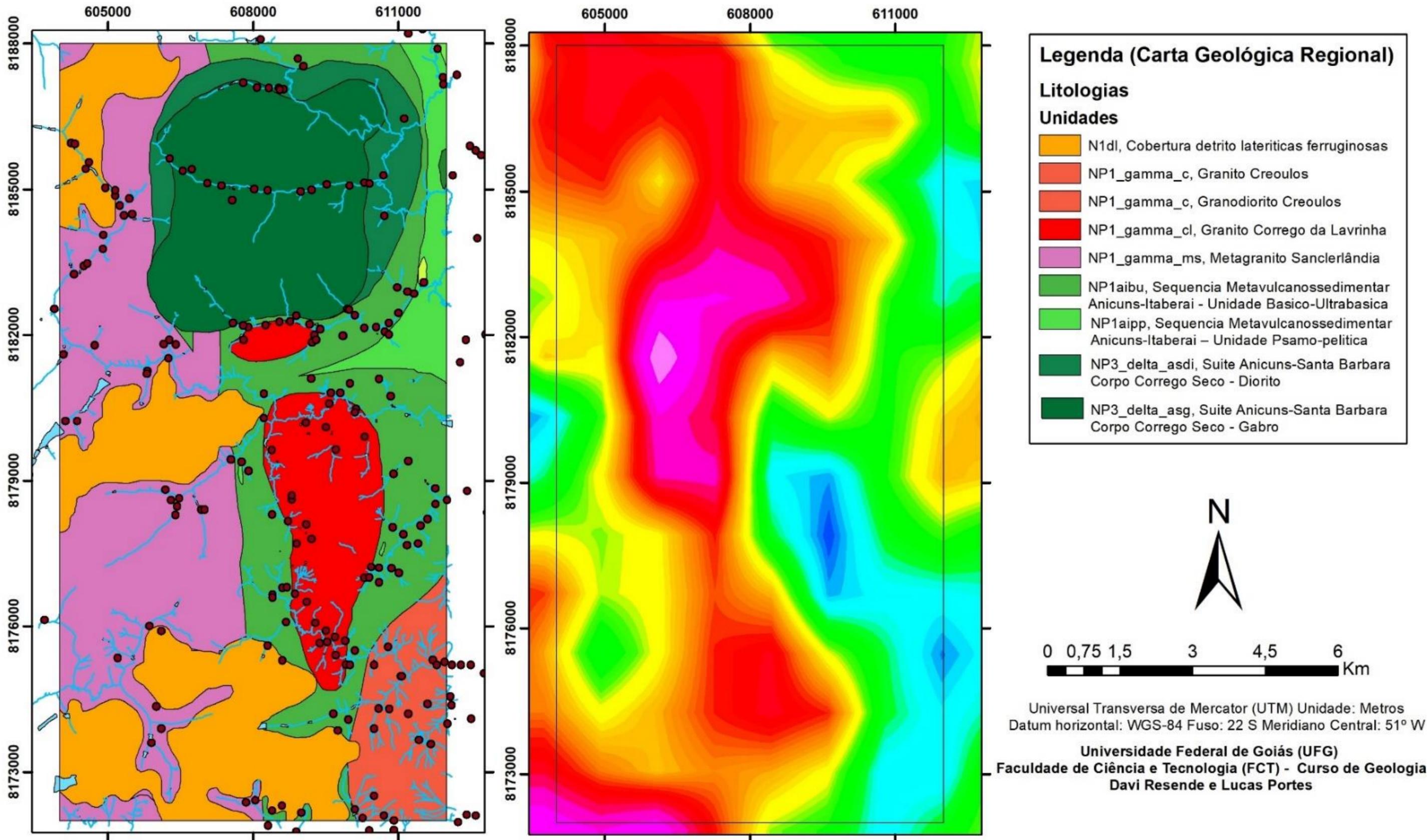
# Titânio (Ti)



# Estrôncio (Sr)

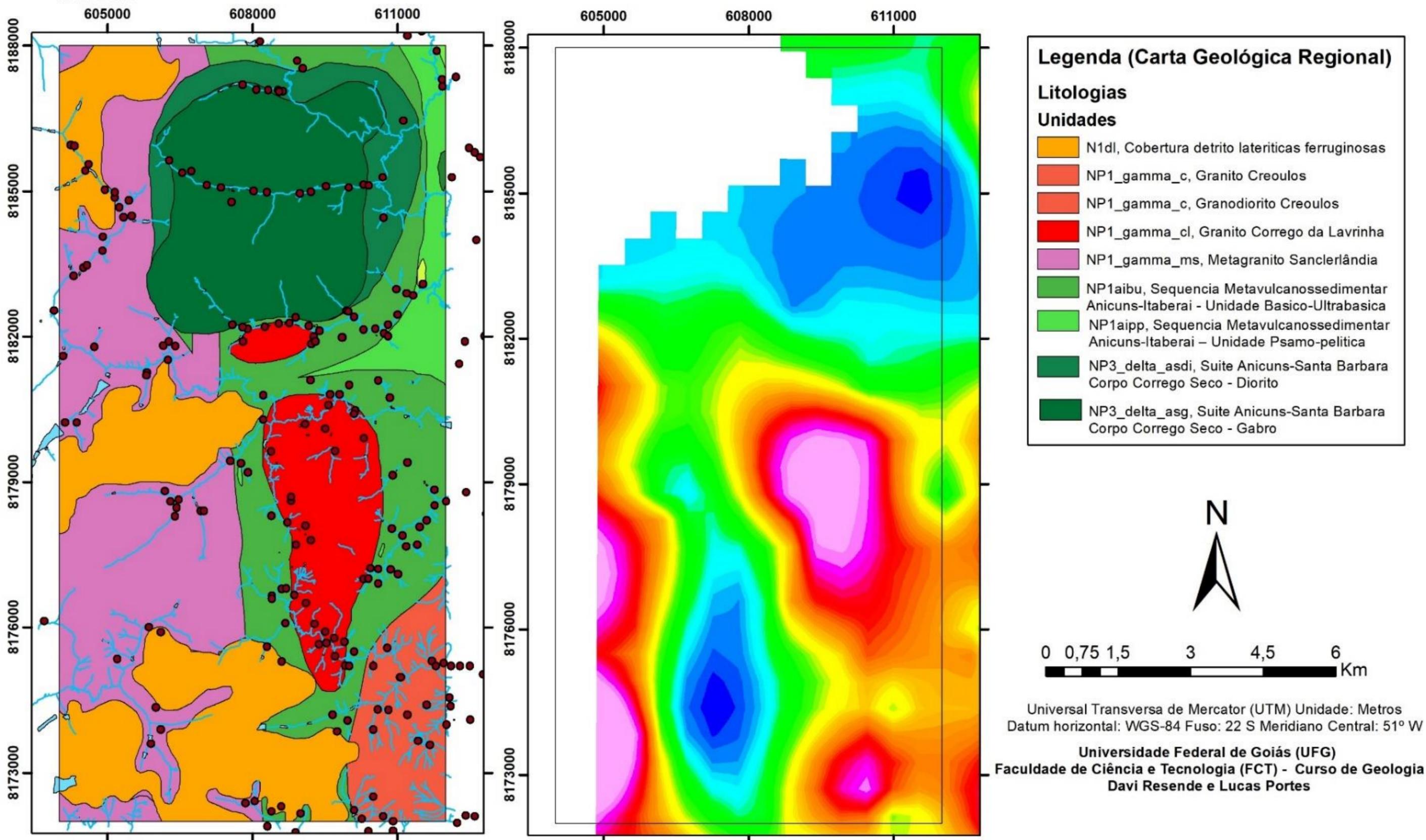


# Zinco (Zn)



Apêndice XLVII: Mapa litológico com pontos de captação das amostras plotados nas respectivas drenagens e mapa de abundância relativa de teor elementar para o Zinco (Zn).

# Zircônio (Zr)



# Bacia em Detalhe - Trabalho Final 2020



**FCT UFG**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

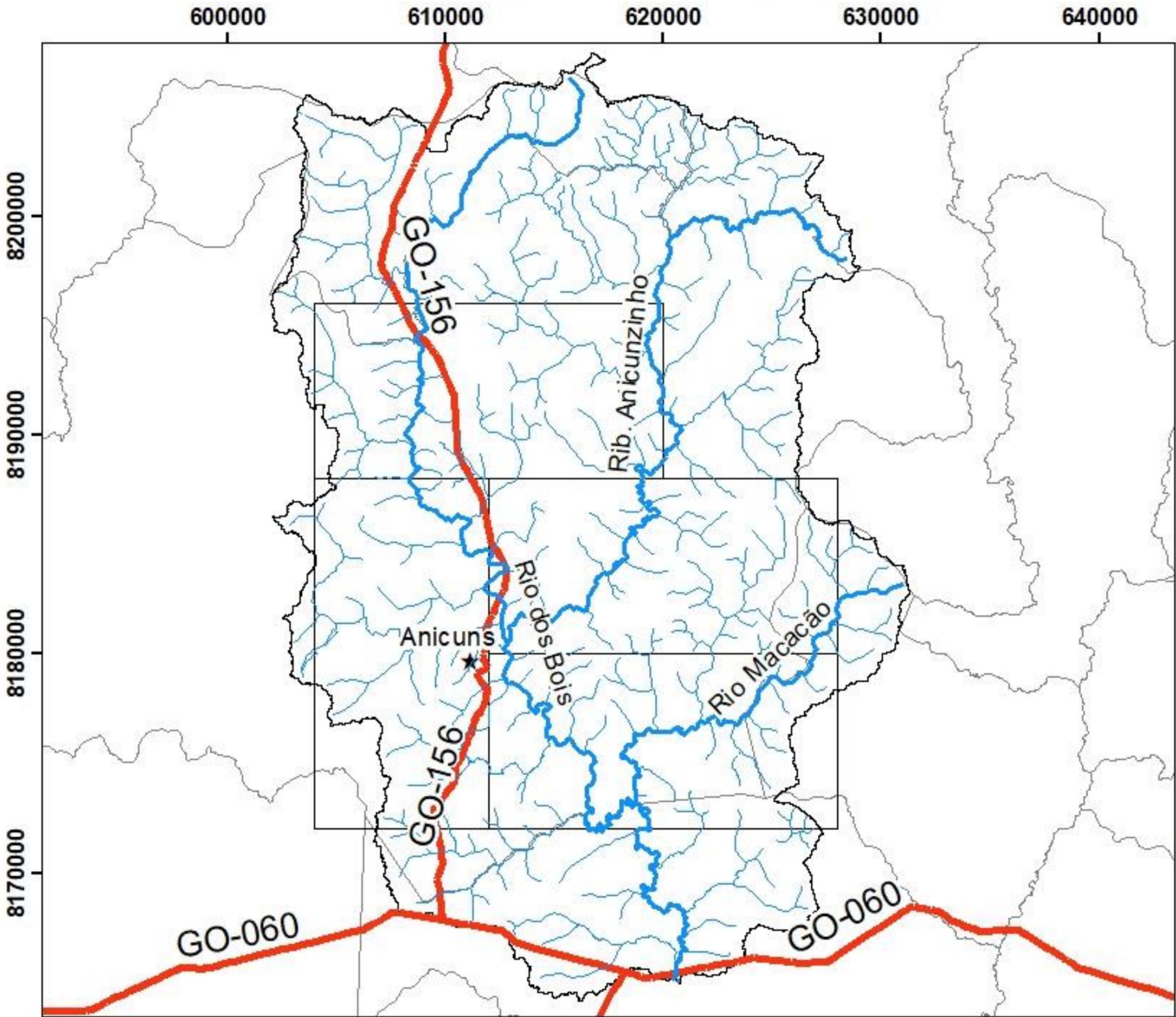
-  Área TF\_2020
-  Municípios
-  Bacia Hidrográfica
-  Drenagens
-  Cidade



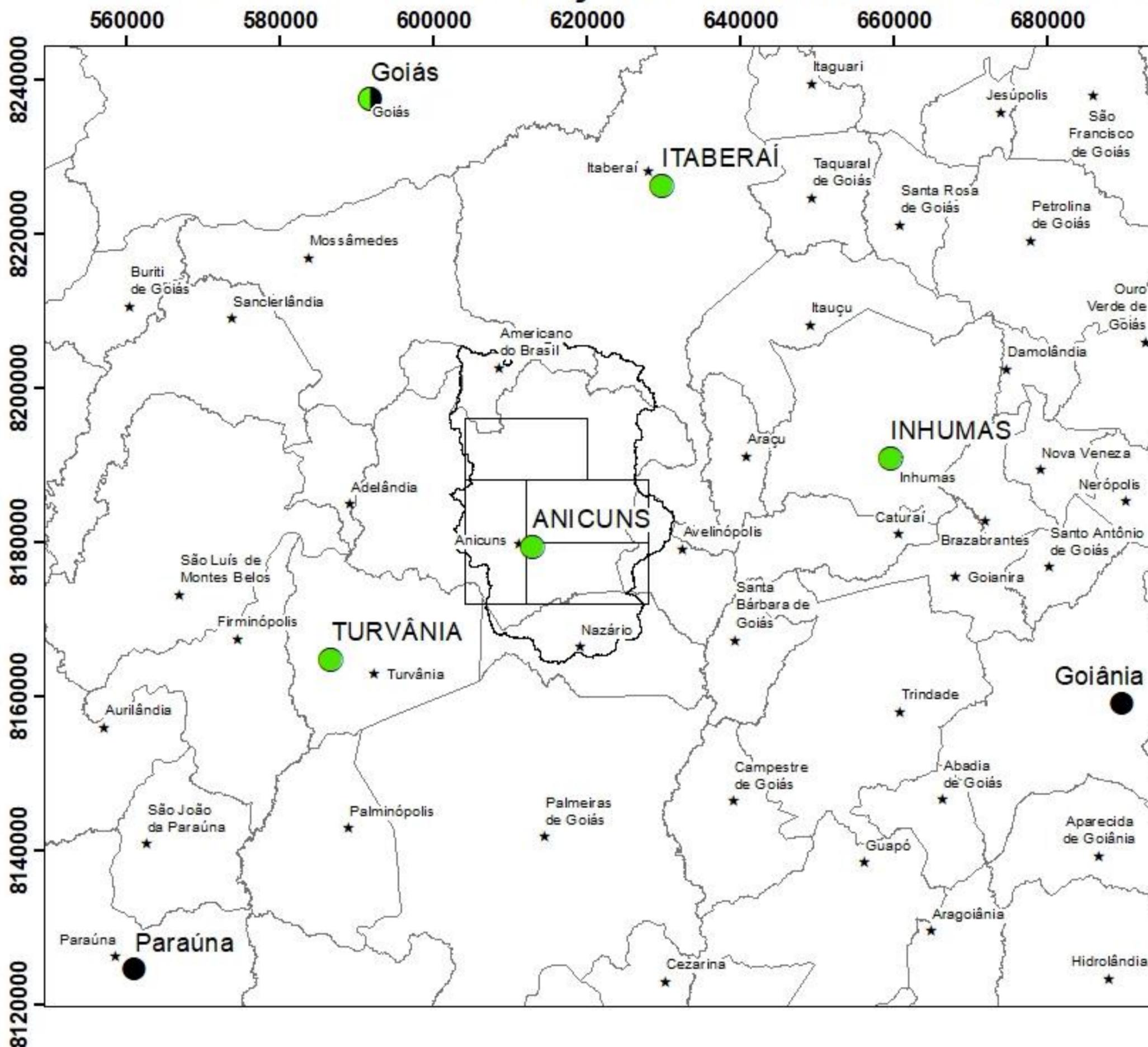
0 2.5 5 7.5 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Resende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás



# Bacia Delimitada e Estações Utilizadas - Trabalho Final 2020



**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

-  Área TF\_2020
-  Municípios
-  Bacia Hidrográfica
-  Cidade
-  Estações Pluviométricas
-  Estações Meteorológicas

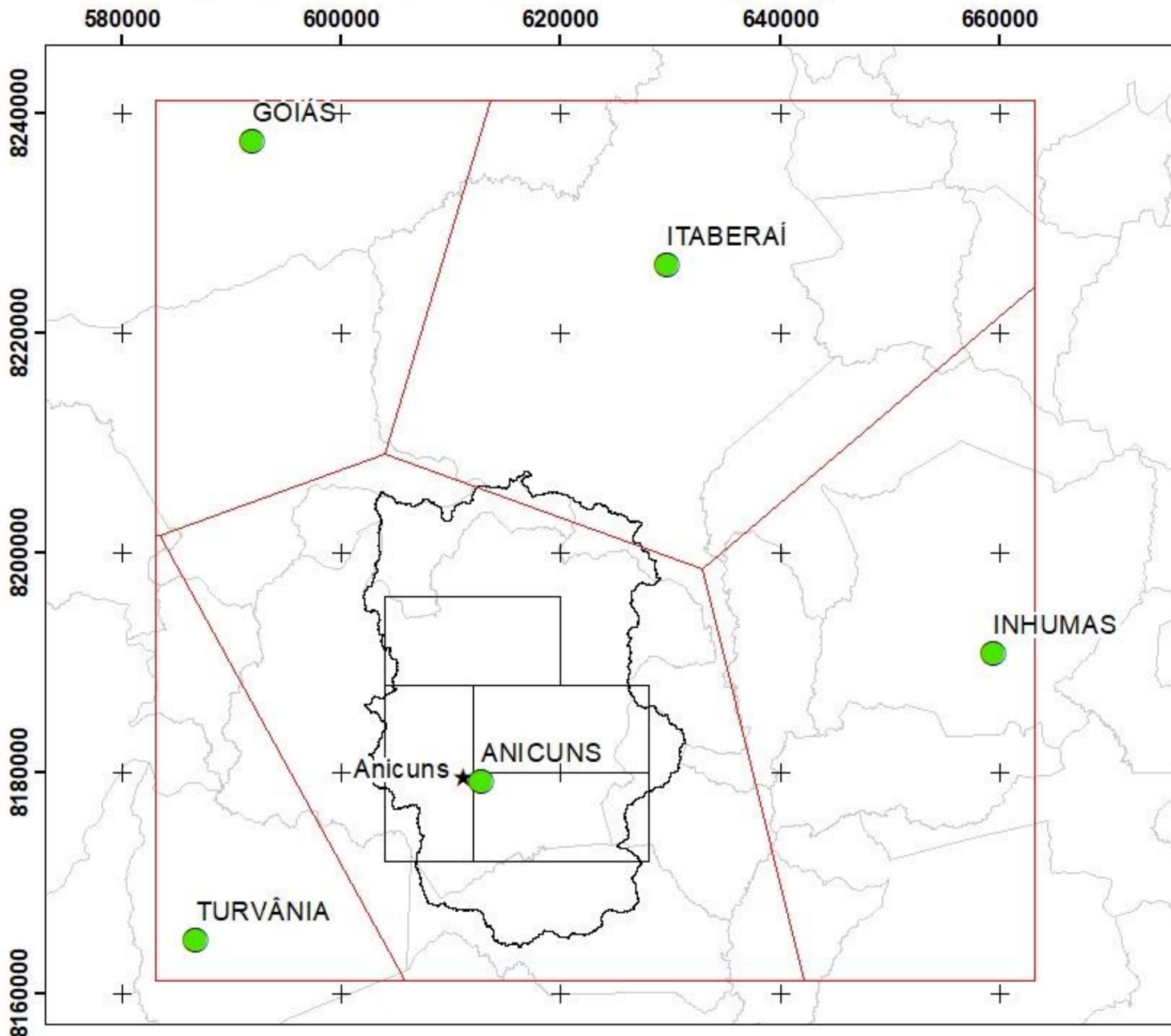


0 7 14 21 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Resende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

# Polígonos de Thiessen - Precipitação - Trabalho Final 2020



**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

-  Área TF\_2020
-  Municípios
-  Bacia Hidrográfica
-  Polígonos de Thiessen
-  Cidade
-  Estações Pluviométricas



0 5 10 15 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Resende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

# Precipitação na Bacia - Trabalho Final 2020

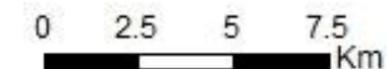
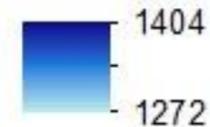


**FCT UFG**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

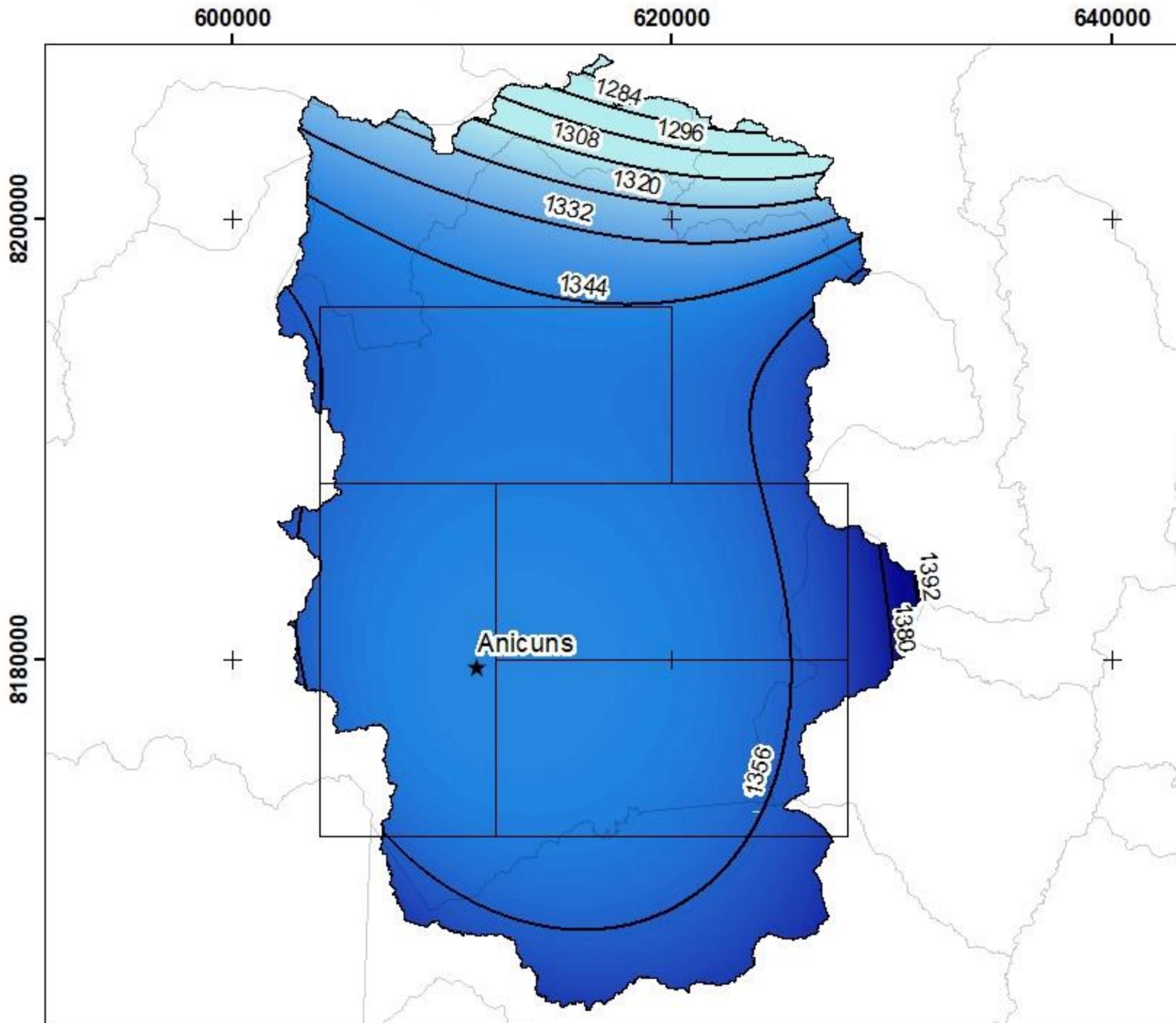
- Área TF\_2020
- Municípios
- Bacia Hidrográfica
- Isolinhas de Precipitação
- Cidade

Precipitação (mm):

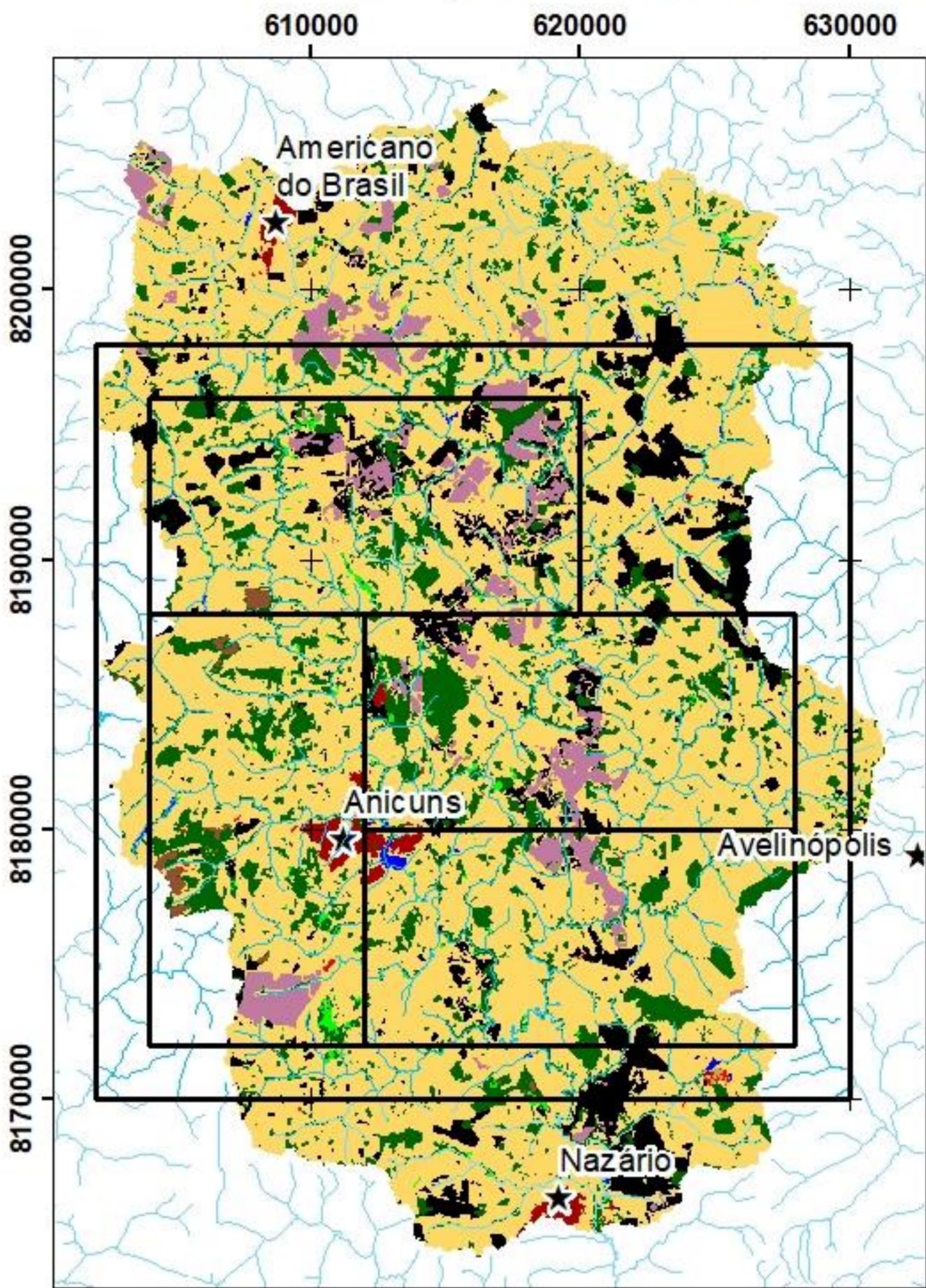


Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
Geologia  
André Luiz Gonçalves e Silva  
Davi Resende Messias  
Lara Maciel Feitosa  
Lucas Portes Ramos  
Marco Túlio Guimarães  
Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
Rafael Ayres Gontijo  
Silvencler Batista Bezerra  
Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

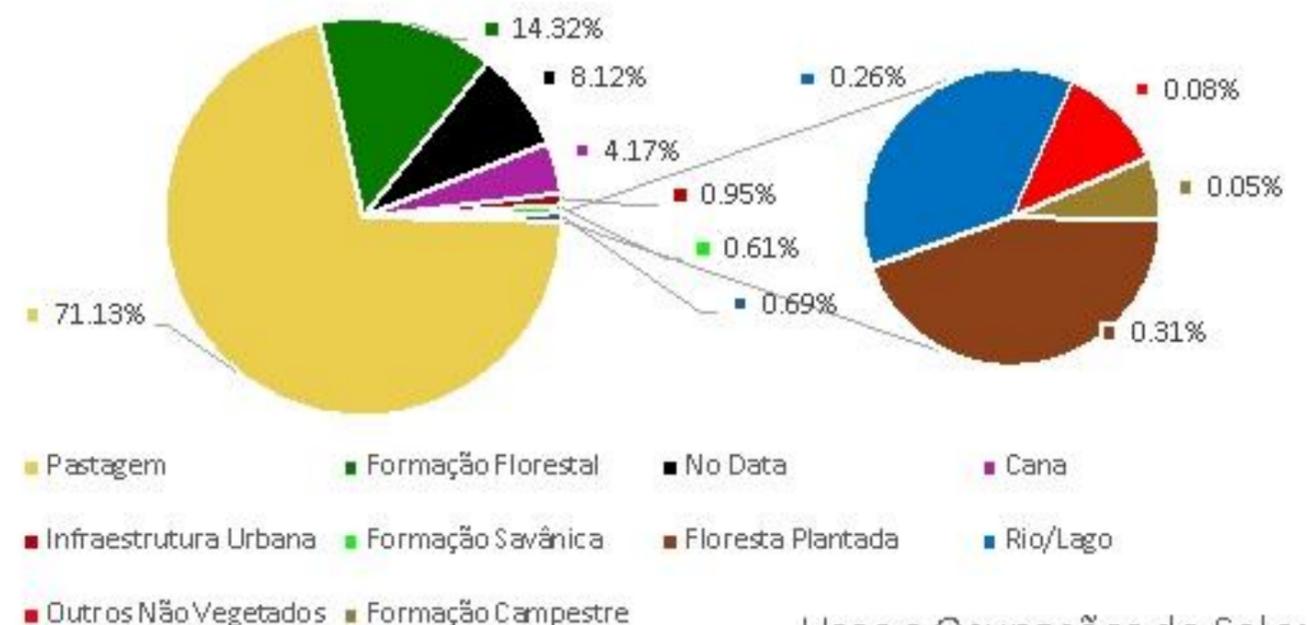


# Mapa de Uso do Solo do Trabalho Final 2020



Uso e Ocupação do Solo	Area (Ha)
Pastagem	63018
Formação Florestal	12691
No Data	7196
Cana	3694
Infraestrutura Urbana	840
Formação Savânica	543
Floresta Plantada	271
Rio/Lago	228
Outros Não Vegetados	72
Formação Campestre	42

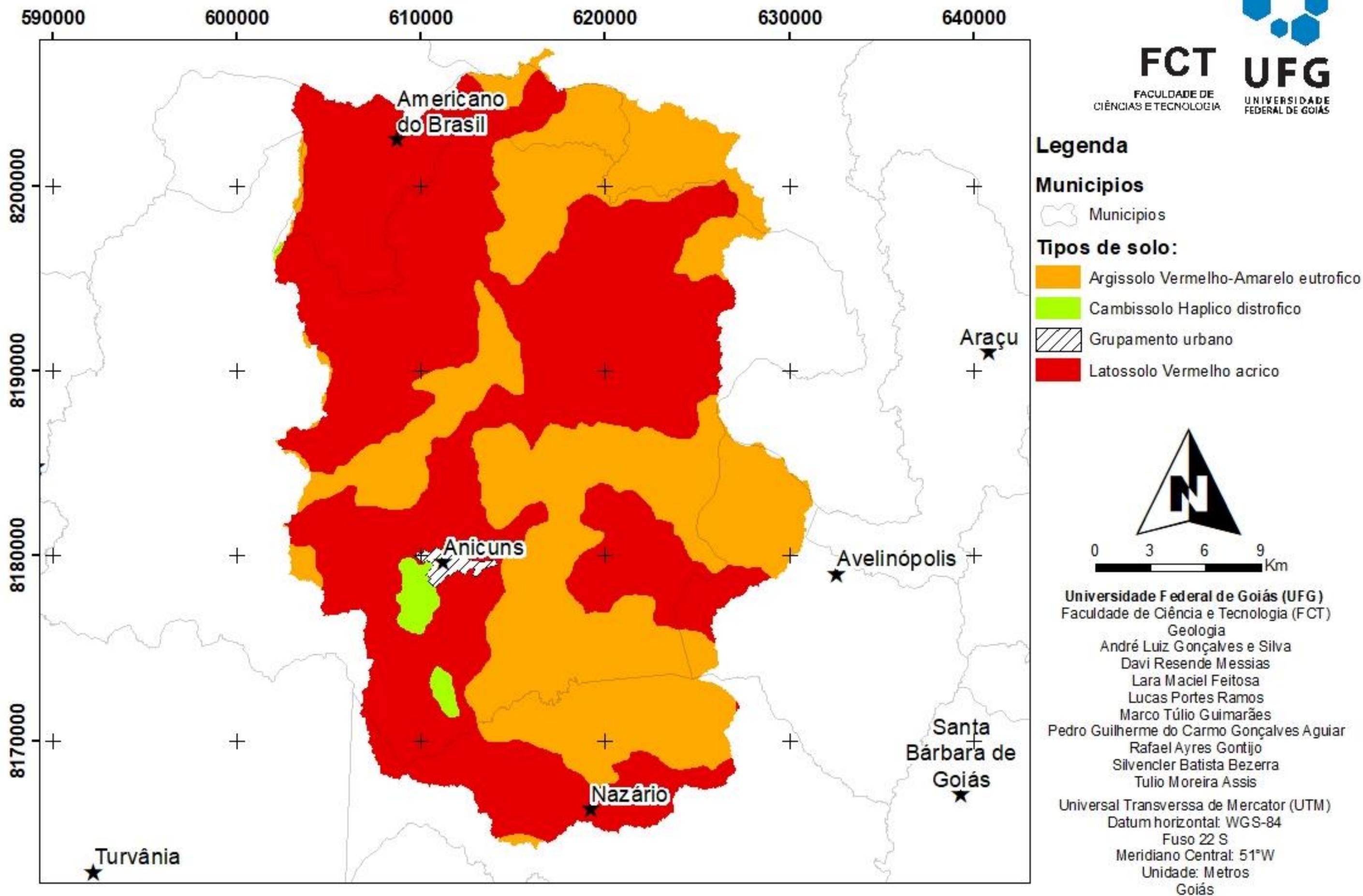
**Legenda**  Áreas TF 2020 ~ Drenagens CPRM 2020



Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Resende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvenoler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

# Mapa de Tipos de Solo do Trabalho Final 2020



# Perda de solo na área da bacia - Trabalho Final 2020



**FCT UFG**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

- Área TF\_2020
- Municípios
- Bacia Hidrográfica

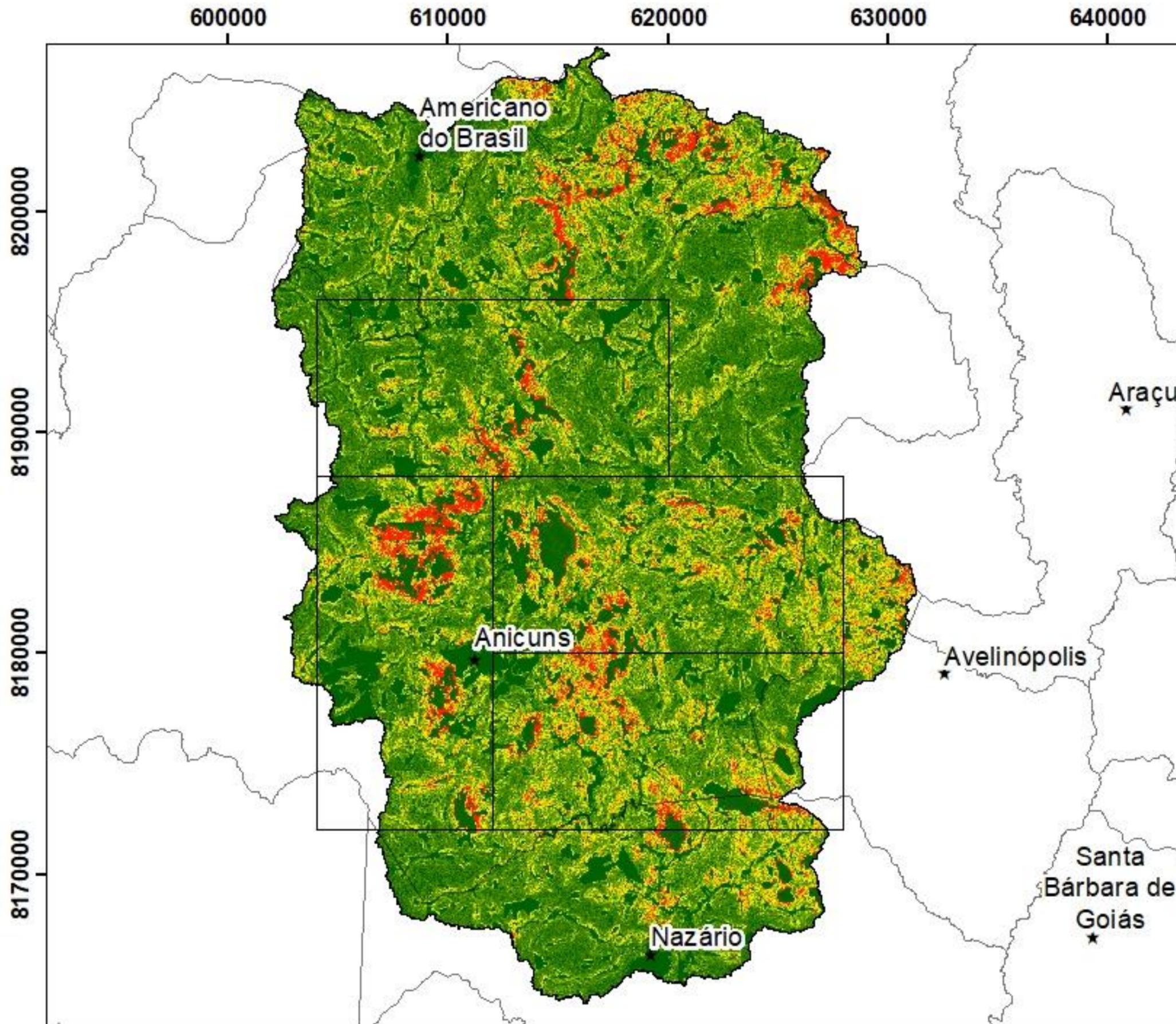
- ★ Cidade
- Perda de solo (ton/ha\*ano):
- High : 611.819
- Low : 0



0 2.5 5 7.5 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
Geologia  
André Luiz Gonçalves e Silva  
Davi Resende Messias  
Lara Maciel Feitosa  
Lucas Portes Ramos  
Marco Túlio Guimarães  
Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
Rafael Ayres Gontijo  
Silvencler Batista Bezerra  
Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



# Susceptibilidade a Erosão - Trabalho Final 2020



**FCT UFG**  
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

- Área TF\_2020
- Municípios
- Bacia Hidrográfica
- Cidade

Susceptibilidade:

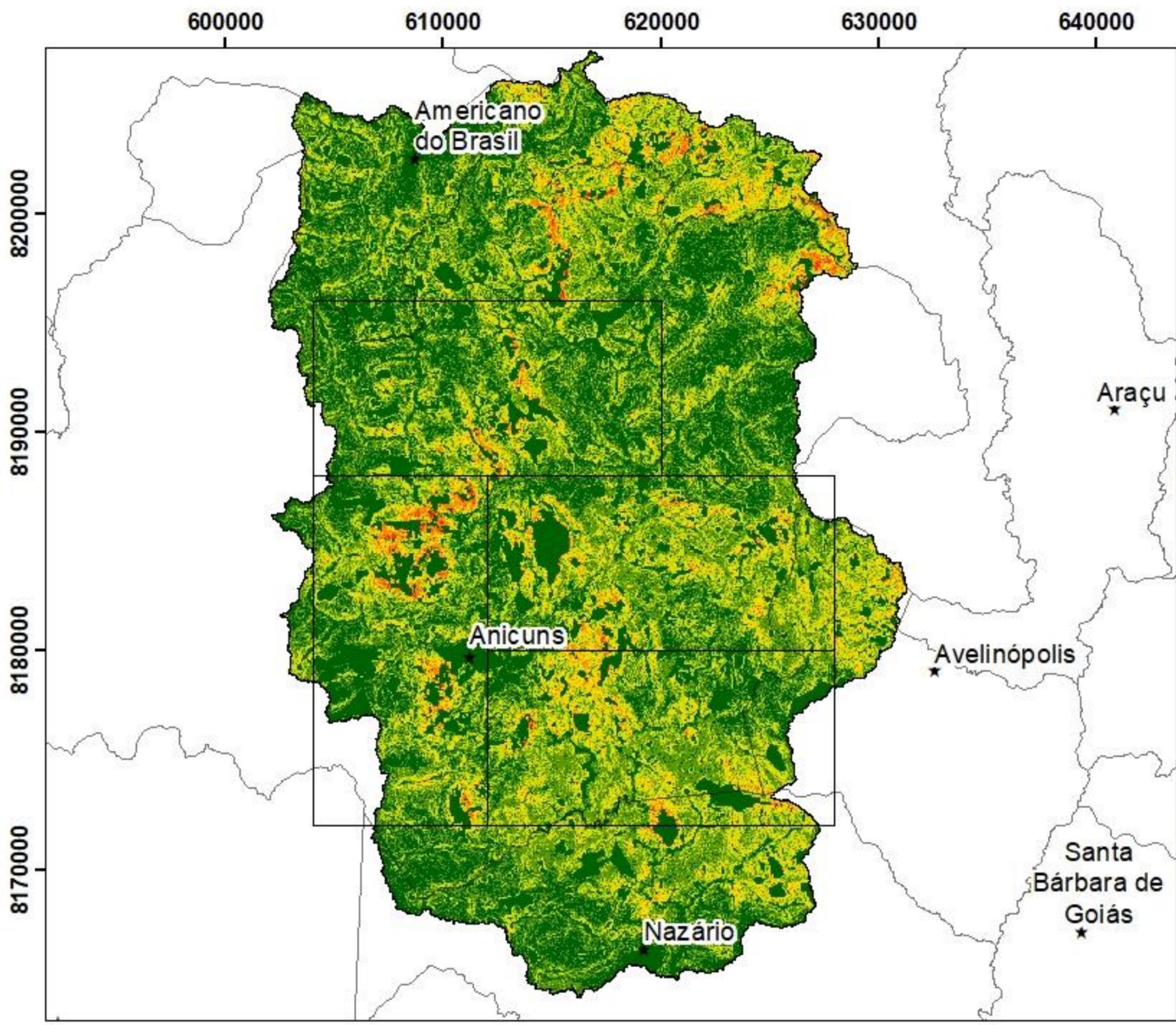
Fraca	Muito Alta
Moderada	Severa
Alta	Muito Severa



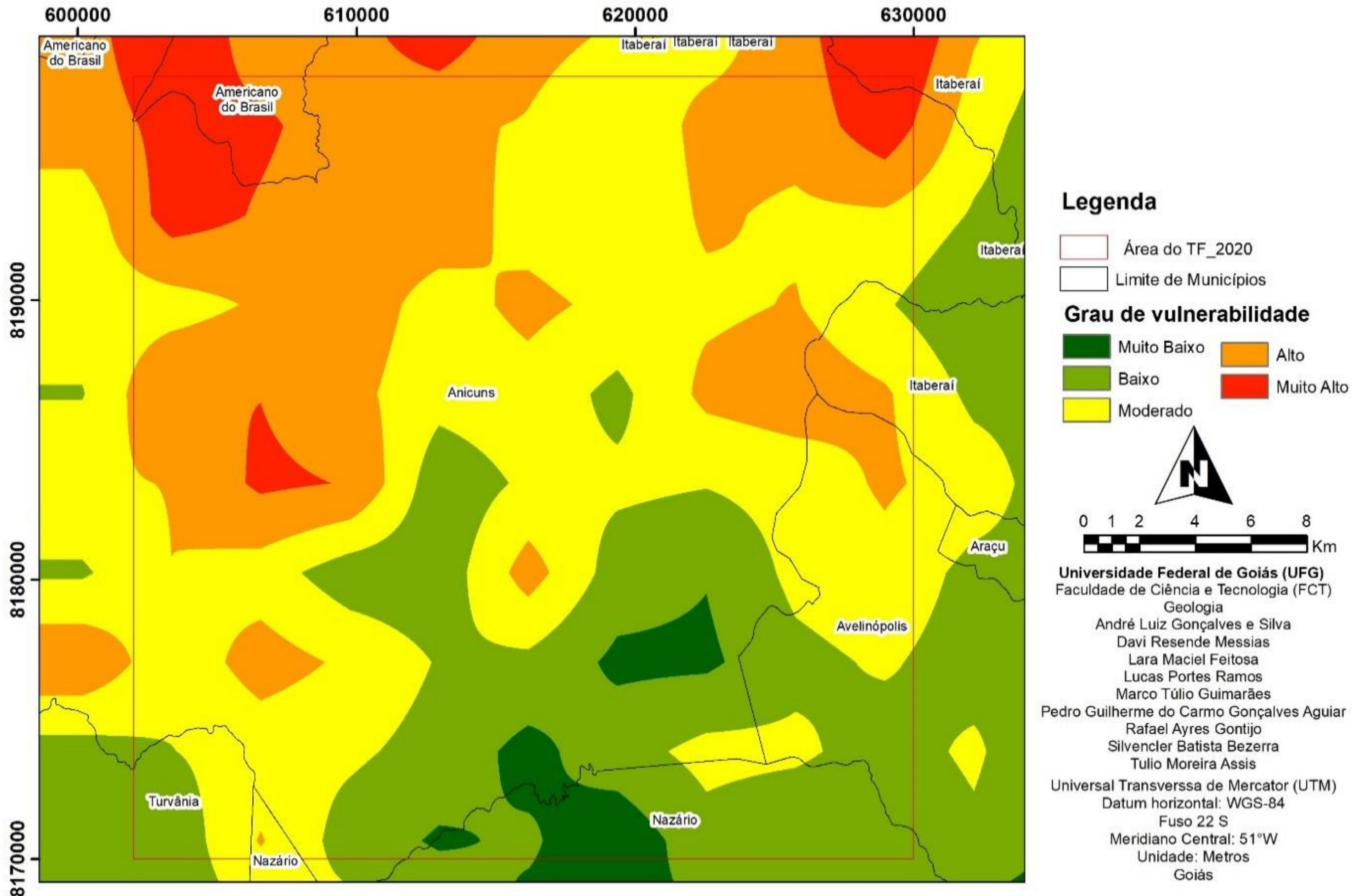
0 2.5 5 7.5 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Resende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

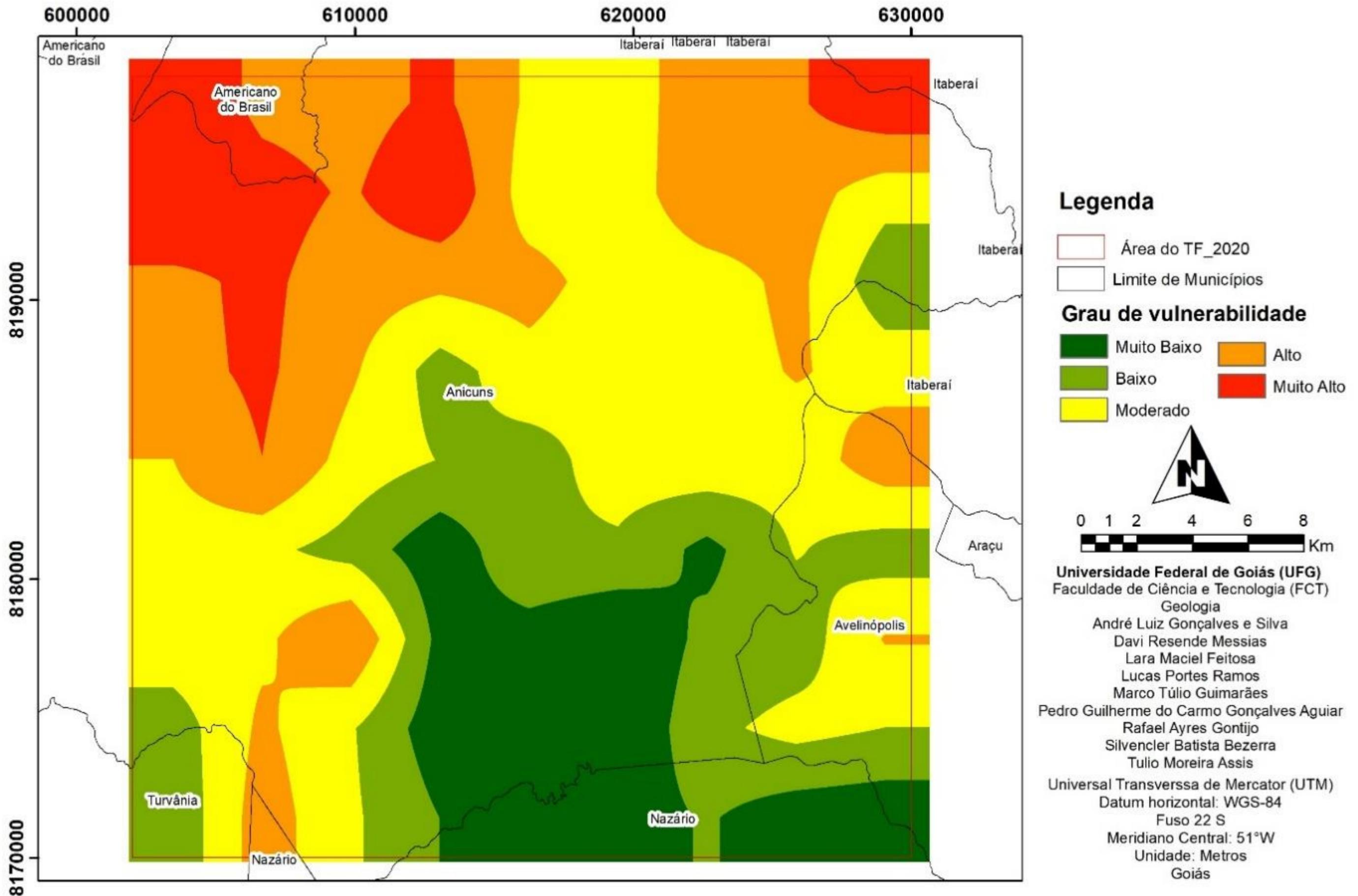
Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás



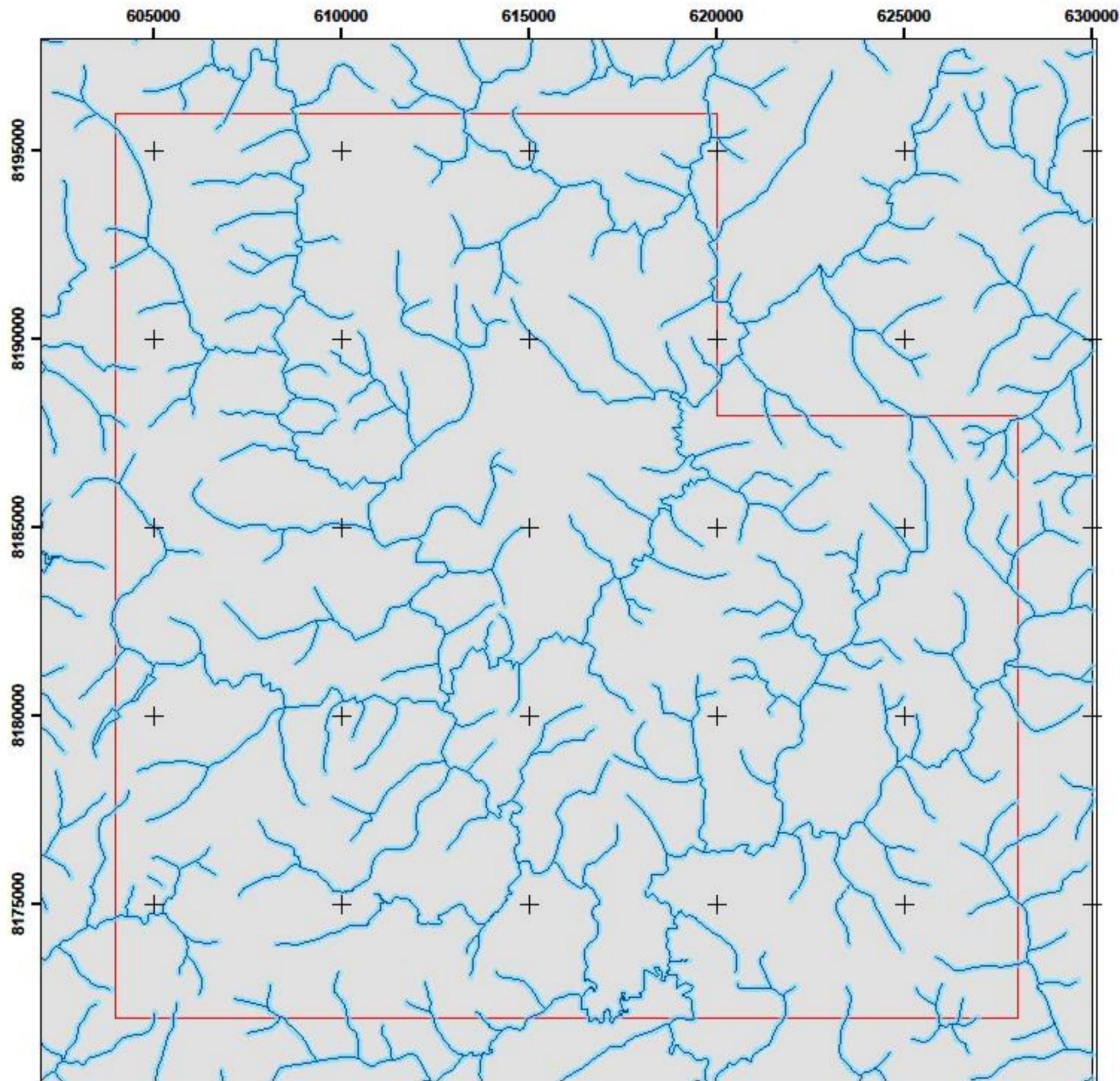
# Vulnerabilidade Hídrica Superficial - Trabalho Final 2020



# Vulnerabilidade Hídrica Subterrânea - Trabalho Final 2020



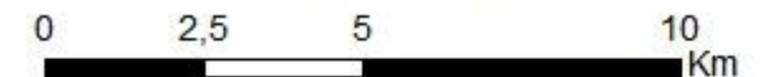
# APPs de Curso D'Água Delimitadas - Trabalho de Formatura 2020



**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

- Drenagens
- APPs de Cursos D'Água
- Área do TF2020

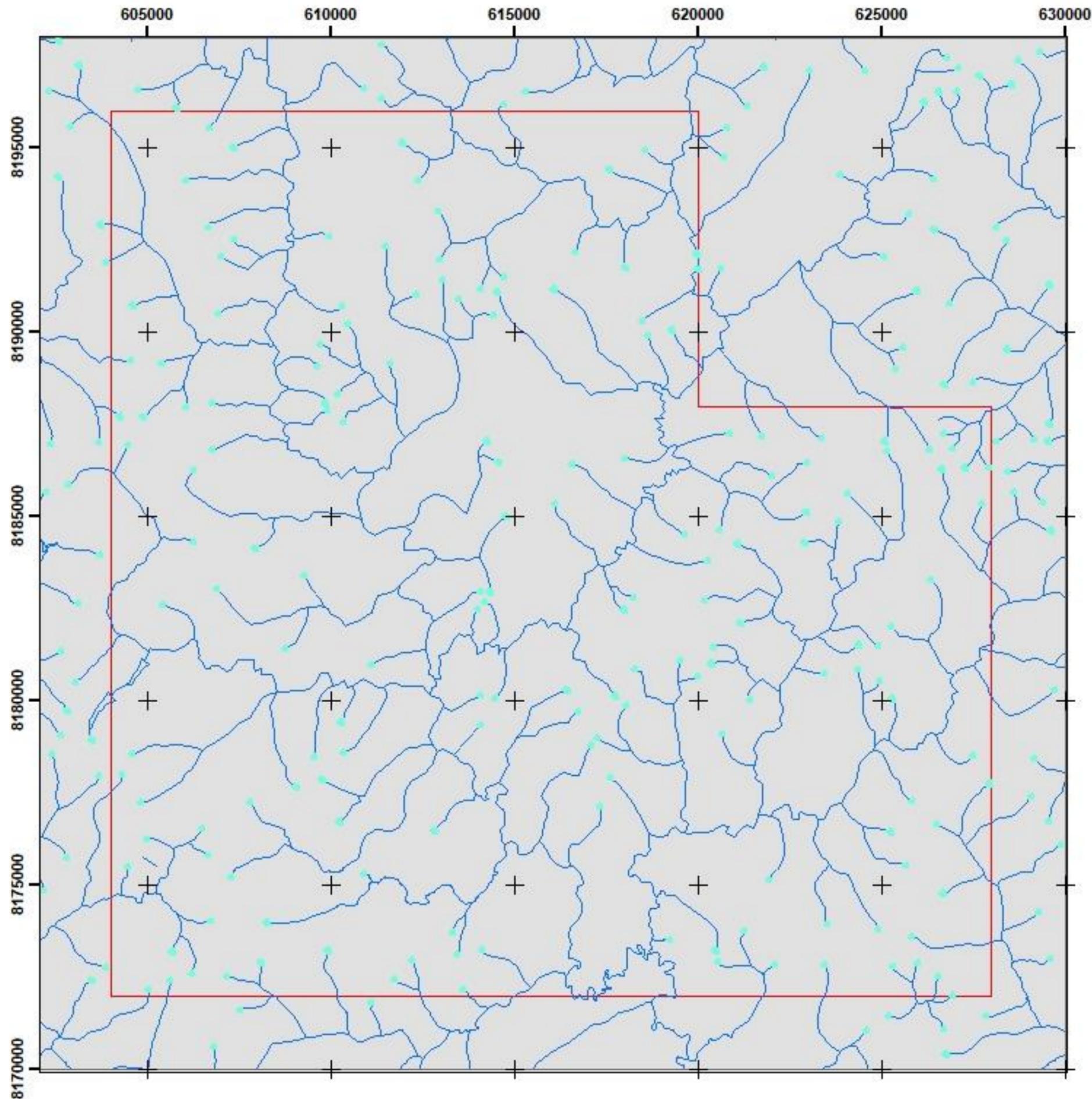


**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia

André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Rezende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercatur (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

# APPs de Nascentes Delimitadas - Trabalho de Formatura 2020



**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

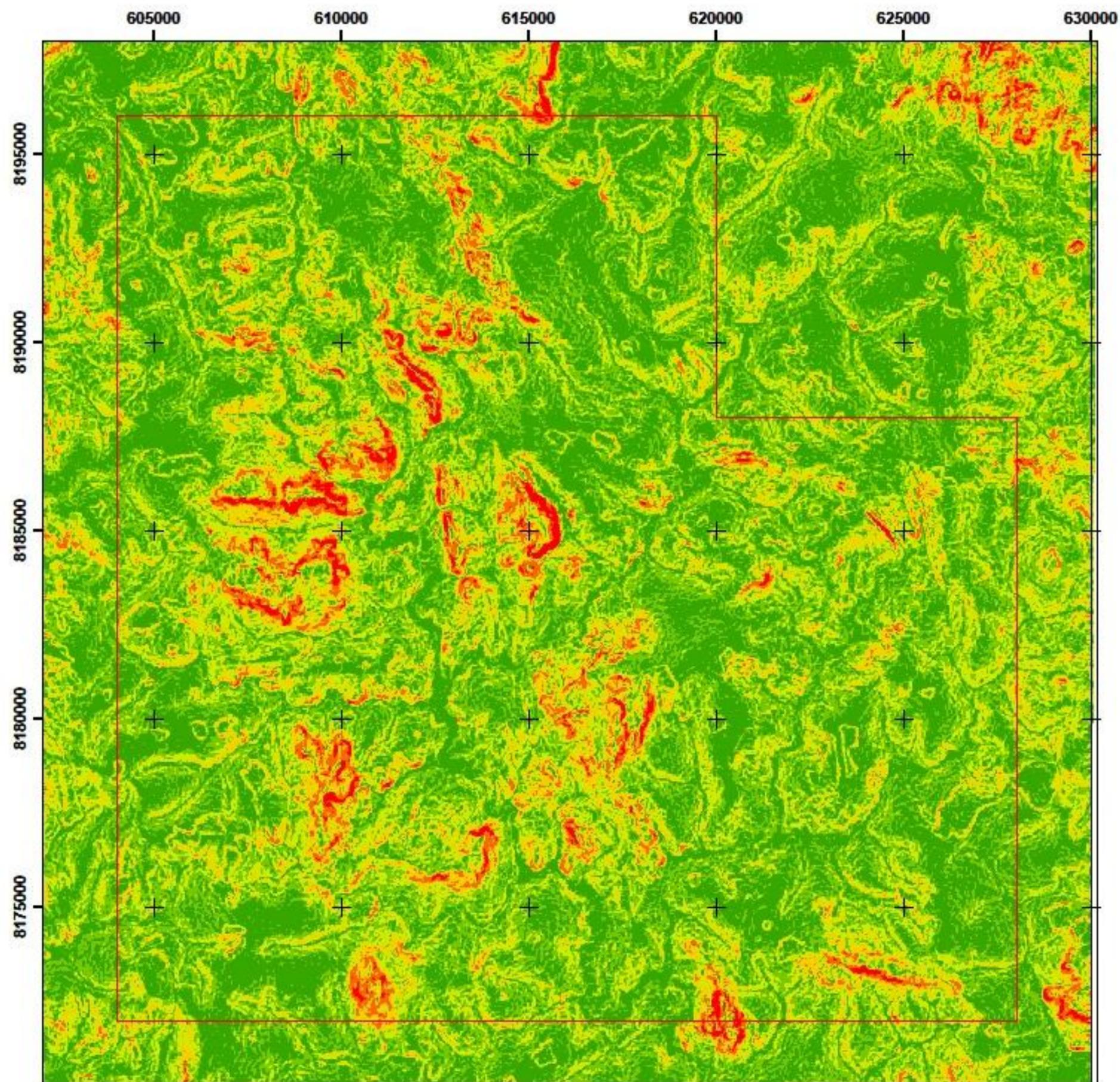
- APPs de Nascente
- Área do TF2020
- Drenagens



**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Rezende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercatur (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás

## Mapa de Declive - Trabalho de Formatura 2020



**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

### Legenda

 Área do TF2020

Valores de Declive:

-  < 3 - Relevo Plano
-  3 a 6 - Relevo Suave Ondulado
-  6 a 8 - Relevo Suave Ondulado
-  8 a 12 - Relevo Ondulado
-  12 a 18 - Relevo Ondulado
-  18 a 40 - Relevo Forte Ondulado

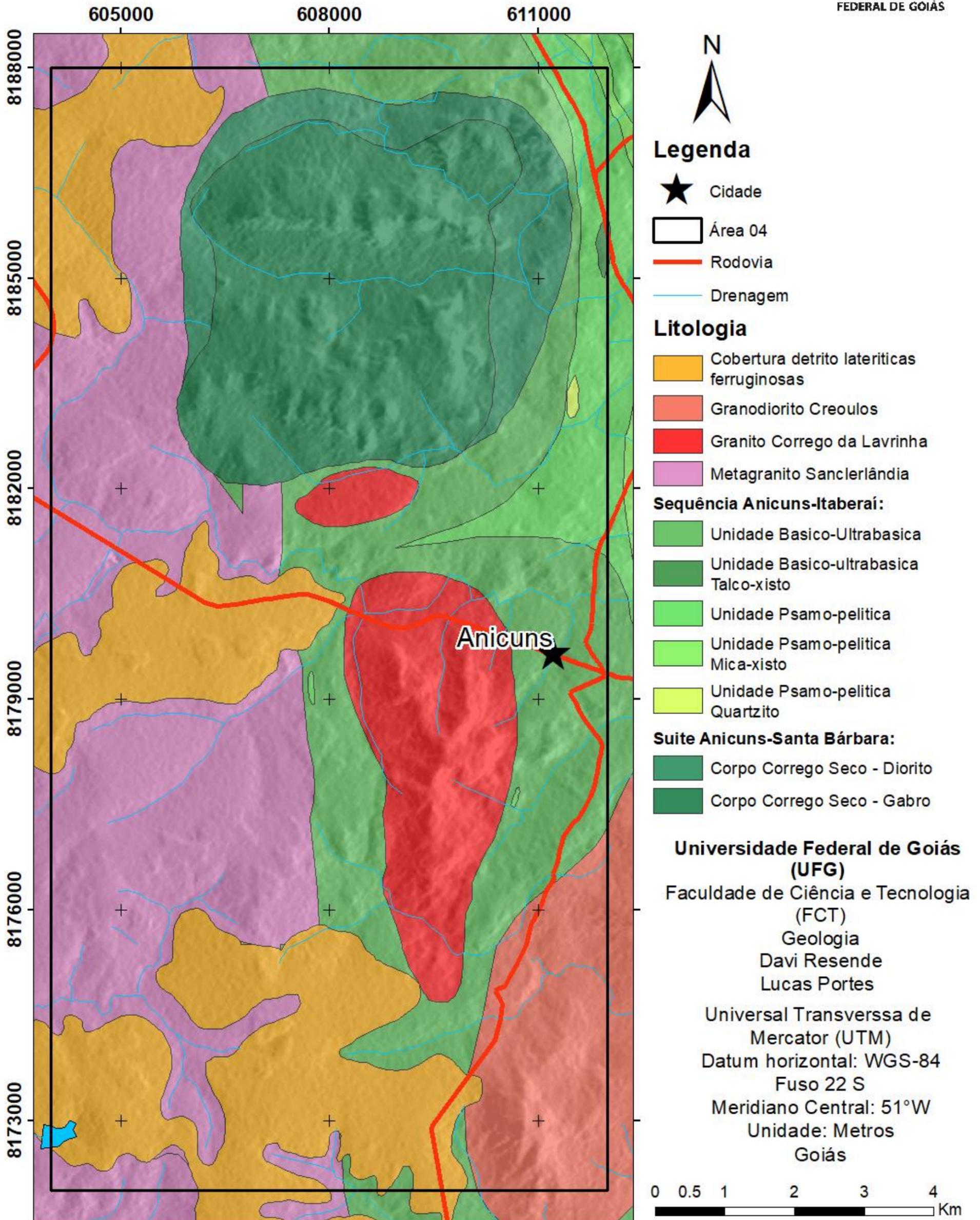


0 2 4 8 Km

**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia

André Luiz Gonçalves e Silva  
 Davi Rezende Messias  
 Lara Maciel Feitosa  
 Lucas Portes Ramos  
 Marco Túlio Guimarães  
 Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar  
 Rafael Ayres Gontijo  
 Silvencler Batista Bezerra  
 Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás





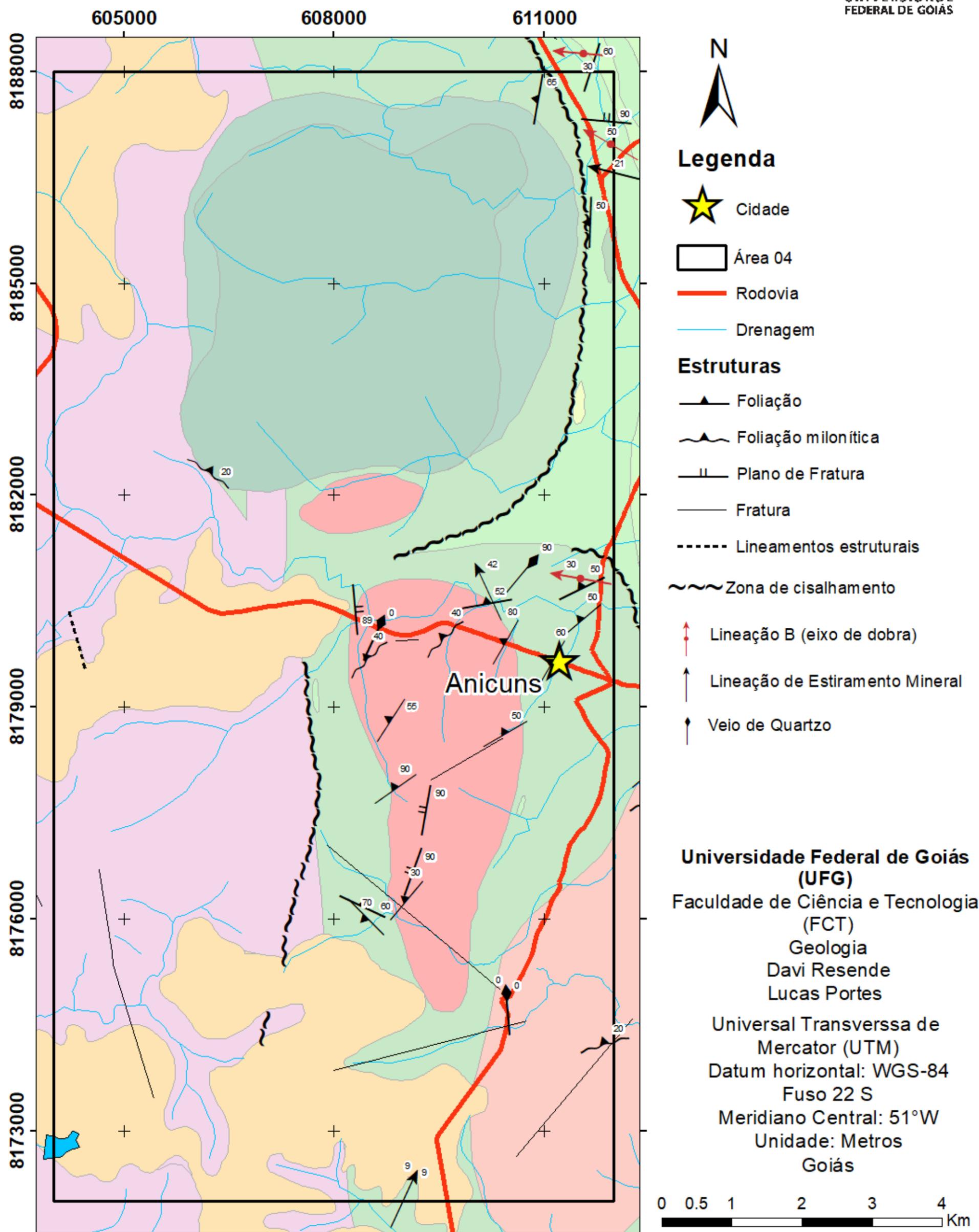
**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

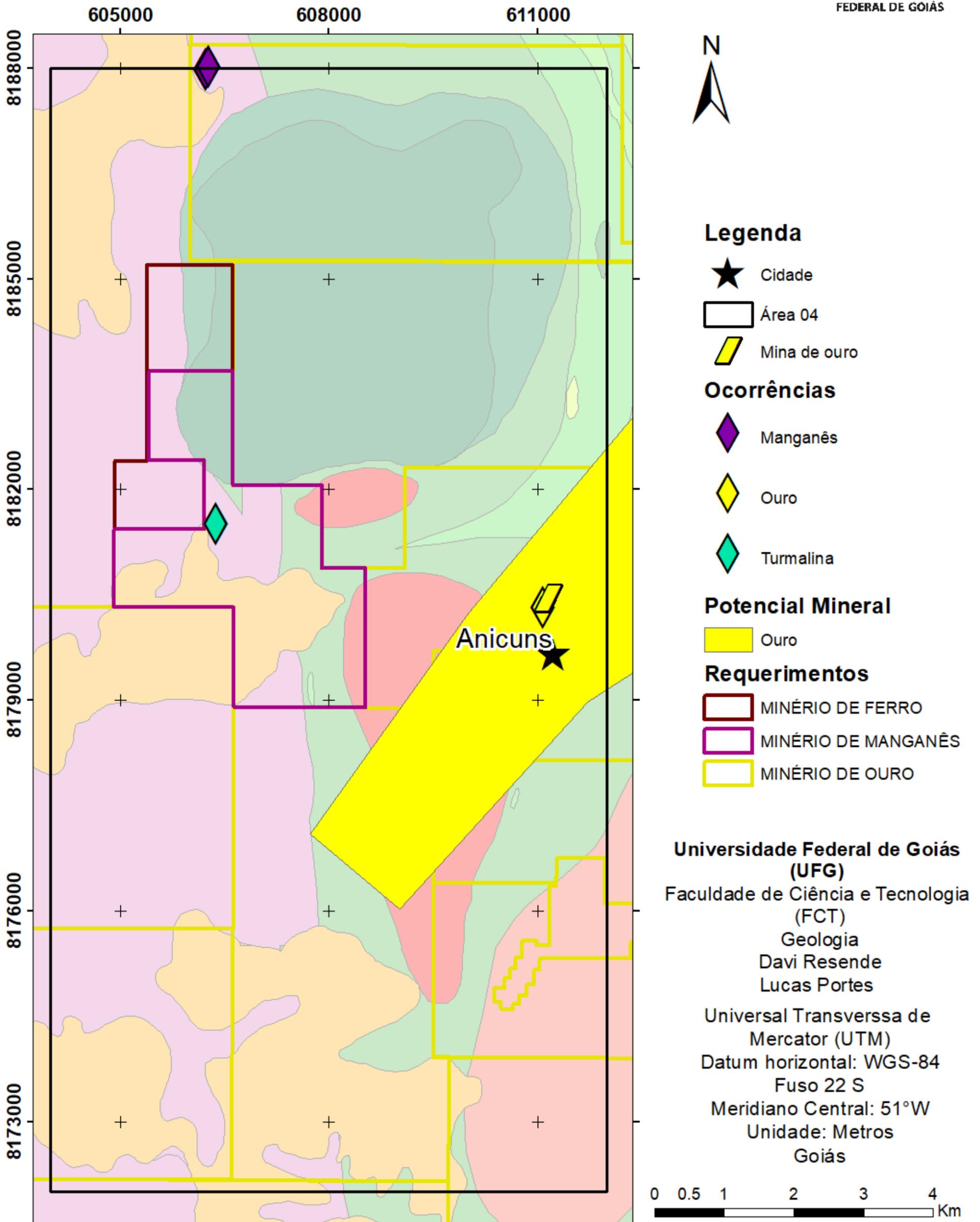
**FCT**

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

Estruturas que Ocorrem na Área de  
Estudo (Levantamento CPRM)

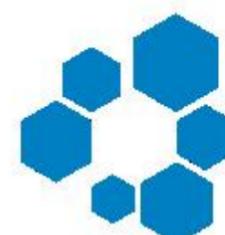
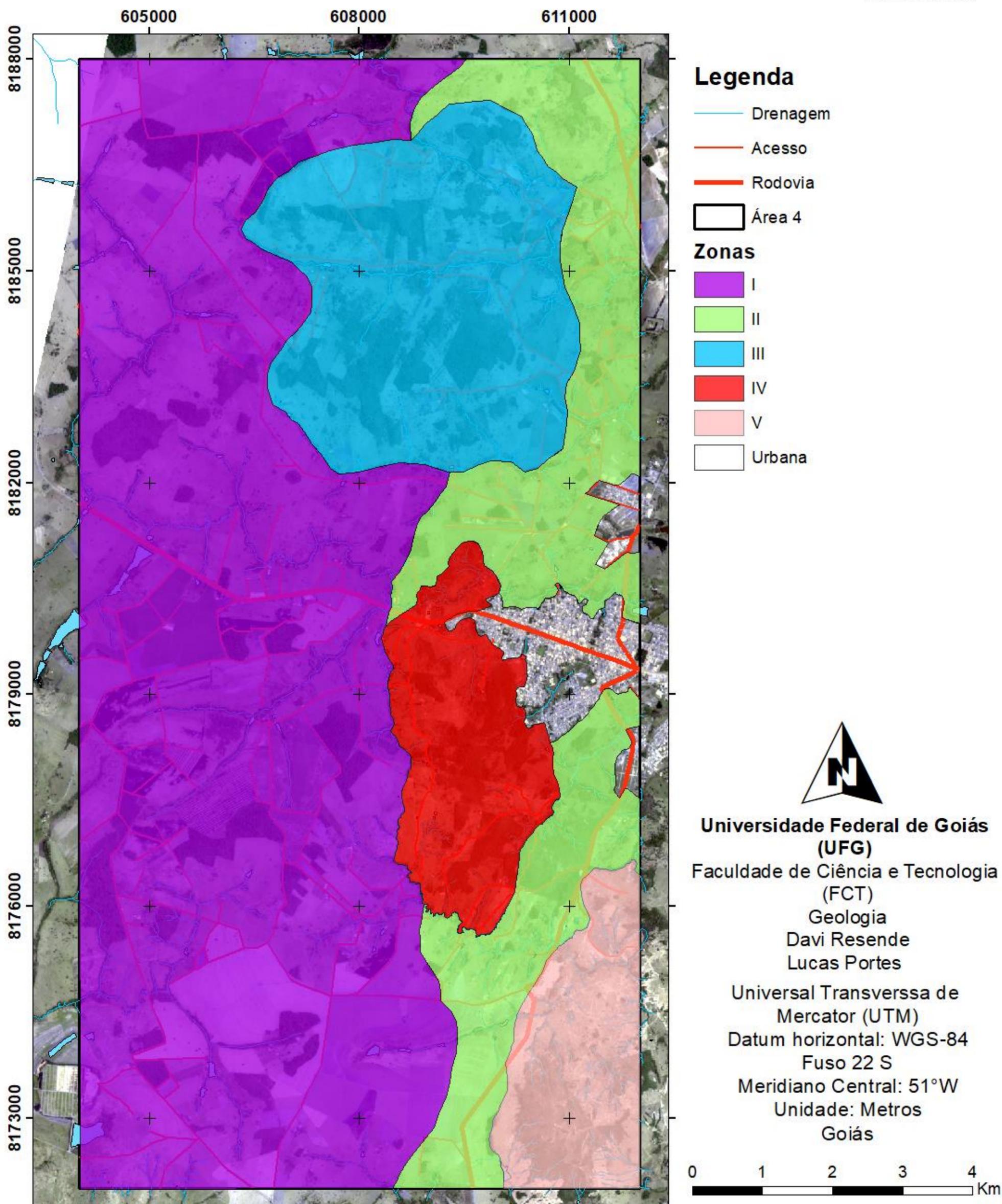
Trabalho Final 2020 - Área 4

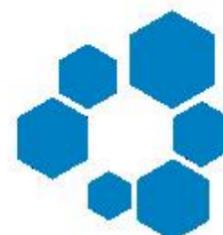




**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIAMapa de Zonas Homólogas  
de Fotointerpretação

Trabalho Final 2020 - Área 4


**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS




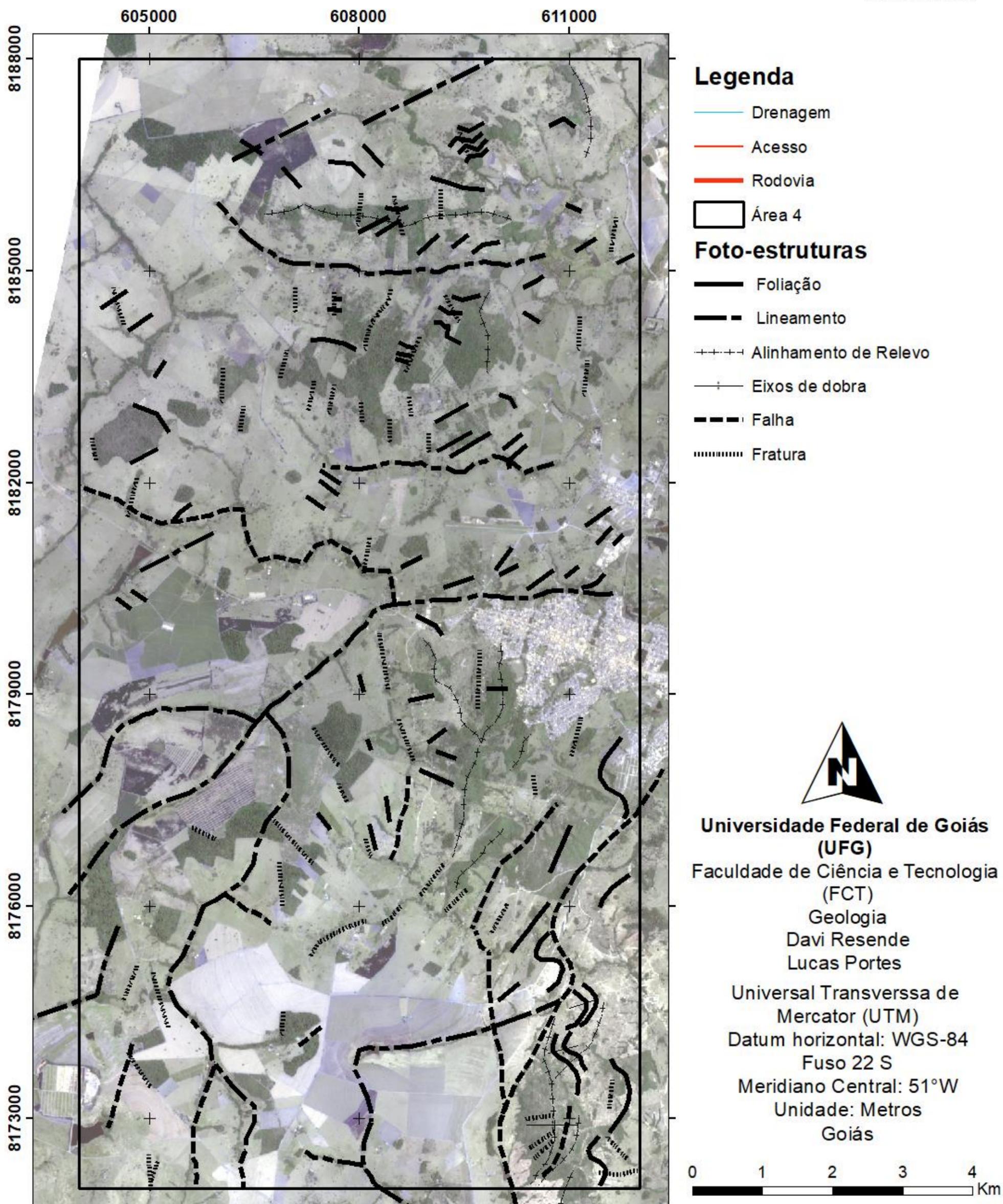
**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FCT**

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

# Mapa de Estruturas interpretadas por Fotointerpretação

Trabalho Final 2020 - Área 4





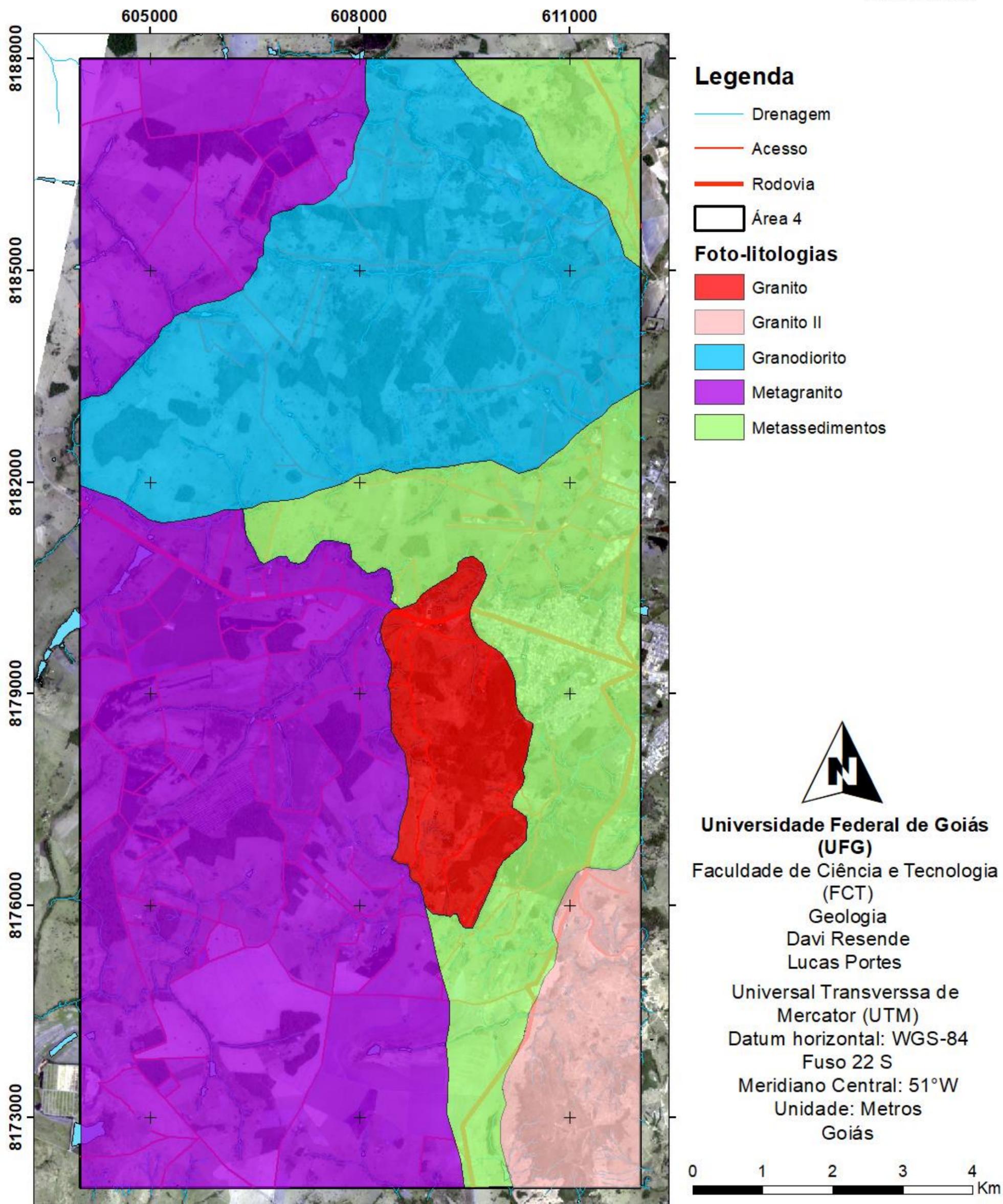
**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

**FCT**

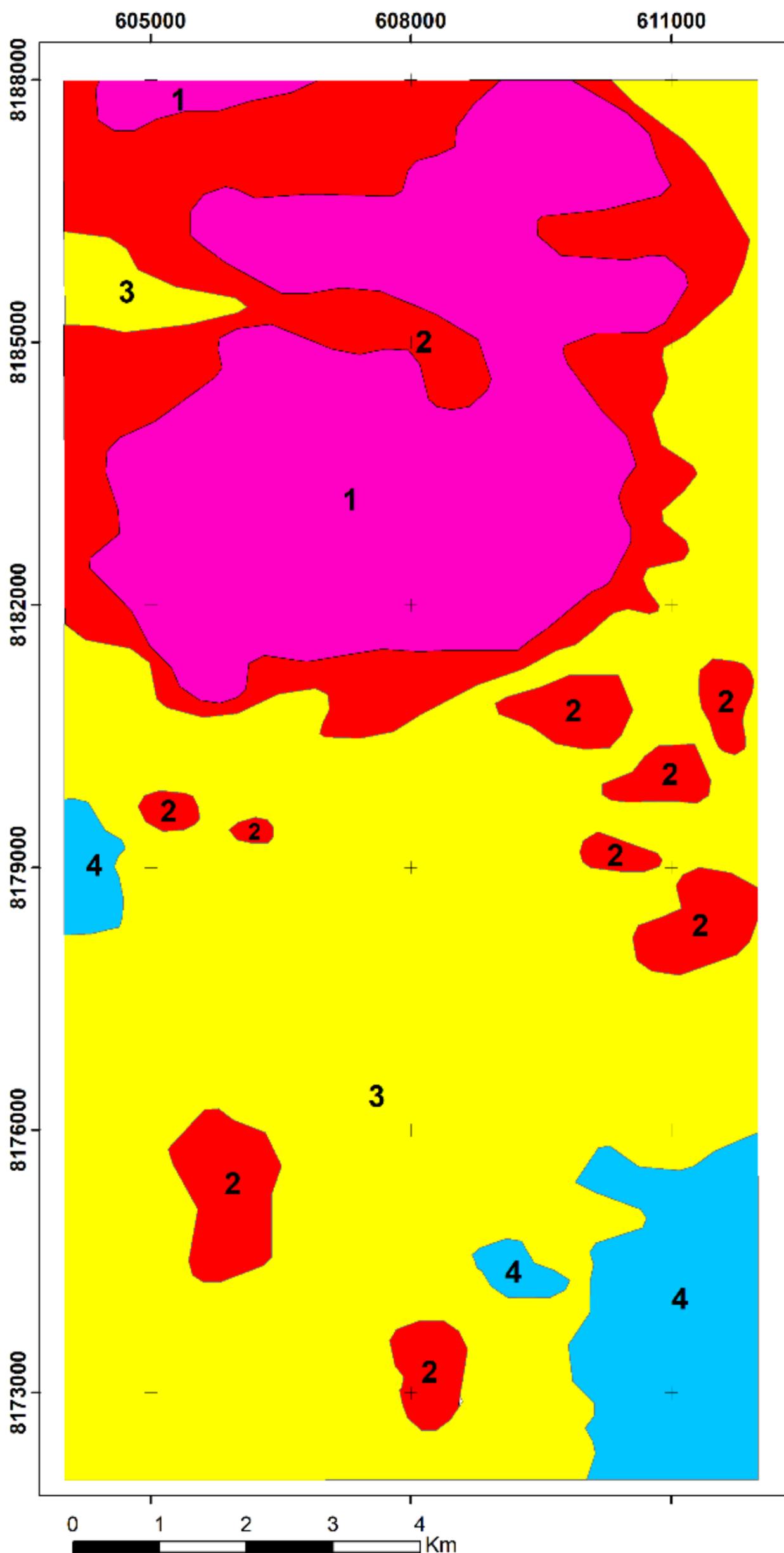
FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

# Mapa de Litologias interpretadas por Fotointerpretação

Trabalho Final 2020 - Área 4



Gamaespectrometria  
Interpretação de domínios magnetométricos  
Trabalho Final 2020 - Área 4



### Legenda

 Área 4

### Domínios Magnéticos

-  Domínio 1  
Muito Forte (0,3 - 0,8)
-  Domínio 2  
Forte (0,09-0,3)
-  Domínio 3  
Médio (0,015-0,09)
-  Domínio 4  
Fraco (0,006-0,015)

**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**

Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia

Davi Resende

Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)

Datum horizontal: WGS-84

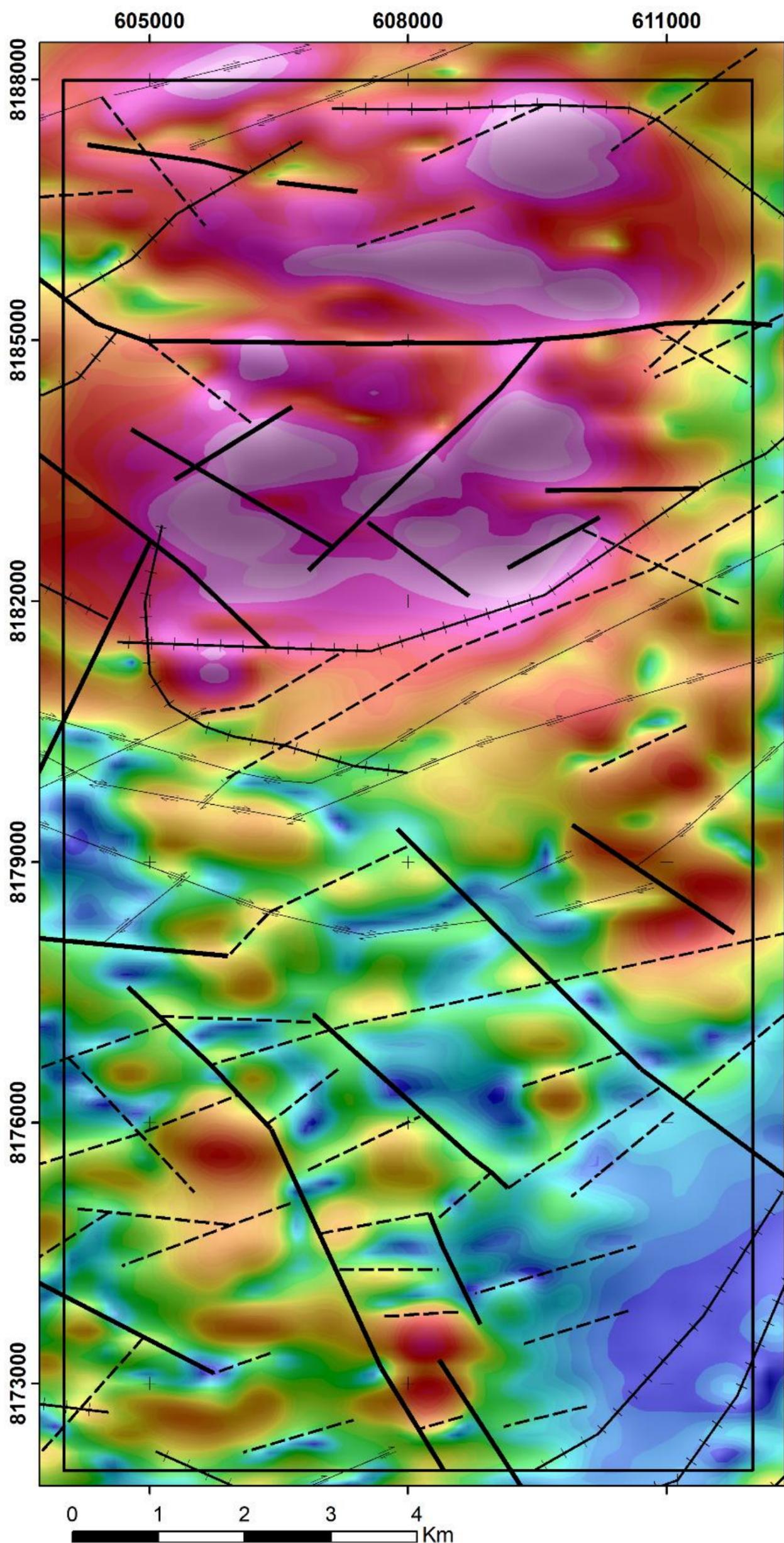
Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goiás

**Magnetometria**  
**Estruturas magnetométricas sobre**  
**Composição Gradiente Total e Inclinação do Sinal Analítico**  
**Trabalho Final 2020 - Área 4**



**Legenda**

□ Área 4

**Estruturas Magnéticas**

— Falha

- - - Fratura

⇌ Zona de Cisalhamento

⊕⊕⊕ Zona de Cisalhamento Compressional

**Universidade Federal de Goiás**  
**(UFG)**

Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia

Davi Resende

Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)

Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goiás

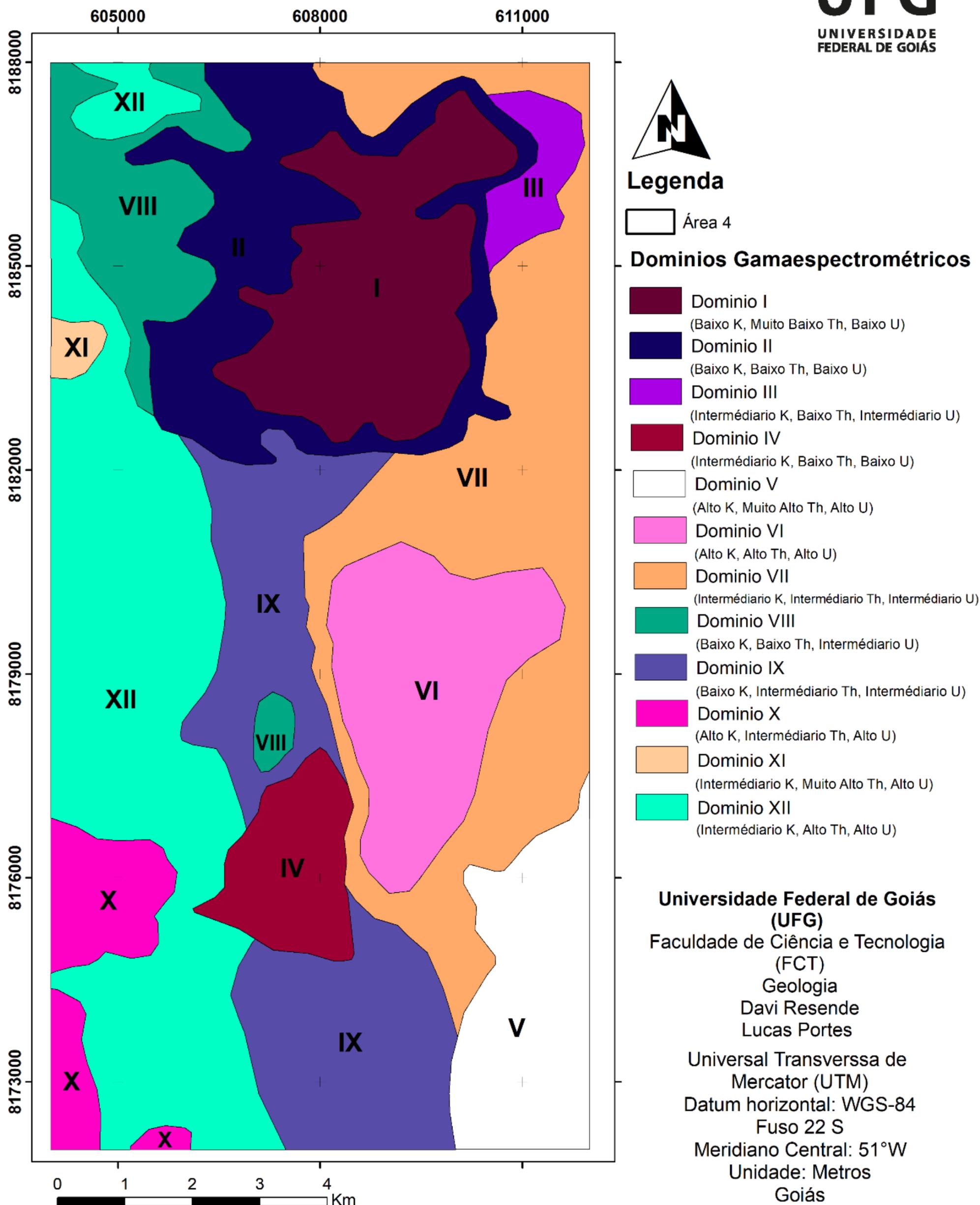
# Gamaespectrometria

## Interpretação de domínios gamaespectrométricos

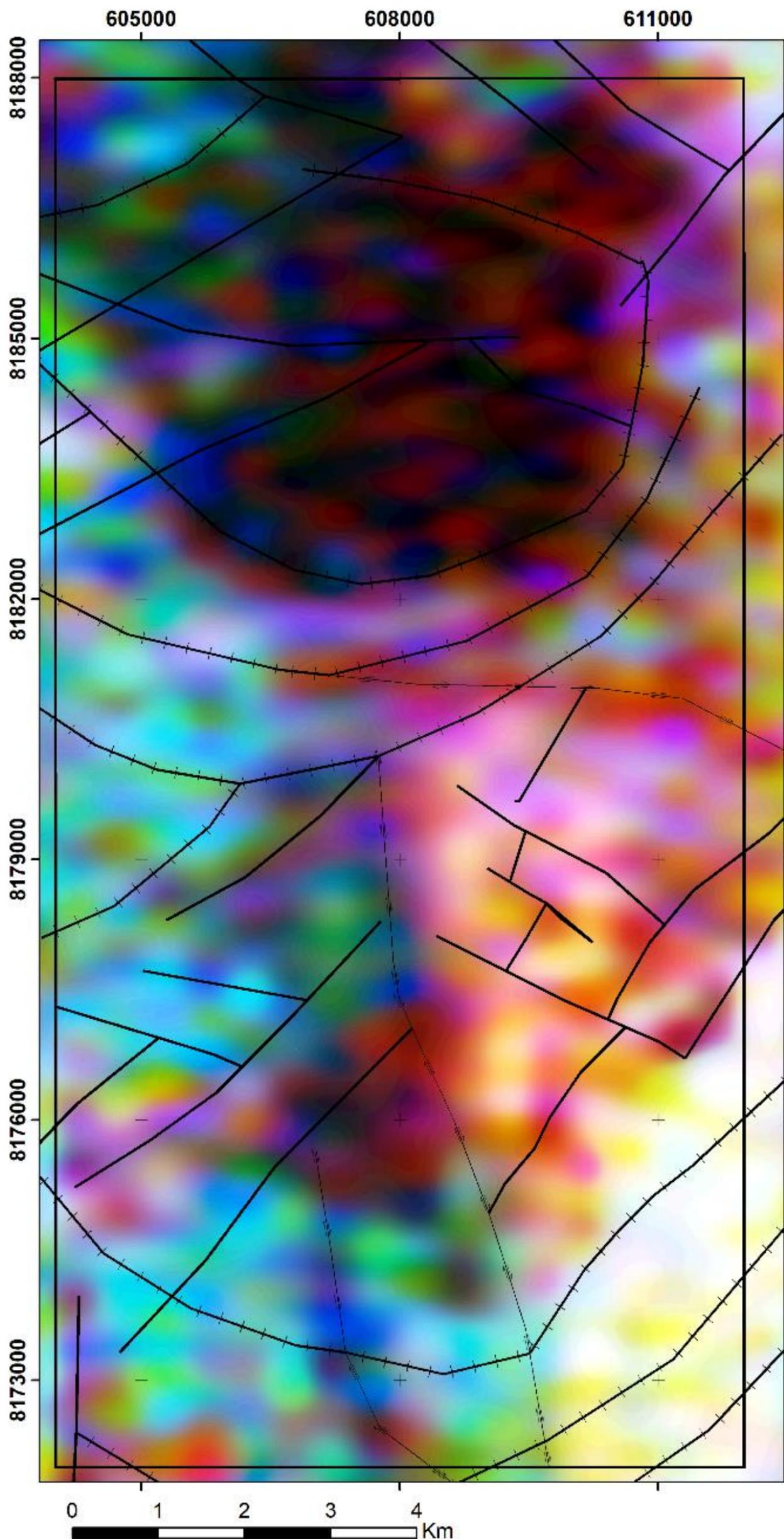
### Trabalho Final 2020 - Área 4



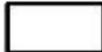
**UFG**  
UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS



Gamaespectrometria  
Estruturas Gamaespectrométricas sobre  
Composição K:Th:U  
Trabalho Final 2020 - Área 4



**Legenda**

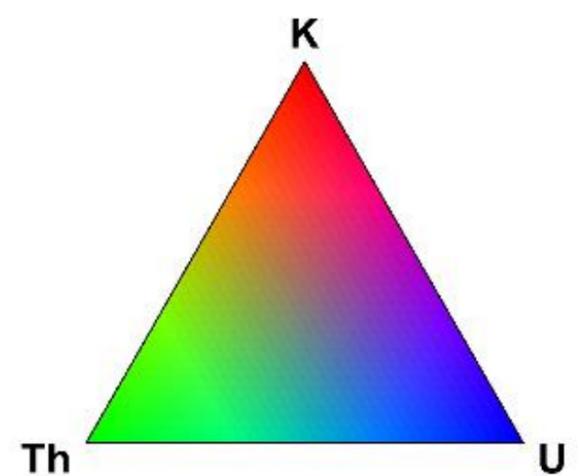
 Área 4

**Estruturas  
Gamaespectrométricas**

 Falha ou Fratura

 Zona de Cisalhamento

 Zona de Cisalhamento Compressional



Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



## Magnetic and radiometric signatures of Creoulos and Córrego da Lavrinha tonian granitic intrusions and Anicuns-Santa Bárbara mafic-ultramafic Suite (Córrego Seco Body) in Anicuns, Goiás, Brazil

Davi Resende Messias (\*), Lucas Portes Ramos, Marcelo Henrique Leão-Santos, Rodrigo Prudente de Melo, UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, Brasil

Copyright 2021, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 17<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 16-19 August 2021.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 17<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

The following research is related to airborne geophysics data processing and interpretation, in Anicuns west region, State of Goiás, Brazil. Its main goal is to interpret contacts, structures and lithologies, side by side with bibliography study, to give support to posterior geological mapping to be performed in the area. The results allow inferring geological structures, cinematic markers, magnetic and radiometric domains relations with geological units and allow a better understanding on the study area tectonic system. To achieve that, the data was checked by a quality control, interpolated with the bidimensional method and linear transformations were performed in order to generate the following magnetic products: Total Gradient, Vertical Derivative and Total Horizontal Gradient. The following radiometric products were interpolated: K, U and Th channels, Total Count and ternary RGB-KThU Image. The data interpretation resulted in domains and lineaments detailed maps for magnetic and radiometric data. Finally, bibliography lithologies and structures mapped in the region could be correlated with magnetic and radiometric data and the geological units geophysical signatures were settled. As main results, the geophysical correlations between Goiás Magmatic Arc, metavolcanosedimentary sequence *Anicuns-Itaberai*, *Anicuns Santa Bárbara* mafic-ultramafic Suite (*Córrego Seco* body), and the granodioritic *Creolos*, the granitic *Córrego da Lavrinha* intrusions, were established with their magnetic and radiometric responses.

### Introduction

The following research aims the use of geophysical airborne magnetic and radiometric data to apply interpretative techniques in an area to be geologically mapped. Our purpose is to perform data interpretation to generate a map that divides the area in domains with similar geophysical characteristics, correlated with the lithologies and structures in the study region.

The area is located in the central portion of Goiás State, specifically in the region of Anicuns city (Figure 1), where rocks from the Internal Zone of the Brasília Belt, inside the Tocantins Province can be found. The regional geology is characterized as Proterozoic para and ortho-derived metamorphic rocks and younger acid to basic intrusions, such as gabbros and granodiorites. Therefore, various

geophysical signatures can be defined, as an example, the high magnetic susceptibility in mafic intrusions.

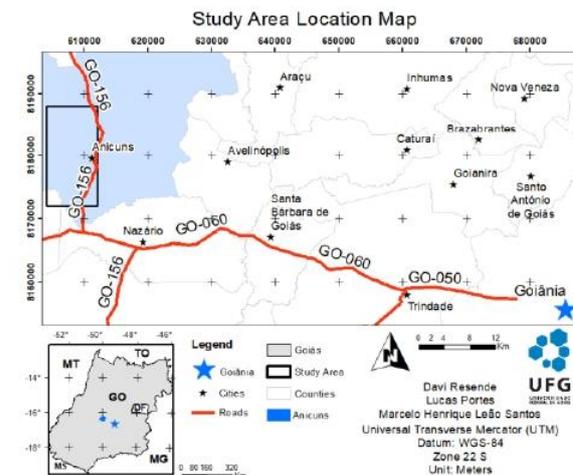


Figure 1: Study area location.

In order to proceed with the analysis, the first step was to process data, which included quality control, selection and application of the interpolation method and filtering the final data. To conclude the processing step, the magnetic transformed products and radiometric products were generated. Afterwards, the interpretation was performed, by defining the different domains that would indicate each lithology and the different lineaments that would trace the structures. To aid the correlation with the lithologies and structures in the area, geologic data from the previous mapping fulfilled by Meneghini and Carneiro (2020a and 2020b) and Martins and Santos (2019a and 2019b) were used.

### Method

The work elaboration can be divided in two steps: the data processing and the qualitative interpretation, that led to the domains and lineaments interpreted maps correlated to known geology.

All geophysical data were obtained from the survey accomplished in 2004, by the partnership between CPRM (Brazilian Geology Service) and the Goiás Government through the Mining Promotion Fund (Funmineral). The first step was completely concluded using the software *Oasis Montaj – Educational*. To begin the processing, the coordinates DATUM was converted from SAD-69 to WGS-84. After that, the quality control was conducted, in which the following was verified: the average flight height was 124 m, the maximum was 275 m and the minimum was 75

m, while the contractual was 100 m; the radiometric sampling has 80 to 90 m intervals, and the magnetic sampling has 8 to 9 m intervals along flight lines; the spacing between lines has small deviations and rarely exceeds 100 m over the 500 contractual line spacing; 24 *dummies* were found in the radiometric data, all in the Uranium channel. To determine data consistency, the fourth order difference was calculated. It helps on checking if there are inconsistent values, such as generated by the nugget effect. None was found. After assuring the data quality, the interpolation method was chosen. First, the cell size was selected. According to Vasconcelos et al. (1990) it should be between 1/4 and 1/8 of the spacing. As the line spacing in our case is of 500 m, a 100-m cell size seemed to be the most proper. The methods compared were the Minimum Curvature and Bi-Directional, as suggested in Blum (1999) and Leão-Santos (2006). The figures used to compare them were the Total Magnetic Intensity (TMI) and the Total Gradient (TG), with shadowing declination at 90° and shadowing inclination at 45°. In the TG figure generated by Minimum Curvature, an interference from the direction of the flight could be noticed, and that is why the Bi-Directional method was selected. It was also possible to check that this method filters less the data, when comparing the profile from both methods to the original values. After selecting the interpolation method, we applied a smoothing filter to remove any residual noise. The convolution filter was applied, which is a matrix statistic method. A comparison between the 3x3 and 5x5 symmetric convolutions applied once and twice showed that the last one eliminated the remaining flight direction trends, smoothed the noisy anomalies, and resulted in images with greater visual quality, without losing much data information.

Finally, the following radiometric data were plotted: Total Count (TC), Potassium in percentage (K %), Thorium in ppm (Th ppm), Uranium in ppm (U ppm), and ternary RGB – K Th U image (Figure 2.3). For the magnetic data, the following figures were plotted: the Total Magnetic Intensity (TMI), by interpolating the database; the Total Gradient (TG), using the Fast Fourier Transform (FFT) as derivative method in X Y and Z directions of magnetic measured field; the Vertical Derivative of first order (DZ1), by using the vertical derivative convolution filter (Figure 2.2); the Total Horizontal Gradient (THG), using the horizontal gradient filter with magnitude gradient; the Tilt Derivative (Tilt), in colour and shades of gray image distribution, also using the FFT as derivative in Z; and the two grid composition of TG and Tilt, by uniting the coloured TG image over the gray Tilt image (Figure 2.1). All figures and data processing were developed in *Oasis Montaj* software. The data interpretation, correlation and map layouts were done with *ArcMap* (Figures 2 and 3).

## Results

The research results were the setting and characterization of the magnetic and radiometric domains and lineaments, as well as their correlations with the area known geology (Figures 3.1, 3.2 and 3.3).

### Magnetic domains interpretation

Both the rocks and the anisotropies in the area might have magnetic signatures according to their mineral composition (such as magnetic minerals presence like magnetite), and

contrasts are highlighted between places with different concentrations of the magnetic assemblages. Those contrasts are the key to define the lithologies and structures on the map, as an example, faults through where fluids may flow and raise the ferromagnetic minerals concentration. To define the magnetic domains (Figure 3.1), the most used figure was TG, as well as its intensity contours. The area was divided in four contrasting magnetic domains, that were compared to the regional geological maps, to correlate each domain to its lithology.

Magnetic Domain 1 (Figure 3.1, magenta colour):

Includes the majority of the central-north area, and is characterized by high magnetic amplitudes, greater than 0.3 nT/m values and a very rugged magnetic relief. When this signature is compared to geology, they are associated with the gabbros from the Complex *Córrego Seco* (CGDCS), which has in its composition high contents of magnetic minerals as magnetite.

Magnetic Domain 2 (Figure 3.1, red colour):

Occurs around domain 1, in the north and central north region of the area and in small areas at the south and east region. It is characterized by medium magnetic amplitudes, between 0.09 and 0.3 nT/m, and a rugged magnetic relief as well. This signature is related to the diorites and amphibolites at the border of CGDCS at the north, and the small areas are related to basic-ultrabasic rocks from *Anicuns\_Itaberá* Sequence (SAI) and other unmapped features of the Goiás Magmatic Arc (AMG).

Magnetic Domain 3 (Figure 3.1, yellow colour):

Includes the south and southwest portion of the area and small portions in the northeast and northwest. It is characterized by a range of amplitudes from 0.015 to 0.09 nT/m, with intermediate magnetic relief. It is associated to orthogneisses of the Plutonic Complex from the AMG and to other psamo-pelitic rocks included in the SAI.

Magnetic Domain 4 (Figure 3.1, blue colour):

Is distributed as small areas in the southeast and west portions of the area, characterized by low magnetic amplitudes, lower than 0.015 nT/m, with a low to very low magnetic relief (values as low as 0.006 nT/m). It is related to the granodioritic intrusion *Creoulos*, and to other unmapped AMG features, that have low content of magnetic minerals.

### Magnetic lineaments Interpretation

The magnetic method is an excellent lineament marker, and the lineaments are usually related to faults, fractures and shear zones. To delineate the lineaments, the most useful images were the coloured TG with the gray Tilt two grid composition (Figure 2.1) and the Tilt derivative.

Three major lineaments families were delineated: NE, E-W and NW. Most lineaments in NE direction are located in the AMG terrain and are related to the *Transbrasilião* event, which inputs important ductile and transcurrent contributions and involves an important fracture and faulting control all over Goiás. Lineaments in E-W direction are interpreted as transcurrent shear zones, which crosscut intrusions and the basement rocks, and compressive shear zones, that are curved because of intrusion influence. The NW lineaments occur in the

basement and are a result of faults and shear zones affecting or being affected by the NE structures, in two generation phases associated with *Transbrasiliano* event.

#### Radiometric domains interpretation

The K, U and Th relative proportion obtained by gamma ray quantification is particularly useful in defining shallow lithologies. The radiometric interpretation delineated domains with different K, U and Th proportions and set the domains relation with the mapped lithology units using contours for each radioisotope channel (Figure 3.2).

Three concentrations range were selected for K: low (<0.3%); medium (>0.3% and <1.3%) and high (>1.3%).

Three concentrations range were selected for U: low (<0.015ppm); medium (>0.015 and < 0.7ppm); and high (>0.7ppm).

Five concentrations range were selected for Th: very low (<0.67ppm); low (>0.67 and <2.7ppm); medium (>2.7 and <4.5ppm); high (>4.5 and <6ppm); and very high (>6ppm); because of the higher contrasts between concentrations.

#### Radiometric Domain I:

Occurs at the central north area and it is characterized by low K, very low Th and low U. The domain is associated to hornblend-gabbros, hornblend-norites and hornblend-gabbronorites that belong to the CGDCS.

#### Radiometric Domain II:

Surrounds domain I, at central north portion of the area, and is characterized by low K, Th and U. The mapped rocks in domain II are related to the differentiated and metasomatized borders of the CGDCS, which include quartz-diorites, diorites, microdiorites and quartz-amphibolites. The small Th enrichment is probably due to the magmatic differentiation, the fluids input, and the metasomatic interactions.

#### Radiometric Domain III:

Related to a local sigmoid in the northwest corner of the area, is characterized by medium K and U and low Th. It can be geologically related to the various metamorphic mafic-ultramafic rocks from SAI.

#### Radiometric Domain IV:

Defined as a small area at the central south portion of the area that has medium K and low to medium U and Th. It is probably related to the metavolcanic basic-ultrabasic rocks from the SAI. The medium count in K (when comparing to domain IX) is apparently related to drainage leaching in granites with high K (*Córrego da Lavrinha* Granite). The low U and Th values open new perspectives for the domain, such as mafic-ultramafic intrusion from the CGDCS or other mafic-ultramafic unmapped conduits in the region.

#### Radiometric Domain V:

This domain is a south-eastern body characterized by high U and K and very high Th counts. It is represented by the *Creoulos* Granodiorite, that has an irregular, slightly rounded geometry. Its signature resembles the *Lavrinha* Granite (domain VI), both have K high anomalies compared to porphyry feldspars, and Th and U high

anomalies from minerals as zircon and apatite. The intrusions differ in fractionation grade, *Creoulos* is a S type granite more geochemically evolved and *Lavrinha* is an I type.

#### Radiometric Domain VI:

Occurs at the central southeast portion of the area and is characterized by high K, U and Th counts. As stated, this represents the *Córrego da Lavrinha* granites, that contain microcline, plagioclase, biotite, and muscovite (Lacerda Filho et al. 1999), which are minerals with high K counts.

#### Radiometric Domain VII:

Includes a great portion at northeast part of the area, with medium K, Th and U counts. Geologically represents the meta-psamo-pelitic rocks from the SAI. The domain response have few count variations, due to the intercalations of sedimentary sequence.

#### Radiometric Domain VIII:

Located at northwest portion of the area and at a local body in the area center. The domain has low K and Th, and medium U counts. At the north, it is associated to amphibolites and amphibole-schists of CGDCS intrusion border. The local body has compatible signatures with domain IV about a possible unmapped mafic-ultramafic intrusion.

#### Radiometric Domain IX:

This domain is located in the central south portion of the area and is characterized by low K, and medium U and Th counts. It can be associated to amphibolites, amphibole-schists, and metavolcanic basic-ultrabasic rocks from the SAI. This domain indicate the contrast from the north-south tectonic suture with domain XII at east, related to the AMG.

#### Radiometric Domain X:

Located in the southeast corner of the area, characterized by medium K and high Th and U counts.

#### Radiometric Domain XI:

Referred to a body at west part of the area, characterized by medium K, very high Th and high U counts.

#### Radiometric Domain XII:

Occurs at north-south region along the west portion of the area, characterized by high K and U and medium Th.

The domains X, XI e XII are, in the regional map, geologically related to the orthogneisses Unit of the Plutonic Complex in the AMG, but the distinct anomalies indicate that there is a possibility of a wide facies variety of gneissic rocks.

#### Radiometric Lineaments Interpretation

The radiometric method is useful to indicate outcropping lineaments, specially associated to lithologies contacts, and were mainly interpreted using the Total Count and the ternary RGB-KThU images. The lineaments were extracted, focused on aligned and linear features between anomalies domains (Figure 3.2). As the magnetic lineaments, there are three distinct lineament families: NE, E-W and NW. The directions and geologic associations are the same as the magnetic interpreted structures. Although

they can't show deep structures, the radiometric maps are better at defining the greater structures, such as the transcurrent and compressive shear zones with kilometric proportions.

### Conclusions

The magnetic and radiometric responses interpretation allowed a detailed delimitation of the geology units and the structural elements, based on the domain and lineaments signatures characteristics. The use of geophysical data interpretation can support future field work to achieve a more precise and reliable detailed geological mapping.

The research results can be summarized as: the survey control quality evaluation, the data processing techniques application and the geophysical responses qualitative interpretation, including anomalous structures location, domains delimitation and geological correlations.

The Total Gradient associated to the Vertical Derivative, the Total Horizontal Gradient and Tilt Derivative, were efficient in defining the structures and the magnetic domains. The radiometric images from the K/Th/U spectrum, on the other hand, showed limitation to define deep structures, however precisely highlighted the kilometric shallow features, at the expense of the detailed aspects.

The radiometric data were efficient to delineate several radiometric domains with singular signatures tightly related to the units mapped in the regional geology map. The correlations between bibliography knowledge and the magnetic and radiometric interpreted products allowed the interpretation of structures cinematics, geological domains, and the region tectonic system better comprehension.

We can highlight, the Gabbro-Dioritic Complex *Córrego Seco* with magnetic anisotropies composition due to fractionation during crystallization and to the metasomatism occurred by fluids percolation. The complex was separated and detailed in different facies and lithotypes by using mostly the radiometric and also the magnetic contours. The evidence of unmapped smaller bodies was found, which are expected to be affirmed during future field work. Those zones delimitation are economically interesting due to their prospective potential.

The granodioritic *Creolos* and the granitic *Córrego da Lavrinha* intrusions are as well precisely definable, with high radiometric counts responses.

Besides that, the data processed and interpreted contribute to the previous knowledge on the study area apart from the previous geology mapping works, which allows the selection of interest points and improves the planning quality for future mapping.

### Aknowledgments

We would like to thank CPRM and the Goiás Government, for allowing the use of airborne geophysical data.

### References

- Blum, M.L.B. 1999. *Processamento e Interpretação de Dados de Geofísica Aérea no Brasil Central e sua aplicação à Geologia Regional e à Prospecção Mineral*. Tese de Doutorado N° 30, IG, Universidade de Brasília.
- CPRM, 2004. *Levantamento aerogeofísico do estado de Goiás, Relatório final do levantamento e processamento*. Rio de Janeiro, Lasa Engenharia e Prospecções. 22 v.
- Lacerda Filho, J.V. de., Rezende, A., and Silva, A. da, 1999. *Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal: Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil*, p. 200.
- Leão-Santos, M.H. 2006. *Processamento, nivelamento e integração de levantamentos aerogeofísicos magnetométricos no estado de Minas Gerais e sua contribuição à geologia da porção sul do Cráton São Francisco*. Dissertação de Mestrado N° 210, Universidade de Brasília.
- Martins, F. R.; Santos, D. R. V. 2019ab. *Carta Geológica, Folha Sanclerlândia (a) e Folha São Luís de Montes Belos (b)*. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM.
- Meneghini, P. F. V. B.; Carneiro, J. S. M. 2020ab. *Carta Geológica, Folha Itaberaí (a) e Folha Nazário (b)*. Escala 1:100.000. Goiânia: Serviço Geológico do Brasil - CPRM.
- Vasconcelos, R.M.; Metelo, M.S.; Mota, A.C.; Gomes, R.D. 1990. *Geofísica em levantamentos geológicos*. Rio de Janeiro, DIGEOF-CPRM.



# Geophysical Images

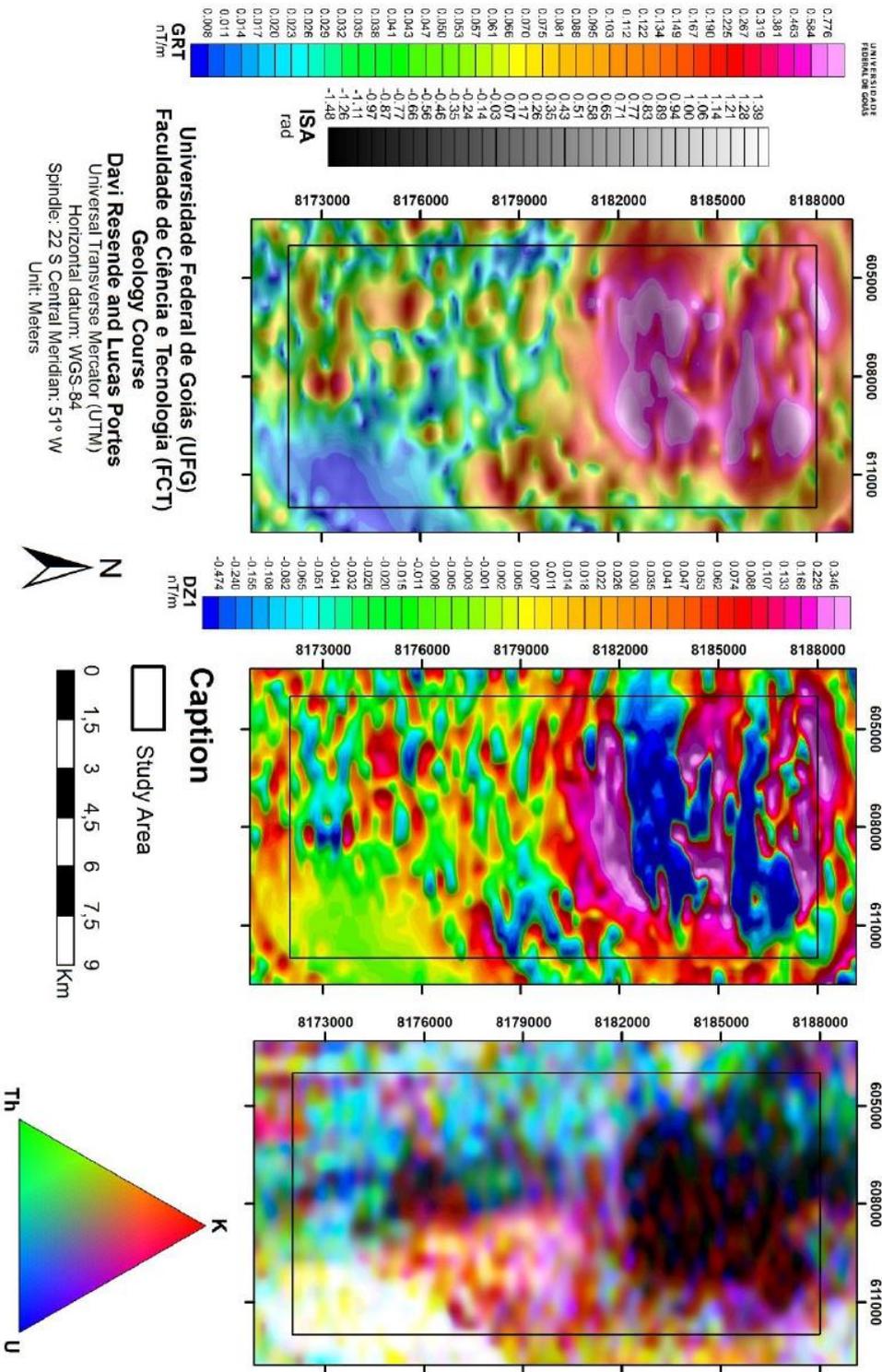


Figure 2 – Geophysics images.: 1) total gradient (colour) over tilt derivative (shades of gray) two grid composite, 2) vertical derivative and 3) ternary image RGB - K Th U.



# Geophysics and geology interpretation

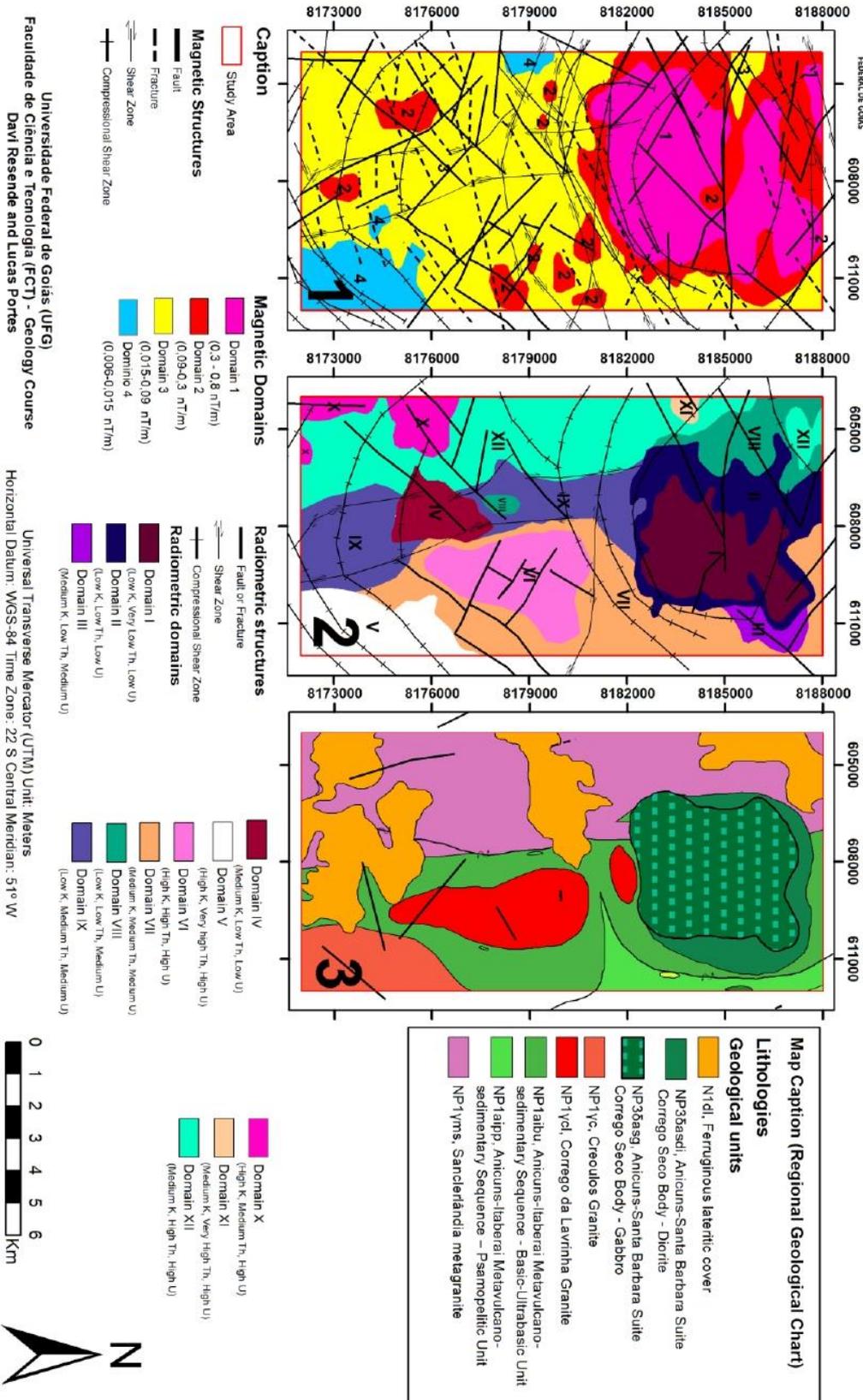
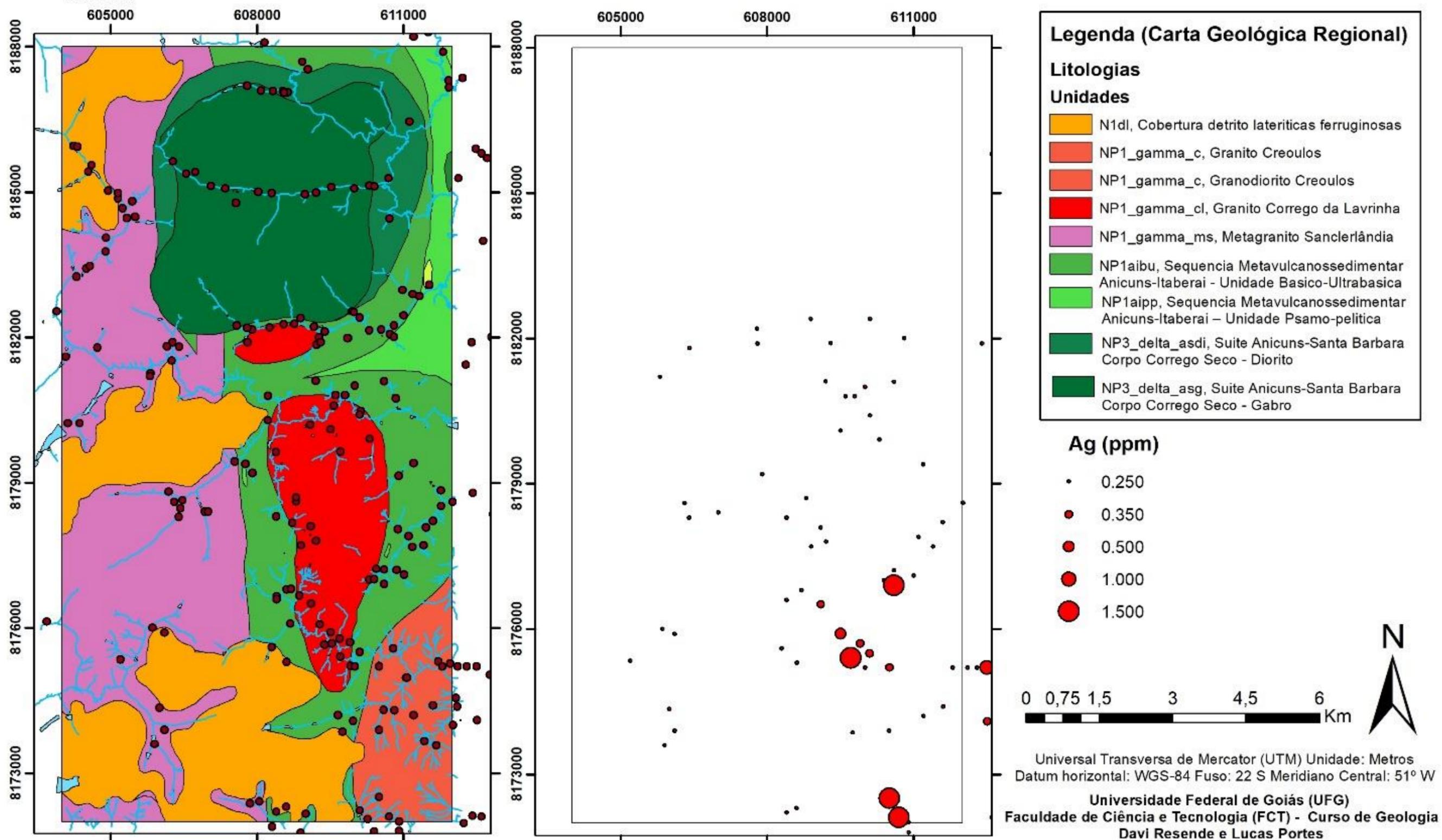
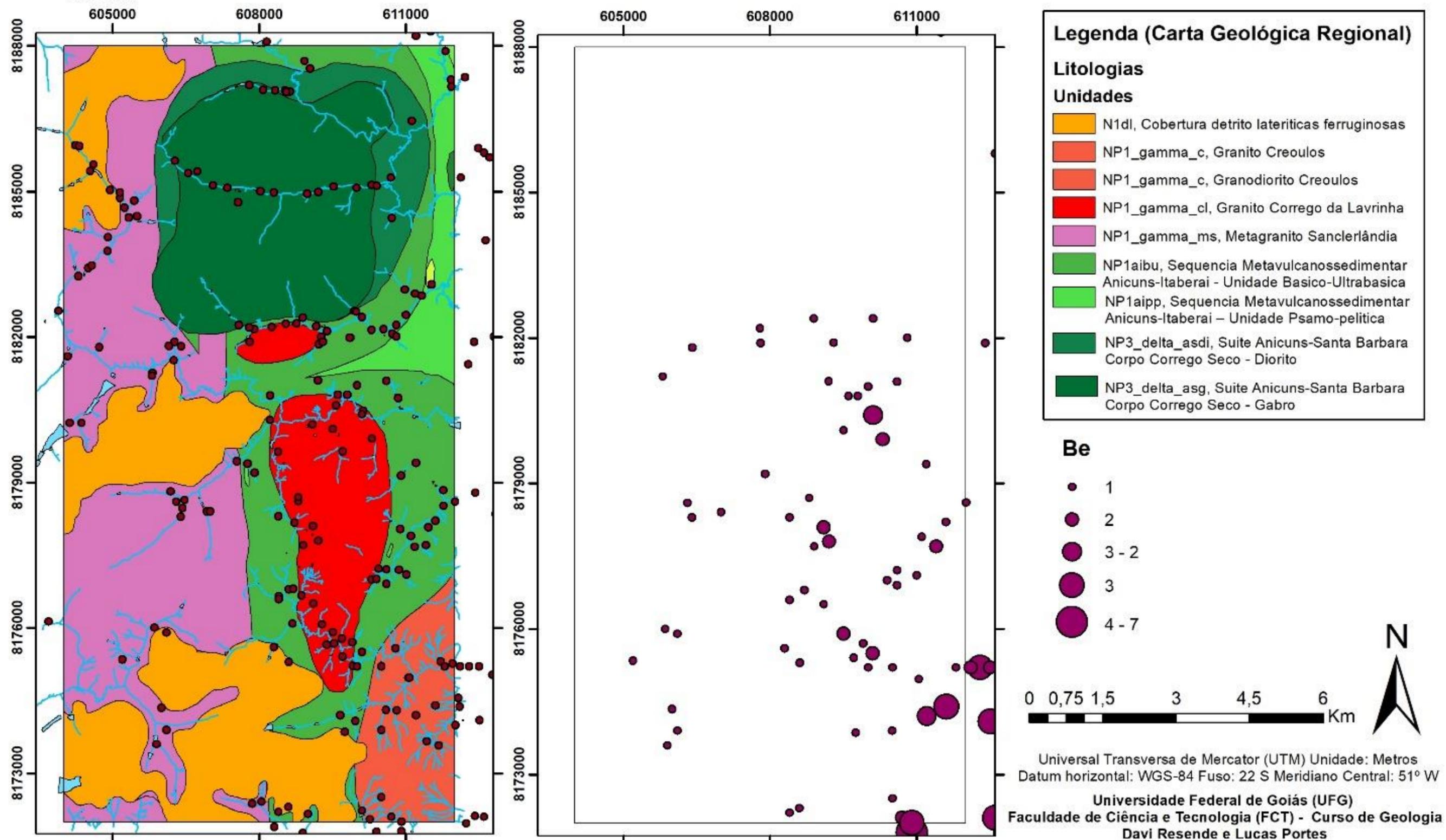


Figure 3 – Geophysics and geology interpretation and correlation: 1) magnetic lineaments and domains, 2) radiometric lineaments and domains and 3) known geology map (Martins & Santos 2019ab and Meneghini & Carneiro 2020ab).

# Anômalias quantitativas de Prata



# Anômalias quantitativas de Berílio



## Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_001	WGS-84	22K	611579	8178915	689	Estrada de terra a sul de Anicuns	24/08/2021	Afloramento em piso de Ms-Bt-Grt-xisto da Sequência Anicuns-Itaberaí, unidade Psamo-pelítica	Afloramento
20TF04_002	WGS-84	22K	611624	8178968	685	Do outro lado do açude próximo ao ponto 20TF04_001	24/08/2021	Afloramento na encosta do açude, com intercalação de camadas de ms-xisto e xisto verde, todas rochas muito alteradas	Afloramento
20TF04_003	WGS-84	22K	612061	8177497	698	A leste da estrada a norte do morro do chapéu, de direção NS	24/08/2021	Afloramento em lajedo de gnaiss com ampla variação composicional, da unidade Creoulos	Afloramento
20TF04_004	WGS-84	22K	612242	8177652	699	300 metros a NE do ponto 20TF04_003	24/08/2021	Bloco de gnaiss Creoulos crenulado	Bloco in situ
20TF04_005	WGS-84	22K	610939	8175888	753	Na estrada, a norte do Morro do Chapéu. GO-156, sentido NS, a sul de Anicuns.	24/08/2021	Mudança de solo de ocre amarelo a creme	Solo
20TF04_006	WGS-84	22K	610741	8175364	697	Continuação da estrada, entrando em uma porteira à direita (leste)	24/08/2021	Afloramento em lajedo do Creoulos. Foliação gnáissica menos expressiva	Afloramento
20TF04_007	WGS-84	22K	609518	8174621	763	Continuação da estrada	24/08/2021	Solo ocre amarelo	Solo
20TF04_008	WGS-84	22K	608343	8174731	793	Continuação estrada	24/08/2021	Mudança para solo avermelhado	Solo
20TF04_009	WGS-84	22K	608336	8174731	781	Estrada em direção ao Lavrinha, a partir do sul da área	24/08/2021	Solo vermelho magnético e rico em granada	Solo
20TF04_010	WGS-84	22K	608530	8175102	786	Continuação na estrada	24/08/2021	Solo e cupins vermelhos	Solo
20TF04_011	WGS-84	22K	608201	8175323	767	Próximo a plantação de eucalipto e de um pequeno lago represado	24/08/2021	Blocos in situ de epidoto-anfibolito da unidade básico-ultrabásica da SAI. Aqui ele está nitidamente relacionado com o solo e cupins vermelhos	Bloco in situ
20TF04_012	WGS-84	22K	608133	8175591	758	Pasto do outro lado do lago	24/08/2021	Solo ocre castanho	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_013	WGS-84	22K	608559	8175733	747	Corte de estrada no caminho para o Granito Lavrinha	24/08/2021	Afloramento em parede com 3m de extensão de um muscovita-xisto muito alterado	Afloramento
20TF04_014	WGS-84	22K	607508	8174097	797	Do ponto 20TF04_013, foi feito um caminho em direção a sul, pela estrada central da porção sul da área, onde fica o ponto 20TF04_014	24/08/2021	Mudança de solo vermelho a solo ocre amarelo	Solo
20TF04_015	WGS-84	22K	605142	8171756	745	Além da borda sul da área, na estrada em direção sul que encontra com a do confinamento Califórnia dentro da área	24/08/2021	Afloramento em piso e blocos in situ de gnaiss granodiorítico do Granito Sanclerlândia, com partes em que ocorrem migmatitos	Afloramento
20TF04_016	WGS-84	22K	608649	8180143	711	Na beira da rodovia GO-326.	24/08/2021	Afloramento em piso e blocos do Gnaiss Lavrinha	Afloramento
20TF04_017	WGS-84	22K	608681	8179760	728	Sul do rancho com o Cristo	25/08/2021	Lajedo e blocos no pasto, gnaiss Lavrinha	Afloramento
20TF04_018	WGS-84	22K	609064	8177882	794	Beira de estrada a sul da fazenda do Don iDari	25/08/2021	Afloramento do gnaiss Lavrinha. No caminho solo é homogêneo e há muitos afloramentos	Afloramento
20TF04_019	WGS-84	22K	608948	8176691	759	Estrada dentro de propriedade, virando para E a partir da estrada principal. A NE do córrego Lavrinha	25/08/2021	Afloramentos e blocos do sienogranito gnaissificado do Lavrinha	Afloramento
20TF04_020	WGS-84	22K	608606	8176213	752	Estrada dentro de propriedade, seguindo de norte para sul, a sul do córrego Lavrinha	25/08/2021	Mudança de solo. Drenagem parece ser contato do Lavrinha com a SAI	Solo
20TF04_021	WGS-84	22K	608190	8176224	779	Beira de estrada em direção oeste	25/08/2021	Solo vermelho com cupins vermelhos. Blocos rolados de anfibolito	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_022	WGS-84	22K	607862	8176529	787	Continuação da estrada para oeste	25/08/2021	Mudança de solo do vermelho para amarelo	Solo
20TF04_023	WGS-84	22K	607870	8179097	743	Corte de estrada, a sul da GO-326, em direção oeste	25/08/2021	Saprólito de mica-xisto no corte de estrada. Após drenagem o solo sai do creme e fica castanho a vermelho	Afloramento
20TF04_024	WGS-84	22K	606863	8176068	835	Estrada paralela à anterior, em direção a sul.	25/08/2021	Solo vermelho escuro com os cupins vermelhos. Afloramento em blocos muito alterados. Anfibolitos e metassedimentos piroclásticos, com bombas. Possível intercalação de derrames e sedimentos vulcânicos.	Solo
20TF04_025	WGS-84	22K	608636	8171998	730	Fazenda do Adir, no extremo sul da área.	25/08/2021	Laterita e solo vermelho, bem discordante do solo creme do Creoulos. Pode ser alteração das camadas da base da SAI	Solo
20TF04_026	WGS-84	22K	604846	8172354	784	500 metros dentro da propriedade à esquerda seguindo a estrada para o Confinamento Califórnia.	25/08/2021	Afloramento dos ortognaisses Sanclerlândia. Na estrada, bloco de calcissilicatada metamorfizada	Afloramento
20TF04_027	WGS-84	22K	611562	8175291	683	Início do perfil. A leste da GO-156 e a norte do Morro do Chapéu	26/08/2021	Solo creme claro e arenoso	Solo
20TF04_028	WGS-84	22K	611712	8175073	690	Norte do Morro do Chapéu, próximo a casa abandonada	26/08/2021	Afloramento em piso e blocos do Gnaiss Creoulos, de composição sienogranítica	Afloramento
20TF04_029	WGS-84	22K	611506	8174734	703	Norte do morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento em piso do gnaiss Creoulos	Afloramento
20TF04_030	WGS-84	22K	611266	8174018	766	Norte do Morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento em piso do Gnaiss Creoulos com muita mica	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_031	WGS-84	22K	610918	8173610	775	Norte do Morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento in situ do gnaiss Creoulos, com Sn e padrão Sc, gerando Sn+1	Afloramento
20TF04_032	WGS-84	22K	610694	8173507	825	Norte do Morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento em piso do gnaiss Creoulos menos milonitizado	Afloramento
20TF04_033	WGS-84	22K	610843	8173343	849	Norte do topo do Morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento em piso, orientação de micas e segregação de quartzo	Afloramento
20TF04_034	WGS-84	22K	610803	8172883	917	Topo do Morro do Chapéu	26/08/2021	Solo creme, blocos de quartzo que parecem rods, podemos estar em uma zona de charneira	Solo
20TF04_035	WGS-84	22K	610902	8172706	879	Sul do topo do Morro do Chapéu	26/08/2021	Afloramento em piso do gnaiss, mais quartzoso, com foliação bem marcada	Afloramento
20TF04_036	WGS-84	22K	610606	8172706	789	Sul do morro e drenagem	26/08/2021	Afloramento de Ms-xisto e de gnaiss, pode ser contato	Afloramento
20TF04_037	WGS-84	22K	610557	8172225	765	Drenagem descendo o morro	26/08/2021	Afloramentos de gnaiss mais quartzoso, com segregação de quartzo, veios, foliação gnáissica, pares conjugados de fraturas e mulions inseridos em Sn	Afloramento
20TF04_038	WGS-84	22K	610248	8172076	720	Pé do morro, na parte sul	26/08/2021	Afloramentos em blocos, do gnaiss Creoulos. Além da drenagem da extração de areia o solo fica vermelho, pode ser contato	Afloramento
20TF04_039	WGS-84	22K	609565	8172300	756	Oeste da barragem	26/08/2021	Pela mudança de solo, o contato seria um pouco a oeste desse ponto. Bloco rolado de aplito	Solo
20TF04_040	WGS-84	22K	608110	8172677	754	Pasto voçorocado perto do canal	26/08/2021	Afloramento no meio do intemperismo, de ardósia	Afloramento
20TF04_041	WGS-84	22K	607184	8173183	796	Estrada, ponto de resgate	26/08/2021	Solo vermelho do ponto 20TF04_040 até esse	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_042	WGS-84	22K	606883	8186277	887	Início do perfil, na beira de estrada	27/08/2021	Afloramento em blocos de diorito/norito do Córrego Seco, com textura ígnea, OPX, grt e qtz	Afloramento
20TF04_043	WGS-84	22K	607106	8186169	898	Quebra de relevo em pasto seguindo para sul	27/08/2021	Afloramentos do Córrego Seco com fraturas na mesma direção da depressão e dos morros próximos, o que pode indicar que existe uma zona de cisalhamento nessa direção	Afloramento
20TF04_044	WGS-84	22K	607529	8186033	909	Sul de crista do morro no pasto	27/08/2021	Ocorrem afloramentos do diorito somente na crista, não nos outros pontos	Afloramento
20TF04_045	WGS-84	22K	607785	8185951	915	Crista de outro morro no pasto, caminho da cerca	27/08/2021	Afloramento de qtz-diorito	Afloramento
20TF04_046	WGS-84	22K	607909	8185768	891	Descida do morro	27/08/2021	Bloco de qtz-diorito	Bloco in situ
20TF04_047	WGS-84	22K	608035	8185561	821	Pé sul da serra norte do Córrego Seco	27/08/2021	Qtz-diorito com menos qtz, provavelmente porque está no centro	Bloco rolado
20TF04_048	WGS-84	22K	608163	8185390	779	Ponto da baleia, no vale entre os morros	27/08/2021	Afloramento do Diorito Córrego Seco em piso	Afloramento
20TF04_049	WGS-84	22K	608496	8184607	739	Almoço. Na parte mais baixa do vale	27/08/2021	A partir da drenagem os afloramentos somem. Vale alinhado SE.	Solo
20TF04_050	WGS-84	22K	608849	8184153	801	Início da subida do morro sul	27/08/2021	Afloramento em blocos do diorito com granulação mais grossa	Afloramento
20TF04_051	WGS-84	22K	609000	8184031	865	Topo do morro sul	27/08/2021	Solo vermelho e bloco de diorito com mais plg	Solo
20TF04_052	WGS-84	22K	609360	8183264	812	Pé do morro sul	27/08/2021	Bloco de qtz-diorito similar a ponto 20TF04_042	Bloco rolado
20TF04_053	WGS-84	22K	605135	8177338	759	Sul do Córrego da Limeira	28/08/2021	Solo argiloso e cinza	Solo
20TF04_054	WGS-84	22K	605779	8177714	752	Seguindo para NE na drenagem	28/08/2021	Blocos no leito de anfibolito do gnaïsse Sanclerlândia	Bloco rolado
20TF04_055	WGS-84	22K	606471	8178696	737	Corte de estrada ao norte da drenagem	28/08/2021	Saprólito do gnaïsse	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_056	WGS-84	22K	606643	8178817	746	Drenagem seguindo para NE	28/08/2021	Afloramento na drenagem de blocos de anfibolito fino (provavelmente da SAI)	Afloramento
20TF04_057	WGS-84	22K	607087	8179109	726	Margem NW da drenagem, subindo o pasto	28/08/2021	Afloramento de blocos de norito, possivelmente de alguma intrusão tipo Americano (pode ser parte do Córrego Seco)	Afloramento
20TF04_058	WGS-84	22K	607239	8179173	721	Drenagem seguindo para NE	28/08/2021	Anfibolito ou diorito sem foliação, pode ser parte da intrusão do ponto 20TF04_057	Afloramento
20TF04_059	WGS-84	22K	607502	8179416	722	Leito da drenagem, seguindo para NE	28/08/2021	Anfibolito com foliação e bloco metassedimentar vulcânica. Provavelmente base da SAI	Afloramento
20TF04_060	WGS-84	22K	607785	8179634	725	Leito da drenagem seguindo para NE	28/08/2021	Afloramento de anfibolito com foliação milonítica	Afloramento
20TF04_061	WGS-84	22K	607898	8179751	712	Encosta sul da drenagem	28/08/2021	Blocos rolados de MS-xisto da SAI	Bloco rolado
20TF04_062	WGS-84	22K	608052	8179865	717	Pasto subindo o morro perto da sede bonita	28/08/2021	Afloramento de mica-xisto	Afloramento
20TF04_063	WGS-84	22K	608157	8180110	708	Leito de drenagem menos de 1km a sul da rodovia	28/08/2021	Afloramento de metagranito Lavrinha foliado, com muita mica que gera xistosidade	Afloramento
20TF04_064	WGS-84	22K	608344	8180202	707	Erosão próxima à sede ao sul da rodovia	28/08/2021	Solo creme e sedimento aluvionar	Solo
20TF04_065	WGS-84	22K	608454	8180147	707	Margem sul da rodovia, bem na entrada de uma fazenda	28/08/2021	Afloramento de gnaiss Lavrinha intensamente fraturado, com foliação e falha	Afloramento
20TF04_066	WGS-84	22K	605160	8178830	754	Início do perfil, braço norte do Córrego da Lavrinha	30/08/2021	Afloramento do anfibolito dos dioritos Sanclerlândia na encosta da drenagem	Afloramento
20TF04_067	WGS-84	22K	604055	8177938	791	Blocos na estrada, na fazenda do João Roberto	30/08/2021	Blocos in situ de gnaiss Sanclerlândia de composição diorítica	Bloco in situ

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_068	WGS-84	22K	604932	8176047	795	Beira de estrada, a oeste da drenagem	30/08/2021	Afloramento in situ de gnaiss granítico do Sanclerlândia com porfiroclastos de KF	Afloramento
20TF04_069	WGS-84	22K	605659	8176057	741	Leito de drenagem	30/08/2021	Afloramento de anfibolito da SAI, composição diorítica	Afloramento
20TF04_070	WGS-84	22K	605698	8175994	738	Leito de drenagem	30/08/2021	Afloramento de ms-gnaiss bem foliado, do Sanclerlândia. Parece milonitizado	Afloramento
20TF04_071	WGS-84	22K	604697	8175767	775	Beira de estrada, dentro de propriedade	30/08/2021	Afloramento de ms-pegmatito, com turmalina	Afloramento
20TF04_072	WGS-84	22K	604974	8174731	722	Pasto após a ponte	30/08/2021	Blocos de gnaiss granítico e de intrusão máfica-ultramáfica, com textura ígnea, sem estruturas deformacionais.	Bloco rolado
20TF04_073	WGS-84	22K	605692	8175873	743	Pasto na anomalia magnética não aflorante	30/08/2021	Blocos rolados de gnaiss granítico	Bloco rolado
20TF04_074	WGS-84	22K	605192	8175480	744	Pasto fora da anomalia magnética	30/08/2021	Blocos do gnaiss granítico do Sanclerlândia	Bloco rolado
20TF04_075	WGS-84	22K	604870	8174896	745	Beira de estrada antes da ponte	30/08/2021	Afloramento do gnaiss diorítico com granada	Afloramento
20TF04_076	WGS-84	22K	606048	8172346	786	Fazenda do Jair	30/08/2021	Solo vermelho com cupins	Solo
20TF04_077	WGS-84	22K	606865	8174015	755	Fazenda com a bica na cerca	30/08/2021	Laterita e solo claro	Solo
20TF04_078	WGS-84	22K	608565	8180227	705	Green Village	31/08/2021	Grande afloramento (10m <sup>3</sup> ) rodeado por piso e blocos do Gnaiss Lavrinha	Afloramento
20TF04_079	WGS-84	22K	608622	8180669	721	Perto da casa com piscina atrás do Green Village (Fazenda do Gerônimo)	31/08/2021	Afloramento de Ms-xisto na borda do granito	Afloramento
20TF04_080	WGS-84	22K	608729	8180911	740	Ao lado da mata, seguindo para NE do ponto anterior	31/08/2021	Afloramento em piso de Ms-xisto mais fino e muito foliado, com crenulação Sn+2 marcada pelo estiramento de Ms	Afloramento
20TF04_081	WGS-84	22K	608809	8181416	742	Ravinamento no pasto	31/08/2021	Solo castanho	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_082	WGS-84	22K	609154	8181452	742	Lixão	31/08/2021	Ravinamento com solo castanho	Solo
20TF04_083	WGS-84	22K	609288	8181772	722	Borda de drenagem	31/08/2021	Bloco rolado de quartzito	Bloco rolado
20TF04_084	WGS-84	22K	609792	8182051	714	Pasto	31/08/2021	Solo vermelho com cupins	Solo
20TF04_085	WGS-84	22K	609897	8182167	705	Pasto na encosta	31/08/2021	Bloco rolado de rocha máfica	Bloco rolado
20TF04_086	WGS-84	22K	610033	8182401	691	Quebra de relevo	31/08/2021	Bloco in situ de anfibolito da SAI	Bloco in situ
20TF04_087	WGS-84	22K	610205	8182376	690	Margem de drenagem	31/08/2021	Saprólito de quartzito com estruturas preservadas	Afloramento
20TF04_088	WGS-84	22K	610413	8182276	709	Pasto no topo do morro	31/08/2021	Afloramento de anfibolito da SAI	Afloramento
20TF04_089	WGS-84	22K	611808	8180808	759	Corte de estrada	01/09/2021	Afloramento em corte de estrada com mais de 20m de extensão, de grt-bt-xisto bem foliado, aparentemente intercalado com porções anfibolíticas.	Afloramento
20TF04_090	WGS-84	22K	612093	8180490	666	Chácara Boa Esperança	01/09/2021	Afloramento em piso de calciossilicatada com hornblenda, margarita e granadas centimétricas rotacionadas	Afloramento
20TF04_091	WGS-84	22K	611419	8183007	683	Seguindo para NE	01/09/2021	Afloramento em piso de bt-ms-xisto com magnetita e granada. Parece ter turmalina	Afloramento
20TF04_092	WGS-84	22K	611976	8184056	676	Cachoeira na borda com a área 2	01/09/2021	Grt-ms-xisto in situ com crenulação e granadas não rotacionadas	Afloramento
20TF04_093	WGS-84	22K	611750	8184337	698	Entrada para leste	01/09/2021	Solo vermelho com laterita e cupins	Solo
20TF04_094	WGS-84	22K	611237	8183319	710	Estrada	01/09/2021	Bloco rolado do que parece ser dolerito	Bloco rolado
20TF04_095	WGS-84	22K	610514	8183750	743	Beira da estrada	01/09/2021	Afloramento em piso de diorito com biotita da borda do Córrego Seco. Ocorrência de brita	Afloramento
20TF04_096	WGS-84	22K	610340	8185505	689	Estrada seguindo para NE	01/09/2021	Bloco rolado de diorito	Bloco rolado
20TF04_097	WGS-84	22K	611060	8185784	731	Morro beira de estrada, no meio da mata	01/09/2021	Afloramento de diorito sem biotita. Potencial para bauxita. Solo logo a frente, na estrada, fica claro.	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_098	WGS-84	22K	612422	8186764	757	Encosta e topo de morro	01/09/2021	Afloramento de ms-quartzito da SAI com fengita. Ocorre variação de lepidoblástica a granolepidoblástica.	Afloramento
20TF04_099	WGS-84	22K	610871	8184803	686	Cachoeira Rio dos Bois	01/09/2021	Afloramento de diorito do CS. Mais a sul, no leito da drenagem, ele aparece mais foliado.	Afloramento
20TF04_100	WGS-84	22K	611134	8184591	681	Leito do Rio dos Bois	01/09/2021	Onde Davi entrou, diorito milonitizado.	Afloramento
20TF04_101	WGS-84	22K	609489	8178937	743	Início do perfil a pé no Lavrinha	02/09/2021	Afloramento em blocos verticalizados por toda a estrada até esse ponto. Granito Lavrinha milonitizado.	Afloramento
20TF04_102	WGS-84	22K	609428	8178816	801	Subida	02/09/2021	Afloramento em piso do granito com foliação. Tem magnetita em alguns afloramentos	Afloramento
20TF04_103	WGS-84	22K	609566	8178587	818	Subida	02/09/2021	Afloramento bem preservado de metagranito Lavrinha bem foliado.	Afloramento
20TF04_104	WGS-84	22K	609421	8178521	841	Ponto mais alto do pasto	02/09/2021	Afloramento do granito foliado	Afloramento
20TF04_105	WGS-84	22K	609025	8178673	792	Descida	02/09/2021	Afloramento de granito menos foliado, mas ainda com orientação de micas. Presença de boxworks.	Afloramento
20TF04_106	WGS-84	22K	608757	8178910	754	Beira de estrada	02/09/2021	Sienogranito Lavrinha milonitizado. Drenagem parece ser contato com xisto.	Afloramento
20TF04_107	WGS-84	22K	608427	8178933	721	Leito da drenagem	02/09/2021	Afloramento do Lavrinha milonitizado, com granadas euédricas não deformadas ou rotacionadas. Blocos rolados de metassedimentos e anfibólitos da SAI.	Afloramento
20TF04_108	WGS-84	22K	608474	8178824	733	Corte de estrada	02/09/2021	Grt-ms-xisto em contato com granito com biotita milonitizado. Blocos rolados de "pegmatito"	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_109	WGS-84	22K	608898	8177398	794	Beira de estrada descendo para sul	02/09/2021	Afloramento de aplito da borda do Lavrinha	Afloramento
20TF04_110	WGS-84	22K	608541	8177159	758	Erosão	02/09/2021	Contato do ms-xisto com anfibolito demarcado pelo perfil de solo. No topo solo vermelho, na base solo claro e blocos de xisto e quartzito.	Afloramento
20TF04_111	WGS-84	22K	608515	8176967	752	Queda d'água pequena com a dobra	02/09/2021	Dobra no ms-quartzito.	Afloramento
20TF04_112	WGS-84	22K	608376	8177048	771	Ponto do tamanduá	02/09/2021	Afloramento de anfibolito da SAI bem foliado e de veios com turmalinas em agregados maiores que 10cm de extensão.	Afloramento
20TF04_113	WGS-84	22K	603772	8182686	717	Fazenda dos porcos no Ribeirão Boa Esperança	03/09/2021	Solo castanho	Solo
20TF04_114	WGS-84	22K	604341	8183322	760	Fazenda São João, do cachorro "branco" com a casa amarela	03/09/2021	Afloramento em piso de qtz-diorito, teoricamente do Sanclerlândia. Bloco de composição granítica nas proximidades reforça que é Sanclerlândia.	Afloramento
20TF04_115	WGS-84	22K	605096	8184930	800	"Baleia" do Sanclerlândia	03/09/2021	Afloramento em piso de pelo menos 100m <sup>2</sup> de diorito com granada e grande variabilidade de granulação. Porção diorítica do Sanclerlândia, evidenciada pela expressiva gnaissificação em afloramento na drenagem a 200m a leste do ponto.	Afloramento
20TF04_116	WGS-84	22K	604773	8184993	810	Seguindo para NW	03/09/2021	Afloramento em piso do diorito Sanclerlândia	Afloramento
20TF04_117	WGS-84	22K	604835	8187907	854	Seguindo para N	03/09/2021	Bloco rolado de quartzito fino sem mica. Solo castanho avermelhado.	Bloco rolado

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_118	WGS-84	22K	605068	8186882	865	Seguindo para N	03/09/2021	Bloco rolado de hematita e de basalto, que parecem estar associados. Bloco rolado de bauxita e de diorito do CS, que parecem estar associados.	Bloco rolado
20TF04_119	WGS-84	22K	606828	8187404	861	Extremo N da área	03/09/2021	Morro de hematita concentrada em perfil laterítico, com material vítreo. Afloramento misto de basalto e diorito (sienito?) do Córrego Seco.	Afloramento
20TF04_120	WGS-84	22K	606805	8188165	801	Sul da área 1	03/09/2021	Margem norte da drenagem aflora tufos com fluxo piroclástico preservado.	Afloramento
20TF04_121	WGS-84	22K	605852	8185000	813	Pasto	03/09/2021	Afloramento de diorito Sanclerlândia	Afloramento
20TF04_122	WGS-84	22K	606362	8184711	841	Beira de estrada	03/09/2021	Blocos in situ de diorito com esfoliação esferoidal aparentemente do Córrego Seco. Não tem biotita.	Bloco in situ
20TF04_123	WGS-84	22K	607074	8183919	882	Carvoaria	03/09/2021	Afloramento de diorito do CS de granulação grossa	Afloramento
20TF04_124	WGS-84	22K	611202	8179237	707	Talude na cidade do lado do ginásio abandonado	04/09/2021	Talude com solo exposto e saprólito de grt-ms-xisto aparentemente intercalado com quartzito	Afloramento
20TF04_125	WGS-84	22K	610979	8179282	696	Afloramento na drenagem	04/09/2021	Grt-ms-quartzito cinza não magnético	Afloramento
20TF04_126	WGS-84	22K	610680	8179126	725	Pasto na cidade	04/09/2021	Afloramento em piso de ms-xisto bem alterado	Afloramento
20TF04_127	WGS-84	22K	610368	8178644	725	Casa familiar com afloramento no morro ao fundo	04/09/2021	Morro com afloramentos de granito Lavrinha proto-milonitizado de composição sienogranítica. Contato parece ser na estrada, 200m a leste.	Afloramento
20TF04_128	WGS-84	22K	610674	8178527	717	Vista da mudança de solo	04/09/2021	Solo vermelho. Mudança marca contato do granito com o xisto.	Solo
20TF04_129	WGS-84	22K	610798	8177823	692	Cupinzeiro de granito	04/09/2021	Solo claro, castanho. Parece quase em cima do contato.	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_130	WGS-84	22K	610868	8177568	684	Afloramento na propriedade "monitorada por câmara", com grandes pedaços de concreto na drenagem	04/09/2021	Afloramento na drenagem de granito milonitizado bem alterado. Nessa região os afloramentos de granito são muito esparsos.	Afloramento
20TF04_131	WGS-84	22K	610160	8177705	751	Morro repleto de afloramentos	04/09/2021	Blocos inclinados de granito milonitizado de composição sienogranítica, parece ser do Lavrinha. Granito muito magnético.	Afloramento
20TF04_132	WGS-84	22K	610570	8177160	686	Drenagem	04/09/2021	Afloramento em piso de granito milonitizado quase xistoso, com bastante KF e magnetita e parece ter biotita.	Afloramento
20TF04_133	WGS-84	22K	610480	8176777	713	Corte de estrada	04/09/2021	Contato do granito com milonitizado com o xisto.	Afloramento
20TF04_134	WGS-84	22K	610008	8176363	762	Solo erodido no pasto	04/09/2021	Grt-ms-xisto bem micáceo. Alguns blocos parecem milonito de granito, pode ser região de contato. Pode ser faixa da SAI entre granitos.	Afloramento
20TF04_135	WGS-84	22K	609600	8175699	707	Base de erosão	04/09/2021	Afloramento de anfibolito. Pode ser ponto de contato com o xisto, que estaria em cima. Solo vermelho.	Afloramento
20TF04_136	WGS-84	22K	609685	8175622	710	Ponte	04/09/2021	Afloramento de xisto na base da parede da drenagem.	Afloramento
20TF04_137	WGS-84	22K	609721	8175576	710	Drenagem	04/09/2021	Ms-quartzito na encosta.	Afloramento
20TF04_138	WGS-84	22K	609772	8175500	716	Pasto	04/09/2021	Granito em afloramentos dispersos em piso e blocos. Contato com xisto parece ser a drenagem.	Afloramento
20TF04_139	WGS-84	22K	609567	8175544	720	Estrada	04/09/2021	Afloramento de Ms-xisto	Afloramento
20TF04_140	WGS-84	22K	609170	8174682	778	Estrada	04/09/2021	Solo vermelho.	Solo
20TF04_141	WGS-84	22K	609425	8174636	776	Estrada	04/09/2021	Solo castanho	Solo
20TF04_142	WGS-84	22K	609800	8174614	753	Estrada	04/09/2021	Solo claro	Solo

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_143	WGS-84	22K	611127	8180332	685	Garimpo boi de ouro	06/09/2021	Afloramento em toda a margem do lago, de ms-xisto e calciossilicatada com veios de quartzo.	Afloramento
20TF04_144	WGS-84	22K	609314	8182380	724	Encosta do morro	06/09/2021	Afloramento em blocos de norito com granulação mais fina, mas variável, do CS.	Afloramento
20TF04_145	WGS-84	22K	609239	8181952	706	Drenagem	06/09/2021	Blocos de ms-quartzito na margem da drenagem.	Bloco in situ
20TF04_146	WGS-84	22K	609194	8182075	713	Fazenda do Ildomar	06/09/2021	Ms-quartzito ou ms-qtz-xisto, ambíguo como o da turfa de cana. Contato com o Córrego Seco é drenagem	Afloramento
20TF04_147	WGS-84	22K	608421	8182038	738	Estrada	06/09/2021	Basalto alterado aflorante no chão da estrada e em blocos rolados.	Afloramento
20TF04_148	WGS-84	22K	608333	8181959	745	Pasto	06/09/2021	Diorito Sanclerlândia com granada.	Afloramento
20TF04_149	WGS-84	22K	607897	8182019	736	Estrada	06/09/2021	Basalto em piso na estrada, com algumas porções de granulação mais grossa.	Afloramento
20TF04_150	WGS-84	22K	607701	8182031	741	Estrada	06/09/2021	Basalto alterado e tufo soldado aflorantes no piso da estrada.	Afloramento
20TF04_151	WGS-84	22K	607524	8182062	757	Beira de estrada	06/09/2021	Afloramento de basalto em beira de estrada.	Afloramento
20TF04_152	WGS-84	22K	606774	8182251	805	Estrada em busca da ocorrência de turmalina, onde vimos o redemoinho gigante	06/09/2021	Blocos de basalto e hematitito.	Bloco rolado
20TF04_153	WGS-84	22K	606362	8181551	737	Fazenda São Bento	06/09/2021	Ocorrência de turmalina associada ao xisto e ao Sanclerlândia, que aqui ocorre tonalítico.	Afloramento
20TF04_154	WGS-84	22K	606794	8182593	809	Topo de morrote	06/09/2021	Blocos de basalto de granulação média, parece ser de derrame espesso.	Bloco in situ
20TF04_155	WGS-84	22K	606649	8183539	851	Caminho	06/09/2021	Blocos e piso de basalto e dolerito.	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_156	WGS-84	22K	605998	8182786	822	Caminho	06/09/2021	Blocos rolados de basalto.	Bloco rolado
20TF04_157	WGS-84	22K	606171	8182174	741	Caminho	06/09/2021	Gnaiss Sanclerlândia de composição mais máfica.	Afloramento
20TF04_158	WGS-84	22K	611532	8187456	735	Margem leste da estrada	07/09/2021	Afloramento inclinado de ms-quartzito similar ao da turfa de cana com magnetita.	Afloramento
20TF04_159	WGS-84	22K	611234	8187380	792	Caminho para o topo do morro	07/09/2021	Quartzito pouco micáceo e inclinado, subvertical. Pode ser a frente de empurrão. No caminho um bloco rolado de basalto.	Afloramento
20TF04_160	WGS-84	22K	611247	8187048	840	Caminho para NE	07/09/2021	Laterita estratificada aparentemente de basalto ou sedimento vulcânico. No caminho, blocos rolados de xisto, quartzito e basalto.	Bloco in situ
20TF04_161	WGS-84	22K	611201	8106981	861	Caminho para NE	07/09/2021	Laterita em blocos que parecem as do ponto 20TF04_119. Percolação de hematita que parece veio e óxido de manganês botrioidal. Algumas porções mais frescas parecem sedimento, mas não metamorfizado.	Bloco rolado
20TF04_162	WGS-84	22K	611106	8187033	866	Parte mais alta desse morro	07/09/2021	Bloco muito alterado do que parece ser um arenito com bomba.	Bloco rolado
20TF04_163	WGS-84	22K	611019	8186848	814	Encosta do morro	07/09/2021	Blocos rolados de basalto de basalto com granulação média. Na descida blocos do que parece um arenito cozido.	Bloco rolado
20TF04_164	WGS-84	22K	610700	8186714	731	Margem da drenagem	07/09/2021	Lajedo de rocha intrusiva de granulação grossa bem fraturada. Parece a margem do Córrego Seco.	Afloramento
20TF04_165	WGS-84	22K	610597	8186562	738	Ponto da árvore de algodão	07/09/2021	Blocos aflorantes de gabro do CS, com granulação variável.	Afloramento

Tabela de Pontos 20TF04

Numero_Ponto	Datum	Zona	Coord_X	Coord_Y	Elevacao	Toponímia	Data	Descrição	Tipo
20TF04_166	WGS-84	22K	610400	8186326	699	Drenagem	07/09/2021	Afloramento do norito do CS com granulação variável, mas mesmo no fino há cristais bem crescidos.	Afloramento
20TF04_167	WGS-84	22K	610416	8185956	723	Ponto do almoço e resgate, onde o Marcelo passou reto	07/09/2021	Afloramento do gabro/norito do CS. Alguns pontos parecem ter KF.	Afloramento
20TF04_168	WGS-84	22K	610718	8180539	694	Topo do pasto perto do centro da cidade	08/09/2021	Afloramento de ms-xisto com biotita bem fina.	Afloramento
20TF04_169	WGS-84	22K	608028	8180823	713	Casarão em construção, onde Marcelo quase perdeu o crachá	08/09/2021	Blocos rolados de ms-xisto.	Bloco rolado
20TF04_170	WGS-84	22K	606254	8181706	733	Drenagem depois da porteira trancada	08/09/2021	Parece zona de cisalhamento, com gossan com remobilização de ferro em solução sólida entre hematita e magnetita. Dentro do gossan ocorrem micas neoformadas. Ocorrem blocos do que parece ser o Sanclerlândia milonitizado.	Bloco rolado
20TF04_171	WGS-84	22K	606259	8181670	729	Mesma drenagem do ponto anterior	08/09/2021	Afloramento do Sanclerlândia hidrotermalizado de composição granodiorítica.	Afloramento
20TF04_172	WGS-84	22K	604495	8181692	740	Drenagem após fio eletrificado desligado	08/09/2021	Blocos rolados de um lado do Sanclerlândia diorítico, do outro lado afloramento dele tonalítico.	Afloramento

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_001	20TF04_001-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Bt-Grt-Ms-Xisto com óxidos e hidróxidos de ferro
20TF04_003	20TF04_003-a	Granito Creoulos	Sienogranito com muscovita e biotita
20TF04_004	20TF04_004-a	Granito Creoulos	Sienogranito com muscovita e biotita
20TF04_011	20TF04_011-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Epidoto-anfibolito
20TF04_015	20TF04_015-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Grt-Hbl-Ep-Bt-Gnaiss
20TF04_015	20TF04_015-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Grt-Hbl-Ep-Bt-Gnaiss
20TF04_016	20TF04_016-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com muscovita e biotita
20TF04_017	20TF04_017-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com muscovita, biotita, epidoto, granada e hornblenda
20TF04_018	20TF04_018-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com muscovita, biotita e
20TF04_021	20TF04_21-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Ultramáficas	Clinopiroxenito com talco, ortopiroxênio e hornblenda
20TF04_024	20TF04_024-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Epidoto-anfibolito
20TF04_024	20TF04_024-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Epidoto-anfibolito
20TF04_024	20TF04_024-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Metaignimbritos	Metaignimbrito dacítico
20TF04_024	20TF04_024-d	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Metaignimbritos	Metaignimbrito dacítico
20TF04_024	20TF04_024-e	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Epidoto-anfibolito
20TF04_024	20TF04_024-f	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Metaignimbritos	Metaignimbrito dacítico
20TF04_026	20TF04_026-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Grt-Hbl-Ep-Bt-Gnaiss
20TF04_026	20TF04_026-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Calcissilicatada
20TF04_033	20TF04_033-a	Granito Creoulos	Sienogranito com muscovita, biotita e
20TF04_036	20TF04_036-a	Granito Creoulos	Sienogranito milonitizado
20TF04_036	20TF04_036-b	Granito Creoulos	Sienogranito milonitizado
20TF04_039	20TF04_039-a	Granito Creoulos	Sienogranito aplítico
20TF04_040	20TF04_040-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Quartzitos	Quartzito

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_041	20TF04_041-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Diopsídio-anfibolito
20TF04_042	20TF04_042-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Quartzo-diorito
20TF04_042	20TF04_042-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Quartzo-diorito
20TF04_042	20TF04_042-c	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_048	20TF04_048-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_048	20TF04_048-b		Dique
20TF04_048	20TF04_048-c		Dique
20TF04_050	20TF04_050-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Gabro-norito
20TF04_051	20TF04_051-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_054	20TF04_054-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Grt-Hbl-Gnaiss
20TF04_054	20TF04_054-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Grt-Hbl-Gnaiss
20TF04_056	20TF04_056-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_057	20TF04_057-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Norito
20TF04_058	20TF04_058-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_059	20TF04_059-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Grt-anfibolito
20TF04_059	20TF04_059-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Quartzitos	Grt-Mag-Quartzito
20TF04_060	20TF04_060-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Epidoto-anfibolito
20TF04_061	20TF04_061-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Ms-xisto
20TF04_062	20TF04_062-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-xisto
20TF04_062	20TF04_062-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-xisto
20TF04_066	20TF04_066-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Hbl-Gnaiss

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_067	20TF04_067-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé diorítico	Bt-Hbl-Gnaissé
20TF04_068	20TF04_068-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Grt-Mag-Gnaissé
20TF04_068	20TF04_068-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Grt-Mag-Gnaissé
20TF04_068	20TF04_068-c	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Grt-Mag-Gnaissé
20TF04_068	20TF04_068-d	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Milonito
20TF04_069	20TF04_069-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granodiorítico	Hbl-Gnaissé
20TF04_070	20TF04_070-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Gnaissé
20TF04_070	20TF04_070-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Milonito
20TF04_071	20TF04_071-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Pegmatito
20TF04_071	20TF04_071-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Pegmatito com turmalina
20TF04_071	20TF04_071-c	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Pegmatito com turmalina
20TF04_071	20TF04_071-d	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Pegmatito
20TF04_072	20TF04_072-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granítico	Ms-Gnaissé
20TF04_072	20TF04_072-b		Piroxenito
20TF04_072	20TF04_072-c		Piroxenito
20TF04_075	20TF04_075-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaissé granodiorítico	Grt-Hbl-Gnaissé
20TF04_078	20TF04_078-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com muscovita e biotita
20TF04_078	20TF04_078-b	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com muscovita e biotita
20TF04_079	20TF04_079-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-xisto
20TF04_080	20TF04_080-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Ms-xisto
20TF04_083	20TF04_083-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Quartzitos	Quartzito
20TF04_085	20TF04_085-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_086	20TF04_086-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_086	20TF04_086-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_088	20TF04_088-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Grt-anfibolito
20TF04_088	20TF04_088-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Grt-anfibolito
20TF04_089	20TF04_089-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Bt-Calcixisto
20TF04_089	20TF04_089-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Bt-Calcixisto
20TF04_089	20TF04_089-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Bt-Calcixisto
20TF04_090	20TF04_090-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Calcixisto
20TF04_090	20TF04_090-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Calcixisto
20TF04_090	20TF04_090-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Calcixisto
20TF04_090	20TF04_090-d	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Calcixisto
20TF04_090	20TF04_090-e	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Hbl-Calcixisto
20TF04_091	20TF04_091-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Mag-Grt-Bt-Ms-Xisto
20TF04_092	20TF04_092-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-Xisto
20TF04_094	20TF04_094-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Dolerito
20TF04_095	20TF04_095-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito com biotita

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_097	20TF04_097-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_098	20TF04_098-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Ms-Qtz-Xisto com fengita
20TF04_099	20TF04_099-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Veio de epidoto
20TF04_099	20TF04_099-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_100	20TF04_100-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito milonitizado
20TF04_100	20TF04_100-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito milonitizado
20TF04_101	20TF04_101-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito protomilonitizado
20TF04_101	20TF04_101-b	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito milonitizado
20TF04_101	20TF04_101-c	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito
20TF04_106	20TF04_106-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito
20TF04_107	20TF04_107-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-Xisto
20TF04_107	20TF04_107-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Hbl-Grt-Ms-Xisto
20TF04_107	20TF04_107-c		Pegmatito
20TF04_108	20TF04_108-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com biotita, granada e
20TF04_108	20TF04_108-b	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com biotita, granada e
20TF04_108	20TF04_108-c	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito com biotita, granada e
20TF04_108	20TF04_108-d	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-Xisto
20TF04_109	20TF04_109-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito aplítico
20TF04_112	20TF04_112-a		Veio com turmalina
20TF04_114	20TF04_114-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss Diorítico	Grt-Bt-Hbl-Gnaiss
20TF04_115	20TF04_115-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss Diorítico	Hbl-Gnaiss
20TF04_115	20TF04_115-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss Diorítico	Grt-Hbl-Gnaiss
20TF04_118	20TF04_118-a	Complexo Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_118	20TF04_118-b	Complexo Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Gabro-norito
20TF04_119	20TF04_119-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_119	20TF04_119-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Gossan
20TF04_119	20TF04_119-c	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_119	20TF04_119-d	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_119	20TF04_119-e	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Gabro-norito
20TF04_119	20TF04_119-f	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Gabro-norito
20TF04_119	20TF04_119-g	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Vidro vulcânico
20TF04_120	20TF04_120-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Cinza vulcânica
20TF04_120	20TF04_120-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Cinza vulcânica
20TF04_120	20TF04_120-c	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto e fiamme
20TF04_121	20TF04_121-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss Diorítico	Hbl-Gnaiss
20TF04_122	20TF04_122-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Diorito
20TF04_127	20TF04_127-a	Granito Córrego da Lavrinha	Sienogranito
20TF04_133	20TF04_133-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Quartzitos	Quartzito
20TF04_134	20TF04_134-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-xisto
20TF04_134	20TF04_134-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Concentrado de Manganês
20TF04_134	20TF04_134-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Concentrado de Manganês
20TF04_135	20TF04_135-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_135	20TF04_135-b	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_135	20TF04_135-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Básico-ultrabásica - Litofácies Anfibolitos	Anfibolito
20TF04_136	20TF04_136-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Ms-xisto
20TF04_138	20TF04_138-a	Granito Creoulos	Sienogranito
20TF04_143	20TF04_143-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Grt-Ms-xisto
20TF04_143	20TF04_143-b		Veio de quartzo com sulfetos

## Amostras 20TF04

Numero_Ponto	Numero_Amostra	Litotipo	Descrição
20TF04_143	20TF04_143-c	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Calcixisto
20TF04_143	20TF04_143-d		Veio de quartzo com sulfetos
20TF04_143	20TF04_143-e	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Calcixisto
20TF04_143	20TF04_143-f	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Veio e Ms-xisto
20TF04_143	20TF04_143-g		Veio de quartzo com sulfetos e
20TF04_143	20TF04_143-h		Veio de quartzo com granada e
20TF04_144	20TF04_144-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Norito
20TF04_147	20TF04_147-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_147	20TF04_147-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Material vítreo vesiculado
20TF04_150	20TF04_150-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_150	20TF04_150-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo
20TF04_150	20TF04_150-c	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo
20TF04_150	20TF04_150-d	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Material vítreo vesiculado com epidoto
20TF04_150	20TF04_150-e	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto
20TF04_154	20TF04_154-a		
20TF04_157	20TF04_157-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss Diorítico	Grt-Hbl-Gnaiss
20TF04_157	20TF04_157-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo
20TF04_158	20TF04_158-a	Sequência Anicuns-Itaberaí - Unidade Psamo-pelítica - Litofácies Micaxistos	Ms-qtz-xisto
20TF04_161	20TF04_161-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo
20TF04_161	20TF04_161-b	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo estratificado
20TF04_161	20TF04_161-c	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Laterita
20TF04_161	20TF04_161-d	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Laterita
20TF04_162	20TF04_162-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Tufo
20TF04_163	20TF04_163-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica	Basalto

## Amostras 20TF04

<b>Numero_Ponto</b>	<b>Numero_Amostra</b>	<b>Litotipo</b>	<b>Descrição</b>
20TF04_165	20TF04_165-a	Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva	Gabro-norito
20TF04_170	20TF04_170-a	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Gossan
20TF04_170	20TF04_170-b	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Milonito
20TF04_170	20TF04_170-c	Metagranito Sanclerlândia - gnaiss granodiorítico	Milonito

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_78-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 078

Grupo: Grupo 4

Data: 01/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha de coloração cinza clara com porções cinza-escuro.

#### Descrição da amostra:

Rocha gnaissificada e milonitizada de coloração branca com porções lamelares cinzentas recessivas. Há foliação milonítica com sigmoides bem-marcados por bandas granulares de minerais como quartzo, K-feldspato e plagioclásio cercadas por bandas micáceas de biotita e muscovita.

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

#### Índice de cor:

Leucocrática

#### Estrutura:

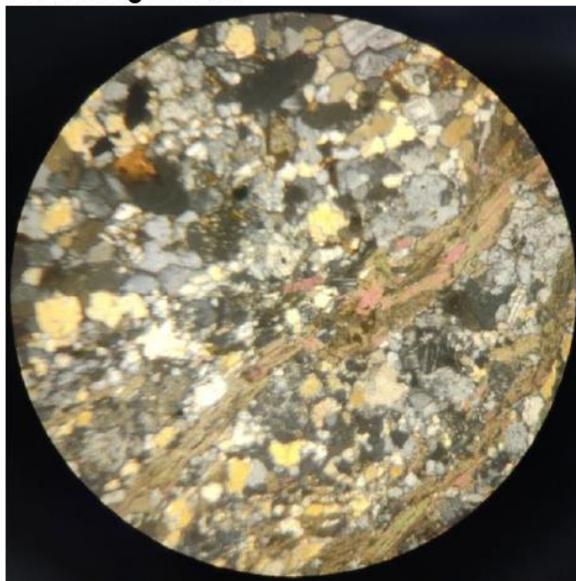
Gnaissificação

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Holocrystalina

#### Descrição textural:

A textura da rocha é marcada por expressiva gnaissificação e milonitização. A rocha é lepidogranoblástica, apresentando um bandamento composicional com domínios quartzo-feldspáticos mais puros e níveis com intercalações de muscovita e biotita. A rocha apresenta pequenas quantidades de epidoto provavelmente derivado da alteração de plagioclásios.

#### Descrição estrutural:

Há presença de forte foliação milonítica na amostra, marcada por porfiroclastos fragmentados e rotacionados de feldspato alcalino com sombras de pressão, associados a quartzo e plagioclásio e sigmoides de minerais micáceos. Podem ser observadas duas fases de deformação na rocha

#### Granulação/granulometria:

Média

#### Tamanho relativo dos cristais:

Porfiritica

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Feldspato Potássico	33	Essencial
Plagioclásio	25	Essencial
Quartzo	18	Essencial
Muscovita	11	Essencial
Biotita	10	Essencial
Epidoto	2	Secundário
Magnetita	1	Acessório
Rutilo	-	Acessório

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

### Descrição das relações entre os minerais:

Feldspato Alcalino – fenocristais fragmentados com tamanhos em média de 1,5 mm n=20 (formado por grãos de ~0,1 mm), rotacionados, subédricos a anédricos, relevo baixo e birrefringência de primeira ordem.

Plagioclásio: mineral de coloração cinza, em contato irregular com demais minerais, subédricos, com tamanho de 1 mm (n=10), por vezes alterado para epidoto devido a saussuritização da rocha.

A composição (método Michel-Levy n=3) é compatível com o campo da andesina.

Qtz – agregados sacaroidais de grãos com tamanho de 0,1 a 0,3 mm, anédricos, desprovidos de clivagem e pleocroísmo, transparentes, relevo baixo, birrefringência de primeira ordem (cinza), extinção oblíqua. Formam domínios granoblásticos sigmoidais dentro da trama da rocha com deslizamento interestratal e rotação.

Ms – agregados de lamelas (comprimento <4 mm) transparentes a levemente esverdeados, com ausência de pleocroísmo, relevo baixo a moderado, clivagem em uma direção, birrefringência de segunda a terceira ordem, extinção reta e biaxial negativo. Concentrada em agregados lamelares

sigmoidais/foliados de até 1 mm, caracterizando junto aos sigmoides granulares, a foliação milonítica. Biotita: mineral de coloração marrom esverdeada, relevo baixo. Marca bem a foliação milonítica junto com a muscovita.

Epidoto – grãos milimétricos anédricos a subédricos com típico manto arlequim, relevo alto, presença de fraturas, birrefringência de segunda ordem (amarelo a verde). É produto da alteração do plagioclásio, por vezes aparecendo euédrico sob a superfície dos cristais.

Magnetita – cristais magnéticos submilimétricos dispersos pontualmente na lâmina. Baixa refletividade sub luz refletida.

Rutilo – grãos submilimétricos de altíssima cor de interferência dispersos na trama da rocha.

### Nome Rocha:

**Sienogranito milonitizado**

**Grau Metamórfico** (Rochas Metamórficas):

**Anquimetamórfico**

**Protólito** (Rochas Metamórficas):

**Ms-Sienogranito**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_33-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 33

Grupo: Grupo 4

Data: 01/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha grossa de cor branca com porções cinzentas.

### Descrição da amostra:

Rocha gnáissica com bandas granulares de coloração branca com bandas lamelares cinzentas. Presença de fenocristais de feldspato alcalino. Há um crenulação forte em duas direções distintas, bem-marcada pelos minerais micaceos. O grau de alteração é baixo (rocha com texturas e minerais conservados com alguma oxidação e saussuritização pontual). O quartzo geralmente se concentra em agregados granulares nas bordas de cristais maiores de feldspato alcalino. O Plagioclásio ocorre como cristais cisalhados na trama da rocha geralmente associado a feldspato alcalino. O feldspato alcalino ocorre como cristais fragmentados/cisalhados com clivagem bem delimitada e compõe boa parte da rocha.

### Grau de visibilidade:

Fanerítica

### Índice de cor:

Leucocrática

### Estrutura:

Gnaissificação

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

### Descrição textural:

A textura da rocha é marcada por expressiva gnaissificação. A rocha é lepidogranoblástica, apresentando um bandamento composicional com domínios quartzo-feldspáticos mais puros e níveis com intercalações de muscovita e biotita.

### Descrição estrutural:

Há presença de duas direções de crenulação na amostra, provavelmente gerada por dois eventos de deformação distintos.

### Granulação/granulometria:

Grossa

### Tamanho relativo dos cristais:

Porfírica

### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Feldspato Potássico	39	Essencial
Plagioclásio	23	Essencial
Quartzo	16	Essencial
Muscovita	14	Essencial
Biotita	5	Essencial
Epidoto	2	Secundário
Granada	1	Acessório
Magnetita	-	Acessório
Rutilo	-	Acessório
Carbonato	-	Secundário

### Descrição das relações entre os minerais:

Feldspato Alcalino – fenocristais com tamanhos em média de 2 mm (n=5), subédricos, com relevo baixo e birrefringência de primeira ordem. Associado geralmente aos domínios quartzo-feldspáticos da rocha.

Plagioclásio: mineral de coloração cinza, em contato irregular com demais minerais, subédrico, com tamanho de 1 mm (n=10), por vezes alterado para

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

epidoto devido a saussuritização da rocha. A composição (método Michel-Levy  $n=5$ ) é intermediária entre andesina-oligoclásio.

Qtz – agregados sacaroidais de grãos com tamanho de 0,3 a 1 mm, anédricos, desprovidos de clivagem e pleocroísmo, transparentes, relevo baixo, birrefringência de primeira ordem (cinza), extinção oblíqua. Associado geralmente aos domínios quartzo-feldspáticos da rocha.

Ms – agregados de lamelas (comprimento  $<1$  mm) transparentes, com ausência de pleocroísmo, relevo baixo, clivagem em uma direção, birrefringência de segunda a terceira ordem, extinção reta e biaxial negativo. Marca bem a foliação/crenulação junto com a biotita.

Biotita: mineral de coloração marrom esverdeada, relevo baixo, concentrada em agregados lamelares foliados/crenulados de até 5 mm.

Epidoto – grãos milimétricos anédricos a subédricos com típico manto arlequim, relevo alto, presença de fraturas, birrefringência de segunda ordem (amarelo a verde). É produto da alteração do plagioclásio, por

vezes aparecendo euédrico sob a superfície dos cristais.

Granada – grãos submilimétricos euédricos associados aos domínios micáceos da rocha, com relevo elevado e isotropia.

Magnetita – cristais submilimétricos dispersos pontualmente na lâmina. Baixa refletividade sub luz refletida.

Rutilo – grãos submilimétricos de altíssima cor de interferência dispersos na trama da rocha.

Carbonato- Grãos submilimétricos com birrefringência característica, associados aos grãos de epidoto. Evidência de saussuritização.

**Nome Rocha:**

**Sienogranito gnaissificado**

**Grau Metamórfico (Rochas Metamórficas):**

**Anquimetamórfico**

**Protólito (Rochas Metamórficas):**

**Ms-Sienogranito**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_59-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 59

Grupo: Grupo 4

Data: 02/10/2021

Tipo de Rocha: **Metamórfica**

Tipo de Lâmina: **Lâmina Delgada**

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha de coloração verde-escura com fenocristais de granada.

#### Descrição da amostra:

A rocha é um Grt-Anfibolito com epidoto, o grau de alteração da rocha é baixo (presença de saussuritização pontual), granulometria fina com fenocristais de granada. Os cristais de anfibolito e plagioclásio estão orientados segundo uma foliação, sendo por vezes euédricos a subédricos.

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

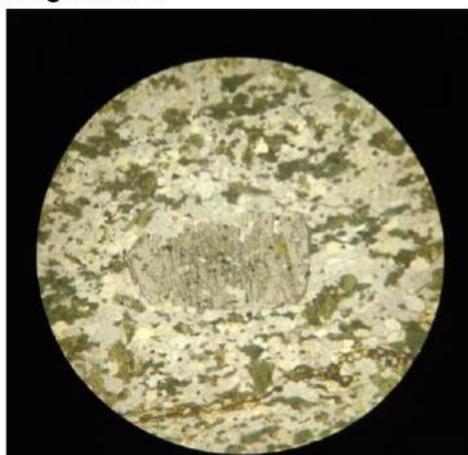
#### Índice de cor:

Mesocrática

#### Estrutura:

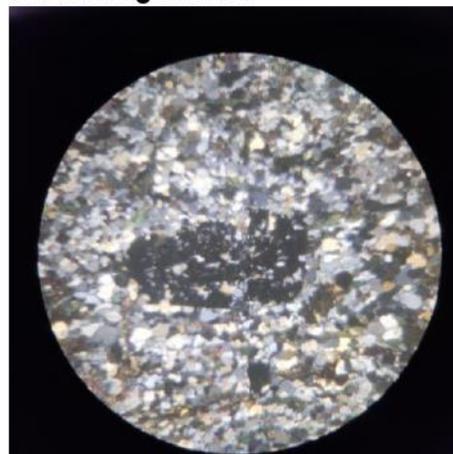
Maciça

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

#### Descrição textural:

A rocha apresenta um bandamento composicional com bandas majoritariamente composta por hornblenda e bandas majoritariamente compostas por quartzo e plagioclásio. As granadas apresentam textura poiquilitica com inclusões de quartzo.

#### Descrição estrutural:

Grãos estão orientados segundo um Sn.

#### Granulação/granulometria:

Muito fina

#### Tamanho relativo dos cristais:

Porfiroblástica

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Plagioclásio	25	Essencial
Hornblenda	20	Essencial
Quartzo	20	Essencial
Granada	7	Essencial
Epidoto	5	Secundário
Opacos	5	Essencial
Clorita	1	Acessório
Actinolita	1	Acessório
Rutilo	-	Acessório

#### Descrição das relações entre os minerais:

**Plagioclásio:** cristais subédricos dispersos na matriz da rocha, com granulação fina (em média 0,7 mm n=20), associados com o as porções mais félsicas e granulares da rocha. Apresenta processo de saussuritização com grãos de epidoto associado. A composição (método Michel-Levy n=4) é andesina.

**Hornblenda:** Cristais prismáticos de granulometria média (em média 1 mm n=20), euédricos, orientados marcando bem a textura nematoblastica da rocha. O

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

pleocroísmo varia de amarelo-esverdeado a verde escuro.

Quartzo: grãos incolores anédricos por vezes arredondados, granulometria fina (em média 0,5 mm n=30), extinção ondulada. Os grãos se encontram imersos em agregados junto aos cristais de plagioclásio e epidoto alinhados com  $S_{n+1}$ .

Granada: poiquiloblastos euédricos e por vezes maclados, com inclusões de quartzo

Epidoto: cristais subédricos de granulometria fina (em média 0,4 mm n=10) associados as porções granulares (qtz+plg) da rocha. Há presença de grãos anédricos menores derivados da saussuritização do plagioclásio.

Opacos: Cristais de magnetita e outros opacos associados ao plano da foliação  $S_{n+1}$ .

Clorita: agregados lamelares de granulometria muito fina (em média 0,1 mm), dispersos na matriz da rocha.

Rutilo: grãos anédricos arredondados, com cor de interferência amarelo de terceira ordem, dispersos pontualmente pela rocha e em inclusões nas granadas.

### Evolução paragenética (para R. Metamórficas)

Min. Abrev.	$S_{n-1}$	$S_n$	$S_{n+1}$
Plg	-----		
Hbl		-----	
Qtz	-----		
Grt		-----	
Ep		-----	
Chl		-----	
Act		-----	

### Nome Rocha:

**Grt-Anfibolito**

### Grau Metamórfico (Rochas Metamórficas):

#### Fácies Anfibolito

O grau metamórfico apresenta uma assembleia intermediária com minerais vestigiais de uma paragénesese que foi quebrada para gerar outra nova: Act+Ep+chl -> Grt+Horn (fácies xisto-verde -> fácies anfibolito).

### Protólito (Rochas Metamórficas):

**Basalto**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_95-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 95

Grupo: Grupo 4

Data: 03/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha esverdeada de granulação média.

#### Descrição da amostra:

Rocha de coloração verde com porções brancas, holocristalina, hipidiomórfica e inequigranular (granulometria média variando entre 0,2 mm e 5 mm). Formada por anfibólio, plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio, epidoto, quartzo e biotita, opacos (óxidos de ferro, hematita e magnetita).

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

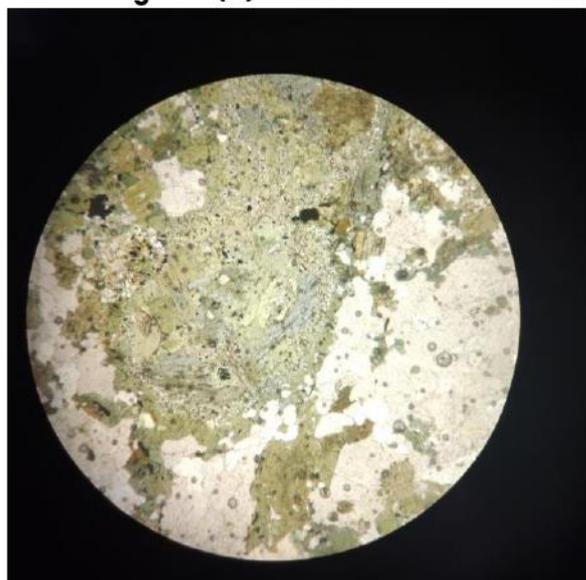
#### Índice de cor:

Ultramelanocrática

#### Estrutura:

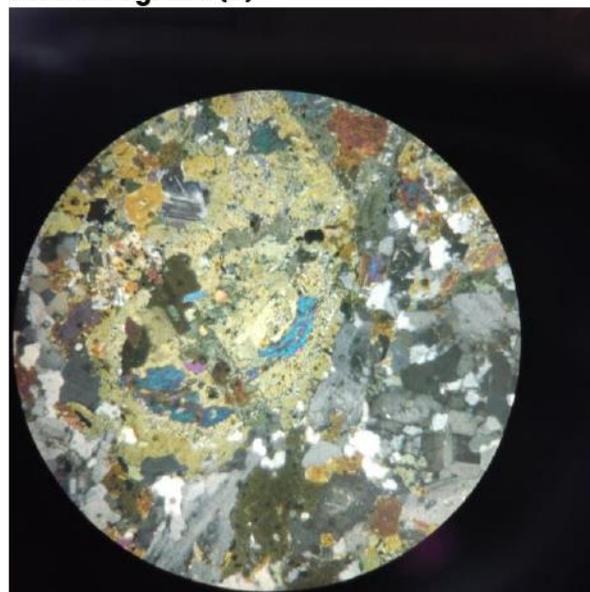
Maciça

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Hipocristalina

#### Descrição textural:

A rocha apresenta textura intergranular com cristais euédricos ou subédricos ripiformes de plagioclásio contendo grãos intersticiais de piroxênio e hornblenda, textura esqueletal dos grãos de hornblenda envolvendo clinopiroxênios (uralitização).

#### Descrição estrutural:

A rocha apresenta textura magmática conservada e indeformada.

#### Granulação/granulometria:

Média

#### Tamanho relativo dos cristais:

Inequigranular

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Plg	35	Essencial
Horn	32	Essencial
Cpx	11	Essencial
Bt	9	Essencial
Epidoto	7	Essencial
Quartzo	4	Essencial
Magnetita	2	Essencial
Óxidos de Ferro	-	Secundário
Pirita	-	Acessório

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

### Descrição das relações entre os minerais:

**Plagioclásio:** grãos ripiformes euédricos a anédricos, de até 2 mm de comprimento e 0,5 mm de espessura, tendo em média 1,5 mm (n=20), orientados por um acamamento ígneo, com contatos planares, sinuosos e penetrativos. Os cristais formam agregados que envolvem os cristais esqueletais de Cpx+Opx (que foi substituído por horn, óxidos e bt). Podem apresentar extinção ondulante. Por vezes envolvem em seu interior cristais euédricos de epidoto (saussuritização). A composição do plagioclásio é labradorita.

**Hornblenda:** Cristais subédricos a anédricos de granulação média de 0,5 mm (n=30), concentrados em agregados de até 4 mm. Apresentam forte pleocroísmo indo do verde amarelado ao verde-escuro azulado. Geralmente os agregados de horn estão associados a borda dos cristais de piroxênio ou nas porções intersticiais associados a biotita (biotitização). É comum encontrar óxidos associados ao anfibólio.

**Clinopiroxênio:** normalmente grãos anédricos envolvidos por agregados de horn + bt + óxidos (textura esqueletal), com tamanho entre 0,5 e 1 mm, apresenta corrosão das bordas gerando um aspecto

de instabilidade, provavelmente decorrente da sua substituição pelos minerais associados. Pontualmente ocorrem grãos anédricos dispersos na rocha.

**Biotita:** A biotita ocorre como lamelas castanhas de forma intersticial e associada a agregados de hornblenda.

**Quartzo:** Aparece em grãos anédricos de granulometria variada de 0,1 mm a 0,4 mm. Formam agregados granulares nos interstícios da rocha. geoides e nódulos, desenvolvido em vesículas e amígdalas.

**Magnetita:** Ocorre em grãos predominantemente anédricos, de granulometria em média 0,2 mm (n=10) associados aos agregados de horn+bt+óxidos. Sob luz reflexiva apresenta isotropia, coloração cinzenta e refletividade baixa. Apresenta ex-soluções de ilmenita.

**Epidoto:** Ocorre em grãos eúdracos a anédricos, de granulometria variável entre 0,1 mm e 1 mm, com manto arlequim, cores de interferência fortes e associada ao plagioclásio (saussuritização).

### Nome Rocha:

**Gabro**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_157-a**

Petrografo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 157

Grupo: Grupo 4

Data: 03/10/2021

Tipo de Rocha: **Metamórfica**

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha de cor preta esverdeada a branca, com dobramentos centimétricos.

#### Descrição da amostra:

A rocha apresenta coloração preto-esverdeada a branca com baixo grau de alteração e textura granoblástica. A rocha é holocristalina e fanerítica, de granulometria fina marcada por dois domínios, o primeiro formado principalmente por quartzo e plagioclásio, de cor branca, e o segundo é composto por anfibólio, de cor preto-esverdeado. O quartzo e o plagioclásio geralmente se concentram em agregados granulares sendo distinguidos pela cor e brilho. O anfibólio está concentrado em agregados granulares. Essa amostra apresenta concentrados de granada euédrais dispersos.

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

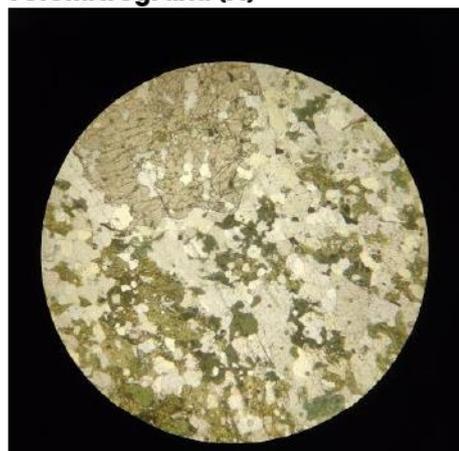
#### Índice de cor:

Mesocrática

#### Estrutura:

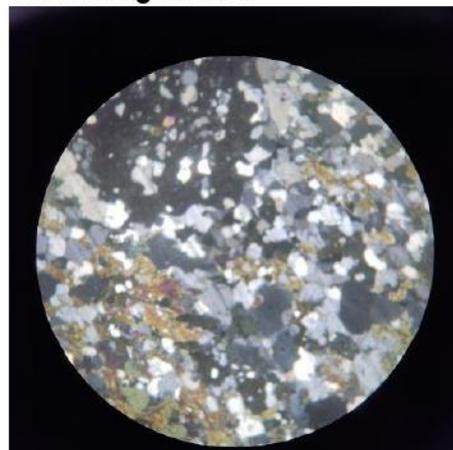
Bandamento composicional

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

#### Descrição textural:

Rocha com bandamento gnáissico com segregação de bandas granoblásticas compostas por quartzo, plagioclásio, granada, epidoto e bandas nematoblásticas compostas por hornblenda, biotita, plagioclásio. A textura das granadas é poiquilitica com inclusões de quartzo e hornblenda (raríssimos como inclusão).

#### Descrição estrutural:

As bandas estão orientadas segundo um Sn-1 original que foi dobrado formando dobras centimétricas. Os poiquiloblastos de granada conservam o Sn-1 original com grãos de quartzo alinhados em seu interior, com rotação no evento Sn. Também ocorrem cristais de granada sin-Sn orientados segundo a foliação.

#### Granulação/granulometria:

Fina

#### Tamanho relativo dos cristais:

Porfiroblástica

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Hornblenda	43	Essencial
Plagioclásio	26	Essencial
Quartzo	20	Essencial
Epidoto	3	Secundário
Granada	5	Essencial
Biotita	1	Secundário
Opacos	2	Acessório

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

### Descrição das relações entre os minerais:

**Hornblenda:** grãos subédricos com forte pleocroísmo verde, de granulometria fina (média 0,5 mm) em agregados de até 2 mm, orientados segundo a foliação.

**Plagioclásio:** grãos anédricos, pontualmente maclados (lei da albita), associados a agregados de quartzo e epidoto. A composição é andesina.

**Quartzo:** grãos anédricos a arredondados, associados a agregados de plagioclásio e epidoto.

**Epidoto (Clinozoisita+zoisita):** grãos euédricos a anédricos, de granulometria muito fina, associado ao plagioclásio. Provavelmente produto de saussuritização.

**Granada:** Ocorrem duas populações de granada uma caracterizadas por poiquiloblastos englobando a foliação original Sn-1 e outra mais nova formada durante a deformação Sn.

**Biotita:** Pequenos agregados lamelares dispersos pela lâmina.

**Opacos:** Cristais isotropos dispersos em planos da rocha.

### Evolução paragenética (para R. Metamórficas)

Min. Abrev.	Sn-1	Sn	Sn+1
Plg	-----		
Hbl		-----	
Qtz	-----		
Grt	-----		
Ep	-----		
Plg	-----		

### Nome Rocha:

**Grt-Hbl Gnaissé**

### Grau Metamórfico (Rochas Metamórficas):

**Fácies Anfíbolito**

### Protólito (Rochas Metamórficas):

**Diorito**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_90-d**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 90

Grupo: Grupo 4

Data: 05/10/2021

Tipo de Rocha: **Metamórfica**

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Amostra macroscópica da rocha tipo. Observa-se claramente a granulação grossa.

### Descrição da amostra:

Rocha holocristalina, fanerítica, de granulação grossa, cor cinza claro a castanho, com xistosidade crenulada e fenocristais orientados. Composta por fenocristais de granada e hornblenda imersos em uma matriz xistosa de composição silico-carbonatada (composta por quartzo, muscovita, epidoto, calcita e óxidos). A textura é granolepidoblástica com orientação dos grãos de hornblenda, granadas com sombra de pressão e a matriz fina crenulada.

### Grau de visibilidade:

Fanerítica

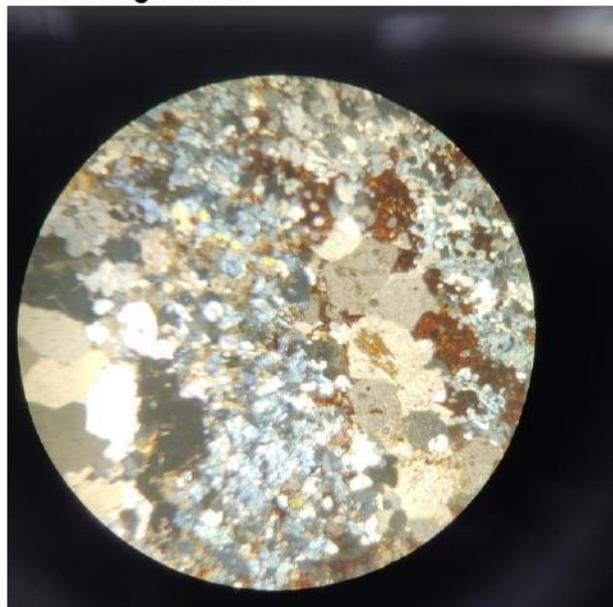
### Índice de cor:

Mesocrática

### Estrutura:

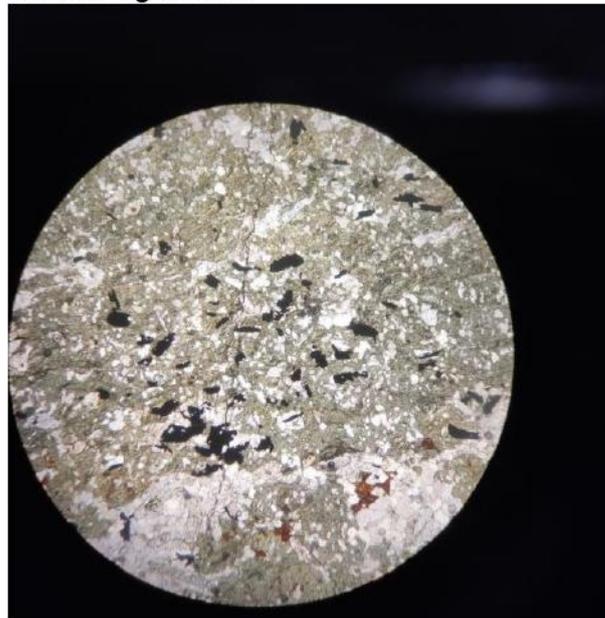
Xistosidade

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

### Descrição textural:

Rocha holocristalina, fanerítica com fenocristais de granada e hornblenda, inequigranular, hipidiomórfica a xenomórfica. Apresenta cristais poiquiliticos centimétricos de anfibólio com inclusões de quartzo e opacos.

### Descrição estrutural:

A rocha apresenta cristais orientados segundo uma foliação xistosa principal com fenocristais de granada, hornblenda e epidoto inseridos na matriz.

### Granulação/granulometria:

Fina

### Tamanho relativo dos cristais:

Porfiroblástica

### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Hornblenda	28	Essencial
Quartzo	21	Essencial
Muscovita	16	Essencial
Epidoto (Clinozoisita)	11	Essencial
Carbonato	9	Essencial
Plagioclásio	7	Essencial
Opacos	4	Essencial
Granada	4	Essencial

### Descrição das relações entre os minerais:

Hornblenda: Fenocristais centimétricos com textura poiquilitica, inclusões de quartzo e opacos. Os cristais estão orientados segundo um Sn.

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

Quartzo: Cristais submilimétricos com extinção ondulante, associados aos carbonatos e plagioclásio na matriz da rocha.

Muscovita: Agregados lamelares milimétricos orientados segundo a foliação da rocha.

Epidoto: Fenocristais poiquiliticos de clinzoisita de até 0,5 mm com inclusões de quartzo.

Carbonato: Grãos de calcita com birrefringência característica inseridos na matriz granular da rocha, associada a quartzo e plagioclásio. Apresenta alteração para óxidos.

Plagioclásio: Grãos submilimétricos dispersos na matriz granular da rocha associado ao quartzo e ao carbonato.

Opacos: Grãos isotropos de sulfetos e óxidos, provavelmente associados a passagem de fluidos pela rocha.

Granada: Fenocristais euédricos e poiquiliticos de granada de até 3 mm.

**Nome Rocha:**

**Calcixisto**

**Grau Metamórfico** (Rochas Metamórficas):

**Fácies Anfibolito**

**Protólito** (Rochas Metamórficas):

**Grt-Ms Xisto (por associação com as rochas encontradas na região)**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_89-d**

Petrografo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 89

Grupo: Grupo 4

Data: 07/10/2021

Tipo de Rocha: **Metamórfica**

Tipo de Lâmina: Lâmina Polida

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha preta com xistosidade.

#### Descrição da amostra:

A rocha observada é fresca, lepidoblástica e possui xistosidade bem desenvolvida. A composição macroscópica é biotita, anfibólio, quartzo e plagioclásio.

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

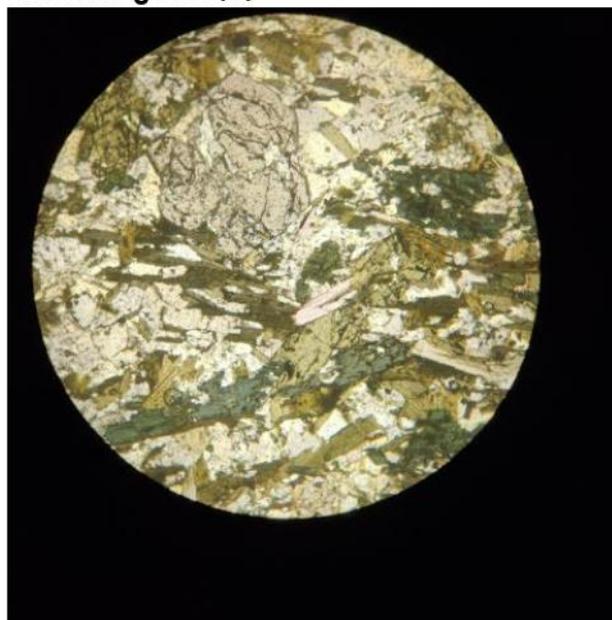
#### Índice de cor:

Mesocrática

#### Estrutura:

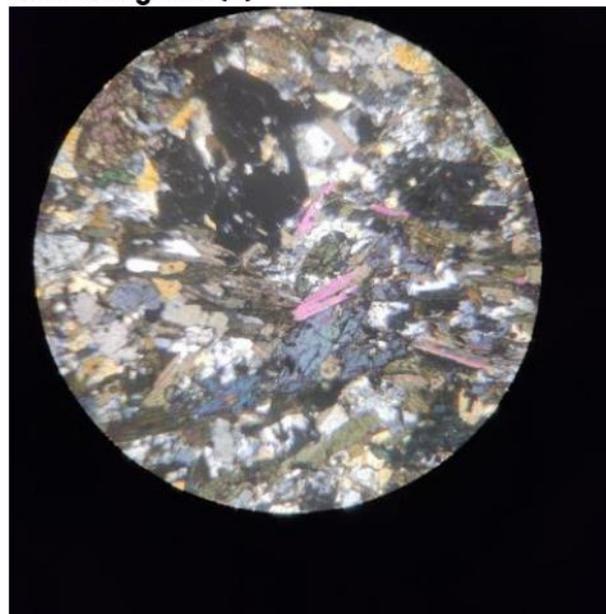
Xistosidade

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

#### Descrição textural:

A textura é granolepidoblástica com porções subordinadas nematoblásticas. Os cristais são geralmente equidimensionais e formam agregados sigmoides de difícil visualização.

#### Descrição estrutural:

A rocha possui duas fases de deformação aparentes com formação de uma xistosidade Sn, dobrada por uma crenulação Sn+1. Há evidências de foliação S/C marcada pela presença de micas e sigmoides de minerais granulares.

#### Granulação/granulometria:

Fina

#### Tamanho relativo dos cristais:

Equigranular

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Biotita	28	Essencial
Hornblenda	24	Essencial
Plagioclásio	17	Essencial
Quartzo	12	Essencial
Muscovita	7	Essencial
Carbonato	5	Essencial
Granada	5	Essencial
Epidoto	2	Secundário
Magnetita	-	Acessório

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

### Descrição das relações entre os minerais:

**Biotita:** Agregados lamelares de até 1 mm, associados aos anfibólios e muscovitas, formando uma foliação milonítica insipiente.

**Hornblenda:** Cristais de até 0,5 mm, subédricos a anédricos associados as micas. Apresenta pleocroísmo azulado em algumas porções.

**Plagioclásio:** Grãos brancos submilimétricos associados as porções granulares da rocha. A composição é no campo da andesina.

**Quartzo:** Grãos transparentes submilimétricos, com extinção ondulante a oblíqua, associados as porções granulares da rocha.

**Muscovita:** Agregados granulares de até 0,5 mm, associados as biotitas e anfibólios.

**Carbonato:** Grãos de birrefringência característica dispersos na trama da rocha. Apresentam oxidação.

**Granada:** Fenocristais milimétricos poiquiliticos com inclusões de quartzo.

**Epidoto:** Fenocristais milimétricos de clinozoisita, geralmente subédricos. Também pode ser encontrado associado aos plagioclásios pelo processo de saussuritização.

**Magnetita:** Cristais dispersos na trama da rocha. Sob luz refletida por vezes podem ser observadas exsoluções de ilmenita.

### Nome Rocha:

**Calcixisto**

**Grau Metamórfico (Rochas Metamórficas):**

**Fácies Anfibolito**

**Protólito (Rochas Metamórficas):**

**Ms Xisto (por associação e contexto regional)**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_118-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 118

Grupo: Grupo 4

Data: 07/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Polida

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha afanítica de coloração preta.

#### Descrição da amostra:

Rocha fina de coloração preta, formada por minerais prismáticos de difícil identificação devido a granulação. Apresenta uma superfície recoberta por uma fina capa de alteração, de coloração amarelada, rica em óxidos de ferro e manganês.

#### Grau de visibilidade:

Afanítica

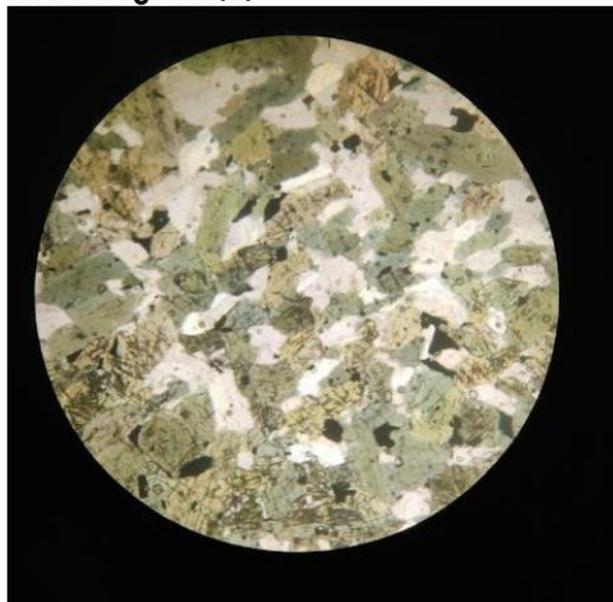
#### Índice de cor:

Ultramelanocrática

#### Estrutura:

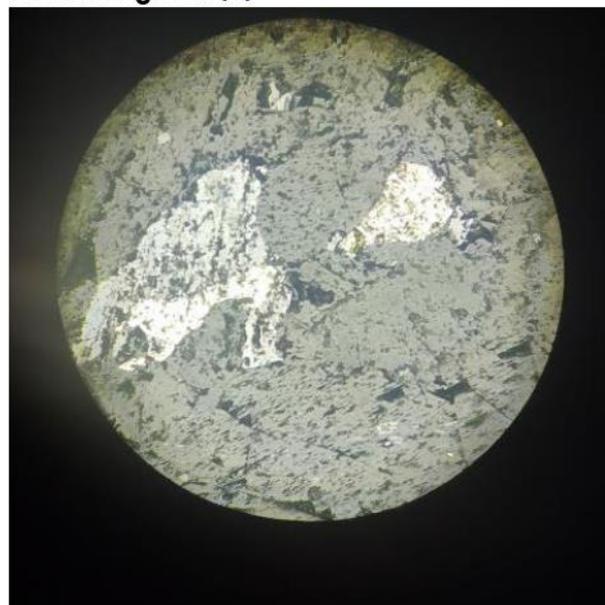
Maciça

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 20x (diâmetro: 1 mm) com luz refletida a nicóis descruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

#### Descrição textural:

A rocha apresenta cristais de hornblenda provavelmente derivados da uralitização de clinopiroxênios, evidenciando uma textura semelhante a "ofítica" com grãos de clinopiroxênio (agora totalmente substituídos por hornblenda) envolvendo os plagioclásios.

#### Descrição estrutural:

A rocha apresenta estruturas ígneas de fluxo.

#### Granulação/granulometria:

Muito fina

#### Tamanho relativo dos cristais:

Inequigranular

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Hornblenda	55	Essencial
Plagioclásio	35	Essencial
Epidoto	5	Secundário
Magnetita	2	Acessório
Pirita	2	Acessório
Pirrotita	1	Acessório
Calcopirita	-	Acessório

#### Descrição das relações entre os minerais:

Hornblenda: Cristais subédricos com granulação submilimétrica em agregados envolvendo o plagioclásio.

Plagioclásio: Cristais euédricos dispersos na trama da rocha sendo por vezes alterados para epidoto. Geralmente as massas de hornblenda envolvem os cristãos de plagioclásio. A composição fica intermediária entre a labradorita e a andesina.

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

Epidoto: Aparece como cristais euédricos a subédricos substituindo o plagioclásio.

Magnetita: Cristais isotropos euédricos com refletividade baixa e cor cinza na luz refletida.

Pirita: Massas com coloração amarelo-creme com relevo alto associadas a calcopirita e pirrotita.

Pirrotita: Massas com coloração café-com-leite associadas aos sulfetos.

Calcopirita: Pequenas massas de coloração amarela intensa associadas a pirita.

**Nome Rocha:**

**Basalto**

**Grau Metamórfico** (Rochas Metamórficas):

**Não identificável**

**Protólito** (Rochas Metamórficas):

**Basalto**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_119-e**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 119

Grupo: Grupo 4

Data: 03/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha esverdeada de granulação grossa.

### Descrição da amostra:

Rocha de coloração verde com porções brancas, holocristalina, hipidiomórfica e inequigranular (granulometria média variando entre 0,3 mm e 2 mm). Formada por anfibólio, plagioclásio, clinopiroxênio, ortopiroxênio, epidoto, quartzo e biotita, opacos (óxidos de ferro, hematita e magnetita).

### Grau de visibilidade:

Fanerítica

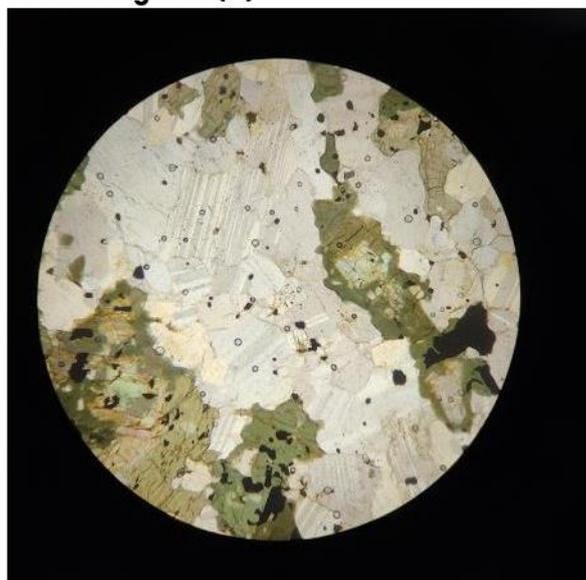
### Índice de cor:

Ultramelanocrática

### Estrutura:

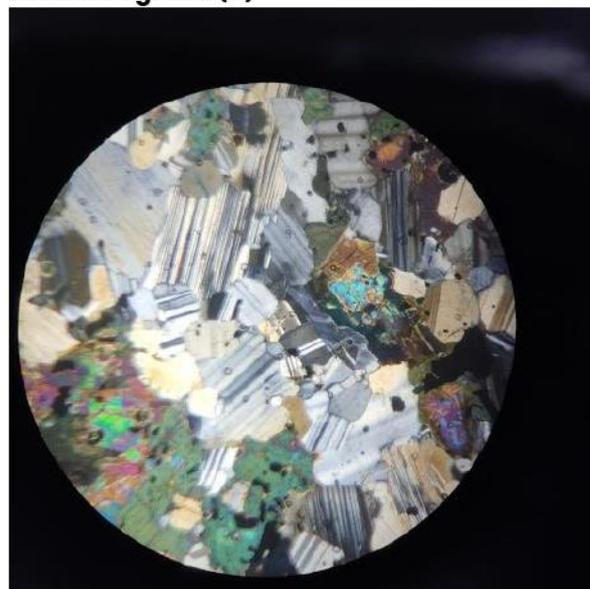
Maciça

### Fotomicrografia (A)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

### Grau de cristalinidade:

Holocristalina

### Descrição textural:

A rocha apresenta textura intergranular com cristais euédricos ou subédricos ripiformes de plagioclásio contendo grãos intersticiais de piroxênio e hornblenda, textura esqueletal dos grãos de hornblenda envolvendo clinopiroxênios (uralitização).

### Descrição estrutural:

A rocha apresenta textura magmática conservada e indeformada.

### Granulação/granulometria:

Média

### Tamanho relativo dos cristais:

Inequigranular

### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Plg	44	Essencial
Horn	32	Essencial
Cpx	11	Essencial
Epidoto	7	Essencial
Quartzo	4	Essencial
Magnetita	2	Essencial
Óxidos de Ferro	-	Secundário

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

### Descrição das relações entre os minerais:

**Plagioclásio:** grãos ripiformes euédricos a anédricos, de até 2 mm de comprimento e 0,5 mm de espessura, tendo em média 1,5 mm (n=20), orientados por um acamamento ígneo, com contatos planares, sinuosos e penetrativos. Os cristais formam agregados que envolvem os cristais esqueletais de Cpx (que foi substituído por hbl e óxidos). Podem apresentar extinção ondulante. Por vezes envolvem em seu interior cristais euédricos de epidoto (saussuritização).

A composição do plagioclásio é intermediária entre labradorita e andesina.

**Hornblenda:** Cristais subédricos a anédricos de granulção média de 0,5 mm (n=30), concentrados em agregados de até 4 mm. Apresentam forte pleocroísmo indo do verde amarelado ao verde-escuro azulado. Geralmente os agregados de horn estão associados a borda dos cristais de piroxênio. É comum encontrar óxidos associados ao anfibólio.

**Clinopiroxênio:** normalmente grãos anédricos envolvidos por agregados de horn + óxidos (textura esquelética), com tamanho entre 0,5 e 0,7 mm,

apresenta corrosão das bordas gerando um aspecto de instabilidade, provavelmente decorrente da sua substituição pelos minerais associados.

Pontualmente ocorrem grãos anédricos dispersos na rocha.

**Quartzo:** Aparece em grãos anédricos de granulometria variada de 0,1 mm a 0,4 mm. Formam agregados granulares nos interstícios da rocha, o que pode representar geoides e nódulos, desenvolvidos em vesículas e amígdalas.

**Magnetita:** Ocorre em grãos predominantemente anédricos, de granulometria em média 0,2 mm (n=5) associados aos agregados de hbl + óxidos. Sob luz reflexiva apresenta isotropia, coloração cinzenta e refletividade baixa. Apresenta ex-soluções de ilmenita.

**Epidoto:** Ocorre em grãos euédricos a anédricos, de granulometria variável entre 0,1 mm e 1 mm, com manto arlequim, cores de interferência fortes e associada ao plagioclásio (saussuritização).

### Nome Rocha:

**Hbl-Gabro**

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

ID Amostra: **2020TF04\_57-a**

Petrógrafo

Davi Resende Messias

Nº Ponto: 57

Grupo: Grupo 4

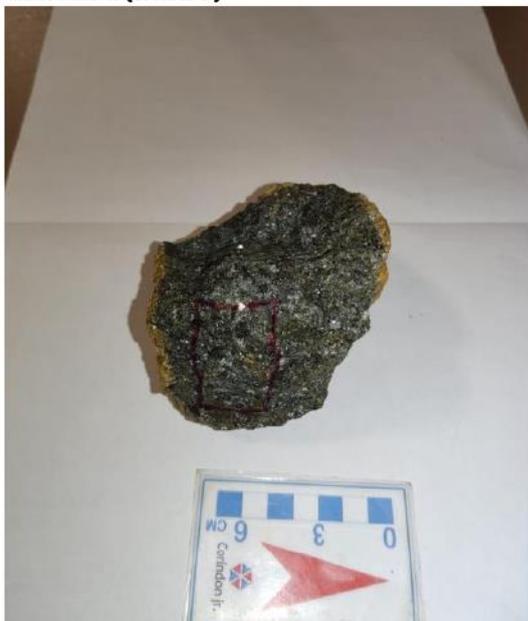
Data: 03/10/2021

Tipo de Rocha: Ígnea

Tipo de Lâmina: Lâmina Delgada

Tipo de Amostra: Am. de mão

### Foto amostra (macro)



Legenda: Rocha esverdeada de granulação média.

#### Descrição da amostra:

Rocha de coloração verde, holocristalina e equigranular (granulometria média de 2 mm). Formada por anfibólio, plagioclásio, clinopiroxênio e ortopiroxênio, opacos (óxidos de ferro, hematita e magnetita).

#### Grau de visibilidade:

Fanerítica

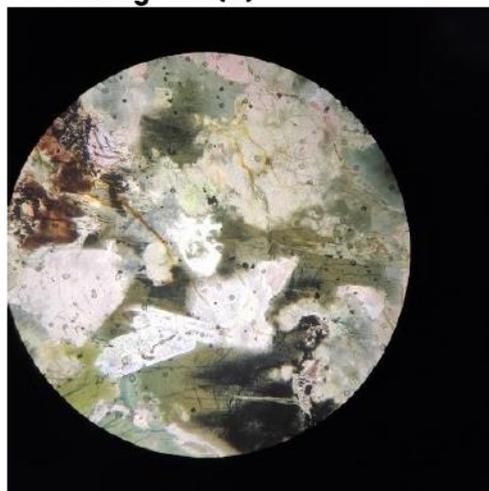
#### Índice de cor:

Ultramelanocrática

#### Estrutura:

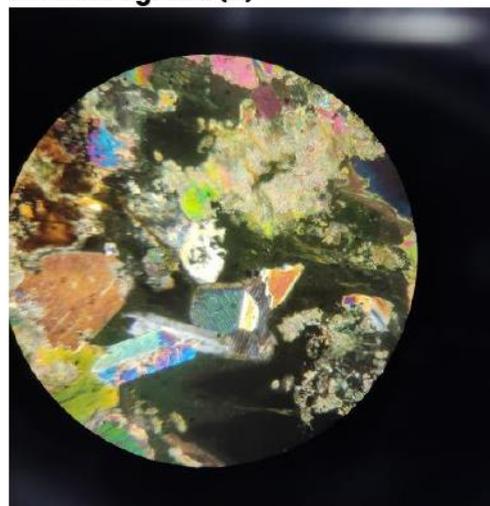
Maciça

### Fotomicrografia (A)



Legenda: : Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis paralelos.

### Fotomicrografia (B)



Legenda: Fotografia com aumento de 5x (diâmetro: 4 mm) com nicóis cruzados.

#### Grau de cristalinidade:

Hipocristalina

#### Descrição textural:

A rocha apresenta textura ofítica com cristais euédricos a subédricos ripiformes de plagioclásio sendo envolvidos por cristais piroxênio e hornblenda, também ocorre textura esqueletal dos grãos de hornblenda substituindo clinopiroxênios (uralitização).

#### Descrição estrutural:

A rocha apresenta textura magmática conservada e indeformada.

#### Granulação/granulometria:

Média

#### Tamanho relativo dos cristais:

Equigranular

#### Composição modal (maior → menor)

Mineral	%	Tipo
Plg	35	Essencial
Horn	41	Essencial
Cpx	10	Essencial
Epidoto	10	Secundário
Opx	4	Essencial
Magnetita	2	Essencial
Pirita	2	Acessório
Óxidos de Ferro	-	Secundário

#### Descrição das relações entre os minerais:

Plagioclásio: grãos ripiformes euédricos a anédricos, de até 1 mm de comprimento e 0,5 mm de espessura, orientados por um acamamento ígneo, com contatos planares, sinuosos e penetrativos. Os cristais foram envolvidos por massas de hornblenda e piroxênios. Por vezes envolvem em seu interior cristais euédricos de epidoto (saussuritização).

## DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

TF – TURMA 2020

**Hornblenda:** Cristais subédricos a anédricos de granulação média de 1 mm (n=10), concentrados em agregados de até 4 mm. Apresentam forte pleocroísmo indo do verde amarelado ao verde-escuro. Geralmente os agregados de hbl estão associados a borda dos cristais de piroxênio. É comum encontrar óxidos associados ao anfibólio.

**Clinopiroxênio:** normalmente grãos anédricos envolvidos por agregados de horn + óxidos (textura esqueletal), com tamanho entre 0,4 e 0,8 mm, apresenta corrosão das bordas gerando um aspecto de instabilidade, provavelmente decorrente da sua substituição pelos minerais associados. É distinguido do opx pela extinção oblíqua. Pontualmente ocorrem grãos anédricos dispersos na rocha.

**Epidoto:** Ocorre em grãos eúdrícos a anédricos, de granulometria variável entre 0,1 mm e 1 mm, com manto arlequim, cores de interferência fortes e associada ao plagioclásio (saussuritização).

**Ortopiroxênio:** normalmente grãos subédricos envolvidos por agregados de horn + óxidos (textura esqueletal), apresenta corrosão das bordas gerando um aspecto de instabilidade, provavelmente decorrente da sua substituição pelos minerais associados. Se distingue do cpx, pela extinção paralela. Pontualmente ocorrem grãos euédricos dispersos na rocha.

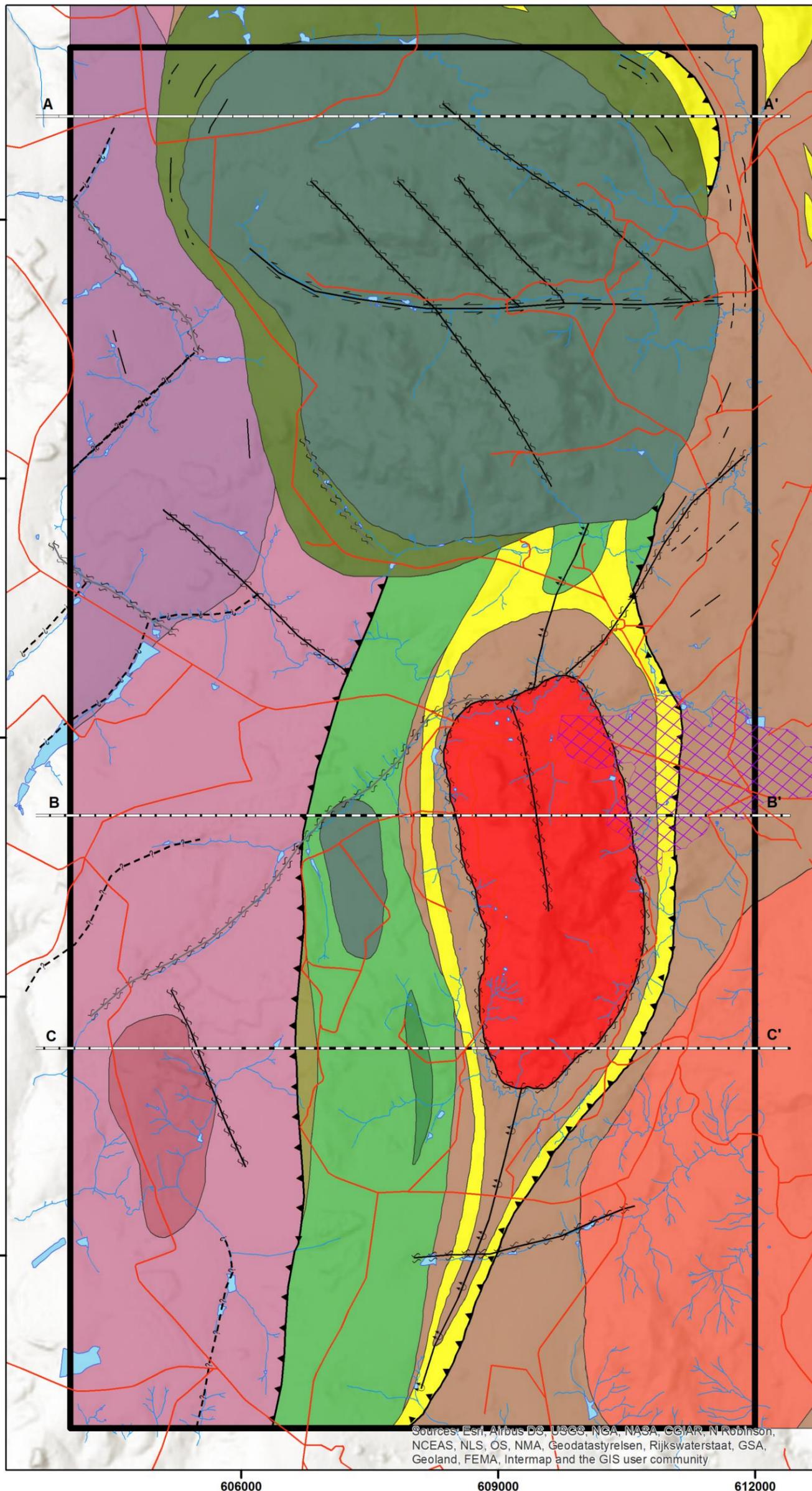
**Quartzo:** Aparece em grãos anédricos de granulometria variada de 0,1 mm a 0,4 mm. Formam agregados granulares nos interstícios da rocha. geoides e nódulos, desenvolvido em vesículas e amígdalas.

**Magnetita:** Ocorre em grãos predominantemente anédricos, de granulometria em média 0,2 mm (n=10) associados aos agregados de hbl + óxidos. Sob luz reflexiva apresenta isotropia, coloração cinzenta e refletividade baixa.

**Pirita:** Massas com coloração amarelo-creme com relevo alto associadas a calcopirita e pirrotita.

**Nome Rocha:**

**Hbl-Gabro**

**Legenda**

-  Área 4
-  Corpos de água
-  Drenagem
-  Estradas e acessos
-  Anicuns (Perímetro Urbano)

**Litologia****Suite Anicuns-Santa Bárbara:**

-  NP3δasv - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica
-  NP3δassg - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva

-  NP1γc - Granito Creoulos Bt-Ms-Sienogranito

-  NP1γcl - Granito Córrego da Lavrinha Bt-Ms-Sienogranito (Protomilonitizado)

**Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí**

-  NP1aibupcl - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Metatufo - Ignimbritos
-  NP1aibutx - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Talco-Clorita xistos Metapiroxênio
-  NP1aibu - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Anfibolitos
-  NP1aippqt - Unidade Psamo-pelítica Litofácies Quartzito Ms-Quartzito
-  NP1aippmx - Unidade Psamo-pelítica Carbonatada - Litofácies Micaxistos Ms-Bt-Xistos e xistos calciossilicáticos

**Metagranitos e Ortognaisses Sanclerlândia**

-  NP1ymedr - Gnaiss Diorítico-Tonalítico
-  NP1ymegr - Gnaiss Granítico
-  NP1ymegd - Gnaiss Grandiorítico

**Estruturas**

-  Anticinal
-  Fratura inferida
-  Lineamento
-  Zona de cisalhamento
-  Zona de cisalhamento compressivo
-  Zona de cisalhamento inferida
-  Zona de cisalhamento transcorrente

0 0,5 1 2 3  
Km

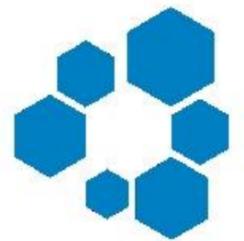
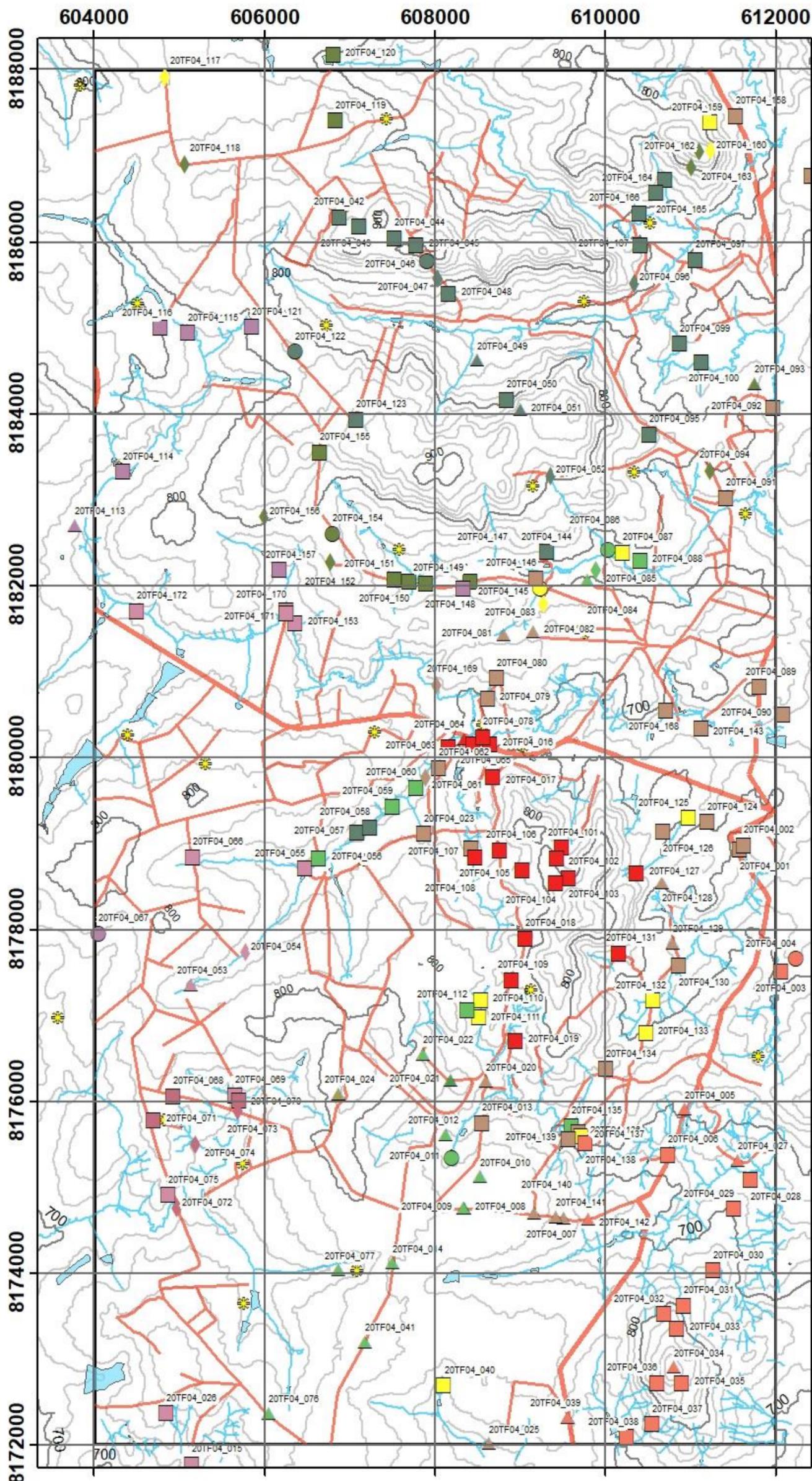


Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT) - Geologia  
Davi Resende e Lucas Portes  
Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

## Mapa de Pontos

## Trabalho Final 2020 - Área 4

**UFG**UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS**Legenda**

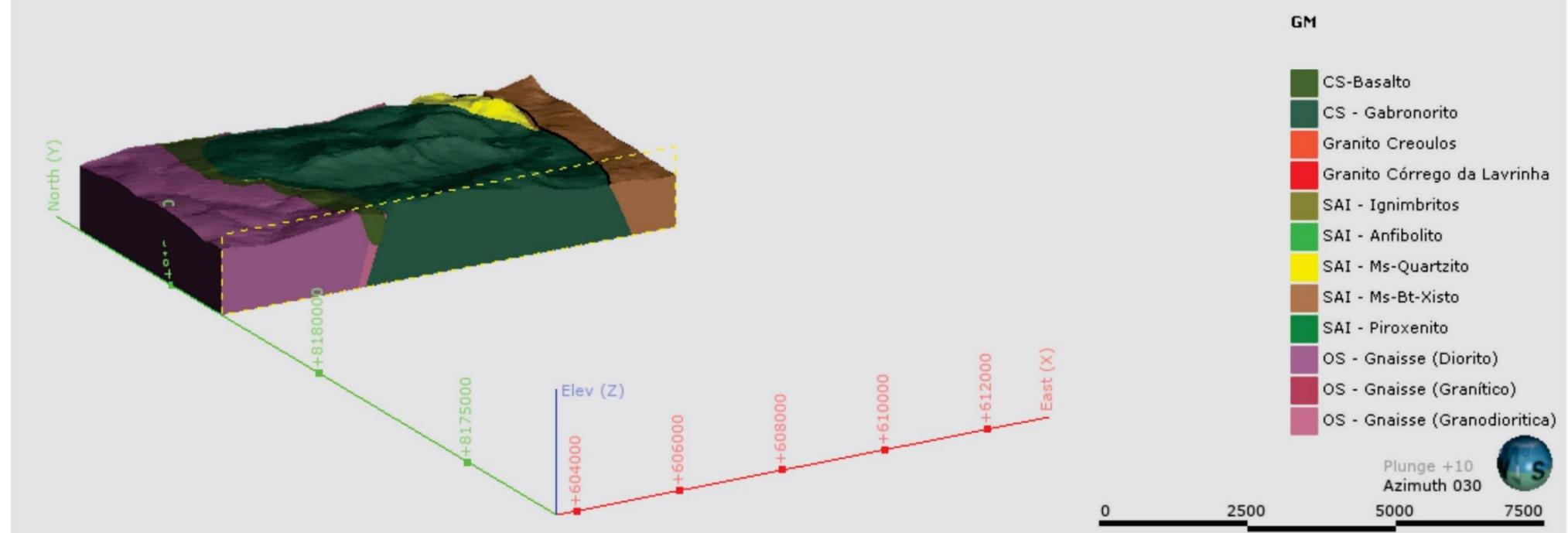
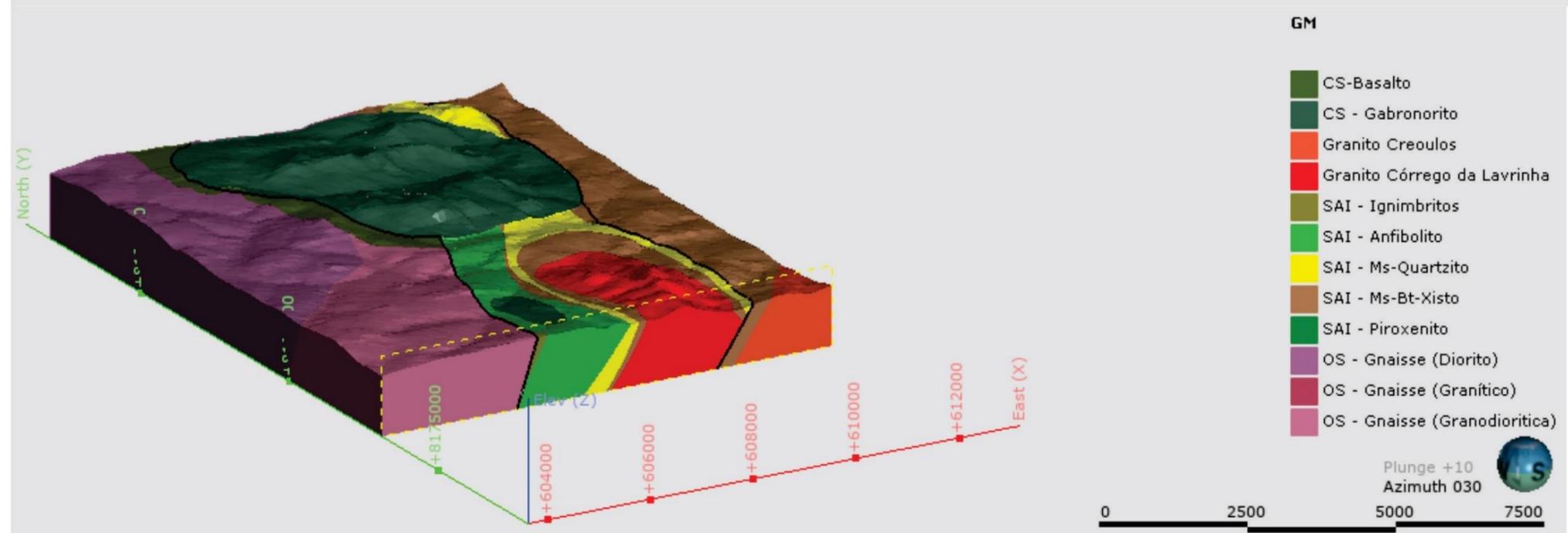
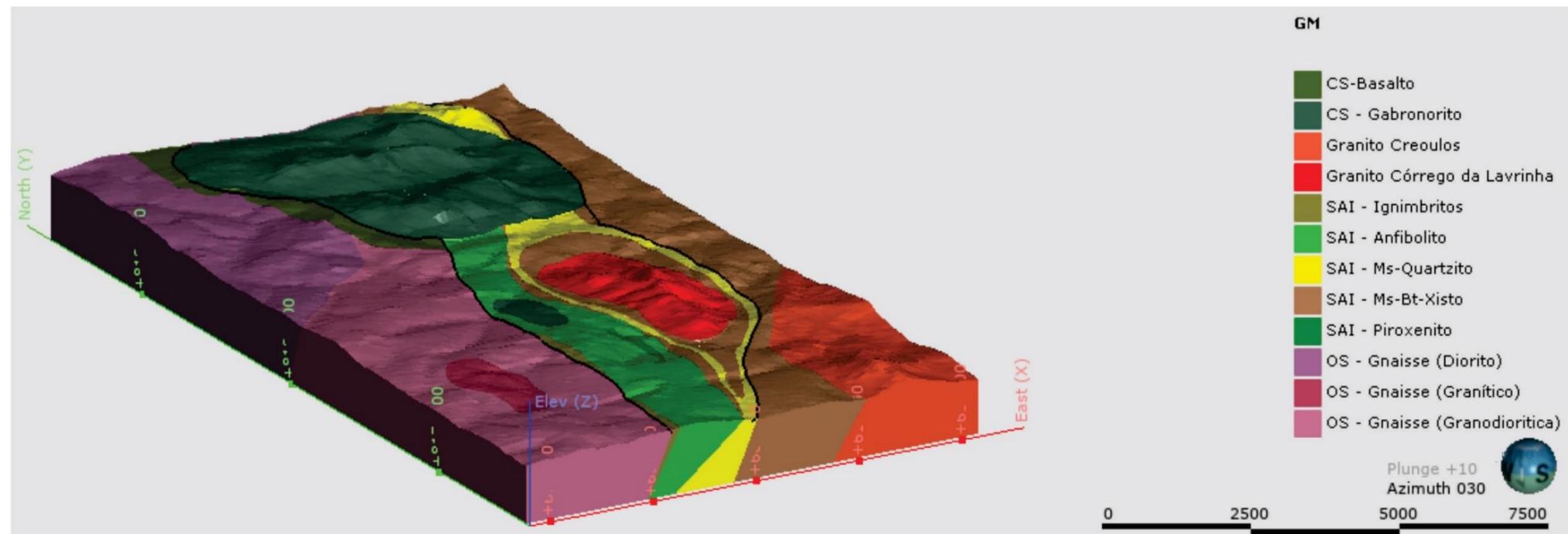
- Drenagem
- Corpos de água
- Acesso
- Rodovia
- Área 4
- Sedes
- Afloramento
- Bloco in situ
- Solo
- Bloco rolado



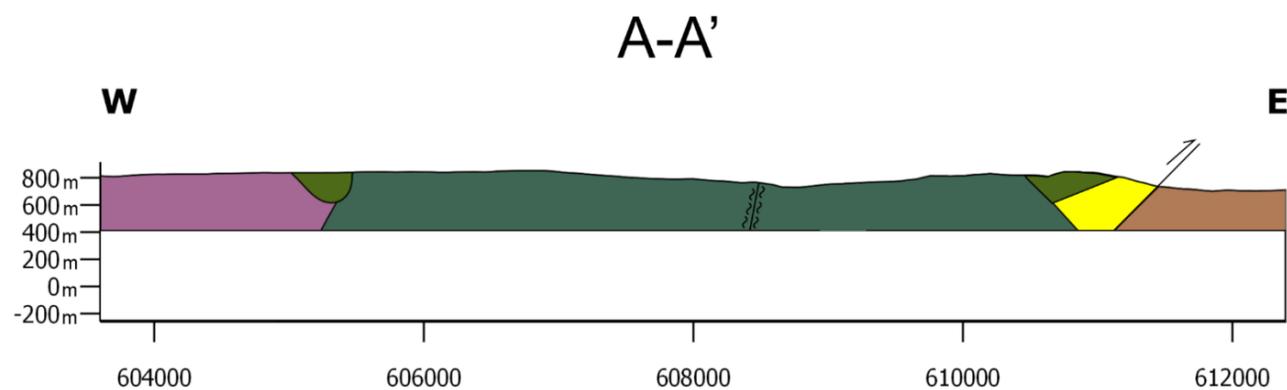
**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)  
Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S  
Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás



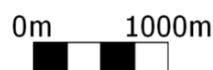


Apêndice LXXX: Modelo geológico tridimensional.



Scale: 1:50.000

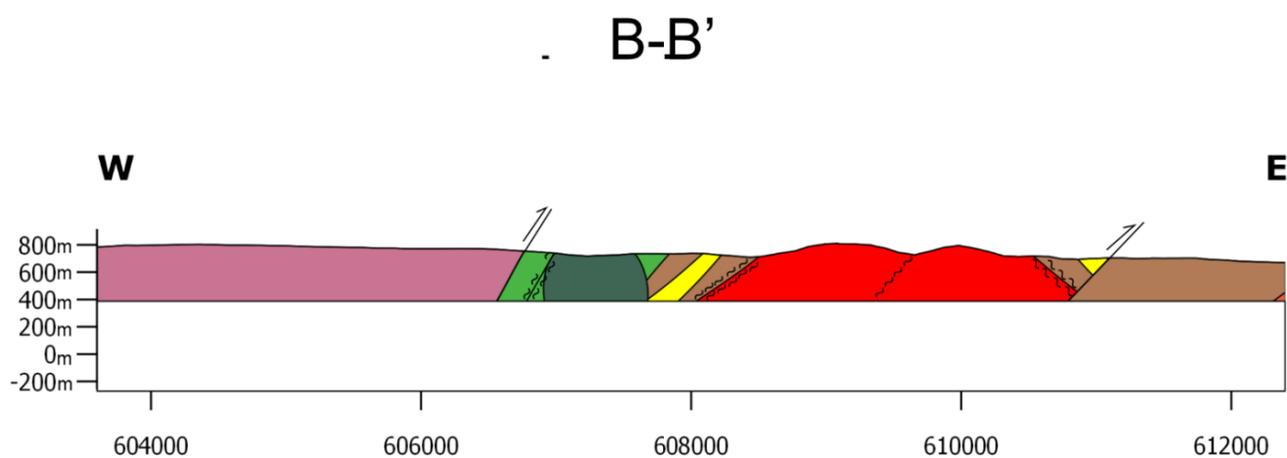
Vertical exaggeration: 1x



**Location**

W: 603600, 8187200

E: 612400, 8187200



Scale: 1:50.000

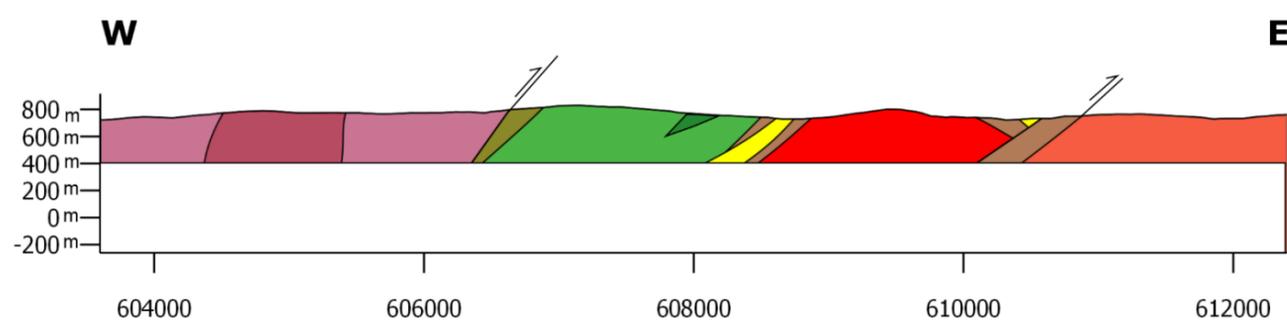
Vertical exaggeration: 1x



**Location**

W: 603600, 8179100

E: 612400, 8179100

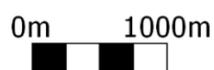


**Location**

W: 603600, 8176400

E: 612400, 8176400

Scale: 1:50.000  
Vertical exaggeration: 1x



**Litologia**

**Suite Anicuns-Santa Bárbara:**

- NP3δasv - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica
- NP3δassg - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva

- NP1γc - Granito Creoulos Bt-Ms-Sienogranito

- NP1γcl - Granito Córrego da Lavrinha Bt-Ms-Sienogranito (Protomilonitizado)

**Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberaí**

- NP1aibupcl - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Metatufo - Ignimbritos
- NP1aibutx - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Talco-Clorita xistos Metapiroxiênio
- NP1aibu - Unidade Básico-Ultrabásica Litofácies Anfibolitos
- NP1aippqt - Unidade Psamo-pelítica Litofácies Quartzito Ms-Quartzito
- NP1aippmx - Unidade Psamo-pelítica Carbonatada - Litofácies Micaxistos Ms-Bt-Xistos e xistos calciossilicáticos

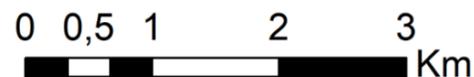
**Metagranitos e Ortognaisses Sanclerlândia**

- NP1ymsdr - Gnaiss Diorítico-Tonalítico
- NP1ymsgr - Gnaiss Granítico
- NP1ymsgd - Gnaiss Granodiorítico

**Estruturas**

- Zona de cisalhamento
- Frente de empurrão / Zona de cisalhamento compressivo

1:50.000

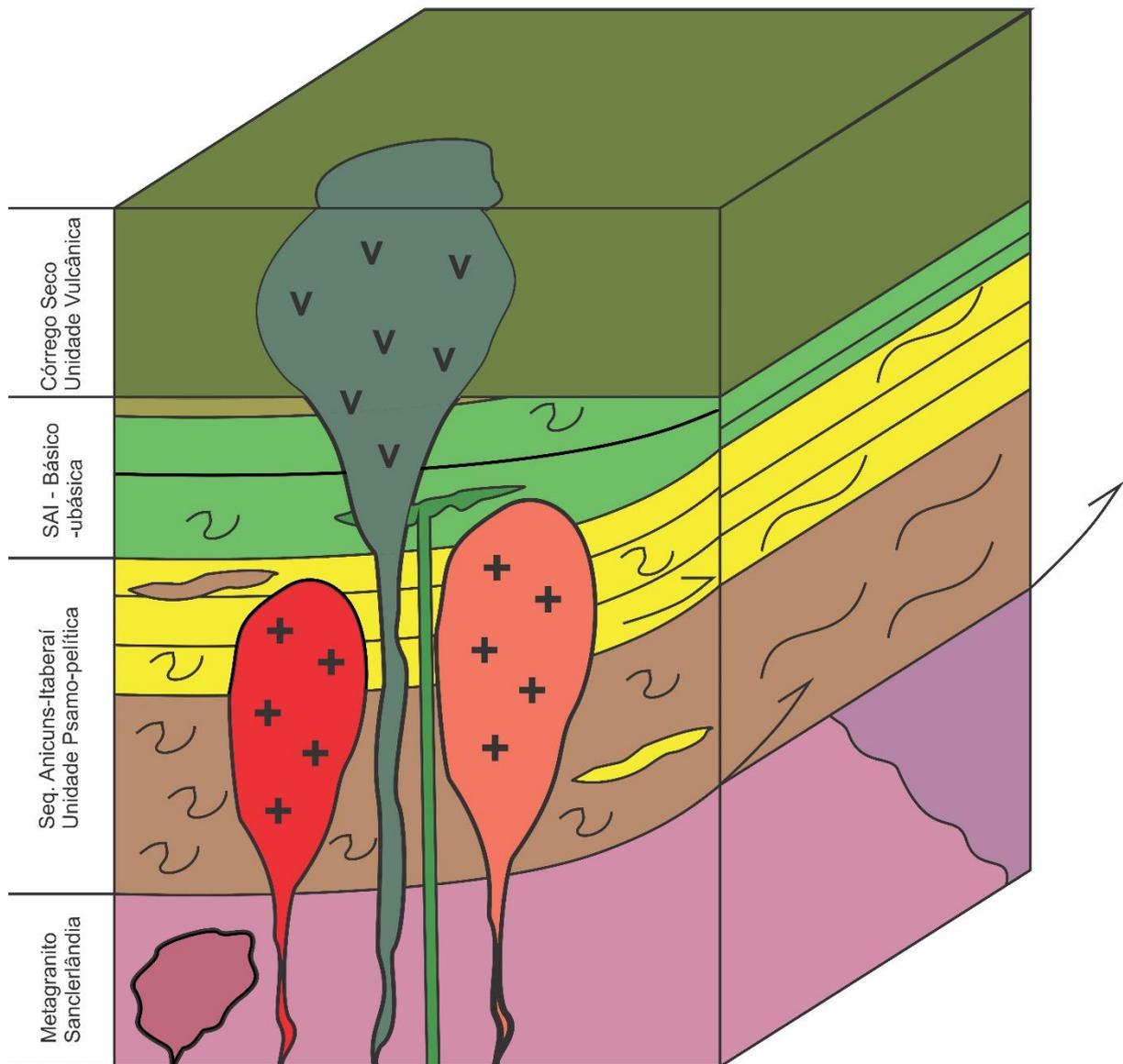


Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros  
Goiás

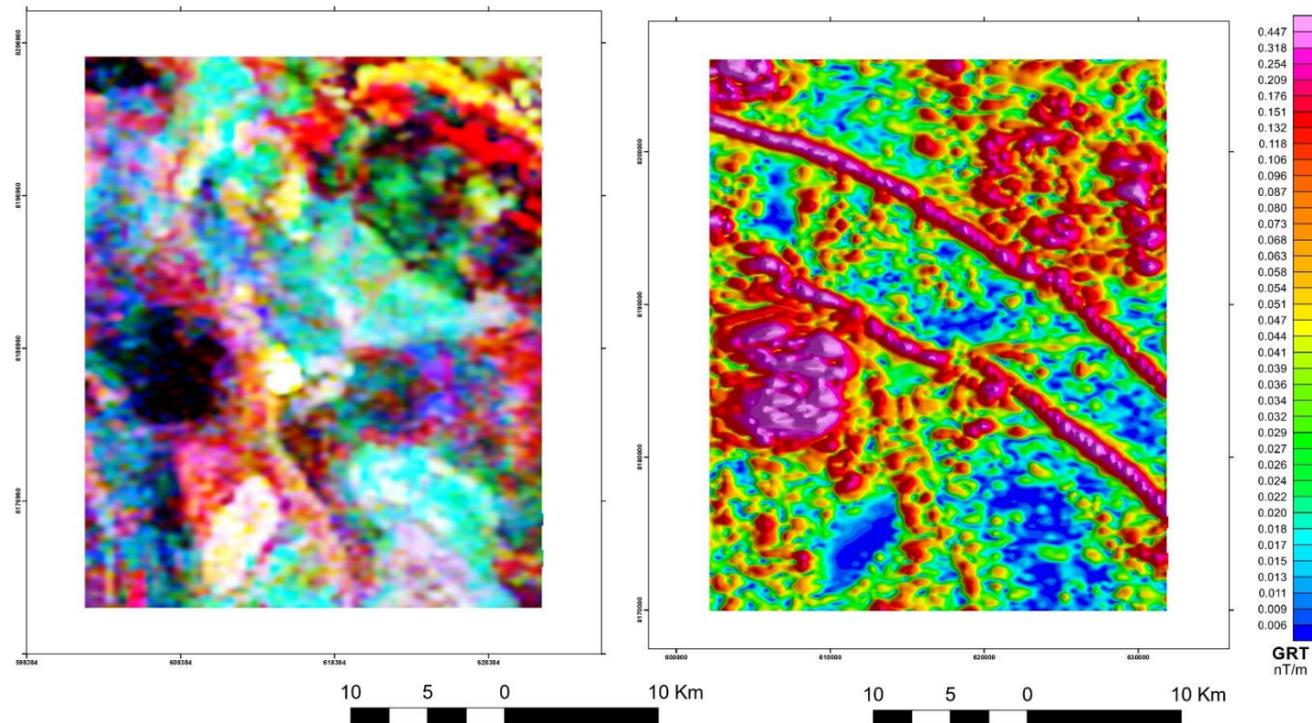
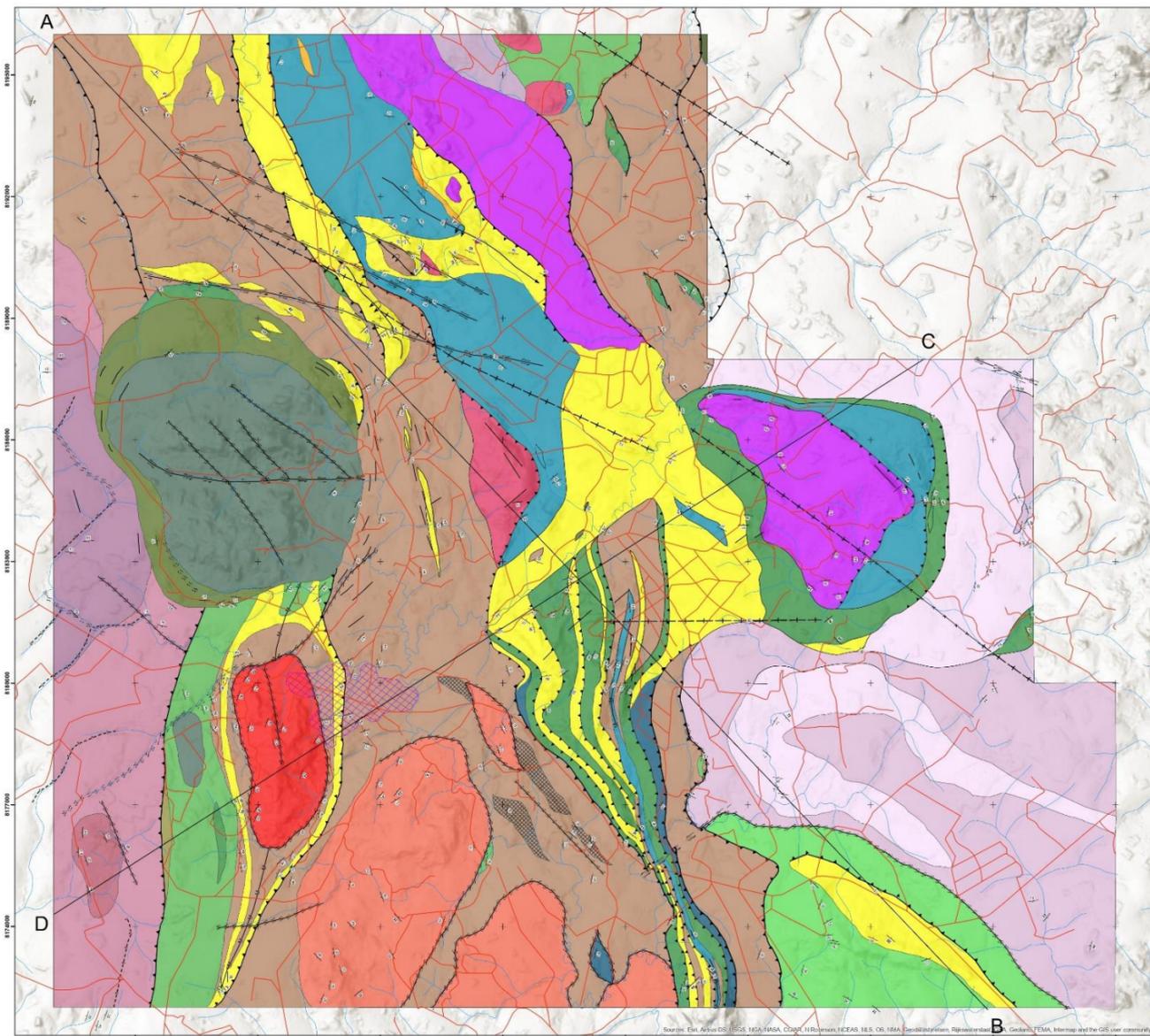
Universidade Federal de Goiás  
(UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT) - Geologia  
Davi Resende e Lucas Portes



## Coluna Litoestratigráfica 20TF04



Apêndice LXXXII: Coluna litoestratigráfica. Legenda da litologia é a mesma do mapa geológico (Apêndice LXXVIII).



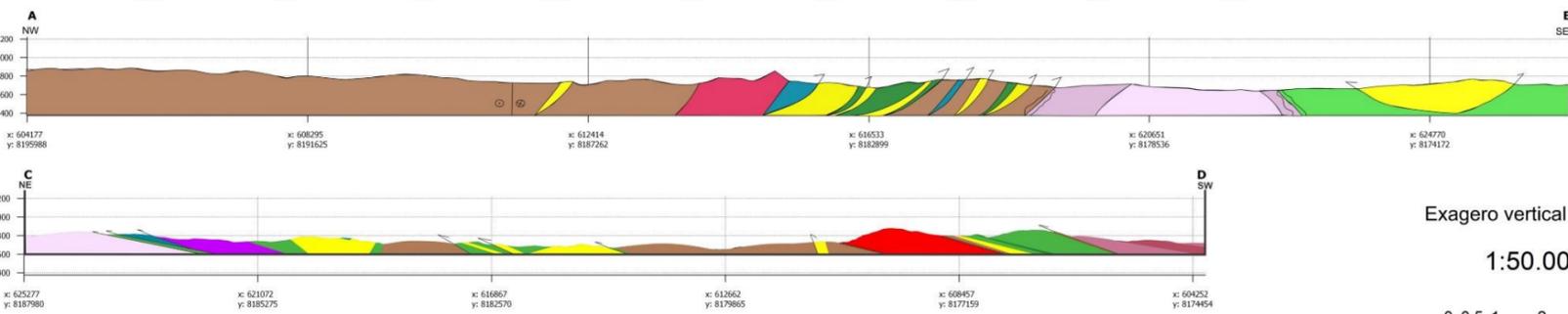
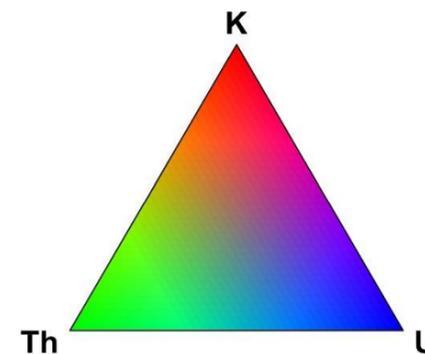
1:50.000

0 0,5 1 2 3 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
Curso de Geologia

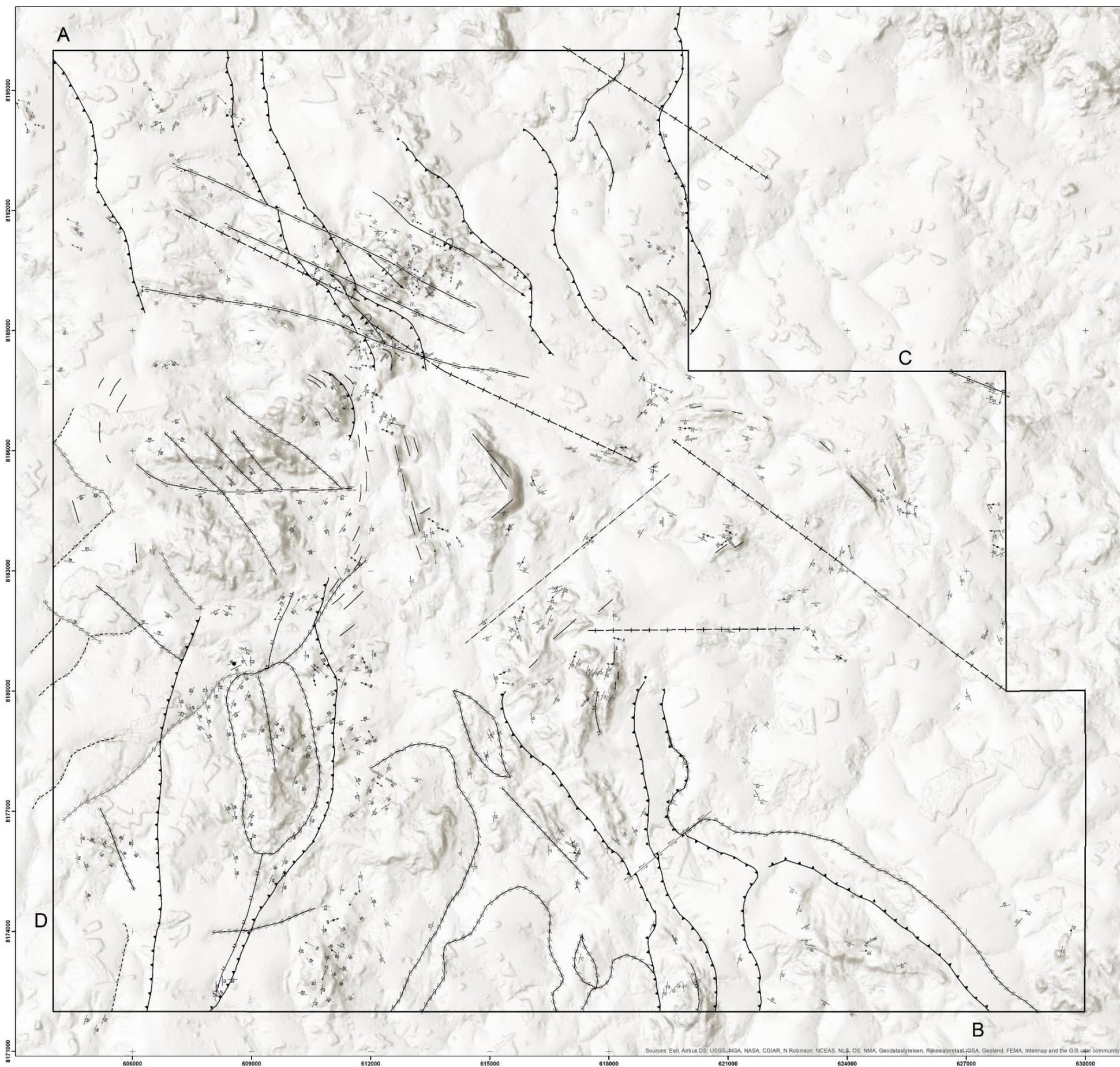
Alunos:  
André Luiz Gonçalves e Silva  
Davi Resende Messias  
Lara Maciel Feltosa  
Lucas Portes Ramos  
Marco Túlio Guimarães  
Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves de Aguiar  
Rafael Ayres Gontijo  
Silvencer Batista Bezerra  
Túlio Moreira de Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)  
Datum horizontal: WGS-84  
Fuso 22 S Meridiano Central: 51°W  
Unidade: Metros



- Legenda**
- Drenagens
  - Estradas e acessos
  - Área do Mapeamento Geológico Integrado
- Foliações**
- Tipo**
- Sn
- Lineamentos**
- Lineamento estrutural mapeado
  - Dique diabásico
  - Lineamentos magnéticos (provavelmente relacionados ao dique)
  - Transcorrência/Zona de Cisalhamento sinistral
  - Falha sinistral Inferida
  - Zona de cisalhamento
  - Zona de cisalhamento inferida
  - Anticinal recumbente
  - Anticinal Recumbente com caimento SE
  - Anticinal Recumbente com caimento NW
  - Anticinal Recumbente com duplo caimento
  - Zona de cisalhamento compressivo / Empurrão Inferido
  - Zona de cisalhamento compressivo / empurrão mapeado
  - Fratura inferida

- Litologias**
- NP30essg - Suite Anicuns-Santa Barbara - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Intrusiva
  - NP30essv - Suite Anicuns-Santa Barbara - Complexo Gabro-Diorítico Córrego Seco - Unidade Vulcânica
  - NP3\_mru\_je - Suite Malco-Ultramáfica Taquaral - Trindade - Corpo Capelinha dos Gornes
  - NP1alioa - Complexo Anapolis-Itaucu - Unidade Ortognaisses Anfibolíticos
  - NP1alioab - Complexo Anapolis-Itaucu - Unidade Ortognaisses Anfibolíticos - Básicos
  - NP1alioap - Complexo Anapolis-Itaucu - Paragneisses
  - NP1yc - Granito Creoulos
  - NP1ycl - Granito Córrego da Lavínia
  - NP1yl - Granito Lage
  - NP1yr - Metadiorito Córrego Santa Rosa
  - NP1aspd - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Litofácies Metaignimbritos
  - NP1asbu - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Básica-Ultrabásica - Litofácies Anfibolitos
  - NP1aspqd - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Psamo Pelítica - Litofácies Quartzitos
  - NP1alrcs - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Rítmica-Carbonatada - Calcossilicatas
  - NP1eipmx - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Psamo Pelítica - Litofácies Micaxistos
  - NP1eipmx - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Psamo Pelítica - Litofácies Micaxistos com magnetita
  - NP1alrc - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Rítmica-Carbonatada - Metarritmicos
  - NP1alrmq - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Rítmica-Carbonatada - Magnetita Quartzito
  - NP1alrmm - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Rítmica-Carbonatada - Litofácies Mármore
  - NP1alrbux - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Litofácies Talco Clorita xistos
  - NP1alrbux - Sequência Metavulcanossedimentar Anicuns-Itaberai - Unidade Básica-Ultrabásica - Litofácies Ultramáficas
  - NP1ymadr - Metagrânito Sanctiandré - Gnaiss Diorítico
  - NP1ymag - Metagrânito Sanctiandré - Gnaiss Granítico
  - NP1ymgd - Metagrânito Sanctiandré - Gnaiss Grandodiorítico



**Legenda**

□ Área do Mapeamento Geológico Integrado

**Lineações**

**Tipo**

- ↑ Ldn
- ↑ Ldn+1
- ↑ Ldn+2
- ↑ Li (lineação de intersecção)

**Foliações**

**Tipo**

- ▲ Sn-1
- ▲ Sn
- ▲ Sn+1
- ▲ Sn+2
- ▲ Sn+3
- Falha
- Fratura / Junta

**Lineamentos**

- Lineamento estrutural mapeado
- ×××× Dique diabásico
- +—+ Lineamentos magnéticos (provavelmente relacionados ao dique)
- =—= Transcorrência/Zona de Cisalhamento sinistral
- /—/ Falha sinistral Inferida
- /—/ Zona de cisalhamento
- /—/ Zona de cisalhamento inferida
- ∩— Anticlinal recumbente
- ∩— Anticlinal Recumbente com caimento SE
- ∩— Anticlinal Recumbente com caimento NW
- ∩— Anticlinal Recumbente com duplo caimento
- ▲— Zona de cisalhamento compressivo / Empurrão Inferido
- ▲— Zona de cisalhamento compressivo / empurrão mapeado
- Fratura inferida

1:50.000



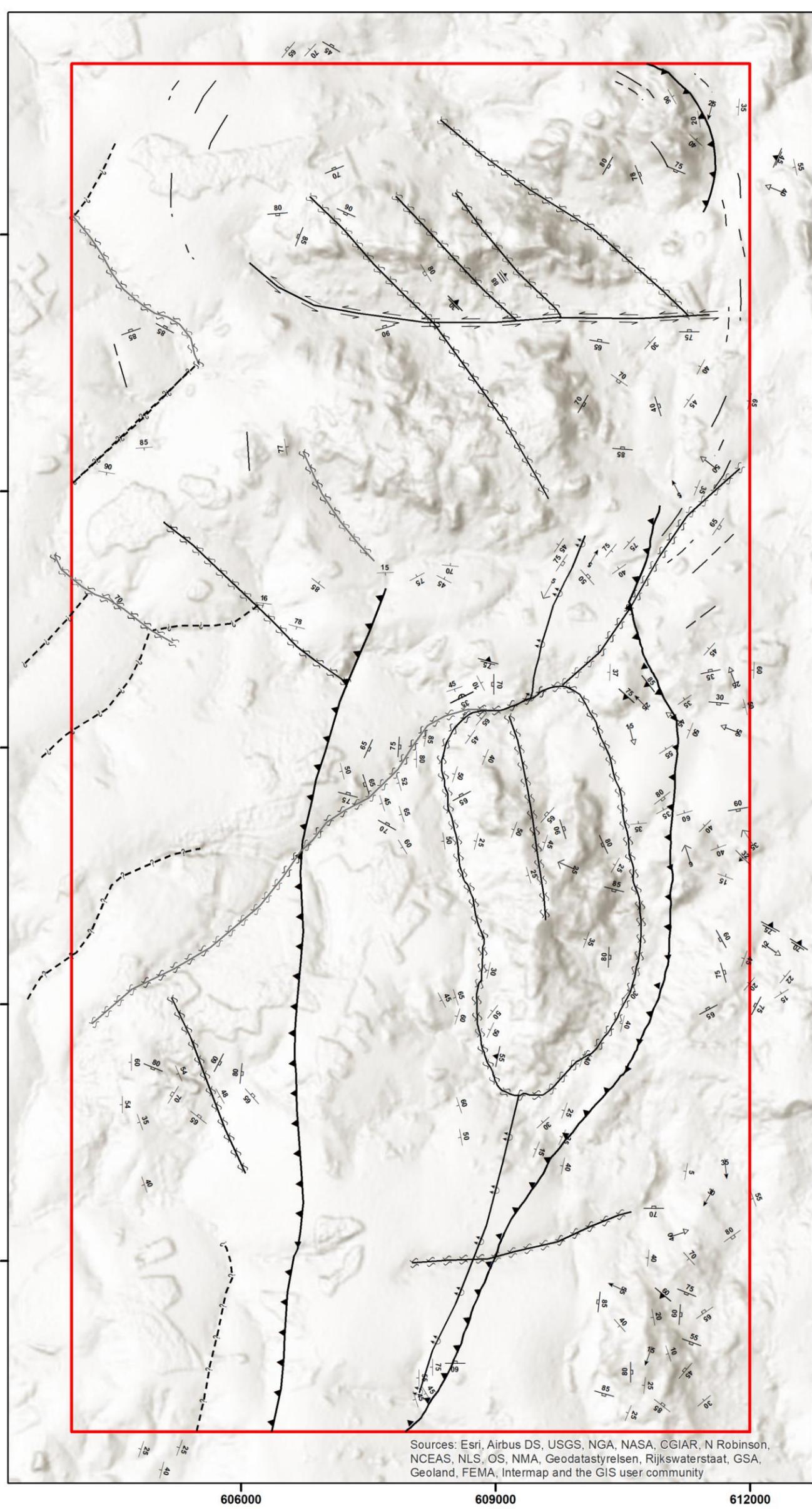
**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Curso de Geologia

**Alunos:**

- André Luiz Gonçalves e Silva
- Davi Resende Messias
- Lara Maciel Feitosa
- Lucas Portes Ramos
- Marco Tulio Guimarães
- Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves de Aguiar
- Rafael Ayres Gontijo
- Silvencler Batista Bezerra
- Túlio Moreira de Assis



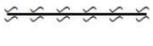
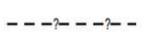
Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros                      Goiás

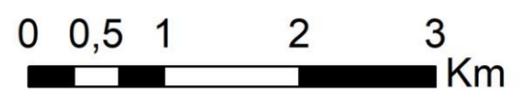


### Legenda

 Área 4

### Estruturas

-  Anticlinal
-  Lineamento
-  Zona de cisalhamento
-  Zona de cisalhamento compressivo
-  Zona de cisalhamento inferior
-  Zona de cisalhamento transcorrente
-  Fratura inferida
-  Falha
-  Fratura
-  Ldn
-  Ldn+1
-  Ldn+2
-  Sn
-  Sn+1
-  Sn+2
-  Sn+3
-  Sn-1



**Universidade Federal de Goiás (UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)  
 Geologia  
 Davi Resende e Lucas Portes  
 Universal Transversa de Mercator (UTM)  
 Datum horizontal: WGS-84  
 Fuso 22 S  
 Meridiano Central: 51°W  
 Unidade: Metros  
 Goiás



Sources: Esri, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen, Rijkswaterstaat, GSA, Geoland, FEMA, Intermap and the GIS user community

# FCT Mapa de Ocorrências Minerais Mapeadas

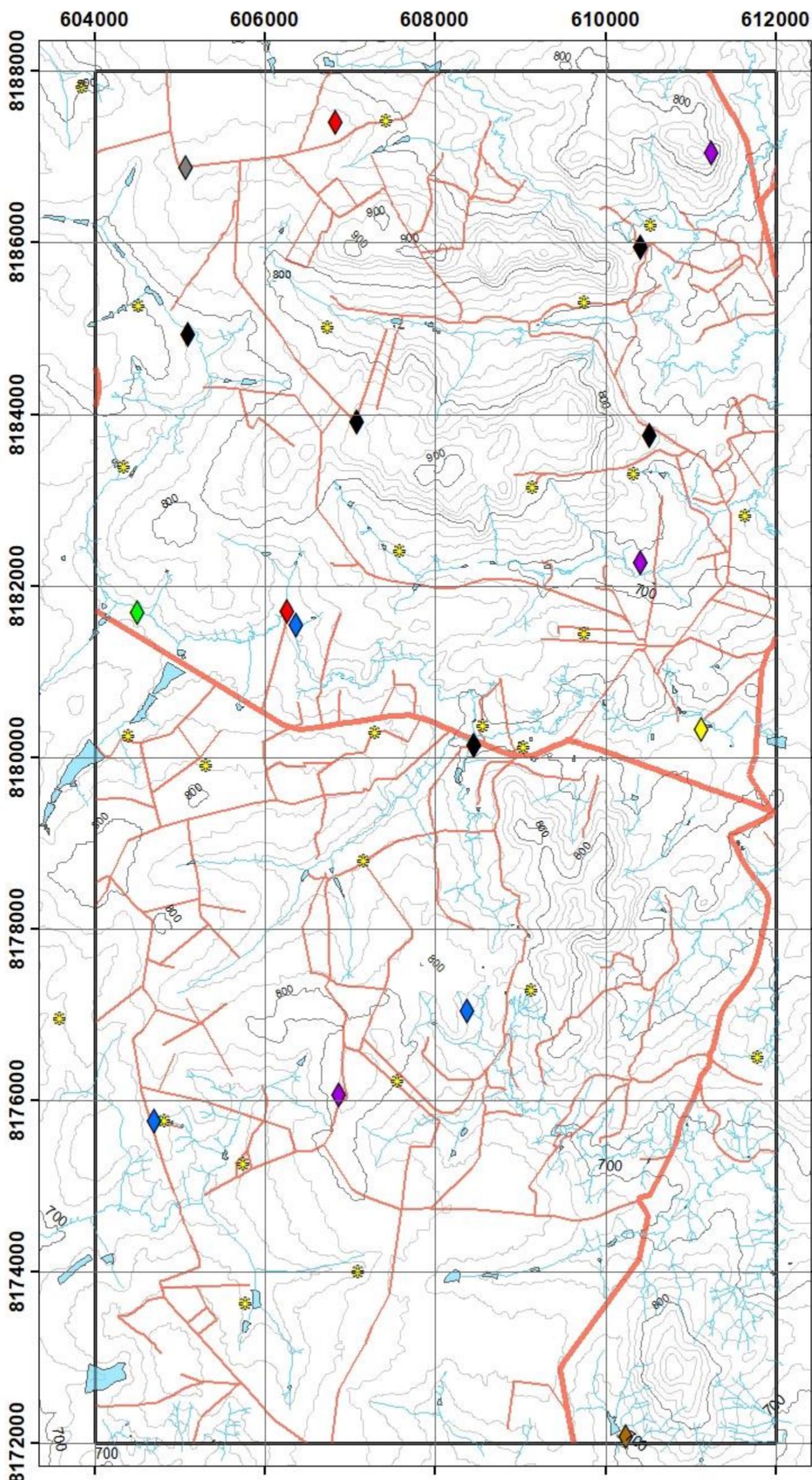


**UFG**

UNIVERSIDADE  
FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

## Trabalho Final 2020 - Área 4



### Legenda

- Drenagem
- Corpos de água
- Acesso
- Rodovia
- Área 4
- Sedes

### Ocorrência

- Areia
- Bauxita
- Brita
- Caulim
- Ferro
- Manganês
- Ouro
- Turmalina



**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**

Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia  
Davi Resende  
Lucas Portes

Universal Transversa de  
Mercator (UTM)

Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

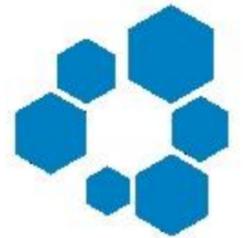
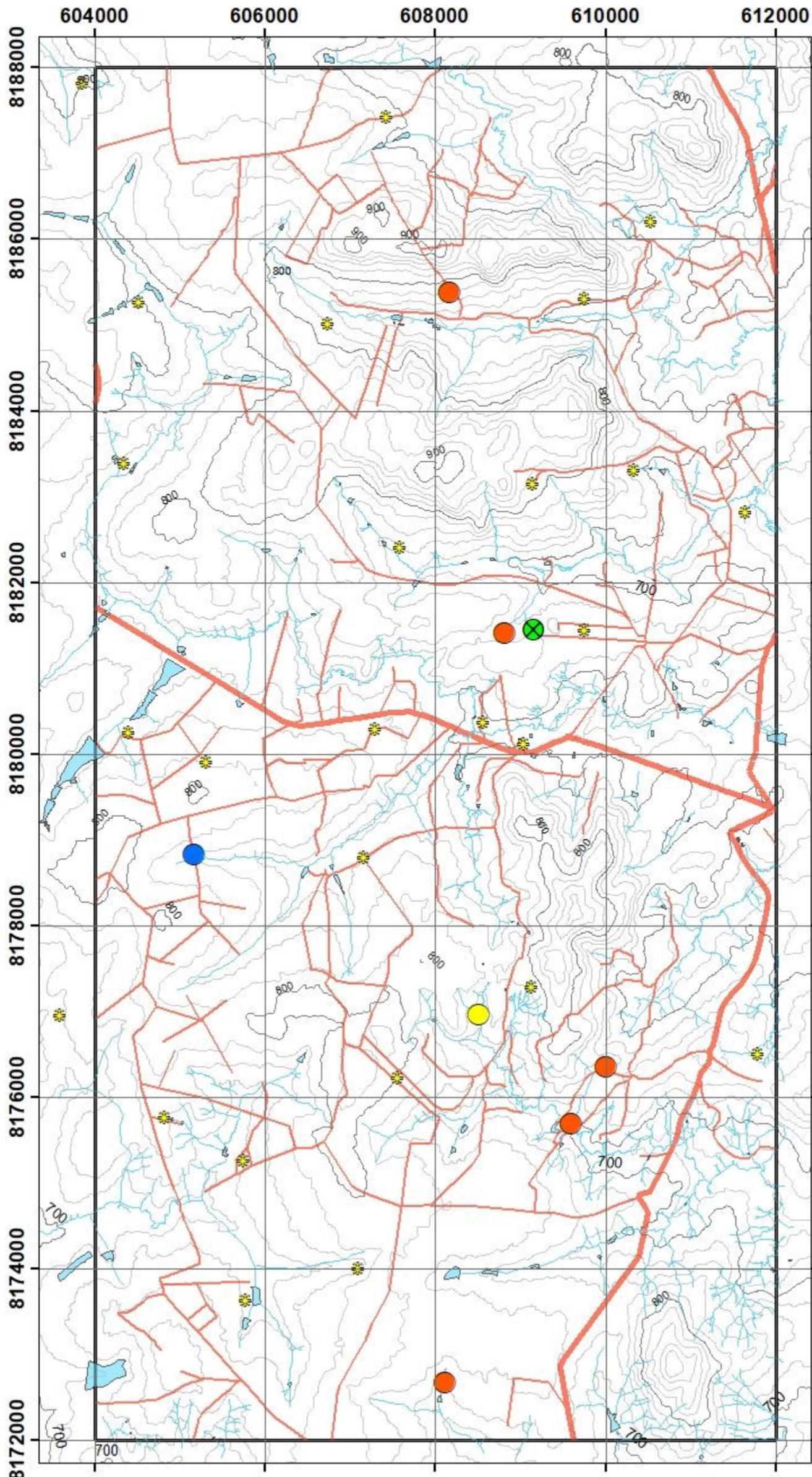
Goiás



**FCT**FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

# Mapa de Levantamento Ambiental

## Trabalho Final 2020 - Área 4


**UFG**  
 UNIVERSIDADE  
 FEDERAL DE GOIÁS
**Legenda**

- Drenagem
- Corpos de água
- Acesso
- Rodovia
- Área 4
- Sedes

**Ambiental**

- Lixão
- Nascente
- Ravina
- Voçoroca



**Universidade Federal de Goiás  
(UFG)**  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia  
(FCT)

Geologia  
 Davi Resende  
 Lucas Portes

Universal Transversa de  
 Mercator (UTM)

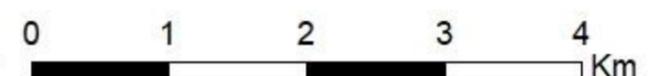
Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

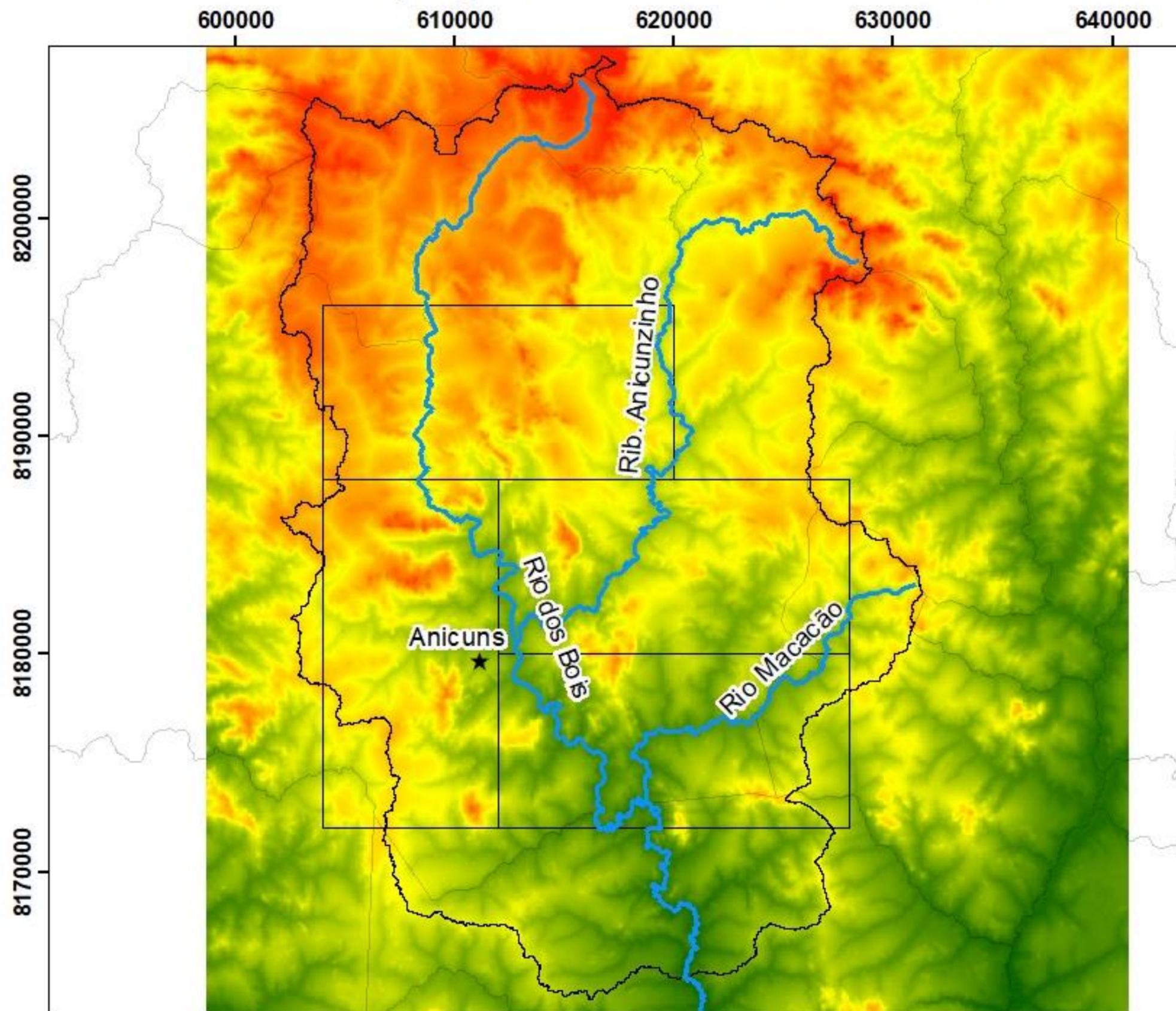
Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goiás



# Topografia - Trabalho Final 2020



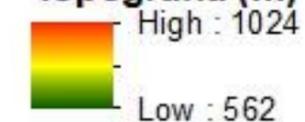
**FCT UFG**  
 FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

## Legenda

-  Drenagem
-  Área TF\_2020
-  Municípios
-  Bacia Hidrográfica

★ Cidade

## Topografia (m)



0 2.5 5 7.5  
 Km

Universidade Federal de Goiás (UFG)  
 Faculdade de Ciência e Tecnologia (FCT)

Geologia

André Luiz Gonçalves e Silva

Davi Resende Messias

Lara Maciel Feitosa

Lucas Portes Ramos

Marco Túlio Guimarães

Pedro Guilherme do Carmo Gonçalves Aguiar

Rafael Ayres Gontijo

Silvencler Batista Bezerra

Tulio Moreira Assis

Universal Transversa de Mercator (UTM)

Datum horizontal: WGS-84

Fuso 22 S

Meridiano Central: 51°W

Unidade: Metros

Goiás