



**Universidade de Brasília
Instituto de Geociências**

**MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL
Projeto Campos Belos (GO)
Subárea III**

Gabriel Fernandes Silva Araujo

Guilherme Griesi Piovesan

Brasília, abril de 2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

**Projeto Campos Belos (GO)
Subárea III**

Gabriel Fernandes Silva Araujo

Guilherme Griesi Piovesan

*Relatório submetido ao Instituto de Geociências
como requisito parcial para obtenção
do grau de Geólogo*

Banca Examinadora

Prof. Dr. Elton Luiz Dantas, IG/UnB
Orientador

Prof. Dr. Reinhardt Adolfo Fuck, IG/UnB
Membro da banca

Prof. Dr. Guilherme de Oliveira Gonçalves,
IG/UnB
Membro da banca

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Geociências

MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

Projeto Campos Belos (GO)
Subárea III

Gabriel Fernandes Silva Araujo

Guilherme Griesi Piovesan

Coordenador

Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros

Orientador

Prof. Dr. Elton Luiz Dantas

Co-Orientadores

Prof. Dr. Martino Giorgioni

Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho

Prof. Dr. Valmir da Silva Souza

Dedicatórias

Dedico esse trabalho a todos os que me ajudaram ao longo desta incrível jornada e a todos aqueles a quem esse trabalho possa ajudar de alguma forma.

Guilherme Griesi Piovesan

Dedico este trabalho à minha família e amigos, sem eles não teria sido possível. "Existem três coisas que não podem ser interrompidas: o sonho dos homens, o fluxo do tempo e a determinação herdada, enquanto as pessoas continuarem buscando o sentido da liberdade tudo isso jamais deixará de existir." Eiichiro Oda.

Gabriel Fernandes Silva Araujo

Agradecimentos

Agradeço à minha família, pelo investimento em minha educação, apoio e carinho. Ao Instituto de Geociências, professores e colegas da graduação, especialmente aos envolvidos na realização do TF. Aos amigos, principalmente os mais próximos, que tornaram esta jornada menos atribulada.

Gabriel Fernandes Silva Araujo

Agradeço, primeiramente, aos meus pais e irmãos por todo o apoio ao longo dos anos. Ao professor Federico, pela dedicação. Aos colegas do trabalho final. A todos meus amigos. Ao Mendes e por fim, mas não menos importante, à Universidade de Brasília por todo o apoio estrutural.

Guilherme Griesi Piovesan

RESUMO

O Projeto Campos Belos (GO) foi realizado no final do ano de 2021 e começo de 2022. Está localizado no limite nordeste do estado de Goiás, na divisa com o Tocantins, entre os municípios de Arraias (TO) e Campos Belos (GO), e cobre uma área de 354 km², dividida em 5 subáreas. Essa atividade representa o Trabalho Final de Graduação em Geologia, realizado pelos discentes da turma de 2021 do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília. O presente relatório corresponde aos dados referentes à subárea III, localizada na porção central do projeto, e teve como principal objetivo realizar abordagem mais detalhada de estudo nas unidades geológicas da região, com base no levantamento bibliográfico regional, nos dados de campo, sensoriamento remoto, aerogeofísica e descrições petrográficas, compilando essas informações em mapa geológico em escala 1:50.000. O contexto geológico regional da região de Campos Belos é a Província Tocantins, mais especificamente a porção norte da Zona Externa da Faixa Brasília. Apresenta a descrição da estratigrafia da região, aspectos estruturais, o potencial econômico da área e a evolução geotectônica da região. Os principais resultados do projeto são o detalhamento dos contatos entre as unidades com a inserção de falhas e zonas de cisalhamento, o aprimoramento da visão litoestratigráfica da região em relação à cartografia das Folhas Arraias e Monte Alegre. Neste trabalho são descritas petrograficamente e estratigraficamente as seguintes unidades: Formação Ticunzal, Suíte Aurumina (Au1 e 2), Grupo Araí (Formação Arraias), Formação Jequitai e Grupo Bambuí.

Palavras-chaves: Mapeamento Geológico. Formação Ticunzal. Suíte Aurumina. Grupo Araí. Grupo Bambuí.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1.2	JUSTIFICATIVA	1
1.3	OBJETIVOS	2
1.4	LOCALIZAÇÃO E VIAS DE ACESSO	2
1.5	MATERIAIS E MÉTODOS	3
1.5.1	PRÉ-CAMPO	4
1.5.2	CAMPO	4
1.5.3	PÓS-CAMPO	6
1.6	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	6
1.6.1	CLIMA	6
1.6.2	RELEVO	7
1.6.3	VEGETAÇÃO	8
1.6.4	SOLOS	8
1.6.5	HIDROGRAFIA	9
2	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	11
2.1	INTRODUÇÃO	11
2.2	CONTEXTO GERAL	11
2.3	GEOLOGIA DA REGIÃO DE CAMPOS BELOS E ARRAIAS	13
2.3.1	FORMAÇÃO TICUNZAL	14
2.3.2	SUÍTE AURUMINA	15
2.3.3	GRUPO ARAÍ	16
2.3.4	GRUPO BAMBUÍ	17
3	GEOTECNOLOGIAS	20
3.1	INTRODUÇÃO	20
3.2	SENSORIAMENTO REMOTO	21
3.2.1	AQUISIÇÃO DE DADOS	21
3.2.2	PROCESSAMENTO	22
3.2.3	INTERPRETAÇÃO	22
3.3	AEROGEOFÍSICA	24
3.3.1	AQUISIÇÃO DE DADOS	24

3.3.2	PROCESSAMENTO DOS DADOS	25
3.4	MAGNETOMETRIA.....	26
3.5	GAMAESPECTROMETRIA	27
4	ESTRATIGRAFIA, PETROGRAFIA E SISTEMAS DEPOSICIONAIS.....	30
4.1	INTRODUÇÃO	30
4.2	FORMAÇÃO TICUNZAL	33
4.2.1	MUSCOVITA XISTOS (PP1TXZ)	34
4.2.2	PARAGNAISSES (PP1TXZ)	36
4.2.3	XISTOS GRAFITOSOS (PP1TXZ)	36
4.3	SUÍTE AURUMINA.....	36
4.3.1	MUSCOVITA GRANITO (PPYAU1).....	38
4.3.2	MUSCOVITA-BIOTITA GRANITO (PPYAU1)	39
4.3.3	GRANITO MILONITIZADO (PPYAU1)	40
4.4	GRUPO ARAÍ	41
4.4.1	QUARTZO META-ARENITOS (PP4AQO)	42
4.4.2	META-ARENITOS ARGILOSOS (PP4A)	44
4.4.3	ORTOCONGLOMERADO (PP4ACG)	46
4.4.4	META DIABÁSIO	48
5	GEOLOGIA ESTRUTURAL.....	50
5.1	INTRODUÇÃO	50
5.2	DOMÍNIOS ESTRUTURAIIS REGIONAIS	51
5.3	DOMÍNIOS ESTRUTURAIIS LOCAIS - SUBÁREA III.....	53
5.3.1	DOMÍNIO 2	54
5.3.2	DOMÍNIO 4	57
5.4	ANÁLISE DE DEFORMAÇÃO	58
5.4.1	EVENTO E1	58
5.4.2	EVENTO E2.....	59
5.4.3	EVENTO E3.....	59
5.4.4	ANÁLISE DE FRATURAS.....	59
6	POTENCIALIDADE ECONÔMICA	61
6.1	INTRODUÇÃO	61
6.2	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS MINERAIS OBSERVADAS.....	62
6.3	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS MINERAIS NÃO OBSERVADAS	65
6.4	POTENCIALIDADES GEOECONÔMICAS NÃO MINERAIS	65
7	EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA E CORRELAÇÕES REGIONAIS	66
7.1	INTRODUÇÃO	66
7.2	PRÉ COLAGEM RIACIANA	67
7.2.1	DEPOSIÇÃO DA FORMAÇÃO TICUNZAL.....	67
7.3	COLAGEM RIACIANA	68

7.3.1	INTRUSÃO DA SUÍTE AURUMINA	68
7.4	RIFTEAMENTO ESTATERIANO	69
7.4.1	RIFTE DO ARAÍ	69
7.5	EVENTOS NEOPROTEROZOICOS.....	70
7.5.1	DEPOSIÇÃO DO GRUPO BAMBUÍ E FORMAÇÃO JEQUITAÍ.....	70
7.5.2	OROGENIA BRASILIANA.....	71
8	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	73
8.1	MUDANÇAS CARTOGRÁFICAS	73
8.2	RECOMENDAÇÕES.....	74
	REFERÊNCIAS	75
I	APÊNDICES	78
A	DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS.....	79
B	TABELA DE PONTOS DA SUBÁREA III.....	80
C	CARTOGRAFIA	81
C.1	MAPA BASE.....	81
C.2	MAPA FOTOINTERPRETADO SUBÁREA III	81
C.3	MAPA GEOLÓGICO PRELIMINAR	81
C.4	PRODUTOS GEOFÍSICA	81
C.5	MAPA DE PONTOS	81
C.6	MAPA GEOLÓGICO SUBÁREA III	81
C.7	MAPA GEOLÓGICO INTEGRADO	81
C.8	MAPA DE DOMÍNIOS ESTRUTURAIS.....	81
C.9	MAPA DE DOMÍNIOS ESTRUTURAIS SUBÁREA III	81
C.10	MAPA ESTRUTURAL	81

LISTA DE FIGURAS

1.1	Localização do Projeto Campos Belos (GO) e principais vias de acesso (Fonte dos dados: IBGE).....	3
1.2	Cronograma de atividades e entregas do Projeto Campos Belos (GO).	4
1.3	Mapa de Pontos - Subárea III, com pontos separados por dia.	5
1.4	Clima no município de Campos Belos, obtido por medidas realizadas nos últimos 30 anos (Fonte: Climatempo).....	6
1.5	Clima no município de Arraias, obtido por medidas realizadas nos últimos 30 anos (Fonte: Climatempo).	7
1.6	Aspecto geral do relevo das proximidades de Campos Belos (GO), com serras ao fundo e região aplainada à frente, com vista para SE.	7
1.7	Fitofisionomias do Bioma Cerrado (Fonte: Embrapa Cerrados).	8
1.8	Mapa de solos da região de Campos Belos (GO) e Arraias (TO), em escala 1:100.000.	9
1.9	Fotografia do Rio Bezerra no limite sul da Subárea III.	10
2.1	Mapa estrutural simplificado da Faixa Brasília e porção adjacente do Cráton do São Francisco, com indicação dos domínios (UHLEIN et al., 2012).	12
2.2	Carta estratigráfica das unidades geológicas definidas no mapeamento das folhas Monte Alegre de Goiás, Nova Roma e Cavalcante (ALVARENGA et al., 2007).....	14
2.3	Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região nordeste de Goiás. (ALVARENGA et al., 2007)	19
3.1	Mapa Base subárea III.	21
3.2	Mapa Fotointerpretado Subárea III.	23
3.3	Mapa Geológico Preliminar Integrado.	24
3.4	Fluxograma de processamento dos dados aerogeofísicos. (Fonte: LASA Engenharia.)	25
3.5	Produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico, com domínios definidos.....	26
3.6	Mapa Gamaespectrométrico RGB, separado em domínios.	28
4.1	Mapa Geológico da subárea III, adaptado para exibição em folha A4. Disponível no Anexo C.	31
4.2	Mapa Geológico do projeto Campos Belos (GO). Disponível no Anexo C.	31
4.3	Coluna litoestratigráfica do Projeto Campos Belos (GO).	32

4.4	Migmatito de injeção, com intercalações de granito e paragneisse, formada por intrusões nos planos de foliação.	34
4.5	(A) Mica Xisto em amostra de mão, com corte perpendicular à foliação; (B) Aspecto geral da amostra em nicóis descruzados, com domínios ricos em quartzo e óxidos; (C) Aspecto geral da amostra em nicóis cruzados, com domínios ricos em quartzo e óxidos; (D) <i>Mica fish</i> na parte centralizada em nicóis descruzados; (E) <i>Mica fish</i> em nicóis cruzados (Ponto 124 304431 E/ 8559638 N).	35
4.6	(A e B) Variação textural entre a porção mais clara e mais escura do granito; (C) Porção mais escura do granito, com textura fina e matriz sericitizada; (D) Porção mais clara do granito, com textura mais grossa e com menos matriz sericitizada (Ponto 41 301406 E /8566198 N).	37
4.7	(A) Feições estratiformes de <i>schlieren</i> , com autólito rico em biotita apontado pelo lápis; (B e C) Feições bandadas de <i>schlieren</i> , com bandas melanocráticas ricas em biotita (Ponto 113 305393 E/8564258 N).	38
4.8	(A) Dique pegmatítico em contato com muscovita granito; (B) Dique pegmatítico em detalhe, com K-F pluricentimétrico (Ponto 45 300562 E/8565186 N).	39
4.9	(A) Muscovita-biotita granito em amostra macroscópica; (B) Agrupamento de biotita cloritizada orientada; (C) Granada com textura esquelética com inclusões de quartzo e muscovita em nicóis descruzados; (D) Granada com textura esquelética com inclusões de quartzo e muscovita em nicóis cruzados (Ponto 148 303987 E/ 8566104 N).	40
4.10	(A) Granito milonitizado em amostra macroscópica; (B) Quartzo com granulação superior aos demais minerais, com inclusões de muscovita em nicóis cruzados (Ponto 43 300657 E/ 8565736 N).	41
4.11	Ultramilonito com foto em sentido perpendicular à foliação.	41
4.12	(A) Estrutura de marca ondulada em quartzo meta-arenito do Grupo Araí; (B) Camadas lenticulares, com variação textural de areia fina a areia grossa; (C) Estrutura de sobrecarga, com camada de textura mais grossa no topo; (D) Truncamento de camadas; (E) Estratificação cruzada acanalada (Ponto 12 301372 E/ 8559395 N).	43
4.13	Coluna estratigráfica esquemática com fácies encontradas no quartzo meta-arenito. ..	44
4.14	(A) Variação textural em amostra de mão de meta-arenito do Grupo Araí; (B) Variação textural em lâmina, com frações arenosas e argilosas; (C) Estrutura de fluidização; (D) Truncamento de alto ângulo (Ponto 152 301023 E/ 8558324 N).	45
4.15	(A) Amostra de arenito siltoso com mancha esverdeada (B) Contraste no teor de óxidos entre a mancha esverdeada na esquerda, e parte arroxeadada na direita (Ponto 17 301370 E/ 8558480 N); (C) Nódulo de carbonato deformado em nicóis cruzados (Ponto 85 300721 E/ 8558862 N); (D) Biotita detrítica cloritizada em nicóis cruzados (Ponto 152 301023 E/ 8558324 N).	46
4.16	(A e B) Variação granulométrica em blocos rolados de conglomerado (Ponto 31 305760 E/8560142 N).	47

4.17	(A) Aspecto geral da lâmina, com cimento carbonático e clastos de ortogconglomerado do Grupo Araí; (B) Carbonato recristalizado, com tamanho superior aos grãos; (C) Clasto com quartzo policristalino; (D) Clastos de granitos, com KF geminado (Ponto 31 305760 E/8560142 N).....	47
4.18	(A e B) Dique de diabásio em direção NW-SE; (C) Vesícula com recristalização concêntrica de epidoto em nicóis descruzados; (D) Vesícula com recristalização concêntrica de epidoto em nicóis cruzados; (E) Aglomerado de plagioclásio reliquiar em nicóis descruzados; (F) Aglomerado de Plagioclásio reliquiar em nicóis cruzados (Ponto 116 304849 E/ 8563410 N).....	48
5.1	Mapa de elementos estruturais do Projeto Campos Belos, disponível nos Apêndices. .	51
5.2	Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos, com estereogramas elaborados a partir das foliações, disponível nos Apêndices.	52
5.3	Mapa de domínios estruturais da subárea III, com estereogramas elaborados a partir das foliações, disponível nos Apêndices.	54
5.4	(A e B) Fenocristais rotacionados com cinemática dextral em granito da Suíte Aurumina. (C) Pseudo-crenulação em granito da Suíte Aurumina. (D) Foliação SC em granito da Suíte Aurumina, indicando sentido do cisalhamento. (E) Brecha de falha. (F) Feição de superposição de foliações.....	56
5.5	(A e B) grãos de quartzo orientados, fraturados e recristalizados em granito da Suíte Aurumina. (C e D) Grãos de quartzo orientados com inclusões de muscovita orientadas na mesma direção em granito da Suíte Aurumina. (E e F) Vesícula preenchida por epidoto, rotacionada com cinemática dextral em diabásio.	57
5.6	(A) Brecha de falha no quartzo meta-arenito; (B) Arenito lamoso com acamamento verticalizado; (C, D, E e F) Grãos de quartzo orientados, imersos em matriz recristalizada, em nicóis descruzados/cruzados.	58
5.7	Diagrama de rosetas referente as fraturas medidas na subárea III.	60
6.1	Requerimentos de exploração mineral na região do projeto Campos Belos (GO). (SIGMINE/ANM, 2022)	62
6.2	Extração de areia fluvial por dragagem na subárea II.....	64
7.1	Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ªDZ.....	67
7.2	Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.	68
7.3	Bloco diagrama esquemático para retrabalhamento da bacia em função da Orogenia Riacciana-Orosiriana, que originou os grafita xistos, mica xistos e paragnaisse da Formação Ticunzal (1), e a intrusão sin-colisional da Suíte Aurumina (2).....	69
7.4	Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos com a Formação Ticunzal (1), e a Suíte Aurumina (2). Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada.	70

7.5	Bloco diagrama esquemático para a fase sin-rifte, contando com atividade vulcânica possibilitada pela aproximação da astenosfera (em vermelho) devido ao afinamento da crosta. Também são formadas falhas normais. A sedimentação dentro da bacia é contemporânea ao vulcanismo bimodal.	70
7.6	Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí na região do projeto.	71
7.7	Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasileira na região do Projeto Campos Belos (GO).....	72
8.1	Principais mudanças cartográficas entre o mapa final do Projeto Campos Belos (GO), e os mapas das folhas Arraias e Monte Alegre.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGHT	Gradiente Horizontal Total
ALOS	Advanced Land Observing Satellite
ANM	Agência Nacional de Mineração
ASF	Alaska Satellite Facility
CMA	Campo magnético anômalo
CMT	Campo magnético total
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
Dx	Primeira derivada horizontal
Dy	Segunda derivada horizontal
Dz	Primeira derivada vertical
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FB	Faixa Brasília
Fm	Formação
Fn	Faturas
Gr	Grupo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICC	Instituto Central de Ciências
IG	Instituto de Geociências
L5	Landsat 5
MDE	Modelo digital de elevação
NASA	Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço
PALSAR	Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar
PIB	Produto Interno Bruto
SA3D	Sinal Analítico 3D
S0	Acamamento
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TF	Trabalho Final
TILT	Derivada Tilt
UnB	Universidade de Brasília
UTM	Universal Transversa de Mercator
WGS	World Geodetic System

SA3D	Sinal analítico 3D
CT	Contagem Total
AGP-LA	AeroGeoPhysica LatinoAmerica
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SIRGAS	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas
SGM	Secretaria de Geologia, Mmineração e Transformação Mineral
MME	Ministério de Minas e Energia
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
Qtz	Quartzo
Msc	Muscovita
Plg	Plagioclásio
KF	Feldspato potássico
Grt	Granada
Bt	Biotita
Chl	Clorita
Epi	Epidoto
Src	Sericita

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo apresenta a principal motivação do Projeto Campos Belos (GO), seus objetivos gerais e específicos, a relevância e contexto da área de estudo, além da caracterização e classificação da paisagem, como a vegetação, recursos hídricos e relevo observados na área do projeto.

1.1 Considerações Iniciais

O projeto Campos Belos (GO) corresponde às atividades realizadas nas disciplinas de Preparação do Mapeamento Geológico Final (Pré-TF) e de Trabalho de Mapeamento Geológico Final (TF), do curso de graduação em Geologia da Universidade de Brasília(UnB). O objetivo do Trabalho Final é a confecção de mapa geológico de escala 1:50.000, com área total de 354 km², dividida em 5 subáreas, sendo 4 com área de 66 km² e 1 de área de 90 km², localizada numa área com pequena superposição, situada entre os Trabalhos Finais de Monte Alegre (1999) e Arraias (2001).

O presente relatório descreve os dados obtidos na subárea III, redigido pelos alunos Gabriel Fernandes Silva Araujo e Guilherme Griesi Piovesan, sob coordenação do professor Dr. Federico Alberto Cuadros, com participação dos professores doutores Martino Giorgioni, Nilson Botelho, Valmir Souza e Elton Dantas.

1.2 Justificativa

A área do projeto Campos Belos (GO) se encontra entre as áreas dos TFs de Monte Alegre (1999) e Arraias (2001), com uma pequena superposição. O trabalho visa detalhar a geologia da região, especialmente a identificação e caracterização do embasamento e dos granitos intrusivos delimitados pelo mapeamento da Folha Arraias (CPRM).

Além disso, o projeto conta como atividade curricular, sendo um exercício de capacitação de espectro multidisciplinar na área de Geociências, consolidando o conhecimento obtido ao longo da graduação. Todos os produtos gerados pelo projeto são de livre acesso, desempenhando papel científico e social para a região.

1.3 Objetivos

O principal objetivo do projeto é a confecção de mapa de escala 1:50.000, além de detalhar a geologia e contribuir para a resolução de incógnitas persistentes na região, tendo como objetivos específicos:

1. Individualização dos granitos intrusivos e do embasamento, visto que o mapeamento da Folha Arraias (CPRM) caracterizou porções da Formação Ticunzal e da Suíte Aurumina como parte do terreno Almas-Cavalcante e de unidades arqueanas;
2. Caracterização da Formação Ticunzal e sua relação com as rochas graníticas;
3. Caracterização da geologia do Grupo Araí e suas relações com o embasamento, caracterizando as rochas vulcânicas pertencentes a esse grupo;
4. Caracterização das unidades basais do Grupo Bambuí;
5. Estudar a natureza das ocorrências de ouro e urânio e das concentrações de fosfato na região.

1.4 Localização e Vias de Acesso

A área do projeto está localizada entre os estados de Goiás e Tocantins, tendo sua base localizada no município de Campos Belos, no nordeste goiano. O caminho para Campos Belos-GO, partindo de Brasília-DF, é a partir da rodovia BR-010 até o município de Teresina de Goiás, e após isso pela GO-118 até Campos Belos, com trajeto de aproximadamente 406 km, conforme indicado no mapa abaixo (Figura 1.1).

O acesso para as subáreas se dá pelas rodovias GO-118 e TO-050, que ligam os municípios de Campos Belos e Arraias, e pela GO-110, que vai para regiões a leste da área do projeto.

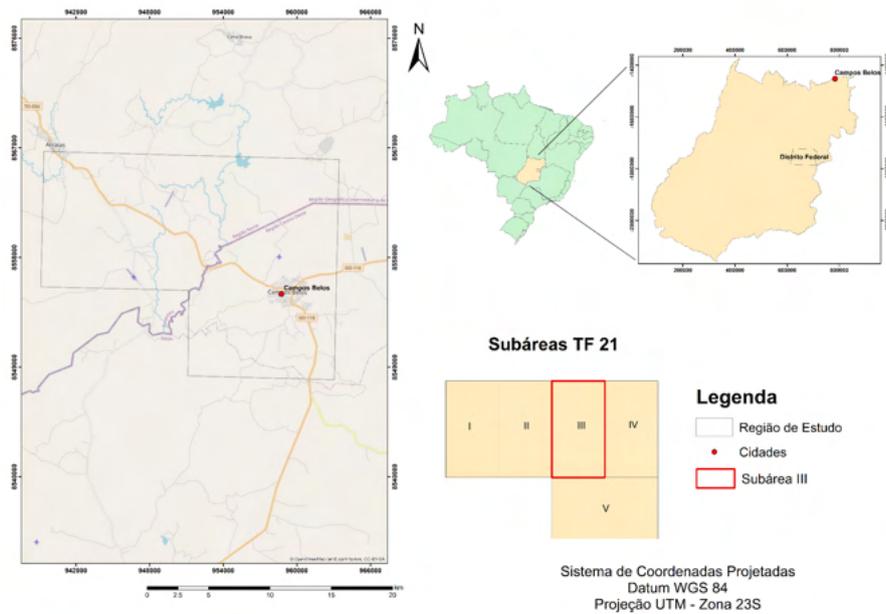


Figura 1.1: Localização do Projeto Campos Belos (GO) e principais vias de acesso (Fonte dos dados: IBGE)

1.5 Materiais e Métodos

O Projeto Campos Belos (GO) teve seu início em Agosto de 2021, possuindo um cronograma de atividades segmentado em 3 etapas: pré-campo, campo e pós-campo, conforme indicado abaixo (Figura 1.2).

Atividades		AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	
Pré-Campo	Revisão Bibliográfica	■	■	■	■							
	Mapa Base		■									
	Mapa Fotointerpretado			■								
	Produtos Aerogeofísicos				■							
	Capítulo 2 - Contexto Geológico Regional											
Trabalho de Campo	15 a 30/11/2021				■							
					■							
					■							
					■							
					■							
					■							
Pós-Campo	Capítulo 2 - Contexto Geológico Regional revisado							■				
	Capítulo 1 - Introdução							■				
	Capítulo 3 - Geotecnologias								■			
	Capítulo 4 - Estratigrafia e Petrografia									■		
	Capítulo 5 - Geologia Estrutural										■	
	Capítulo 6 - Potencialidades Econômicas											■
	Capítulo 7 - Evolução Geológica											■
	Capítulo 8 - Conclusões e recomendações											■
	Mapa Geológico Integrado Digital											■
	Defesas											■

Figura 1.2: Cronograma de atividades e entregas do Projeto Campos Belos (GO).

1.5.1 Pré-campo

Durante esta etapa, foram realizadas todas as atividades necessárias para a atividade de campo, tendo como principais produtos: o capítulo prévio de geologia regional, com a revisão bibliográfica dos principais trabalhos da região; produtos de sensoriamento remoto, caracterização geofísica com base em levantamentos aerogeofísicos de magnetometria e gamaespectrometria; e a elaboração de mapas temáticos em escala 1:50.000, o mapa base com a integração dos dados de vias de acesso, redes de drenagem e principais localidades, e o mapa geológico fotointerpretado (ou mapa geológico preliminar).

Os principais softwares usados na etapa foram: ArcGIS 10.8 (ESRI), QGIS 3.16 e Google Earth Pro. Os métodos de processamento de imagens serão detalhados em capítulo posterior.

1.5.2 Campo

A etapa de campo foi realizada entre os dias 15/11/2021 e 30/11/2021, período em que cada equipe realizou o levantamento geológico de sua respectiva subárea, com levantamento litoes-

tratigráfico da região, descrição litofaciológica das unidades observadas, medição e descrição de estruturas, coleta de amostras e registro fotográfico, com um intervalo nos dias 23 e 24/11, para visitação de minas de fosfato da região e trabalho de escritório.

Na subárea 3 foram descritos 152 pontos, indicados no mapa abaixo (Figura 1.3) com uma cor representando cada dia de cada caminhamento, com o mapa base ao fundo que será detalhado no próximo capítulo. Ao fim da etapa, foi confeccionado mapa geológico com o limite de cada unidade geológica da área e a orientação das principais estruturas identificadas na região.

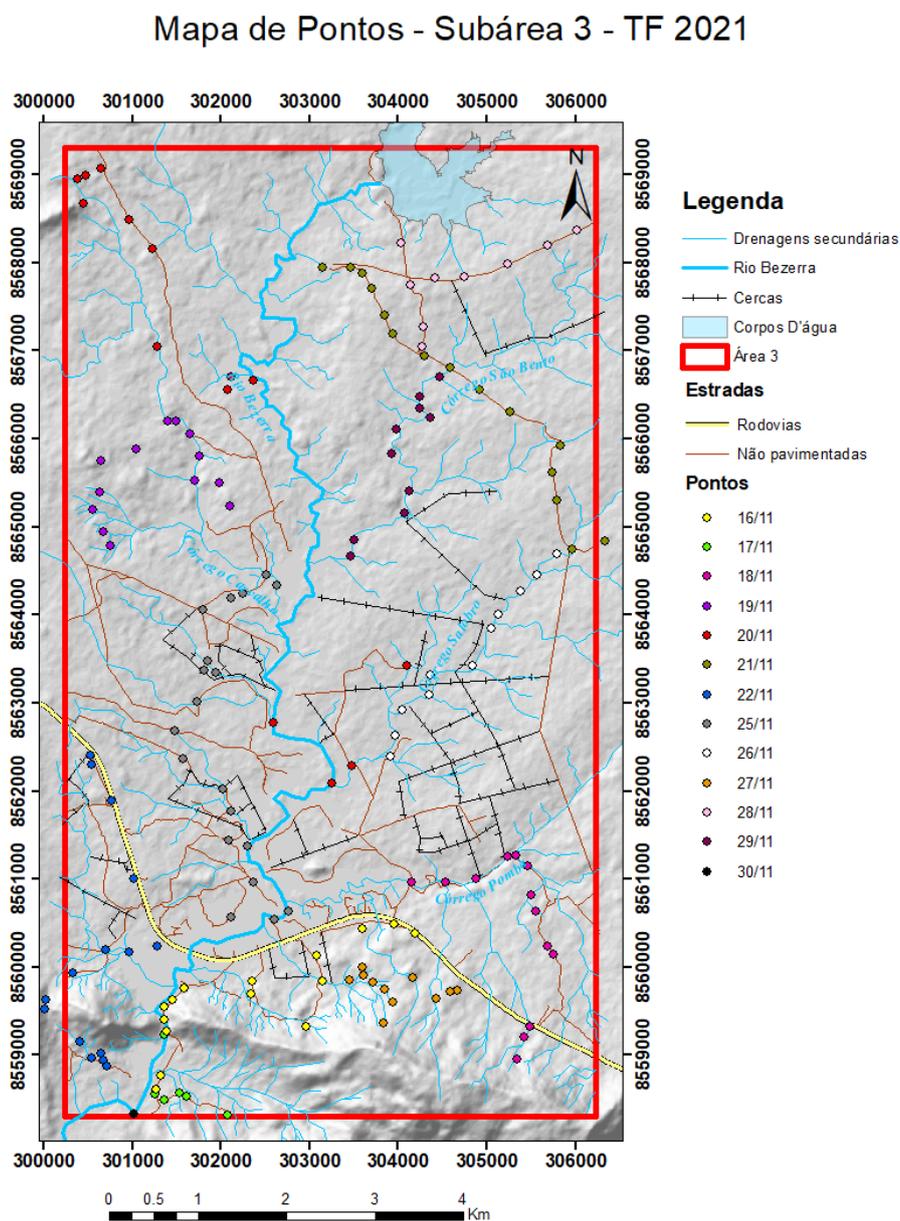


Figura 1.3: Mapa de Pontos - Subárea III, com pontos separados por dia.

1.5.3 Pós-campo

A etapa de pós-campo foi iniciada com o fim das atividades de campo, sendo realizada no segundo semestre letivo de 2021, iniciando em janeiro de 2022 e terminando em maio de 2022 com a defesa do relatório.

Os principais objetivos durante esse período foram: a elaboração e confecção do mapa geológico, o detalhamento das fácies observadas em campo através da descrição macroscópica e microscópica das amostras e lâminas petrográficas confeccionadas no laboratório do IG-UnB, e a descrição e estatística das feições estruturais observadas em campo.

1.6 Aspectos Fisiográficos

1.6.1 Clima

O clima predominante nos municípios de Campos Belos e Arraias é o tropical úmido, definido como Aw na classificação de Köppen e Geiger (1928) caracterizado por longo período de estiagem e um período úmido, formando duas estações bem definidas: uma seca, de Abril a Setembro, e outra chuvosa, de Outubro a Março.

A região é definida por temperaturas que variam de 17 a 35 °C, em que as menores temperaturas são registradas no período de seca, enquanto as temperaturas mais altas são registradas no período chuvoso. Os seguintes dados de pluviosidade e temperatura apresentados, foram obtidos a partir de observações realizadas nos últimos 30 anos em ambos os município de Campos Belos (Figura 1.4) e de Arraias (Figura 1.5).

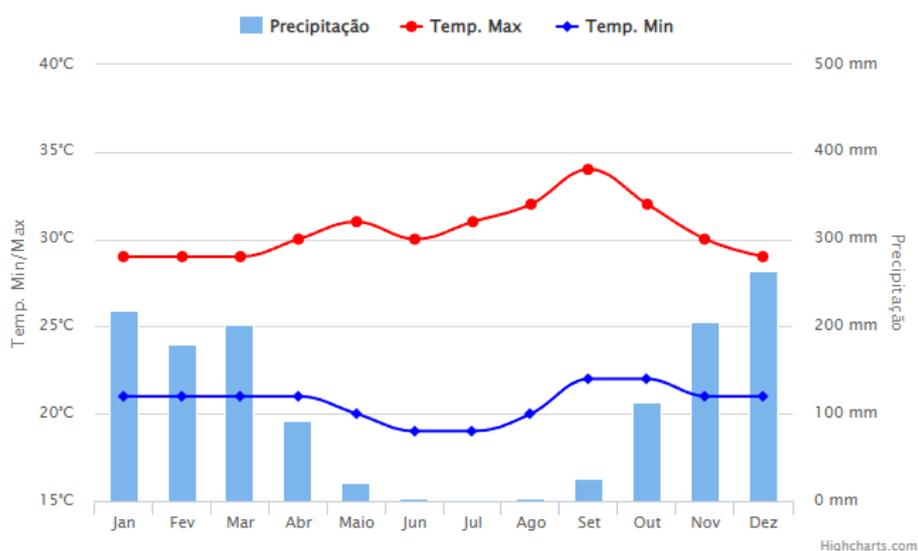


Figura 1.4: Clima no município de Campos Belos, obtido por medidas realizadas nos últimos 30 anos (Fonte: Climatempo).

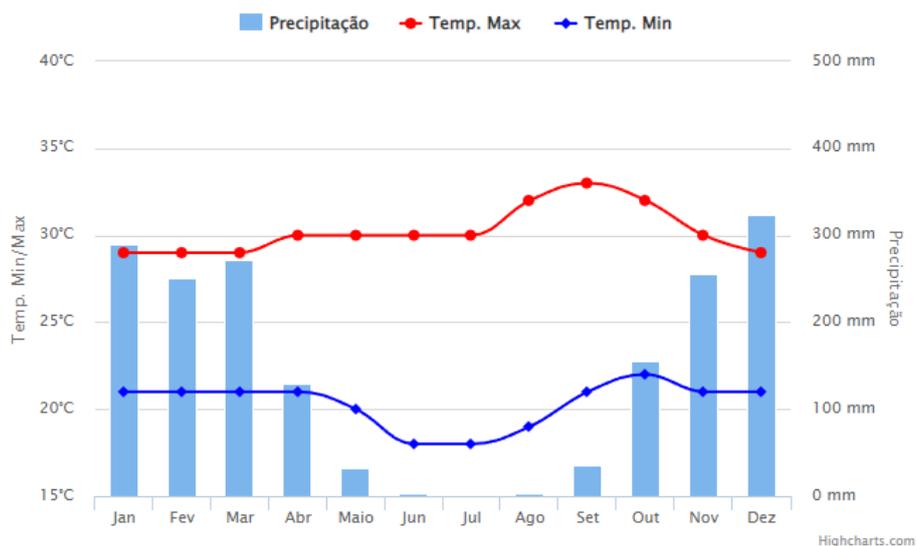


Figura 1.5: Clima no município de Arraias, obtido por medidas realizadas nos últimos 30 anos (Fonte: Climatempo).

1.6.2 Relevo

Os municípios de Campos Belos e Arraias apresentam como principal característica relevo dominado por serras, com presença de regiões aplainadas de relevo mais baixo, conforme a imagem abaixo (Figura 1.6). O município de Arraias é considerado o mais alto do estado do Tocantins, e o segundo mais alto de toda região Norte do Brasil. A área estudada apresenta variação topográfica de aproximadamente 500 metros, de modo que temos a cota máxima próxima a 1000 metros acima do nível do mar, e a mínima em torno de 500.



Figura 1.6: Aspecto geral do relevo das proximidades de Campos Belos (GO), com serras ao fundo e região aplainada à frente, com vista para SE.

1.6.3 Vegetação

Toda extensão territorial dos municípios de Campos Belos (GO) e Arraias (TO) está inserida no bioma do Cerrado. Conforme as fitofisionomias do bioma, definidas pela Embrapa Cerrados (Figura 1.7), podemos encontrar na região formações florestais e formações savânicas.

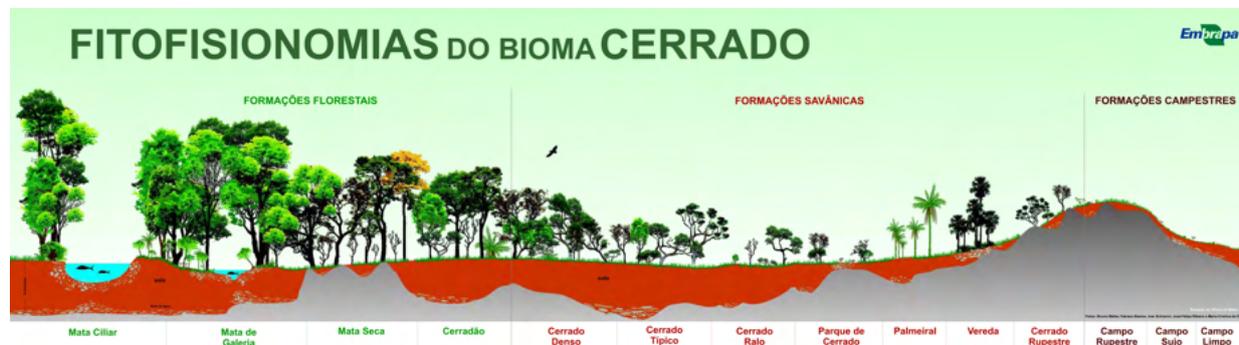


Figura 1.7: Fitofisionomias do Bioma Cerrado (Fonte: Embrapa Cerrados).

Em regiões próximas a rios e córregos, há maior predominância de formações florestais, com a ocorrência de mata de galeria. No restante da área estudada predominam as formações savânicas, especialmente de cerrado típico e cerrado ralo, além de palmeirais localizados próximos a rios e córregos, com presença de buritis, e cerrado rupestre nas regiões de relevo de maior altitude, onde se encontram rochas de maior competência e maior resistência ao intemperismo.

1.6.4 Solos

A região do projeto está coberta pelos seguintes tipos de solo (fonte: Embrapa Solos), conforme indicado no mapa abaixo (Figura 1.8):

1. Plintossolo Háptico Distrófico;
2. Neossolo Litólico Distrófico;
3. Cambissolos Hápticos Ta Eutrófico.

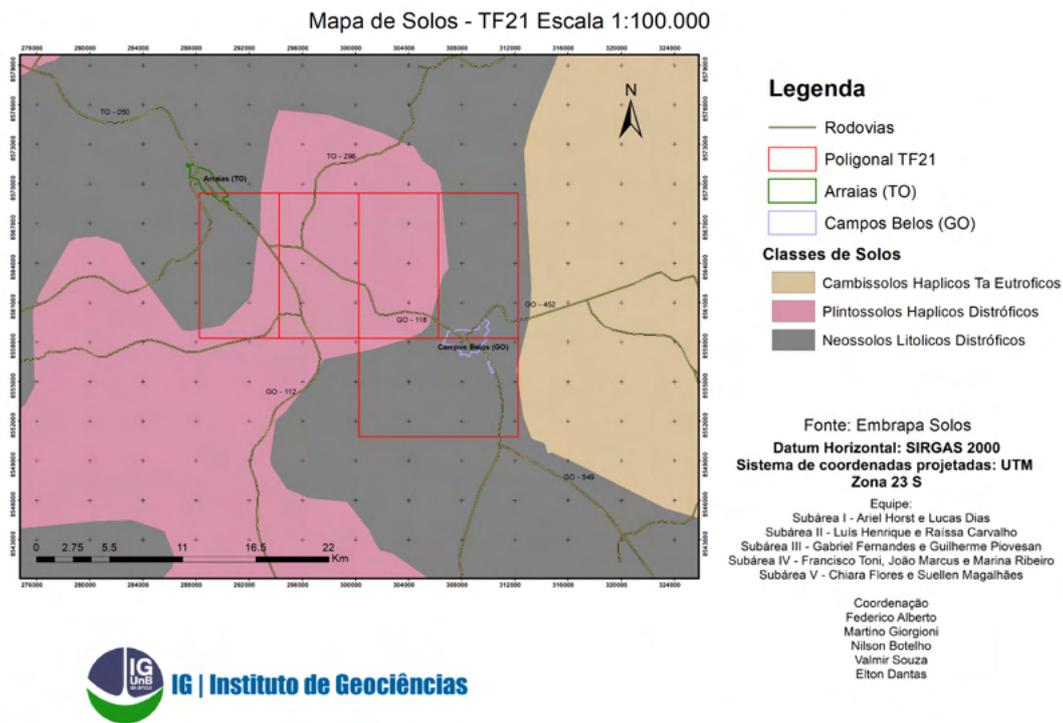


Figura 1.8: Mapa de solos da região de Campos Belos (GO) e Arraias (TO), em escala 1:100.000.

O controle do tipo de solo na região é definido por aspectos geomorfológicos e geológicos, de modo que temos: Plintossolos em regiões de planície de altitudes mais baixas, com maior acúmulo de umidade ao longo do ano; Neossolo em regiões de relevo escarpado, com presença de material parental (rocha) com maior resistência ao intemperismo; e Cambissolos em regiões planas de maior altitude, com material parental rico em Ca e outras bases, favorecendo a eutrofização.

1.6.5 Hidrografia

A área do projeto está inserida na Bacia Araguaia-Tocantins, mais especificamente na Sub-bacia Tocantins. O principal curso d'água da região é o Rio Bezerra (Figura 1.9), afluente do Rio Paranã pela margem direita, compondo a Bacia Hidrográfica Tocantins. Sendo assim, a área de ambos municípios está completamente inserida na Bacia Hidrográfica Tocantins.



Figura 1.9: Fotografia do Rio Bezerra no limite sul da Subárea III.

Capítulo 2

Contexto Geológico Regional

Apresenta o contexto geológico regional do Projeto Campos Belos (GO) e a bibliografia utilizada.

2.1 Introdução

Neste capítulo será abordado, de forma sintetizada, o contexto geológico regional da Província Tocantins, com enfoque no setor setentrional da Faixa Brasília, onde está localizada a área de estudo. Na região de Campos Belos (GO) afloram rochas que datam desde o Paleoproterozoico até o Neoproterozoico, que serão abordadas ao longo do capítulo.

2.2 Contexto Geral

A área em estudo está localizada a norte da Sintaxe dos Pirineus e está inserida na Província Tocantins. Fora da área do projeto, a oeste da área, são encontrados os limites do cráton Amazonas e a leste da área, são encontrados os limites do Cráton do São Francisco.

A Província Estrutural Tocantins se encontra localizada na porção central do Brasil e, de acordo com (ALMEIDA, 1977) e (COSTA et al., 1984), representa um terreno de idade neoproterozoica, que foi formado devido à amalgamação de três blocos continentais, o bloco Paranapanema e os crátons Amazônico e São Francisco (NEVES; FUCK; PIMENTEL, 2014); (PIMENTEL, 2016). Estes blocos se uniram durante a Orogênese Brasileira, responsável pela formação dos cinturões de dobras e cavalgamentos das faixas Araguaia, Paraguai e Brasília.

A Faixa Brasília (FB, Figura 2.1) estende-se por mais de 1100 km e ocorre nos estados de Goiás, Minas Gerais, Tocantins e Distrito Federal. Possui estruturação caracterizada por dois domínios que possuem direções diferentes, o domínio setentrional e o meridional. O setentrional, onde a área estudada se situa, apresenta estruturas com direção preferencial NNE-SSW, enquanto o meridional apresenta estruturas com direção preferencial NNW-SSE ((FUCK et al., 2017). O encontro destes dois domínios define uma extensa estrutura de escala regional denominada Sintaxe dos Pirineus (FILHO, 2000), que consiste de lineamentos com direção WNW-ESE.

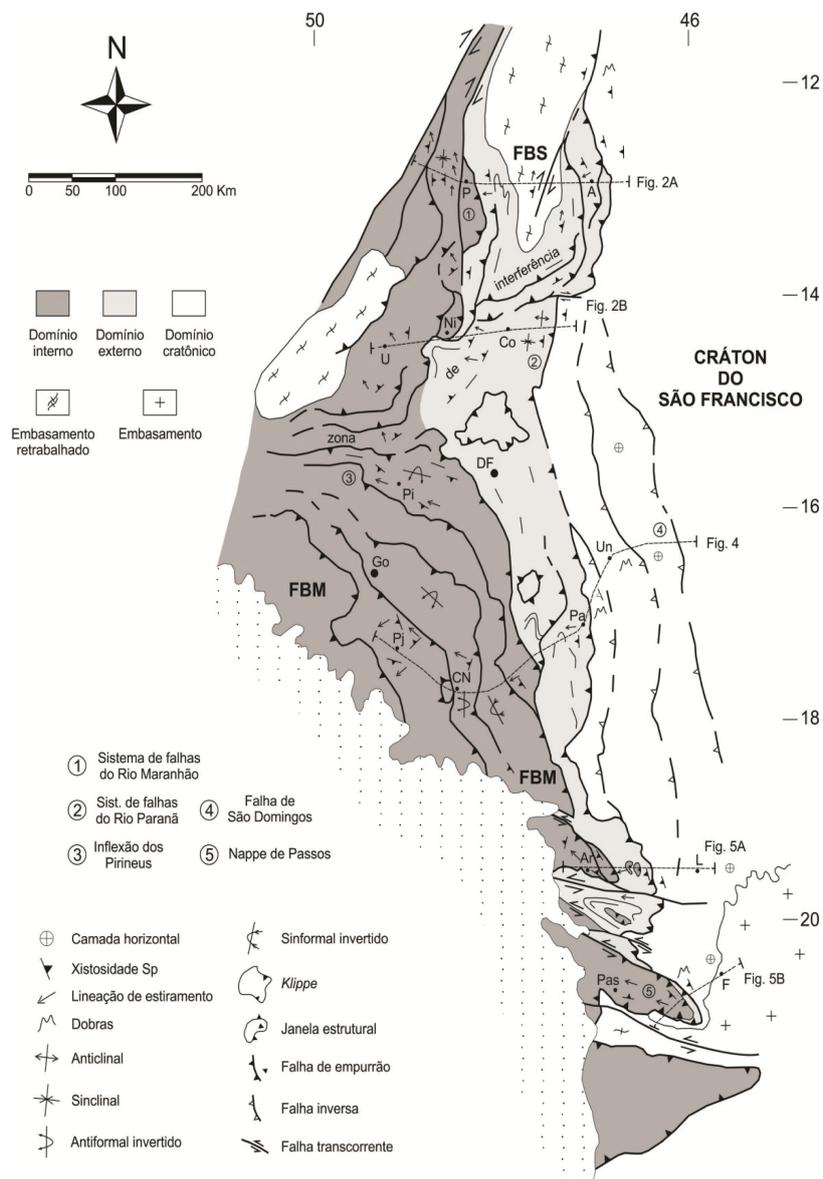


Figura 2.1: Mapa estrutural simplificado da Faixa Brasília e porção adjacente do Cráton do São Francisco, com indicação dos domínios (UHLEIN et al., 2012).

A FB é compartimentada em zona externa e zona interna incluindo Arco Magmático de Goiás e Maciço de Goiás (PIMENTEL, 2016); (NEVES; FUCK; PIMENTEL, 2014); (CUADROS et al., 2017a), e segundo (DARDENNE, 1981); (ALMEIDA et al., 1981); (FUCK; PIMENTEL; SILVA, 1994) constitui-se em um sistema de dobramentos neoproterozoicos, que ocupa a parte leste da Província Estrutural Tocantins.

A zona interna compreende sequências vulcanossedimentares, complexo Anápolis-Itaçu (núcleo metamórfico da FB), o Arco Magmático de Goiás e o Maciço de Goiás.

O Arco Magmático de Goiás é um terreno de crosta juvenil de idade neoproterozoica, e pode ser dividido em dois segmentos, o Arco de Mara Rosa e o Arco de Arenópolis, com idades de 560-890Ma e 600-890Ma respectivamente.

O Maciço de Goiás é composto por complexos máfico-ultramáficos acamadados (Barro Alto, Cana Brava e Niquelândia), terrenos granito-gnáissicos, *greenstone belts*, sequências metavulcanos-sedimentares. Pode ser dividido em dois domínios, o Domínio Campinorte e o Domínio Crixás-Goiás (CORDEIRO; OLIVEIRA, 2017).

A zona externa compreende os grupos Canastra, Paranoá, Vazante, Bambuí, Ibiá e também os Grupos representantes de sequências riftes, sendo eles os grupos Araí, Natividade e Serra da Mesa. Esta zona é definida como um cinturão de dobras e cavalgamentos e é importante destacar a presença do Bloco Cavalcante-Natividade em sua porção norte, representando o embasamento.

2.3 Geologia da região de Campos Belos e Arraias

A geologia da região do projeto Campos Belos (GO) consiste nas seguintes unidades, da mais antiga para a mais nova (Figura 2.2): Formação Ticunzal, Suíte Aurumina, Grupo Araí, e por fim o Grupo Bambuí. A suíte Pedra Branca não será abordada, apesar de estar intrinsecamente ligada à Formação Arraias, por não aflorar na região do projeto.

De acordo com dados geoquímicos, os sedimentos precursores da FTi provavelmente foram depositados em bacia peri-cratônica relacionada a ambiente de arco continental (CUADROS et al., 2017b). Esta hipótese é consistente com os ambientes relacionados ao arco das rochas do Domínio Almas- Dianópolis.

A deposição da FTi teria ocorrido em 2.06-2.20Ga, quando foi registrado o evento isotópico Lomagundi-Jatuli em vários locais do globo. Foram muito raras as sequências grafitosas depositadas durante esse tempo e sendo assim, a FTi seria uma dessas raras sequências por ser composta por grande quantidade de grafita. O caráter restrito da bacia do Ticunzal, permitiu uma baixa circulação de água (pobre em O_2), o que teria sido o principal fator causante da preservação de abundante matéria orgânica nos sedimentos (CUADROS et al., 2017b).

A FTi teve um ciclo sedimentar curto, cuja interrupção foi causada pelo tectonismo que levou ao estabelecimento do magmatismo da Suíte Aurumina e o metamorfismo das rochas sedimentares. Essa propensão à desestabilização e o caráter restritivo da bacia são compatíveis com um contexto tectônico relacionado a ambiente de arco.

2.3.2 Suíte Aurumina

A Suíte Aurumina, definida por (BOTELHO et al., 1999) a partir de afloramentos encontrados na região do município de Teresina de Goiás e do povoado de Aurumina, onde foi descrita na região de Aurumina como um corpo de biotita-muscovita granito, milonitizado e alongado na direção NW, intrusivo em rochas metamórficas paraderivadas, que se estendem até a região de Campos Belos e Arraias. Datações realizadas pelo método U-Pb em zircão obtiveram idades de aproximadamente 2.2 Ga, segundo (PIMENTEL; BOTELHO, 2001), apresentando caráter peraluminoso, com fonte arqueana e com pouca interferência por retrabalhamento crustal.

A Suíte Aurumina é composta por seis litofácies, da mais antiga para a mais nova: Au1, Au2, Au3, Au4, Au5 e Au6 (CUADROS et al., 2017a). A litofácies Au1 corresponde a muscovita granitos, com muscovita ocorrendo como grandes lamelas e foliação milonítica de direção NE. Au2 é representada por biotita-muscovita granitos, e apresenta deformação semelhante a da Au1, de modo que ambas intrudem as rochas da Formação Ticunzal ao longo de seus planos de foliação. Au3 corresponde a biotita tonalito/granodiorito, majoritariamente leucocráticos. A litofácies Au4 refere-se a biotita sienogranitos, ocorrendo de forma restrita nas proximidades de Teresina de Goiás. Au5 corresponde a um granito migmatizado, ou migmatito, sendo registrado em somente um afloramento. Au6 corresponde a turmalina granitos e pegmatitos e apresenta pouca a nenhuma deformação, assim como as litofácies Au3, Au4 e Au5.

Há a presença de enclaves nas rochas desta suíte, comumente ricos em biotita, e/ou portadores de grafita. Além disso, as rochas da suíte apresentam enriquecimento em P, Rb, Th, Li e Ta, além de alto padrão de fracionamento de Elementos Terras Raras (ETRs) (ALVARENGA et al., 2006).

2.3.3 Grupo Araí

O Grupo Araí aflora na porção norte da Faixa Brasília, ao sul do estado de Tocantins e nordeste do Estado de Goiás. O grupo constitui uma sucessão que foi depositada em bacia rifte intracontinental cuja evolução teve início no Paleoproterozoico. O Grupo Araí é constituído por rochas sedimentares parcialmente metamorfizadas e rochas metavulcânicas. O grupo foi depositado sobre rochas da Suíte Aurumina e da Formação Ticunzal (TANIZAKI; CAMPOS; DARDENNE, 2015).

As rochas do Grupo Araí foram primeiramente descritas no Projeto Brasília-Goiás (BARBOSA et al., 1969) e posteriormente foram definidas na categoria de Grupo por Dyer (1968).

O Grupo Araí pode ser dividido nas seguintes formações (TANIZAKI; CAMPOS; DARDENNE, 2015): Formação Água Morna (sequência pré-rifte), Formação Arraias (sequência continental de rifte), Formação Caldas (sequência transicional) e Formação Traíras (sequência pós-rifte).

A Formação Água Morna (TANIZAKI; CAMPOS; DARDENNE, 2015) corresponde a depósitos de rios entrelaçados, compostos majoritariamente por arenitos que apresentam estruturação de estratificação cruzada acanalada e tabular.

A Formação Arraias é composta por metaconglomerados, quartzitos, metassiltitos e rochas metavulcânicas ácidas e básicas. Esta formação foi depositada em momento de abertura, em que houve formação de bacias sedimentares tipo rifte.

A Formação Caldas marca o fim da deposição tipo rifte, em que são encontrados as primeiras evidências de influência marinha no regime deposicional (TANIZAKI; CAMPOS; DARDENNE, 2015). É composta por rochas oriundas de ambiente de praia, passando de domínio dominado por maré para dominado por ondas, indicando gradual aumento da profundidade.

Já a Formação Traíras é composta por metapelitos, filitos cloríticos, mármores, quartzitos, metaconglomerados, que apresentam evidências de ambiente com influência de tempestades e maré no topo de suas unidades (CAMPOS et al., 2013).

A bacia rifte em que o Grupo Araí foi depositado teve seu rifteamento resultante da quebra de terrenos paleoproterozoicos, deformados pela orogênese de 2.1 Ga. A deposição desse grupo é acompanhada por magmatismo bimodal durante a fase rifte, originada pela extensão crustal que ocorreu em torno de 1.8 Ga (PIMENTEL et al., 1991), a qual marcou o início do rifteamento. O processo extensional ocorreu durante toda a sedimentação da Formação Arraias e depois deu lugar a uma fase de subsidência flexural, pós-rifte, em que foram depositadas as sequências marinhas da Formação Traíras que superpem os depósitos da fase rifte.

A evolução do rifte Araí também é atribuída à ação de plumas mantélicas na base da litosfera. Esse magmatismo é formado por episódios vulcânicos e plutônicos com idades muito próximas (1.78-1.76Ga) e apresenta afinidades isotópicas (Sm-Nd e Sr-Sr) e geoquímicas, indicando algum grau de fusão da crosta siálica paleoproterozoica na geração desses magmas (ALVARENGA et al., 2007) ; (PIMENTEL; BOTELHO, 2001).

Os episódios vulcânicos são marcados por sequências intercaladas de rochas efusivas (basaltos-riolitos) e piroclásticas, enquanto que os episódios plutônicos reúnem distintos pulsos polifásicos

de granitos de tipo A. O vulcanismo do Grupo Araí possui natureza subalcalina bimodal, variando entre riolito a basalto com assinatura metaluminosa/peraluminosa. Os metabasaltos possuem assinatura geoquímica de intraplaca, com baixo a moderado conteúdo de ETRs, anomalias negativas de Ta, Ti e Nb, apresentando alta razão La/Nb e baixa razão La/Ba, indicando diferentes graus de contaminação manto/crosta. A partir de datações U-Pb em zircão, foram definidas idades de cristalização de +/- 17 Ma para estes metabasaltos, porém com uma importante contribuição de grãos herdados de zircão de 2.22Ga, indicando grau de interação com a litosfera ((SILVA et al., 2021)).

Os riolitos e riodacitos possuem natureza ácida, são meta a peraluminosas com elevado conteúdo de ETRs e anomalias negativas em Nb, Sr e Ti, além de apresentarem assinatura geoquímica de magmas do tipo A. O vulcanismo ácido tem natureza que varia de intra-placa a pós-colisional e dinâmica essencialmente crustal, com alguma contaminação mantélica. O vulcanismo de caráter ácido a intermediário possui idade de 1.86-1.76Ga ((SILVA et al., 2021)). A fase básica efusiva possui composição de caráter basalto/basalto-toleítico, subalcalina, toleítica, metaluminosa, intraplaca, com diferentes graus de contaminação ou interação crosta-manto, com idade em torno de 1.78Ga.

O rifte Araí experimentou processos de inversão tectônica marcada por deformação e metamorfismo em diferentes graus e estágios. Esse processo de inversão dificultou a interpretação dos arranjos litoestratigráficos, do arcabouço estrutural, e assim, prejudicou a reconstituição paleogeográfica. Contudo, levantamentos e estudos geofísicos, como os sísmicos, podem auxiliar e muito na interpretação dos arranjos litoestratigráficos, do arcabouço estrutural, e assim, da reconstituição paleogeográfica.

Assim, são propostos 2 modelos para o tipo de bacia do rifte Araí mas que não será discutido em maiores detalhes. O modelo proposto por (MORO; VIDOTTI; DANTAS, 2018) e o modelo proposto por (FERREIRA, 2017).

Segundo (MORO; VIDOTTI; DANTAS, 2018), a partir de estudos magnéticos e gravimétricos e demais trabalhos acerca do assunto, o rifte Araí seria uma bacia do tipo rifte-sag-invertida, cujas principais estruturas distensivas foram reativadas durante a inversão tectônica.

Já segundo (FERREIRA, 2017), a partir de estudos gravimétricos, estratigráficos e dos demais trabalhos acerca do assunto, o rifte Araí seria um rifte passivo ligado a uma atividade tectônica, quebraamento de placas.

2.3.4 Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí consiste em rochas sedimentares siliciclásticas e carbonáticas de idade neo-proterozoica (750-600 Ma), estando inseridas no contexto do Cráton São Francisco e da borda leste da Faixa Brasília. Em 1981, Dardenne classificou o grupo em termos litoestratigráficos, em seis formações: formação Jequitai, formação Sete Lagoas, formação Serra de Santa Helena, formação Lagoa do Jacaré, formação Serra da Saudade e formação Três Marias (Figura 2.3). Dardenne (1981) também dividiu o grupo em 3 megaciclos regressivos, em uma sucessão com raseamento

para o topo (*shallowing upward*). Os megaciclos regressivos iniciam com rápida transgressão de amplitude regional a partir da qual se desenvolveram fácies marinhas sublitorâneas, passando progressivamente para fácies marinhas litorâneas e supralitorâneas.

O primeiro megaciclo se inicia logo acima da deposição da formação Jequitai, iniciando com a deposição da formação Sete Lagoas, composta por sedimentos pelito-carbonáticos, como calcários, dolomitos, siltitos e margas, incluindo estruturas oolíticas e estromatólitos colunares. Corresponde a ambiente marinho sublitorâneo, abaixo do nível de base das ondas e correntes de maré, com profundidade moderada ((DARDENNE, 1981)).

O segundo megaciclo corresponde às formações Serra de Santa Helena e Lagoa do Jacaré, em que a Formação Serra de Santa Helena corresponde a argilitos, com lentes de calcários e níveis de margas. A formação Lagoa do Jacaré corresponde a siltitos e margas intercaladas a calcários oolíticos, com presença de níveis margosos, correspondendo a ambiente de plataforma carbonática proximal.

O terceiro megaciclo é composto pelas rochas das formações Serra da Saudade e Três Marias, em que temos a formação Serra da Saudade composta por folhelhos e argilitos esverdeados que passam progressivamente a siltitos arcoseanos, e por fim a formação Três Marias, composta por arenitos arcoseanos, arcósios e siltitos.

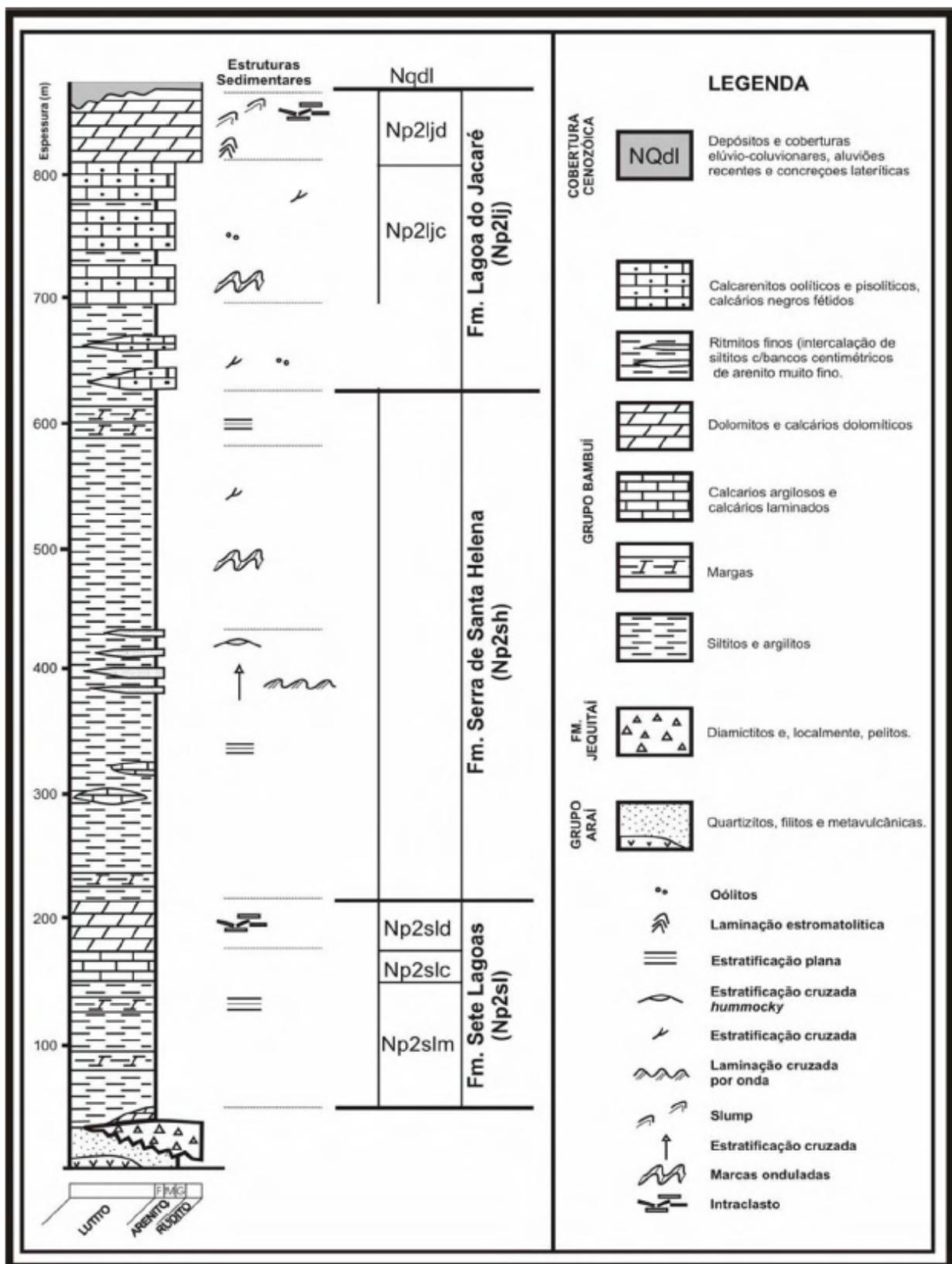


Figura 2.3: Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região nordeste de Goiás. (ALVARENGA et al., 2007)

Capítulo 3

Geotecnologias

3.1 Introdução

Este capítulo detalha o uso das tecnologias de sensoriamento remoto e geofísica utilizadas no Projeto Campos Belos (GO), com imagens, aplicações e produtos utilizados, sendo de suma importância no preparo pré campo e mapeamento geológico.

Ao longo da realização deste trabalho, o sensoriamento remoto e o geoprocessamento foram utilizados para diversas aplicações, dentre elas: análise de feições estruturais (alinhamentos), geofísica, navegação e confecção de mapas bases.

Os principais produtos obtidos pelo sensoriamento remoto são o mapa base, incluindo relevo sombreado com exagero vertical = 2, e o mapa geológico preliminar, com zonas homólogas, lineamentos e estruturas extraídas previamente ao trabalho de campo.

Os principais produtos obtidos pela geofísica a partir da aerogamaespectrometria foram RGB, CMY, CT, eTh, eU e K. Já a partir da aeromagnetometria foram os produtos Dz, Dx, Dy, CMA, AGHT, SA3D e TILT.

Os produtos RGB e CMY servem para acentuar o contraste entre áreas com diferentes concentrações dos radioelementos K, Th e U. Já eTh, eU e K compreendem a contagem de cada um dos elementos separadamente e CT engloba a medida de todos os três radioelementos juntos.

Os produtos das derivadas Dz, Dx e Dy são muito utilizados para realçar estruturas e corpos rasos. CMA serve para identificar anomalias positivas e negativas na área. SA3D é utilizado para mapear as bordas dos corpos, principalmente corpos rasos. TILT é amplamente utilizado para realçar lineamentos magnéticos e estimar o mergulho do gradiente da anomalia magnética (Cunha, 2018). AGHT indica mudanças laterais abruptas, possibilitando distinguir mudanças litológicas e estruturais (SORDI, 2007).

3.2 Sensoriamento Remoto

3.2.1 Aquisição de dados

Para a confecção do mapa base da subárea III (Figura 3.1) foram utilizados dados cartográficos contidos nas cartas topográficas de escala 1:100.000 das regiões de Arraias e Campos Belos, que foram disponibilizadas pelo IBGE. As principais vias de acesso e propriedades foram extraídas a partir do Google Earth Pro, com diversa coleção de imagens de satélite e imagens aéreas, que permitem a visualização e extração de diversas feições atualizadas.

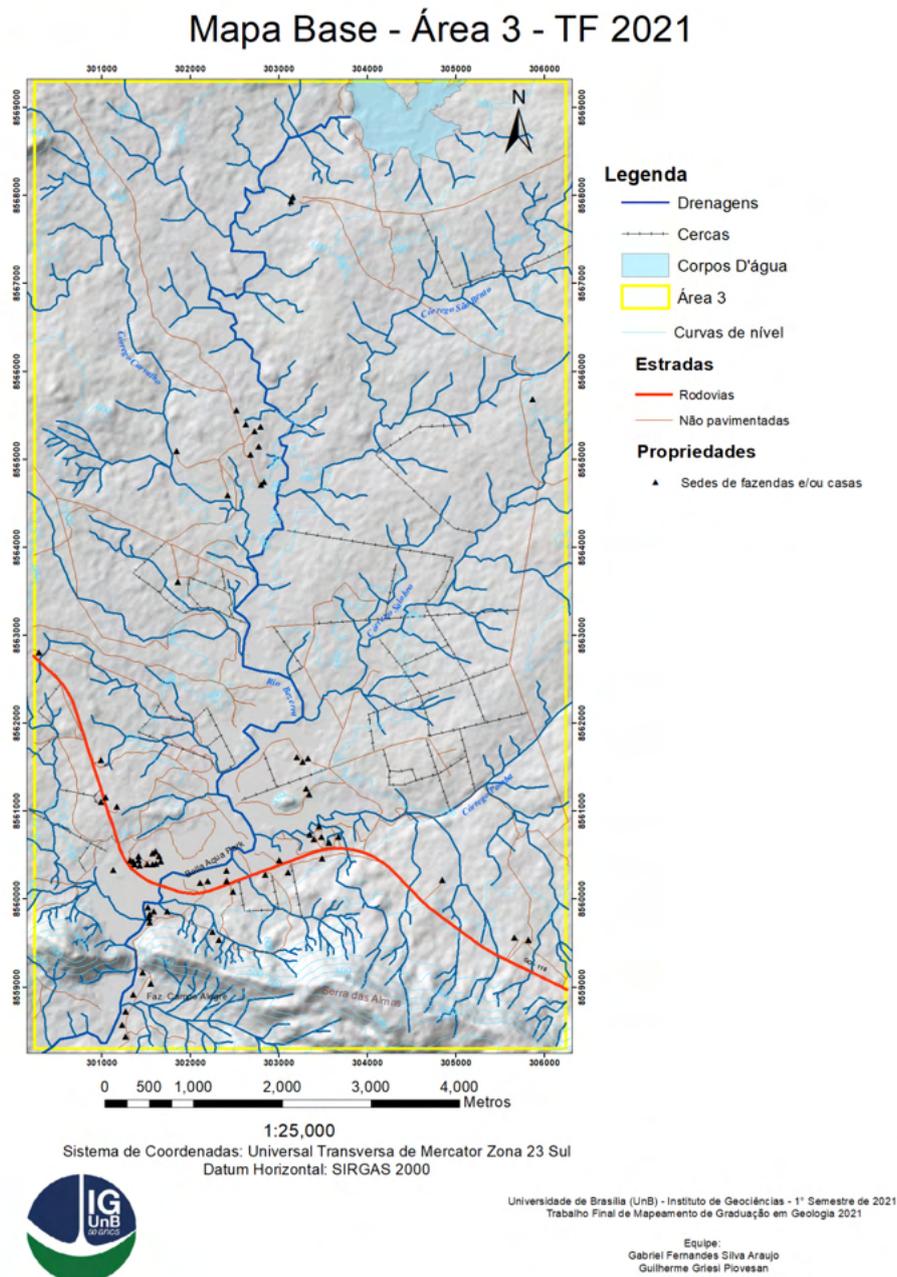


Figura 3.1: Mapa Base subárea III.

As fotos aéreas, utilizadas na etapa pré-campo para extração de drenagens e fotointerpretação da subárea III, fazem parte do levantamento realizado na década de 70, disponibilizadas por CPRM /DNPM. Estas fotos possuem escala 1:25:000 e recobrem toda a subárea III (fotos 2571, 2572, 2573, 2574, 3100, 3101, 3102, 3103, 3229, 3230, 3231, 3232, 5406, 5407, 5408, 5409, 5884, 5885, 5886 e 5887).

Para a confecção do mapa de relevo sombreado (*hillshade*), foram utilizadas imagens do satélite ALOS/PALSAR (Tabela 3.1), adquiridas por meio da plataforma de base de dados Alaska Satellite Facility.

Cena	ALPSRP256876920
Escala	12,5 m
Data e horário de aquisição	20/11/2010, 02:02:17Z

Tabela 3.1: Informações sobre a imagem ALOS/PALSAR adquirida.

3.2.2 Processamento

Na etapa da fotoanálise e fotointerpretação foi utilizado o software StereoPhoto maker para gerar os anaglifos das fotos aéreas. A partir das cartas topográficas e das fotos aéreas, foram feitas a digitalização e a extração das feições fisiográficas do terreno por meio da utilização do software ArcGIS. Com o auxílio de óculos 3D (vermelho e azul), foi possível visualizar as fotos aéreas em três dimensões e posteriormente definir zonas homólogas e alinhamentos. O mapa de relevo sombreado foi processado no software QGIS 3.16.8 LTR, a partir do modelo digital de elevação (MDE - ALOS/PALSAR), sendo realizados na imagem os processamentos de Fill e *hillshade* com exagero vertical = 2.

3.2.3 Interpretação

Durante a etapa pré-campo, foi realizada a fotointerpretação da subárea III, com o intuito de extrair do terreno as feições fisiográficas, tais como estruturas, drenagens, encostas íngremes. Desse modo, foi possível delimitar as zonas homólogas da subárea (Tabela 3.2). O processo de fotointerpretação é realizado em 3 etapas (Arcanjo, 2011), descritas a seguir:

1. Etapa A: **fotoleitura** da imagem para determinar feições que virão a ser extraídas;
2. Etapa B: **fotoanálise** da imagem para delimitar as zonas homólogas;
3. Etapa C: **fotointerpretação** para contextualizar os elementos extraídos.

Realizadas essas 3 etapas, e com auxílio dos produtos de geofísica, foram definidas as seguintes zonas homólogas para a subárea III, conforme a Figura 3.2.

Zona	Fotointerpretação
Zona 1	Zona definida a partir da quebra positiva da principal serra da área, delimitada pela presença de paredões que podem indicar mudança litológica.
Zona 2	Zona fracamente estruturada, em região aplainada, com padrão de drenagem baixa a moderada, diferenciada da Zona 3 principalmente por análise dos produtos de geofísica.
Zona 3	Zona fracamente estruturada, em região aplainada, com padrão de drenagem baixa a moderada, bastante uniforme nos produtos de geofísica.
Zona 4	Definida principalmente por aspectos geomorfológicos, consistindo de um relevo escarpado correspondente à Serra das Almas. Apresenta alinhamento na direção E-W, consistindo de rochas de maior resistência ao intemperismo. Seu padrão de drenagem apresenta tropia controlada pela inclinação do relevo.
Zona 5	Corresponde a uma zona de baixa densidade de drenagem, com tropia para NW, diferenciada da Zona 3 pelo padrão de drenagem e separada por alinhamentos.
Zona 6	Corresponde a uma região moderadamente ondulada, diferenciada das Zonas 2 e 3 por gamaespectrometria e por apresentar padrão de drenagem mais denso.

Tabela 3.2: Descrição das zonas homólogas da subárea 3.

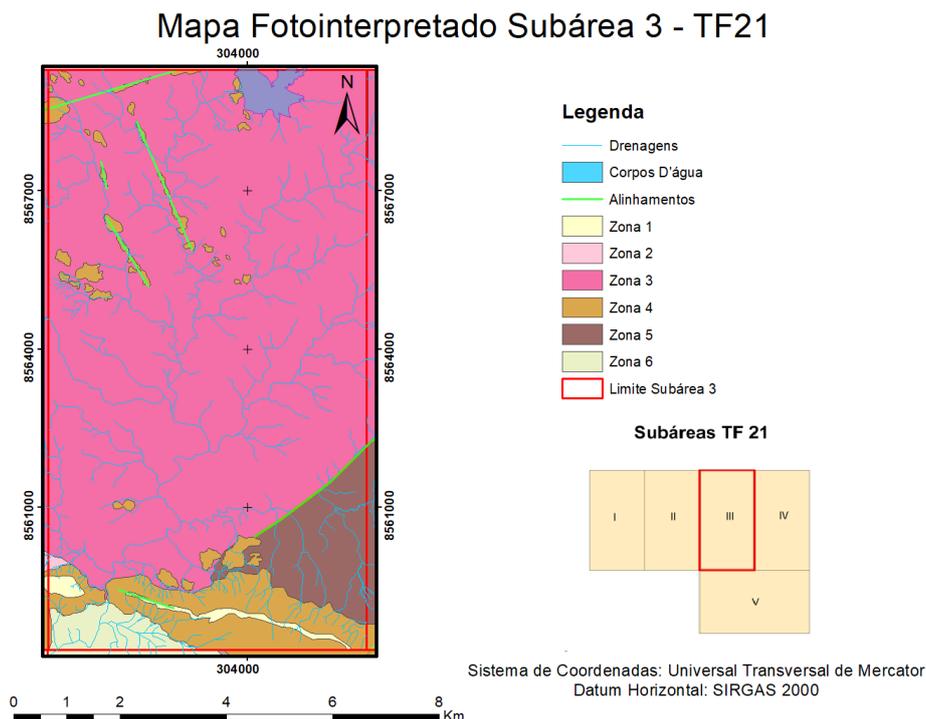


Figura 3.2: Mapa Fotointerpretado Subárea III.

O principal produto desta etapa foi o mapa geológico preliminar integrado, com a união das zonas homólogas apresentadas por cada equipe do projeto Campos Belos (GO), padronizadas

conforme a imagem abaixo (Figura 3.3). Além da integração de zonas homólogas, foi possível definir algumas estruturas a partir de interpretação conjunta das equipes, e por dados obtidos em projetos realizados anteriormente na região, como falhas compressoriais e dobras antiformes interpretadas.

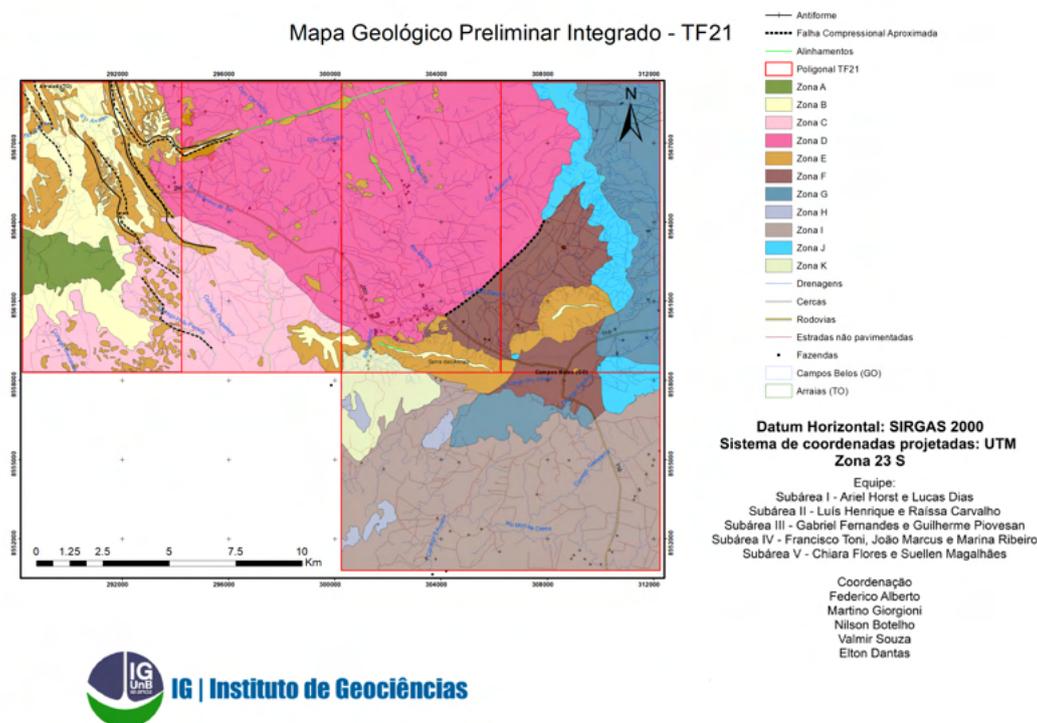


Figura 3.3: Mapa Geológico Preliminar Integrado.

3.3 Aerogeofísica

3.3.1 Aquisição de dados

Os dados aerogeofísicos gamaespectrométricos e magnetométricos utilizados neste projeto fazem parte de três levantamentos realizados em três diferentes projetos, sendo eles:

1. Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás – Paleo-Neoproterozoico do Nordeste de Goiás que abrange a área da porção nordeste do Estado de Goiás e que foi realizado em conjunto pela SGM, MME, CPRM, SIC e FUNMINERAL.
2. Projeto Aerogeofísico do Tocantins (BRASIL, 2006) que abrange a área da da porção sul do Estado do Tocantins e que foi realizado em conjunto pela CPRM, MME e ANP.
3. Projeto Aerogeofísico Complemento do Tocantins que abrange a área da porção sul do Estado de Tocantins, junto a divisa com o Estado de Goiás e que foi feito em conjunto pela CPRM e MME.

3.3.2 Processamento dos Dados

Os dados brutos do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás, assim como o Projeto Aerogeofísico Complemento do Tocantins, gravados em formato binário, foram processados e convertidos para o formato ASCII pela empresa LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES. Os dados do Projeto Aerogeofísico Tocantins foram pré-processados pela empresa AGP-LA.

O pré-processamento dos dados seguiu as rotinas padrão de correção por meio do software Geosoft Oasis Montaj, ilustrado no fluxograma da Figura 3.4.

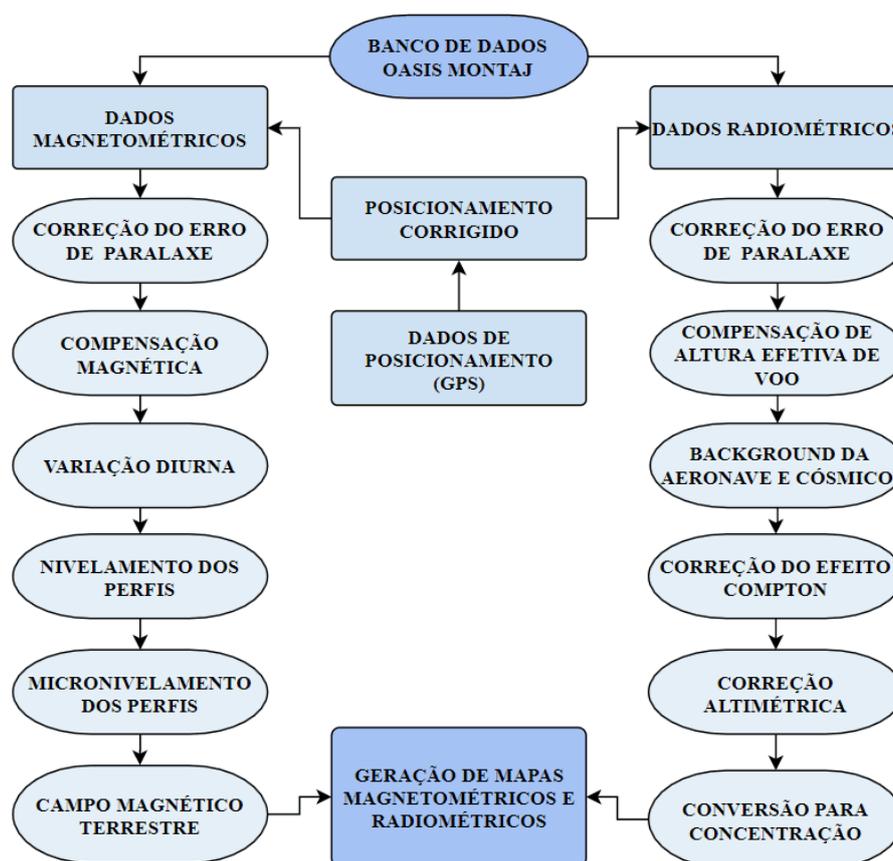


Figura 3.4: Fluxograma de processamento dos dados aerogeofísicos. (Fonte: LASA Engenharia.)

A partir do dado de magnetometria pré-processado Campo Magnético Anômalo (CMA) (redução dos dados de Campo Magnético Total (CMT)), foram gerados os produtos:

- Derivada vertical - Dz e Derivadas horizontais - Dx e Dy;
 - Sinal analítico 3D - SA3D;
 - Gradiente Horizontal Total - AGHT;
 - * Inclinação do Sinal Analítico - ISA ou TILT.

Os dados de contagem de potássio (K), urânio (U) e tório (Th) totais deram origem às imagens do Percentual de Potássio (%K), Equivalente de Urânio (eU), em ppm, Equivalente de Tório (eTh),

em ppm, e as composições ternárias entre K, U e Th em CMY e RGB.

3.4 Magnetometria

É uma ferramenta que consiste no método que mede as variações do campo magnético. É muito utilizado para a identificação e entendimento de estruturas geológicas, mas também para auxiliar na separação de diferentes conjuntos de rochas. A partir, principalmente, dos mapas do campo magnético anômalo e da primeira derivada vertical foi possível separar a região em 6 domínios que serão descritos a seguir (Figura 3.5 e Tabela 3.3).

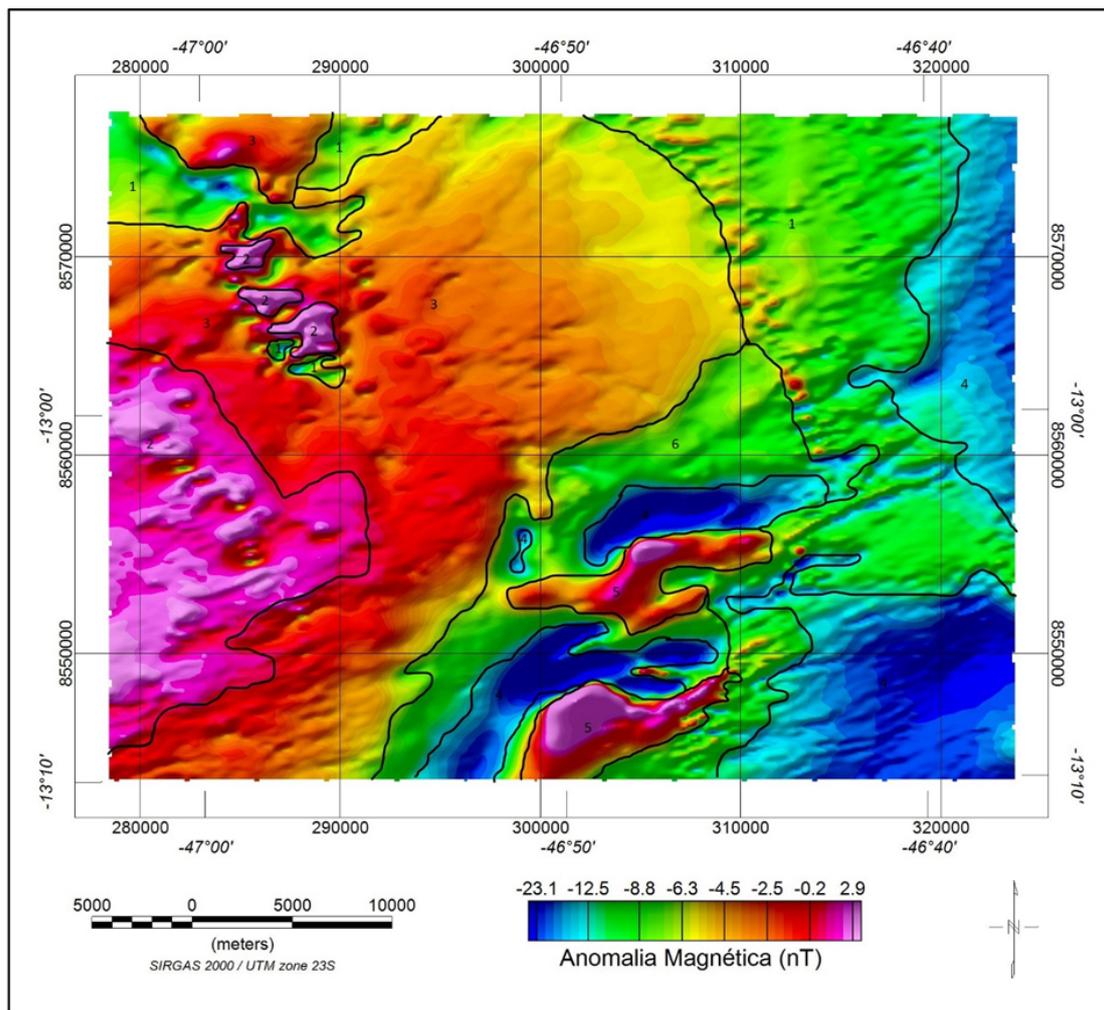


Figura 3.5: Produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico, com domínios definidos.

Domínio	Descrição
Domínio 1	Extenso e de baixa intensidade com orientação variável. Este corpo pode corresponder a corpos de extensões profundas ou a corpos rasos que não apresentam caráter magnético, como granitoides ou rochas sedimentares. Este domínio difere-se do Domínio 6 por conta da textura e da orientação.
Domínio 2	Domínio homogêneo que apresenta alta intensidade, sendo a que possui a mais alta resposta magnética da região. Por apresentar alta intensidade pode corresponder a corpos que possuem minerais magnéticos como hematita e/ou goetita ou, pode estar associado a percolação de fluidos e a alterações hidrotermais.
Domínio 3	Extenso e de baixa intensidade. Pode estar relacionado a corpos graníticos ou a rochas sedimentares.
Domínio 4	Domínio extenso e com baixa resposta magnética, sendo o domínio de menor intensidade da região. Possui orientação preferencial N-S e NE-SW. Pode corresponder a corpos ígneos félsicos ou a sequências sedimentares.
Domínio 5	Caracterizado por moderadas a altas respostas magnéticas e com orientação preferencial NE-SW. Por apresentar alta intensidade pode corresponder a corpos que possuem minerais magnéticos e/ou pode estar associado a falhas em que houve percolação de fluidos, alterações hidrotermais e remobilização de minerais magnéticos.
Domínio 6	Extenso e de baixa intensidade e com orientação predominante na direção NE-SW. Este corpo pode corresponder a corpos magnéticos que se encontram a grandes profundidades. Outra possibilidade é de corresponder a corpos rasos que não apresentam caráter magnético, como granitoides ou rochas sedimentares.

Tabela 3.3: Descrição dos domínios magnetométricos definidos para a área do Projeto Campos Belos (GO).

3.5 Gamaespectrometria

É uma ferramenta que consiste no método que mede a radiação liberada por certos elementos. É muito utilizada para a definição de zonas hidrotermalizadas bem como de unidades litológicas. Para a interpretação gamaespectrométrica foi utilizada principalmente o mapa ternário RGB mas também foram utilizados, como auxílio, os mapas: ternário CMY, K (%), eTh (ppm), eU (ppm). A partir desses mapas a região foi separada em 14 domínios descritos a seguir (Figura 3.6 e Tabela 3.4).

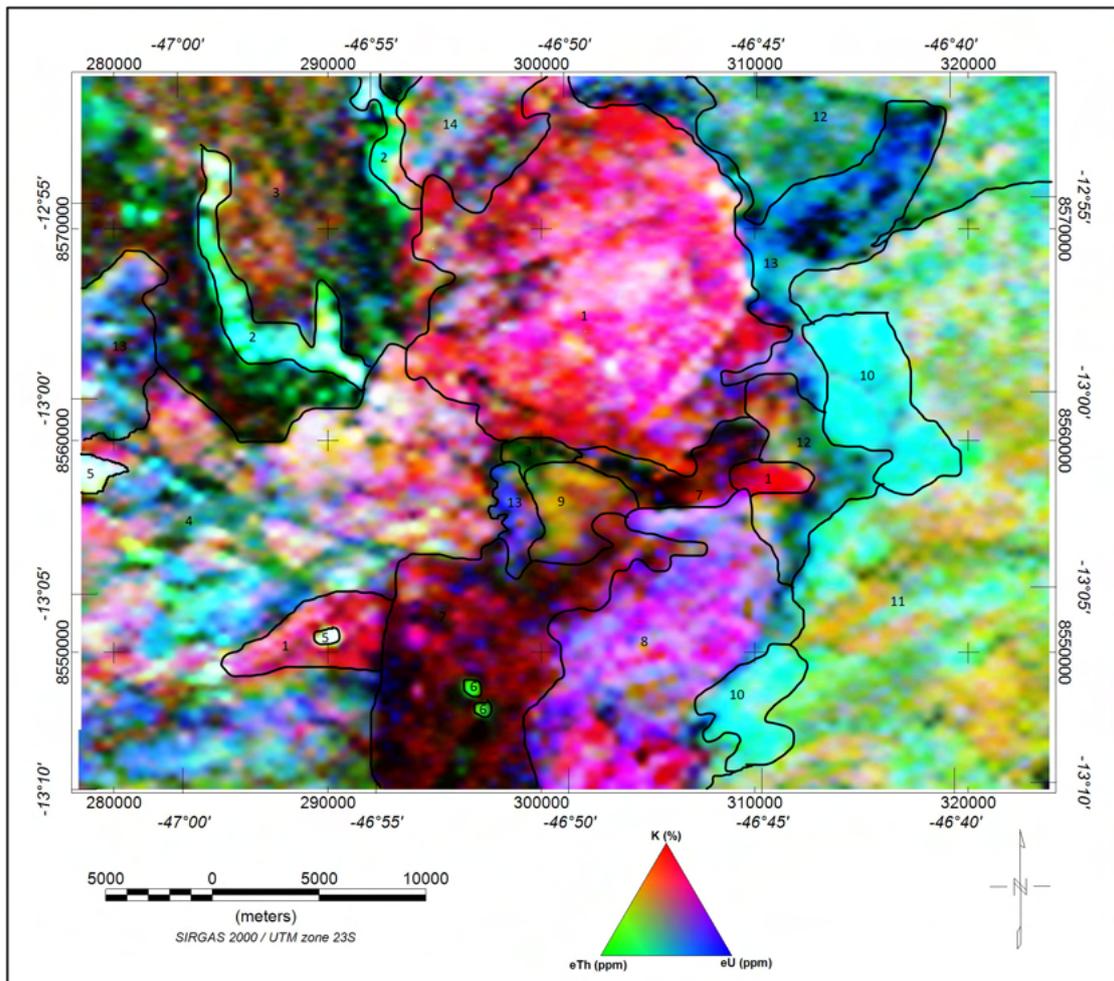


Figura 3.6: Mapa Gamaespectrométrico RGB, separado em domínios.

Domínio	Descrição
Domínio 1	K alto, Th baixo, U baixo. Possui alta resposta no canal do K e baixos valores nos canais de Th e U com pontos isolados ricos em U.
Domínio 2	K baixo, Th moderado, U moderado. Domínio alongado que apresenta uma orientação na direção NW-SE. A cor ciano se dá pela sobreposição dos canais de tório e urânio, indicando valores moderados nesses canais.
Domínio 3	K baixo, Th moderado e U baixo. Domínio com coloração escura/preta indicando baixa resposta nos três canais, porém possui uma porção mais esverdeada com uma maior resposta no canal do tório.
Domínio 4	K alto, Th moderado, U alto. Caracterizado por possuir altos valores de potássio e urânio e valores moderados de tório, porém são encontradas porções esbranquiçadas indicando um alto valor nos três canais.
Domínio 5	K alto, Th alto, U alto. Caracterizado por possuir uma alta resposta nos três canais. Pode corresponder aos granitos da Suíte Aurumina, de acordo com a literatura.
Domínio 6	K baixo, Th alto, U baixo. Domínio com uma alta resposta no canal do tório, que pode indicar rochas compostas por minerais ricos em tório como os minerais zircão e monazita.
Domínio 7	K moderado, Th baixo, U baixo. Domínio apresenta de forma geral uma cor escura indicando baixo valor nos três canais porém com porções avermelhadas indicando maiores valores de potássio.
Domínio 8	K alto, Th baixo, U alto. Caracterizado por altos valores nos canais do potássio e do urânio e com porções amareladas, indicando sobreposição nos canais do potássio e tório.
Domínio 9	K moderado, Th moderado, U baixo. Caracterizado por moderados valores de potássio e tório e baixos valores de urânio. Alguns pontos isolados na parte sul desse domínio são enriquecidos em urânio. A cor amarelada se dá pela sobreposição dos canais de tório e potássio, indicando valores moderados nesses canais.
Domínio 10	K baixo, Th moderado, U moderado. Caracterizado pela cor azul turquesa que se dá pela sobreposição dos canais de tório e urânio, indicando valores moderados nesses canais.
Domínio 11	K moderado, Th alto, U moderado. Domínio na parte leste da região. A porção de cor amarelada se dá pela sobreposição dos canais potássio e tório, indicando valores moderados nesses canais. Já a porção de cor azul turquesa se dá pela sobreposição dos canais do tório e urânio, indicando valores moderados nesses canais.
Domínio 12	K moderado, Th moderado, U alto. Domínio heterogêneo em que apresenta porção avermelhada, indicando alto valor no canal do potássio que pode corresponder aos granitos da Suíte Aurumina, de acordo com a literatura.
Domínio 13	K baixo, Th moderado, U alto. Domínio com uma alta resposta no canal do urânio mas que apresenta porções esbranquiçadas, esverdeadas e escuras/pretas. As porções esbranquiçadas apresentam alta resposta nos três canais e pode corresponder a corpos ígneos félsicos.
Domínio 14	K alto, Th moderado, U alto. Caracterizado por alta resposta nos canais de potássio e urânio representado pelas porções de cor avermelhada e azulada respectivamente e valor moderado de tório.

Tabela 3.4: Descrição dos domínios gamaespectrométricos definidos para a área do Projeto Campos Belos (GO).

Capítulo 4

Estratigrafia, Petrografia e Sistemas Depositionais

Apresenta as litofácies, associações, processos das unidades geológicas observadas no Projeto Campos Belos (GO).

4.1 Introdução

Este capítulo descreve as unidades presentes na área do Campos Belos (GO), com foco na subárea III, apresentando o detalhamento das fácies, descrição petrográfica, os aspectos fisiográficos relacionados e associações de fácies da Formação Ticunzal, Suíte Aurumina e Grupo Araí. Descreve também as relações de contato entre essas unidades e sua distribuição na área do projeto e na subárea III (Figuras 4.1 e 4.2).

Mapa Geológico Subárea 3 - TF21

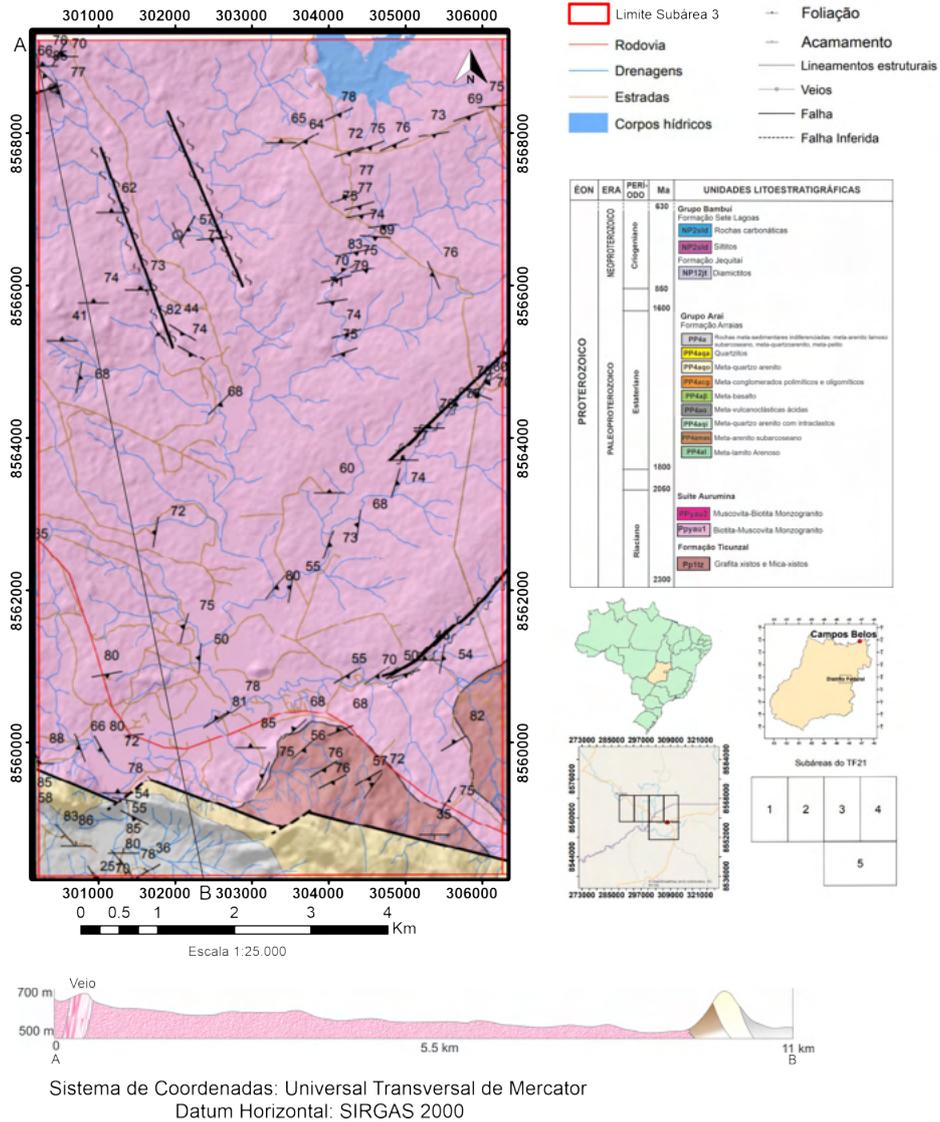


Figura 4.1: Mapa Geológico da subárea III, adaptado para exibição em folha A4. Disponível no Anexo C.

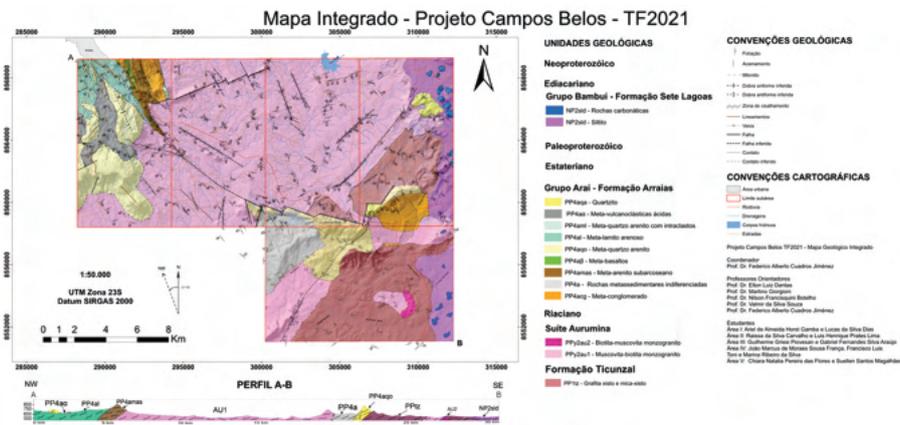


Figura 4.2: Mapa Geológico do projeto Campos Belos (GO). Disponível no Anexo C.

A área do projeto Campos Belos-Arriais é constituída por 3 principais domínios estratigráficos (Figura 4.3):

1. O embasamento, composto pela Formação Ticunzal e Suíte Aurumina, de idade paleoproterozoica, Riáciano (2300-2050 Ma.);
2. Rochas pertencentes à Formação Arraias do Grupo Araí, de idade paleoproterozoica, Estateriano (1800-1600 Ma.);
3. Rochas pertencentes às formações Jequitai e Sete Lagoas do Grupo Bambuí, de idade neoproterozoica, Criogeniano (850-630 Ma.).

ÉON	ERA	PERÍODO	Ma	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Criogeniano	630	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas NP2sld Rochas carbonáticas NP2sld Siltitos Formação Jequitai NP12jt Diamictitos
			850	
	PALEOPROTEROZOICO	Estateriano	1600	Grupo Araí Formação Arraias PP4a Rochas meta-sedimentares indiferenciadas: meta-arenito lamoso subarcoseano, quartzo metaarenito, meta-pelito PP4aqa Quartzitos PP4aqa Quartzito metaarenito PP4acg Meta-conglomerados polimíticos e oligomíticos PP4aβ Meta-basalto PP4aα Meta-vulcanoclásticas ácidas PP4aqi Quartzito metaarenito com intraclastos PP4amas Meta-arenito subarcoseano PP4al Meta-lamito Arenoso
1800				
		Riáciano	2050	Suíte Aurumina PPyau2 Muscovita-Biotita Monzogranito PPyau1 Biotita-Muscovita Monzogranito Formação Ticunzal PP1tz Grafita xistos e Mica-xistos
			2300	

Figura 4.3: Coluna litoestratigráfica do Projeto Campos Belos (GO).

4.2 Formação Ticunzal

Na subárea III a FTi ocorre em sua porção sudeste. Essa formação está associada a formas de relevo planas a suavemente onduladas. Os afloramentos se apresentam como exposições a nível de superfície e estão fortemente intemperizados. Os litotipos mapeados em campo foram descritos como paragnaisses e muscovita xistos.

A demarcação de limites desta unidade estratigráfica foi feita com base nos produtos derivados de aerolevantamentos de gamaespectrometria, análises geomorfológicas e também do mapeamento geológico de campo, conforme indicado no capítulo 3.

A Formação Ticunzal (FTi) é a unidade mais antiga do Domínio Cavalcante-Arraias. É composta por rochas metassedimentares, como paragnaisses e por vários tipos de xistos, sendo comuns os mica xistos e grafita-mica xistos. Algumas rochas apresentam paragênese de fácies xisto verde, porém, o pico metamórfico atingido foi de fácies anfibolito. Localmente, são encontradas texturas miloníticas. A formação foi intrudida pela Suíte Aurumina (SAu) de forma sin a pós-tectônica e o contato entre a SAu e a FTi é marcado por intensas deformações, com intercalações formadas por resultado da intrusão dos granitos da SAu nos planos de foliação da FTi, formando migmatitos de injeção. (Figura 4.4).



Figura 4.4: Migmatito de injeção, com intercalações de granito e paragneisse, formada por intrusões nos planos de foliação.

4.2.1 Muscovita xistos (PP1txz)

Os muscovita xistos ocorrem como exposições e estão fortemente intemperizados. São rochas de cor marrom alaranjada, com granulação fina a média. São compostos por quartzo, muscovita, plagioclásio e K-feldspato. Apresentam foliação penetrativa do tipo xistosidade, marcada por muscovitas orientadas (Figura 4.5 A).

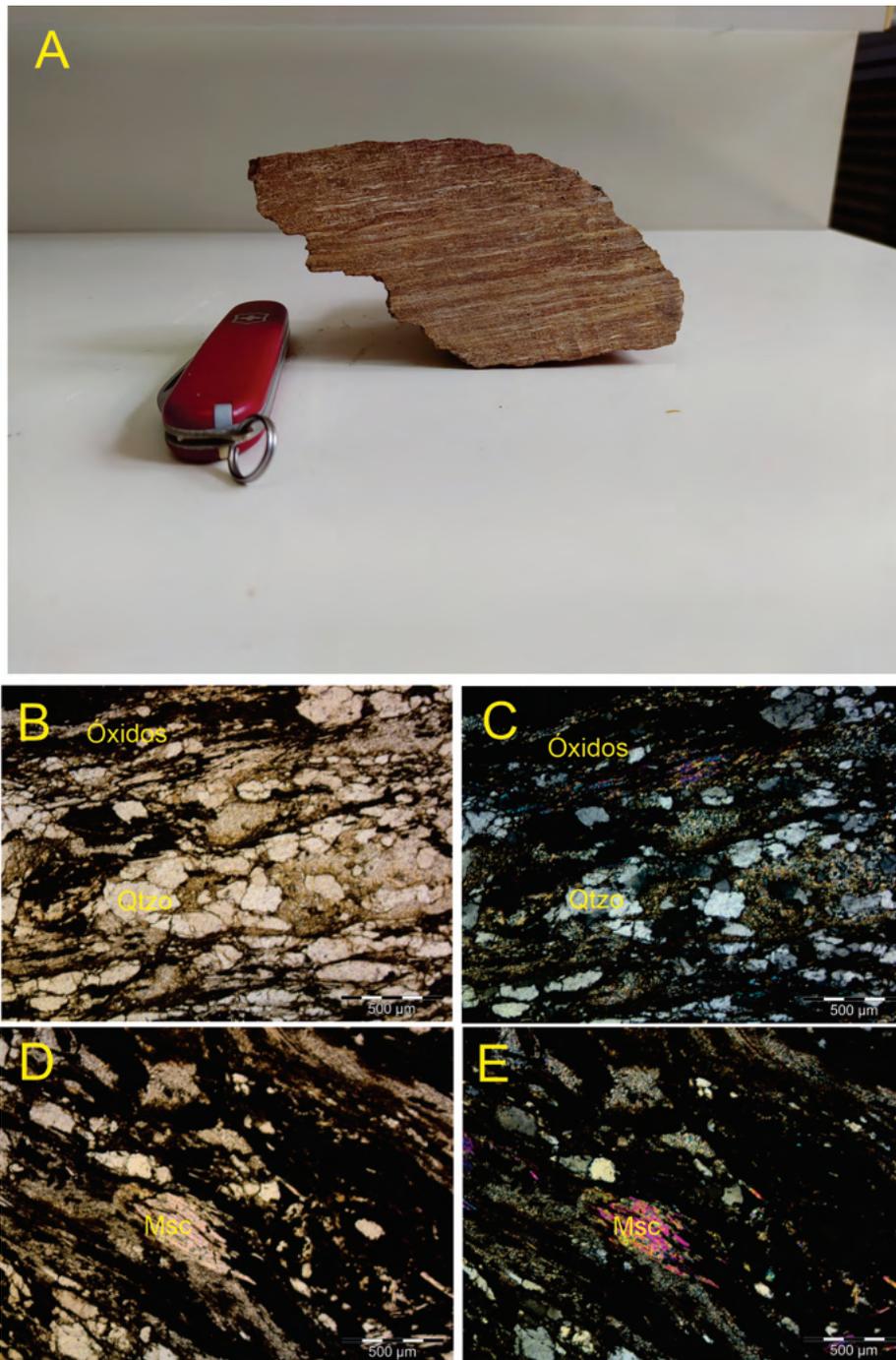


Figura 4.5: (A) Mica Xisto em amostra de mão, com corte perpendicular à foliação; (B) Aspecto geral da amostra em nicóis descruzados, com domínios ricos em quartzo e óxidos; (C) Aspecto geral da amostra em nicóis cruzados, com domínios ricos em quartzo e óxidos; (D) *Mica fish* na parte centralizada em nicóis descruzados; (E) *Mica fish* em nicóis cruzados (Ponto 124 304431 E/ 8559638 N).

Microscopicamente, os muscovita xistos são formados por óxidos = 50%, quartzo = 29%, muscovita = 15%, KF = 5%, plagioclásio = 1% e exibem bandas milimétricas compostas por minerais claros e escuros. As félsicas são compostas por quartzo, KF, muscovita e plagioclásio. As máficas de cor marrom alaranjada escuro e preto são constituídas por óxidos, hidróxidos e agregados de argilominerais. Os quartzos são anédricos, estirados e com extinção ondulante. Muscovita apresenta

hábito lamelar, cor de interferência laranja/azul de segunda ordem e extinção mosqueada/picotada e encontra-se orientada, definindo uma textura lepidoblástica (Figura 4.5 B e C).

A muscovita orientada, junto com quartzo estirado e também orientado na mesma direção das muscovita, definem um processo inicial de milonitização (protomilonito), formando localmente *mica fish* (Figura 4.5 D e E).

4.2.2 Paragnaisses (PP1txz)

Os paragnaisses foram mapeados na zona de contato com os muscovita xistos e encontram-se fortemente intemperizados, dificultando a coleta de amostras e a confecção de lâminas.

Este litotipo é composto por KF, quartzo, muscovita e é marcado por uma foliação definida por muscovita orientada, com ocorrências extremamente alteradas na subárea III.

4.2.3 Xistos grafitosos (PP1txz)

Os xistos grafitosos foram mapeados na zona de contato com os muscovita xistos, apresentando coloração preta devido a ocorrência de grafita, estando fortemente intemperizados e de fácil desagregação, dificultando a confecção de lâminas.

Em regiões de interface de contato entre a Suíte Aurumina e a Formação Ticunzal, há maior concentração de grafita, com presença de xistos muito grafitosos.

4.3 Suíte Aurumina

A Suíte Aurumina ocupa cerca de 70% da área da subárea III, compreendendo apenas granitos da Suíte Aurumina 1 (PPyau1). Os contatos com a Formação Ticunzal são marcados por intensas deformações e intercalações de caráter sin a pós-tectônico, como demonstrado nas relações de campo (Figura 4.4).

A delimitação desta unidade litoestratigráfica se deu pelo mapeamento geológico de campo e interpretações dos produtos gamaespectrométricos, em que se apresentavam com baixos valores de eU, eTh e alto valor de K (Vide Capítulo 3).



Figura 4.6: (A e B) Variação textural entre a porção mais clara e mais escura do granito; (C) Porção mais escura do granito, com textura fina e matriz sericitizada; (D) Porção mais clara do granito, com textura mais grossa e com menos matriz sericitizada (Ponto 41 301406 E /8566198 N).

Esta unidade litoestratigráfica ocorre, de forma geral, em relevos planos a suavemente ondulados, mas também encontrada em altos topográficos que se apresentam como morrotes de direção NW-SE, correspondentes aos veios e zonas de cisalhamento. Os solos encontrados sobre esse litotipo são representados por plintossolos e neossolos e a vegetação é o cerrado típico. Os afloramentos são encontrados na forma de lajedos ou blocos, pouco a muito intemperizados. As principais variedades graníticas aflorantes são biotita-muscovita granito, muscovita granito e granitos milonitizados. Em campo foi identificada variação textural e composicional entre os granitos (Figura 4.6), em que temos a porção mais escura com matriz altamente sericitizada e com pouco KF e plagioclásio, enquanto a porção mais clara apresenta menor conteúdo de matriz e maior preservação dos feldspatos. Além disso, comumente são encontradas feições do tipo *schlieren*, formadas pelo fluxo do magma, com domínios mais ricos em biotita e de formas estratiformes, além de autólitos ricos em biotita (Figura 4.7).

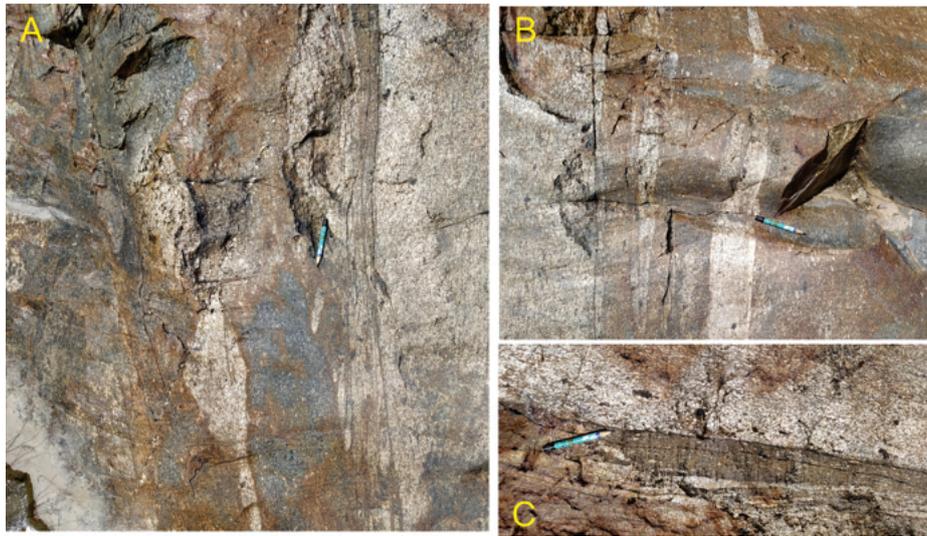


Figura 4.7: (A) Feições estratiformes de *schlieren*, com autólito rico em biotita apontado pelo lápis; (B e C) Feições bandadas de *schlieren*, com bandas melanocráticas ricas em biotita (Ponto 113 305393 E/8564258 N)

Além disso, na região nordeste da Subárea III foi encontrado um dique de diabásio intrudido na Suíte Aurumina, que será discutido na seção do grupo Araí.

4.3.1 Muscovita granito (PPyau1)

Os muscovita granitos compreendem os granitos mais abundantes encontrados, representando cerca de 55% da unidade. São rochas holocristalinas, faneríticas, de granulação média e leucocráticas. São constituídos por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico e muscovita, apresentando como acessórios granada, zircão, monazita, apatita e outros minerais. Os afloramentos ocorrem como blocos ou lajedos pouco a muito intemperizados. Localmente, encontram-se diques de diabásio. Veios e diques pegmatíticos e de quartzo são frequentes (Figura 4.8).



Figura 4.8: (A) Dique pegmatítico em contato com muscovita granito; (B) Dique pegmatítico em detalhe, com K-F pluricentimétrico (Ponto 45 300562 E/8565186 N).

4.3.2 Muscovita-biotita granito (PPyau1)

Os biotita granitos estão localizados principalmente na porção nordeste da área, associados a muscovita granitos em variáveis escalas de afloramento. Essa configuração é o resultado da cristalização fracionada e de fluxo no mesmo corpo granítico, formando *schlieren*, menos representativa na subárea.

São rochas faneríticas, de granulação média e leucocráticas. Compostas por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, biotita e muscovita. Como acessórios tem-se granada, apatita, zircão e monazita. Os afloramentos ocorrem como blocos ou lajedos e encontram-se pouco a muito intemperizados. Pontualmente são encontrados veios e diques pegmatíticos e mais comumente veios de quartzo.

Localmente, apresentam maior conteúdo de granada, devido ao caráter peraluminoso do granito. Classificados como monzogranitos, apresentam biotita em agrupamentos orientados e granada com texturas esqueletais, indicando cristalização simultânea de granada e quartzo (Figura 4.9).

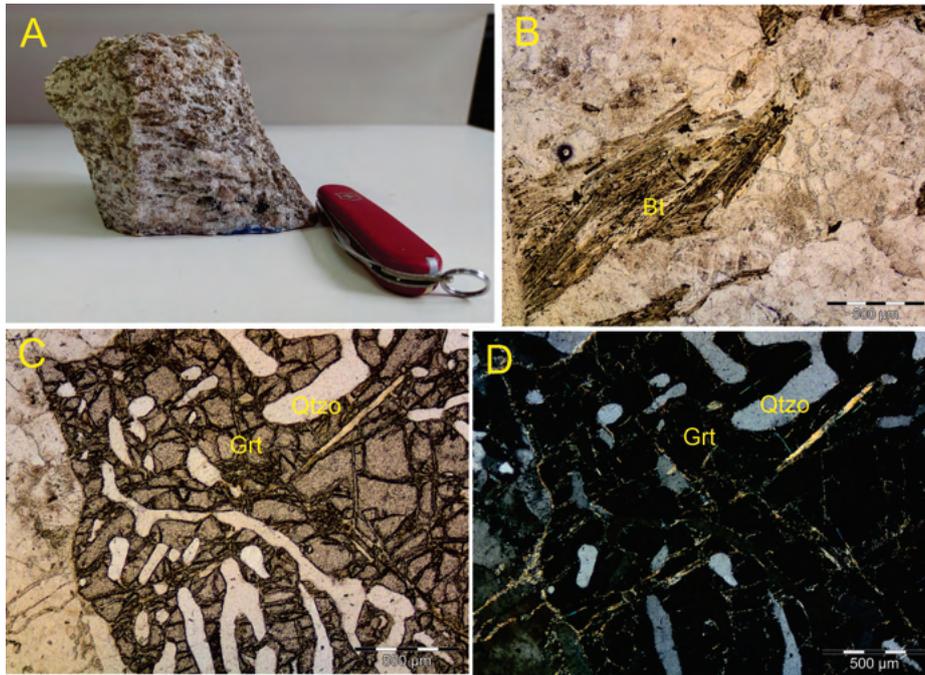


Figura 4.9: (A) Muscovita-biotita granito em amostra macroscópica; (B) Agrupamento de biotita cloritizada orientada; (C) Granada com textura esqueletal com inclusões de quartzo e muscovita em nicóis descruzados; (D) Granada com textura esqueletal com inclusões de quartzo e muscovita em nicóis cruzados (Ponto 148 303987 E/ 8566104 N).

4.3.3 Granito milonitizado (PPyau1)

Os granitos milonitizados são encontrados em morrotes de direção NE-SW, associados a zonas de cisalhamento (Figura 4.1). Os afloramentos ocorrem como blocos ou lajedos. Têm cor esverdeada, foliação milonítica definida pela muscovita e quartzo estirado. São compostos por quartzo, muscovita, feldspato potássico e plagioclásio e apresentam granulação fina a média. Comumente estão cortados por veios de quartzo.

Em lâmina é possível identificar aumento no conteúdo de quartzo quando comparado aos granitos não milonitizados, além de apresentar menos feldspatos, que são consumidos no processo de milonitização. É possível observar grãos de quartzo de tamanho superior ao restante da trama da rocha, com inclusões de muscovita, resultantes da recristalização dinâmica (Figura 4.10).

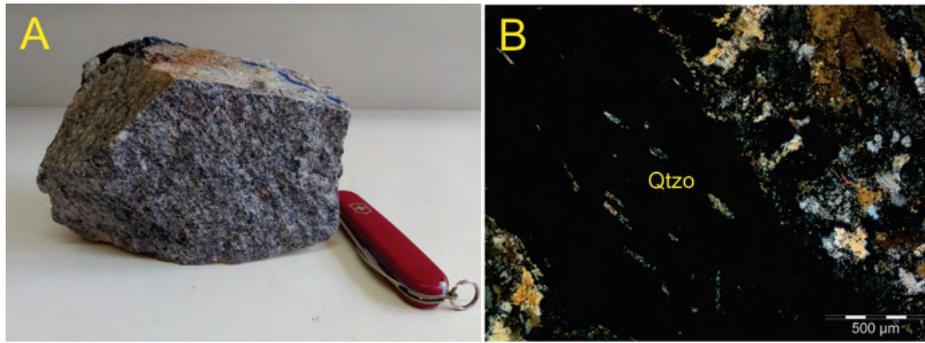


Figura 4.10: (A) Granito milonitizado em amostra macroscópica; (B) Quartzo com granulação superior aos demais minerais, com inclusões de muscovita em nicóis cruzados (Ponto 43 300657 E/ 8565736 N).

Em locais mais próximos a zonas de cisalhamento, o grau de milonitização do granito aumenta, chegando a formar ultramilonitos, compostos apenas por quartzo e mica branca, apresentando aspecto esverdeado (Figura 4.11). Pontualmente, há evidências de hidrotermalismo com processo de epidotização associado, em que o granito adquire aspecto esverdeado marcante, e frequentemente se encontra mais intemperizado que aqueles não hidrotermalizados.



Figura 4.11: Ultramilonito com foto em sentido perpendicular à foliação.

4.4 Grupo Araí

Na área cartografada pela subárea III o Grupo Araí encontra-se na parte sul, compreendendo cerca de 12% da área total. O grupo está associado a relevos ondulados a escarpados. Os solos encontrados nesta porção da área e sua vegetação, são plintossolos e o cerrado típico, respectivamente.

Os afloramentos são encontrados na forma de lajedos ou blocos, pouco intemperizados. Os principais litotipos aflorantes são quartzo meta-arenitos, e variações de arenitos argilosos e argilitos arenosos, que ocorrem em finas intercalações. Esses litotipos são marcados pela presença de diversas estruturas sedimentares e constituem rochas bem compactadas e duras.

A delimitação do grupo no domínio da subárea III se deu pelo mapeamento geológico de campo, análise e associação com feições geomorfológicas, como as quebras de relevo, variações no padrão de drenagem e interpretações de produtos oriundos de levantamentos aerogamaespectrométricos.

4.4.1 Quartzo meta-arenitos (PP4aqo)

Os quartzo meta-arenitos apresentam composição com mais de 90% de quartzo e de grãos subarredondados, apresentando média a alta maturidade textural e composicional. Apresentam certo grau de recristalização, porém preservam diversas estruturas sedimentares, dentre elas marcas onduladas, estratificação cruzada acanalada, truncamentos e estruturas de carga. Em afloramento foi possível observar leve variação textural entre suas camadas, com camadas de textura areia fina a média e camadas de textura areia média a grossa (Figura 4.12).



Figura 4.12: (A) Estrutura de marca ondulada em quartzo meta-arenito do Grupo Araí; (B) Camadas lenticulares, com variação textural de areia fina a areia grossa; (C) Estrutura de sobrecarga, com camada de textura mais grossa no topo; (D) Truncamento de camadas; (E) Estratificação cruzada acanalada (Ponto 12 301372 E/ 8559395 N).

Em campo foi possível observar sucessão de fácies (Figura 4.13), com granulometria se tornando mais grossa para o topo e com aumento gradual da espessura das camadas, indicando aumento da energia do sistema deposicional em ciclos.

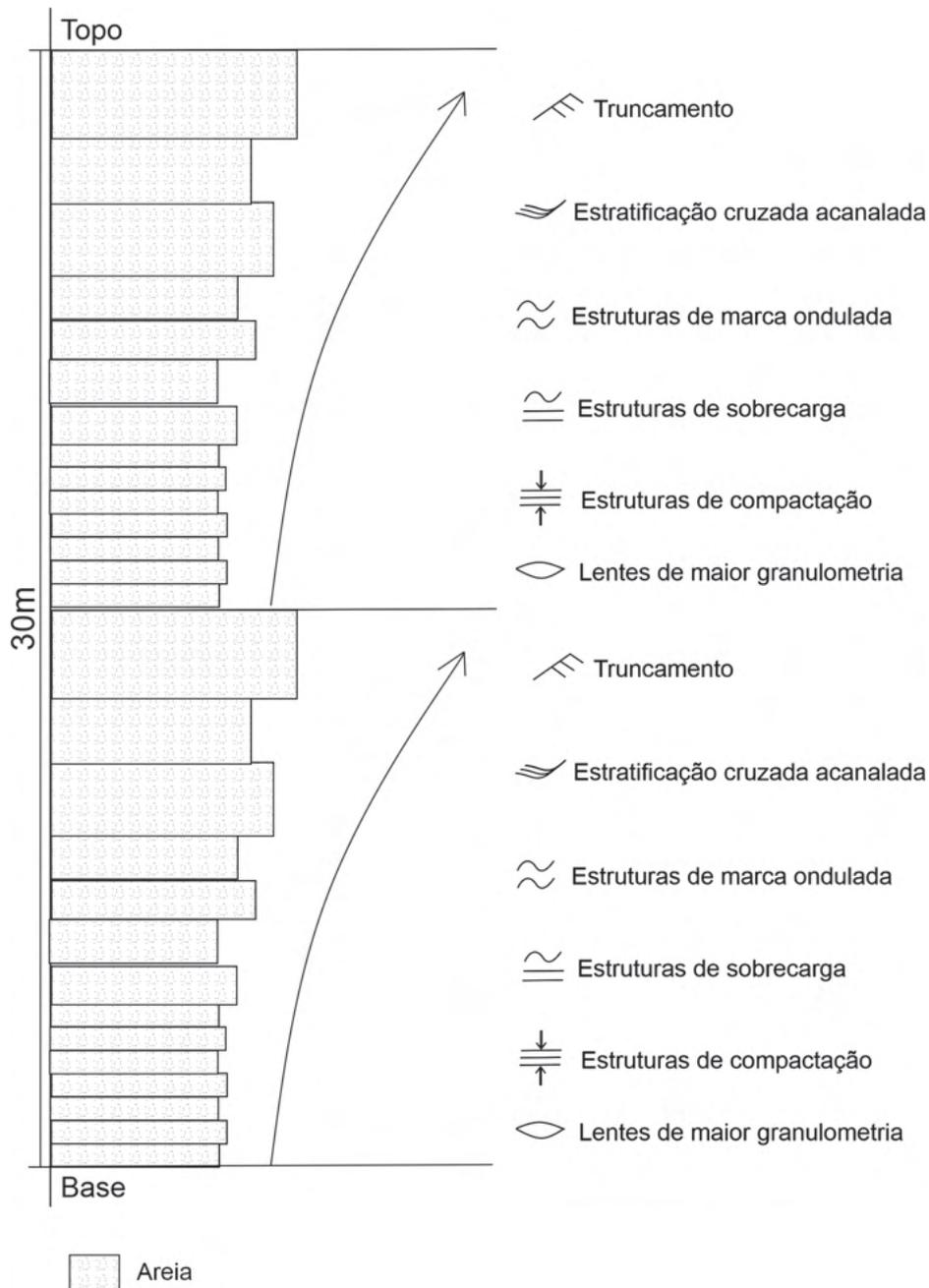


Figura 4.13: Coluna estratigráfica esquemática com fácies encontradas no quartzo meta-arenito.

4.4.2 Meta-Arenitos argilosos (PP4a)

Os arenitos argilosos mapeados encontram-se na forma de lajedos ou blocos pouco intemperizados. São rochas de coloração cinza arroxeadas, bem compactas e de alta resistência, principalmente devido à sua cimentação. Apresentam matriz sericitizada que permeia os clastos, com presença de cimento. Ocorrem estruturas de fluidização e truncamento de alto ângulo, com ocorrência de variações texturais em escala de afloramento, que vão de pelito arenoso até arenito argiloso (Figura 4.14). Pontualmente, ocorrem manchas de coloração castanho-esverdeada, identificadas como manchas de redução, possivelmente formadas por algum fluido redutor intersticial durante a diagênese

(Figura 4.15 A)

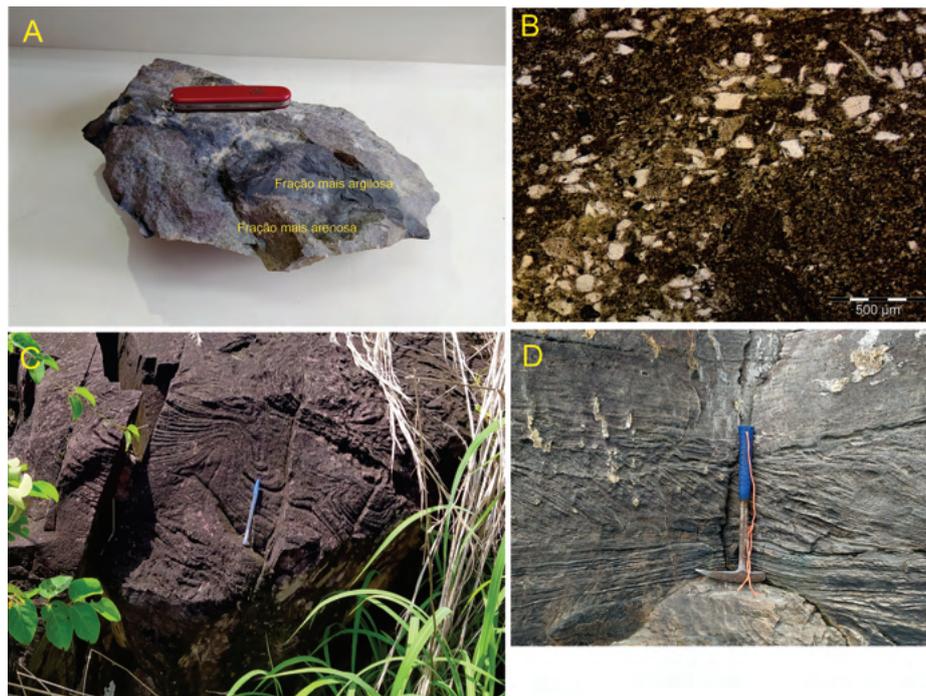


Figura 4.14: (A) Variação textural em amostra de mão de meta-arenito do Grupo Araí; (B) Variação textural em lâmina, com frações arenosas e argilosas; (C) Estrutura de fluidização; (D) Truncamento de alto ângulo (Ponto 152 301023 E/ 8558324 N).

Em termos composicionais, seus clastos são em grande maioria de grãos de quartzo, com menos de 10% de feldspatos e fragmentos líticos, como biotita cloritizada. Seus clastos são angulosos, o que indica transporte curto do material sedimentar. Apresenta pseudomatrix composta por sericita, nódulos e cimentação calcítica, reagindo fortemente ao HCl (Figura 4.15 C).

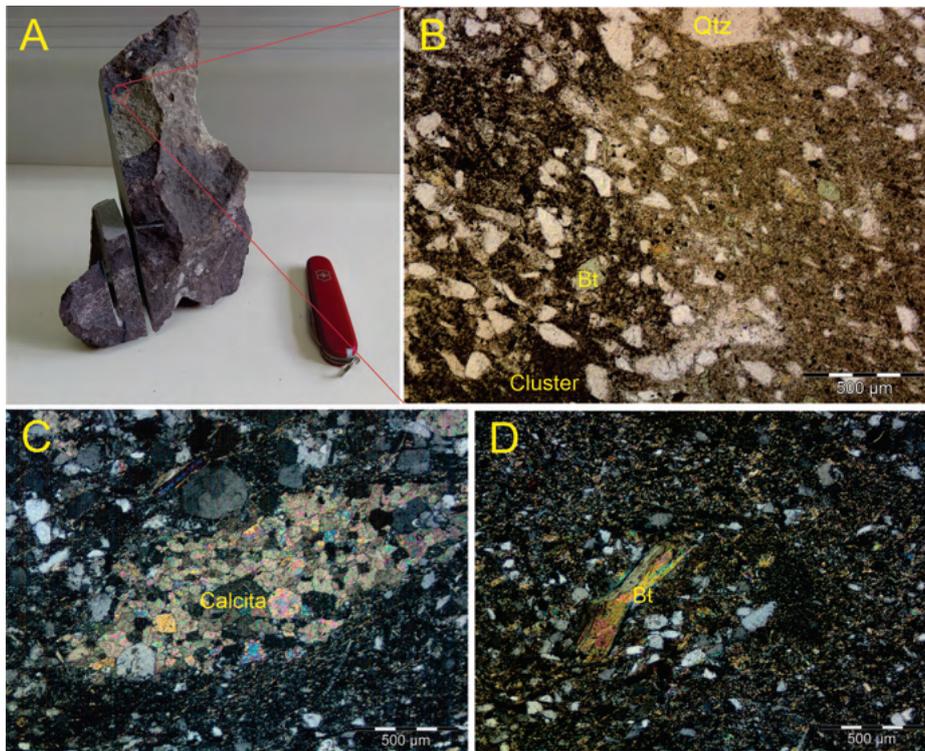


Figura 4.15: (A) Amostra de arenito siltoso com mancha esverdeada (B) Contraste no teor de óxidos entre a mancha esverdeada na esquerda, e parte arroxeadada na direita (Ponto 17 301370 E/ 8558480 N); (C) Nódulo de carbonato deformado em nicóis cruzados (Ponto 85 300721 E/ 8558862 N); (D) Biotita detritica cloritizada em nicóis cruzados (Ponto 152 301023 E/ 8558324 N).

A principal diferença entre a porção arroxeadada e o domínio de cor castanho-esverdeada está na presença de *clusters* de opacos e argilominerais, que não ocorrem na porção atribuída como oriunda de fluidos redutores (Figuras 4.15 A e B)

Apesar de estar próxima a uma zona de cisalhamento, a rocha apresenta foliação pouco penetrativa, provavelmente devido ao seu alto grau de cimentação, que confere maior competência à rocha .

4.4.3 Ortoconglomerado (PP4acg)

O ortoconglomerado encontra-se na forma de blocos rolados, não ocorrendo em escala mapeável para o projeto. São rochas de coloração cinza esverdeada, composta por clastos de granitos e quartzo policristalino, de tamanho areia grossa a seixos subangulosos (Figura 4.16), pouco selecionados e clasto-suportados. A pseudomatriz que dá a cor a rocha é muito fina e não é possível observar grãos. Ao microscópio, a rocha é composta por fragmentos líticos = 5%, quartzo = 65%, feldspatos = 30% e cimento calcítico.

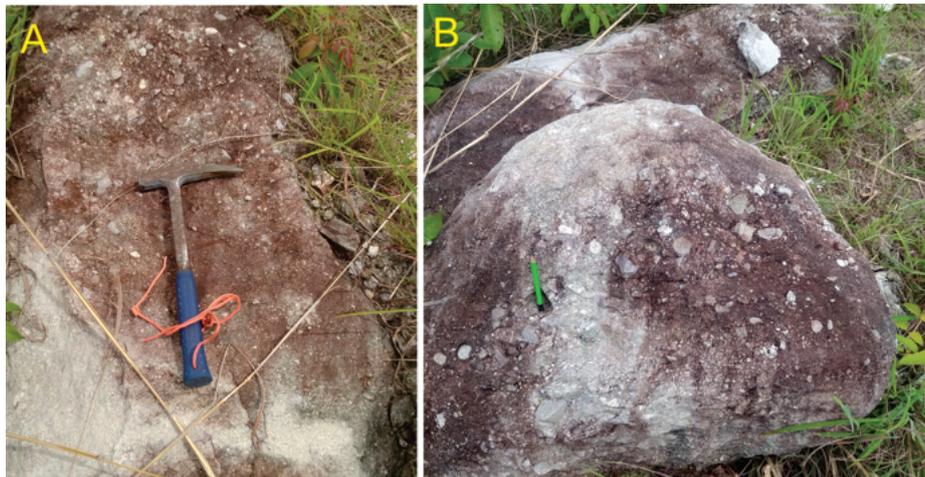


Figura 4.16: (A e B) Variação granulométrica em blocos rolados de conglomerado (Ponto 31 305760 E/8560142 N).

Apresenta clastos de granito, clastos de quartzo policristalinos oriundos da FTi e com cimento carbonático (Figura 4.17), provavelmente concentrados nesse litotipo pela proximidade da zona de cisalhamento. Os fragmentos líticos, os carbonatos e os diferentes tipos de clastos encontram-se cimentados por carbonato, com ocorrência de pseudomatriz sericitizada formada pela alteração dos feldspatos.

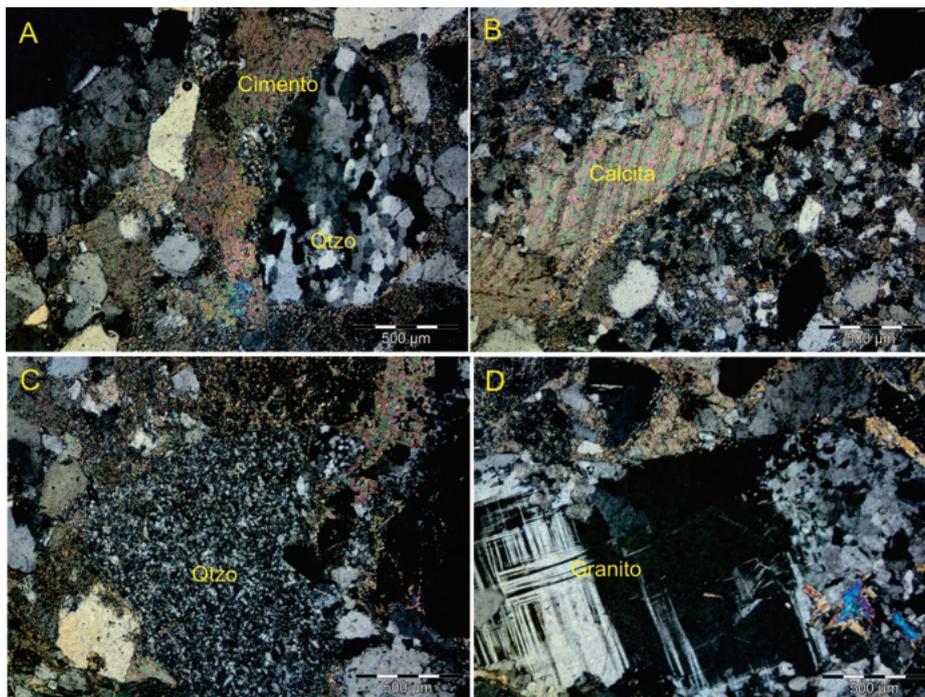


Figura 4.17: (A) Aspecto geral da lâmina, com cimento carbonático e clastos de ortogconglomerado do Grupo Araí; (B) Carbonato recristalizado, com tamanho superior aos grãos; (C) Clasto com quartzo policristalino; (D) Clastos de granitos, com KF geminado (Ponto 31 305760 E/8560142 N).

Os clastos de quartzo são encontrados subangulosos, com extinção ondulante, cor de interferência de primeira ordem e relevo baixo. Os grãos feldspatos potássicos (microclínio), em sua

maioria alterados, com relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem, apresentam maclas tartan. Os plagioclásios, em sua maioria alterados, possuem relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem e maclas polissintéticas. Muscovita apresenta hábito lamelar, ligeiramente deformadas e de origem detrítica, com cor de interferência laranja/azul de segunda ordem e extinção mosqueada/picotada.

4.4.4 Meta Diabásio

No ponto 116, na região NE da Subárea III, foi encontrado um dique de diabásio de direção NW-SE de diabásio, com foliação discordante à do granito encaixante (Figuras 4.18 A e B).

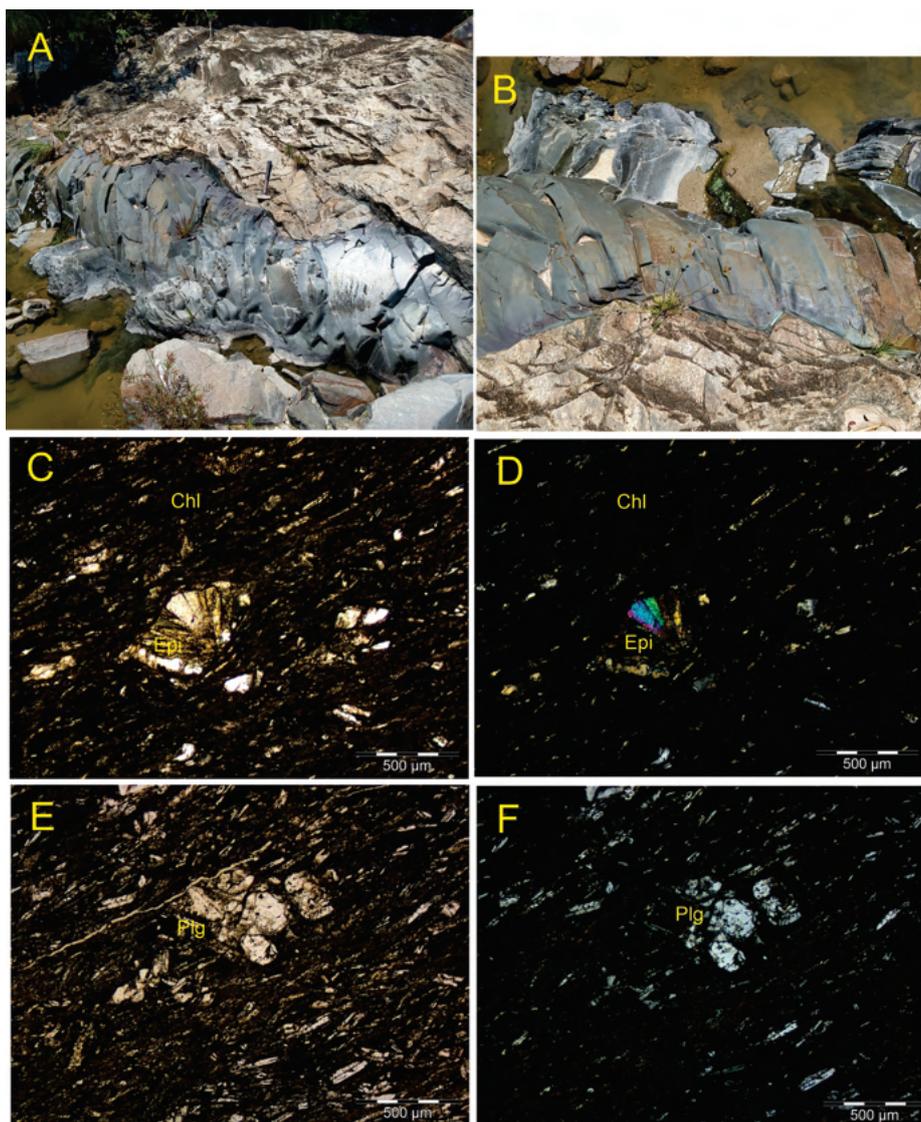


Figura 4.18: (A e B) Dique de diabásio em direção NW-SE; (C) Vesícula com recristalização concêntrica de epidoto em nicóis descruzados; (D) Vesícula com recristalização concêntrica de epidoto em nicóis cruzados; (E) Aglomerado de plagioclásio reliquiar em nicóis descruzados; (F) Aglomerado de Plagioclásio reliquiar em nicóis cruzados (Ponto 116 304849 E/ 8563410 N).

A amostra é composta essencialmente por epidoto e clorita, apresentando textura afanítica.

Em menor quantidade há biotita, plagioclásio e quartzo. Em lâmina, observa-se que a maior parte do diabásio foi metamorfozada em fácies xisto verde (paragênese clorita-epidoto), restando apenas alguns cristais de plagioclásio em aglomerados reliquiares (Figuras 4.18 E e F). Há ocorrência de quartzo na lâmina, porém este se encontra localizado na borda de vesículas preenchidas por epidoto. A ocorrência de biotita indica processo de metassomatismo, em que fluidos ricos em K e Si permitiriam a cristalização do mineral em regiões pontuais da lâmina.

O processo de metamorfismo associado ao dique, e suas características texturais observadas, comparadas às intrusões associadas ao Grupo Araí, podem levar a um novo modelo de intrusões do magma, que seria mais recente que o embasamento, e mais antigo que o Grupo Araí. São necessárias datações, trabalhos e estudos de maior detalhe da intrusão para a confirmação dessa interpretação, deste modo, esta rocha é considerada como membro do Grupo Araí.

Capítulo 5

Geologia Estrutural

Apresenta o contexto estrutural geral do Projeto Campos Belos (GO) e da subárea III.

5.1 Introdução

Neste capítulo será abordado de forma sucinta todo o contexto estrutural da área, desde a caracterização dos eventos tectônicos que afetaram a região até a separação em domínios estruturais. Todo esse processo é realizado com base na integração de análises de dados estruturais coletados no trabalho de campo/mapeamento geológico e também em análises de imagens de satélite e imagens SRTM.

Para melhor entendimento do arcabouço estrutural regional, os dados da subárea III são abordados de forma conjunta com os dados das demais subáreas do projeto. Para melhor organização dos dados estruturais, como fraturas e foliações, foram utilizados diagramas de roseta para as fraturas e estereogramas para as foliações. Mapas estruturais da subárea III e de toda a área do projeto, bem como o mapa com a separação em domínios estruturais foram confeccionados e estão apresentados a seguir.

A partir da análise dos dados estruturais coletados em campo, bem como da descrição e interpretação das estruturas observadas na área do projeto, sugere-se a ocorrência de três eventos tectônicos na região. O primeiro está associado à orogênese ocorrida entre os períodos Riáciano e Orosiriano, o segundo está associado ao rifte do Araí de idade paleoproterozoica, e o terceiro a Orogenia Brasileira que ocorreu no Criogeniano. A partir desses eventos, é possível dividir a área do projeto Campos Belos em três domínios geotectônicos para efeito de simplificação, sendo eles:

1. Domínio 1: Representando estágios de sinéclise e antepaís, relacionados a abertura e fechamento da bacia sedimentar que forma o Grupo Bambuí;
2. Domínio 2: Representado pelas rochas do Grupo Araí, depositadas em um contexto de rifte e pós-rifte, em tectônica extensional no Paleoproterozoico;
3. Domínio 3: Consistido pelas rochas do embasamento, da Formação Ticunzal e Suíte Aurumina, deformados durante a orogênese riáciana-orosiriana.

Há ocorrência de grandes estruturas, com trend principal na direção NW-SE, compostas por zonas de cisalhamento transcorrentes, evidenciadas a partir de dados obtidos por meio da derivada vertical de magnetometria, e por variações do relevo extraídas através de fotointerpretação (Figura 5.1).

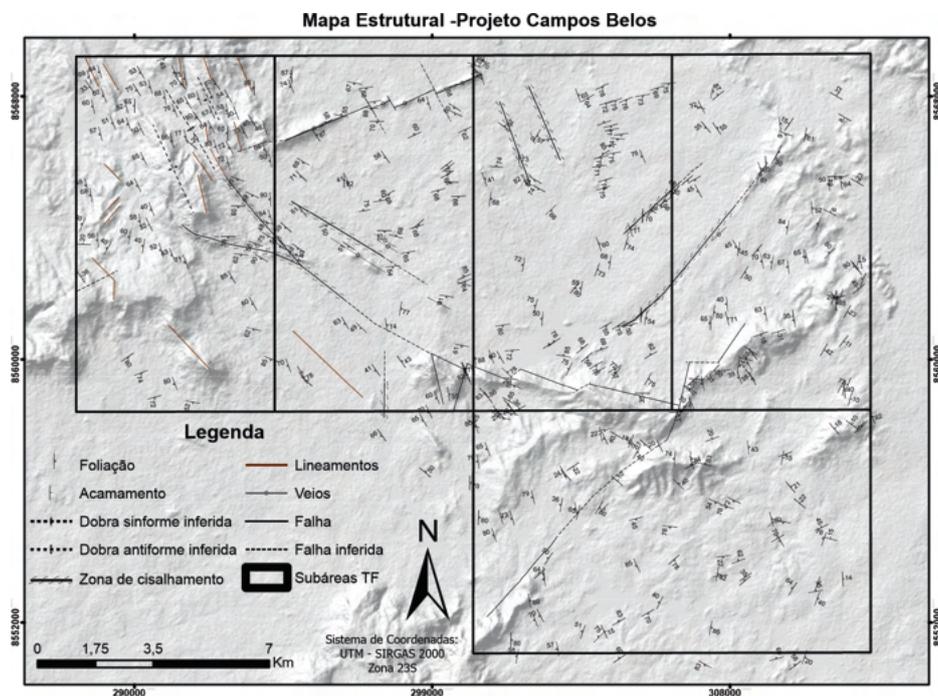


Figura 5.1: Mapa de elementos estruturais do Projeto Campos Belos, disponível nos Apêndices.

Para melhor compreensão da geologia estrutural, decidiu-se separar o projeto Campos Belos em domínios estruturais, definidos a partir de critérios de direção preferencial e reologia, com auxílio dos produtos de magnetometria. Primeiro será feita abordagem regional e posteriormente abordagem local, da subárea III.

5.2 Domínios Estruturais Regionais

Na área do projeto Campos Belos foram definidos 6 domínios estruturais (Figura 5.2):

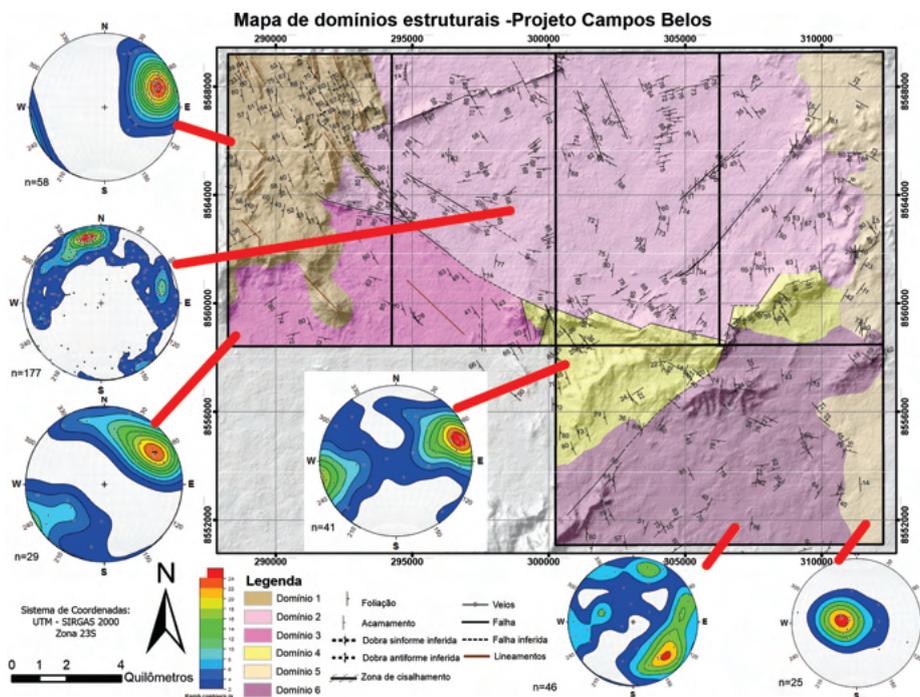


Figura 5.2: Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos, com estereogramas elaborados a partir das foliações, disponível nos Apêndices.

1. Domínio 1 - esse domínio ocorre na porção noroeste do projeto englobando apenas a área I. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas na Orogenia Brasiliana e que são definidas por trend de direção NNW-SSE com mergulho de alto ângulo para SW. As rochas aflorantes no domínio são restritas ao Grupo Araí e incluem quartzo meta-arenitos, rochas vulcanoclásticas ácidas, lamitos arenosos, basaltos, metaconglomerado e meta-arenitos subarcoseanos.
2. Domínio 2 - esse domínio ocorre nas áreas I, II, III e IV e nele estão incluídas estruturas associadas a ambos os eventos deformacionais, riaciano-orosiriano e Brasiliano. Tais estruturas são do tipo foliações, ocorrem restritas aos granitos da Suíte Aurumina e possuem dois trends principais. Um com direção ENE com mergulho de alto ângulo, característica da orogênese riaciana-orosiriana e o outro com direção N-S de alto ângulo.
3. Domínio 3 - esse domínio ocorre nas áreas I e II do projeto. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas no Brasiliano (Ga) e que são definidas por trend de direção NW, com alto mergulho predominantemente para SW. As unidades aflorantes correspondem aos granitos da Suíte Aurumina e aos quartzo meta-arenitos do Grupo Araí.
4. Domínio 4 - esse domínio ocorre nas áreas II, III, IV e V do projeto. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas durante o evento de orogenia do Brasiliano e que são definidas por trend de direção NW, com alto mergulho predominantemente para SW.
5. Domínio 5 - esse domínio ocorre nas áreas IV e V. As rochas aflorantes são pertencentes ao 52 Grupo Bambuí e variam de não deformadas a pouco deformadas. As medidas obtidas são

referentes ao S0 e as rochas encontram-se subparalelas com direção aproximadamente N-S.

6. Domínio 6 - esse domínio ocorre nas áreas IV e V. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações com diversas orientações, dominando as com direção NE e mergulho para NW. As rochas aflorantes correspondem aos grafita xistos e mica xistos da Formação Ticunzal e granitos da Suíte Aurumina.

5.3 Domínios Estruturais Locais - Subárea III

Na subárea III ocorrem apenas os domínios 2 e 4, sendo o domínio 2 o predominante. Nesse domínio ocorrem tanto estruturas que correspondem ao evento do Riachano-Orosiriano, quanto do Brasiliano, porém, na subárea III ocorrem certas peculiaridades em relação a foliação neste domínio, devido a presença de zonas de cisalhamento que ocorrem ao longo da área (Figura 5.3).

Mapa de domínios estruturais - Subárea III

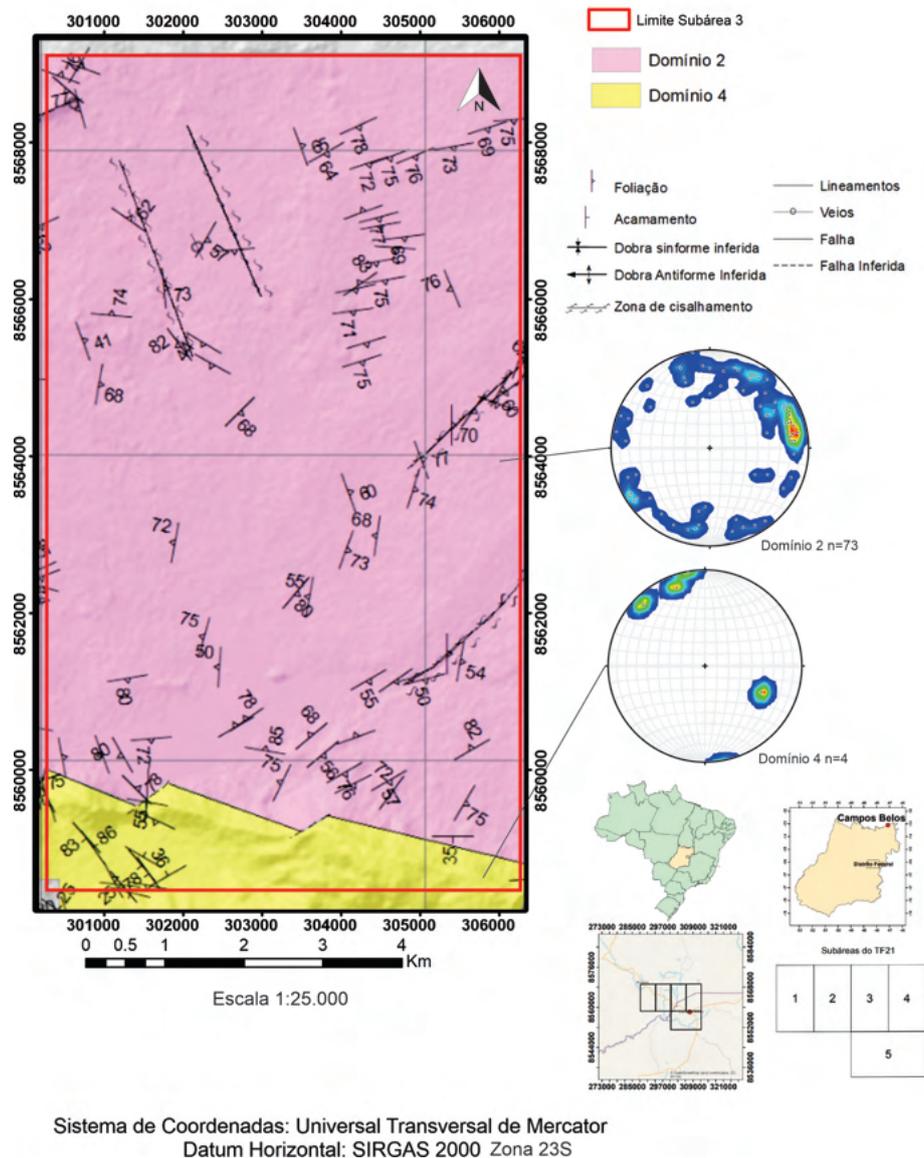


Figura 5.3: Mapa de domínios estruturais da subárea III, com estereogramas elaborados a partir das foliações, disponível nos Apêndices.

5.3.1 Domínio 2

O domínio 2 consiste em estruturas associadas ao evento riaciano-orosiriano e ao Brasileiro, com foliações orientadas na direção ENE evidenciadas no estereograma (Figura 5.2). Porém, na subárea III as estruturas mais evidentes são de trend NNW, que representam o evento de Orogenia Brasileira (Figura 5.3).

No domínio ocorrem zonas de cisalhamento que provocam variações na direção das foliações, em comparação com o padrão esperado. A zona de cisalhamento Arraias, que corta a subárea de leste a oeste, corresponde ao contato entre as rochas do embasamento e do Grupo Araí. As zonas

de cisalhamento do Córrego Pombo e Salobro apresentam direção NE-SW, com foliação de mesma direção (Figura 5.3).

Foram mapeadas na porção sudeste da subárea III, em morrotes de direção NE-SW, foliações miloníticas em granitos associadas às zonas de cisalhamento. Nessa região os granitos encontram-se milonitizados, variando de protomilonito até ultramilonito.

Também foram observados nos granitos da Suíte Aurumina, fenocristais rotacionados com cinemática dextral (Figura 5.4 A e B), pseudo crenulações (Figura 5.4 C) e pontualmente foi encontrada foliação SC (Figura 5.4 D) indicativa do sentido do cisalhamento simples, foliação esta encontrada nos morrotes de direção NE-SW associada a zona de cisalhamento. Comumente são encontrados veios de cisalhamento constituídos de quartzo leitoso.

Associado à zona de cisalhamento do Córrego Pombo, há ocorrência de brecha de falha (Figura 5.4 E), feição diagnóstica para identificação dessa zona de cisalhamento e sua modalidade de deformação.

Na porção sul da área foi observada feição de superposição (Figura 5.4 F), indicadora do encontro de duas zonas de cisalhamento, uma com direção E-W e outra de direção N-S.

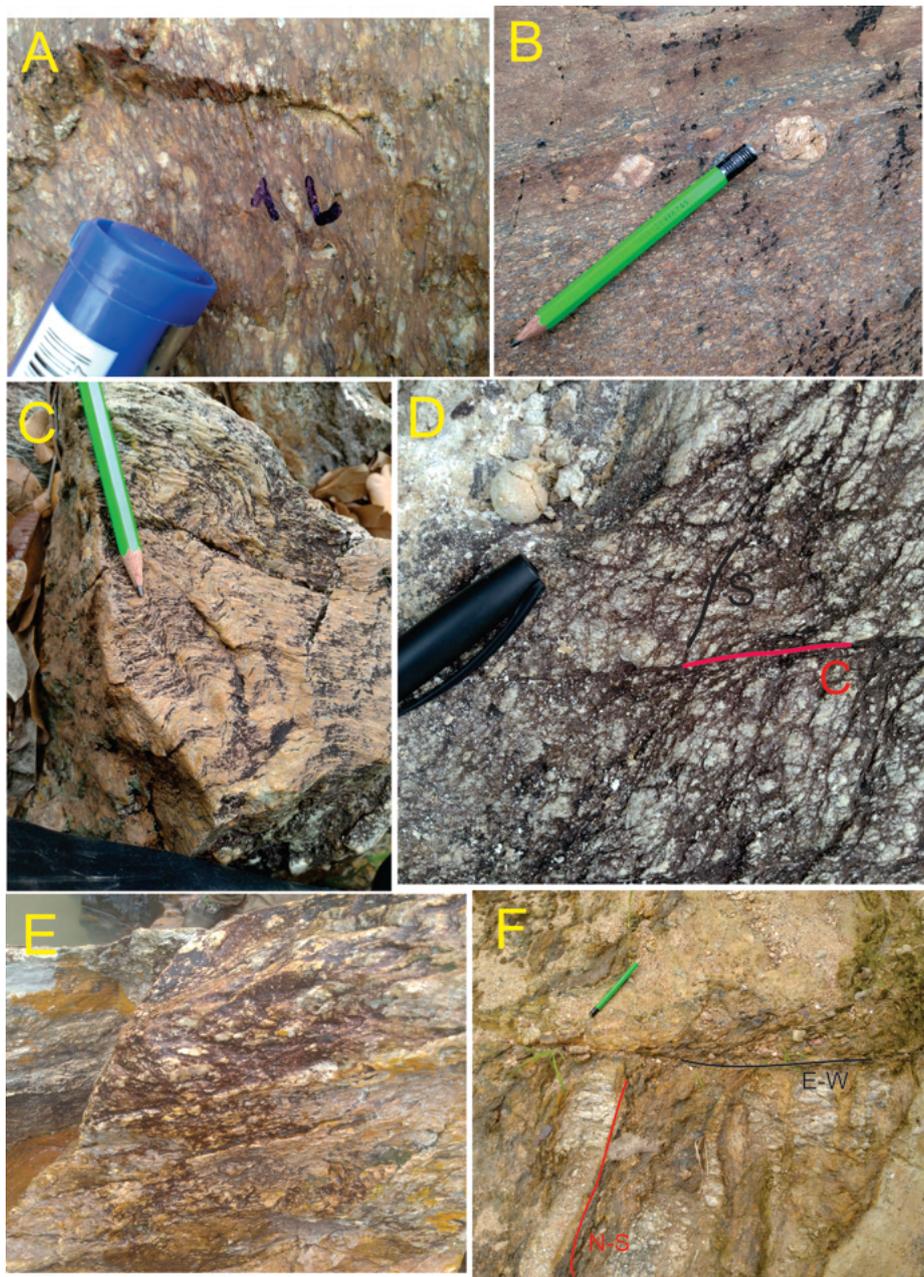


Figura 5.4: (A e B) Fenocristais rotacionados com cinemática dextral em granito da Suíte Aurumina. (C) Pseudo-crenulação em granito da Suíte Aurumina. (D) Foliação SC em granito da Suíte Aurumina, indicando sentido do cisalhamento. (E) Brecha de falha. (F) Feição de superposição de foliações.

Microscopicamente, nos monzogranitos foram observados grãos de quartzo orientados, fraturados e por vezes recristalizados, indicando processos deformacionais (Figura 5.5 A e B). Nos xistos da Formação Ticunzal foi possível observar grãos de quartzo orientados por processos deformacionais, com inclusões de muscovita orientadas conforme o mesmo processo (Figura 5.5 C e D). No dique de meta-diabásio encontrado no Ponto 116, há ocorrência de vesículas preenchidas por epidoto formado por processo de metamorfismo, que se encontram rotacionadas, indicando cinemática dextral (Figura 5.5 E e F).

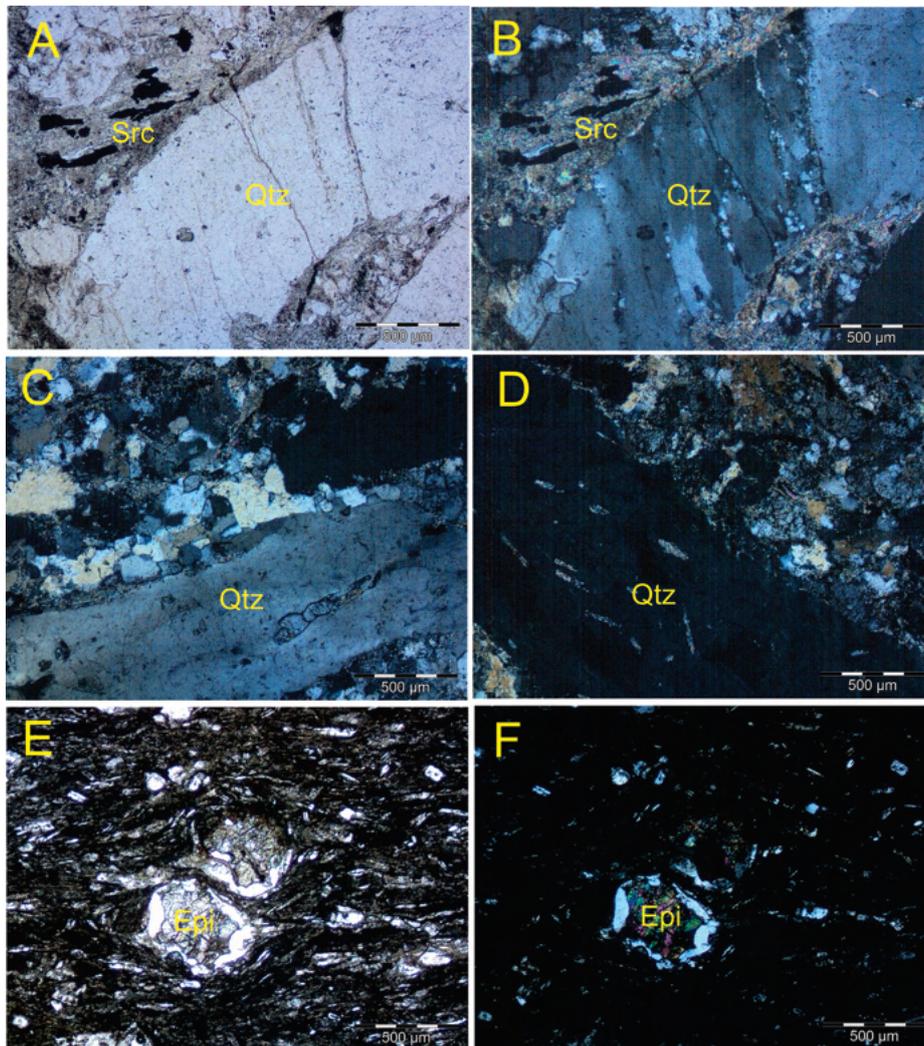


Figura 5.5: (A e B) grãos de quartzo orientados, fraturados e recrystalizados em granito da Suíte Aurumina. (C e D) Grãos de quartzo orientados com inclusões de muscovita orientadas na mesma direção em granito da Suíte Aurumina. (E e F) Vesícula preenchida por epidoto, rotacionada com cinemática dextral em diabásio.

5.3.2 Domínio 4

Este domínio é definido pelas rochas do Grupo Araí e ocorre somente no extremo sul da subárea III. É definido por rochas com acamamento mergulhando para SW em alto ângulo, e apresenta rochas bastantes resistentes à deformação, apresentando foliação pouco desenvolvida. Na subárea III foram retiradas apenas 4 medidas de foliação nesse domínio, o que gera estereograma pouco representativo (Figura 5.3).

Na porção sul foram encontradas brechas de falha (Figura 5.6 A), indicadoras da zona de cisalhamento Arraias, e arenitos do Grupo Araí com acamamento verticalizado (Figura 5.6 B), indicando ocorrência de deformação. Microscopicamente, esses arenitos possuem grãos orientados (Figura 5.6 C, D, E e F), por vezes estirados e fraturados, imersos em matriz sericitizada recrystalizada.

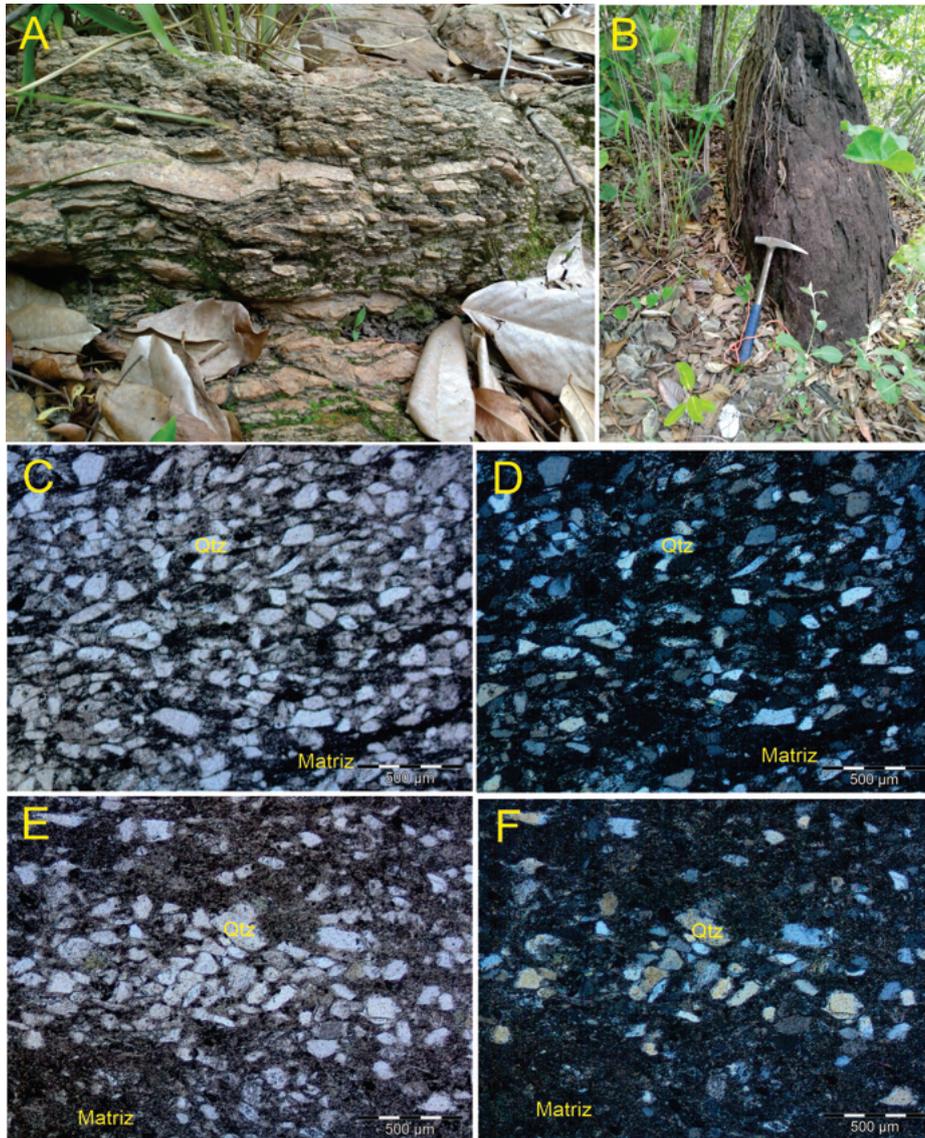


Figura 5.6: (A) Brecha de falha no quartzo meta-arenito; (B) Arenito lamoso com acamamento verticalizado; (C, D, E e F) Grãos de quartzo orientados, imersos em matriz recristalizada, em nicóis des cruzados/cruzados.

5.4 Análise de deformação

A análise estrutural realizada neste projeto objetivou definir os eventos deformacionais com base no contexto reológico e nos mecanismos de deformação observados em campo, além das diferentes idades de geração.

5.4.1 Evento E1

O primeiro evento definido corresponde a orogenia que ocorreu no intervalo de idade riaciana-orosiriana, apresentando caráter dúctil e transpressional. Na subárea III se encontra pouco preservada nas rochas da suíte Aurumina e Formação Ticunzal, estando evidente principalmente no

setor NE da subárea, onde ocorrem foliações de orientação E-W.

5.4.2 Evento E2

O segundo evento deformacional marca um trend de direção NW e está associado ao evento tectônico de abertura do rifte Araí durante o Estateriano. Na subárea III ocorre na forma de foliações de sentido NW nas rochas do embasamento, e também pode estar associado às zonas de cisalhamento de sentido NW encontradas na porção noroeste da subárea.

5.4.3 Evento E3

O último evento deformacional corresponde a um trend de direção NW-SE, associado ao evento de Orogênese Brasileira. Na porção leste da subárea III, ocorrem zonas de cisalhamento de direção NW-SE desenvolvendo foliações na mesma direção.

5.4.4 Análise de Fraturas

Os elementos representados nos diagramas de rosetas estão contidos no domínio 2 e são referentes às famílias de fraturas. As medidas de fraturas realizadas na área de estudo mostram variada orientação, dominando as de direção NE, seguidas pelas direções NW e E-W (Figura 5.7). Alguns pares de fraturas conjugadas foram observados na região, porém devido à pequena quantidade de medidas dessas estruturas rúpteis, a direção dos vetores não é representativa para reconstruir o campo de esforços.

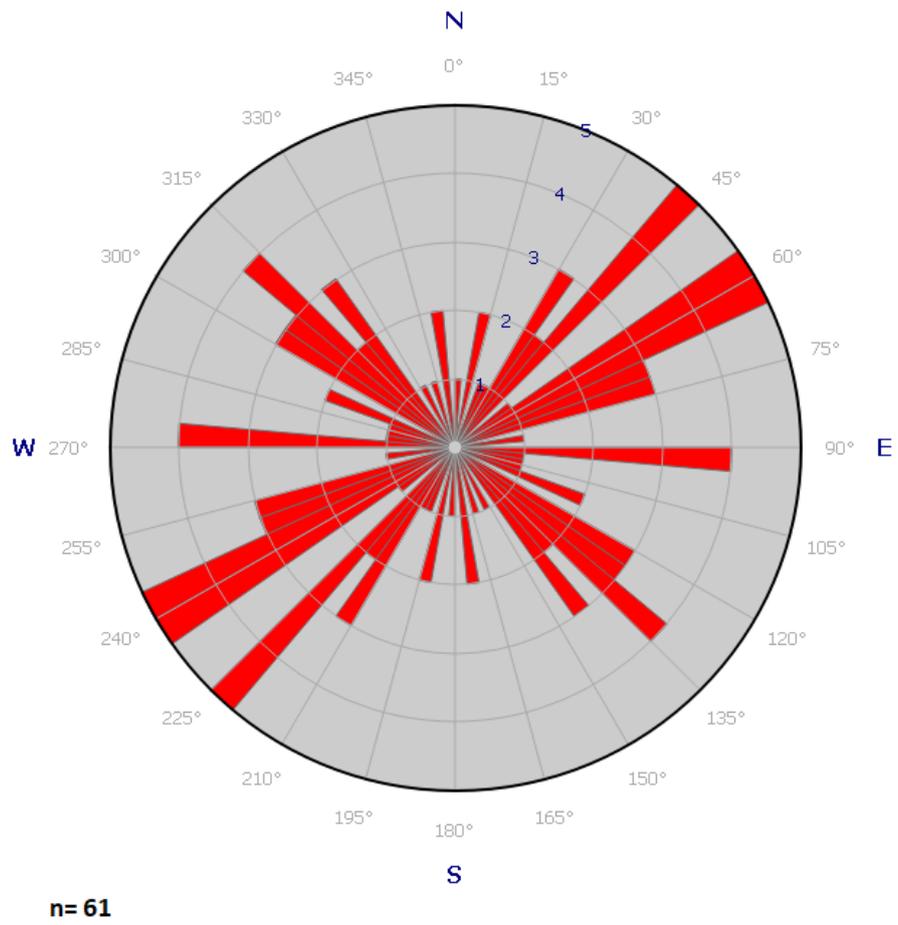


Figura 5.7: Diagrama de rosetas referente as fraturas medidas na subárea III.

Capítulo 6

Potencialidade Econômica

Apresenta o potencial econômico da área do projeto Campos Belos (GO) e arredores.

6.1 Introdução

O distrito de Campos Belos é conhecido por ser uma região rica em urânio, fosfato e ouro. O potencial econômico atrelado a esses minerais baseia-se no entendimento e reconhecimento do ambiente geotectônico e nas ocorrências já conhecidas.

A região de Campos Belos (GO) e a cidade de Arraias (TO), historicamente, têm sua economia voltada para o agronegócio. Esse setor demanda o desenvolvimento de exploração mineral, principalmente para calagem, aplicação de fertilizantes e remineralizadores. Com o crescimento das cidades, torna-se cada vez mais necessária a exploração de agregados para construção civil, o que também gera demanda para pesquisa de requerimento mineral.

O urânio foi descoberto em 1975 pela empresa Nuclebrás, estatal vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Já os depósitos de fosforitos foram descobertos em 1981 pela Metago S/A e atualmente são explorados pelo consórcio canadense-brasileiro, chamado Itafos Mineração Ltda. Atualmente, a mineradora encontra-se inativa, situação que perdura por cerca de aproximadamente 3 anos, porém com perspectiva de retornar ao funcionamento nos próximos anos.

Outra empresa atuante em Campos Belos é a Gefoscal que trabalha com a produção de fertilizantes, tendo como parte de sua matéria prima o fósforo encontrado nos fosforitos do Grupo Bambuí, agregado a outros produtos minerais para tornar o produto final rico em diferentes bases trocáveis para melhorar a qualidade do solo para o plantio.

A região de Campos Belos apresenta diversas outras ocorrências minerais, porém atualmente não há exploração expressiva. A Agência Nacional de Mineração (ANM) regulariza diversas substâncias encontradas na região (Figura 6.1). Neste capítulo serão abordadas as ocorrências minerais observadas no trabalho de campo do Projeto Campos Belos (GO).

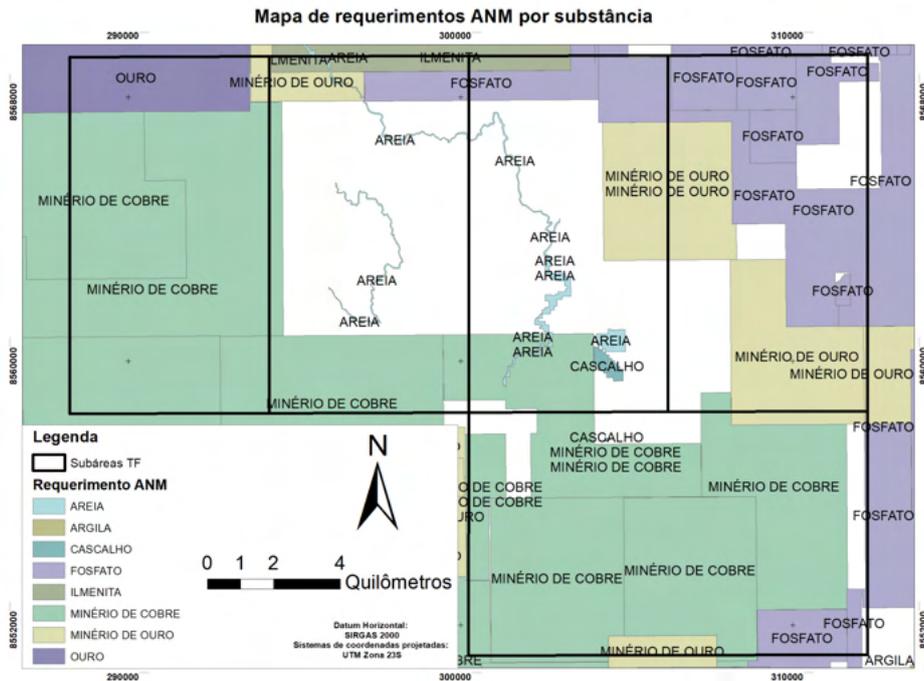


Figura 6.1: Requerimentos de exploração mineral na região do projeto Campos Belos (GO). (SIG-MINE/ANM, 2022)

6.2 Potencialidades Geoeconômicas Mineraias Observadas

Urânio

Na região de Campos Belos os depósitos de urânio estão hospedados em xistos grafitosos da Formação Ticunzal e em granitos da Suíte Aurumina, principalmente no contato entre essas unidades. Vale destacar que o urânio se apresenta na forma de diversos minerais, principalmente na forma de torbenita e uraninita.

Há dois tipos de mineralizações de urânio nessa região, a mineralização primária e a supergênica. A gênese das mineralizações primárias de urânio, de acordo com a literatura, está associada à uraninita reconcentrada em função da interação entre os granitos intrusivos da Suíte Aurumina e as rochas da Formação Ticunzal. Nesse contato intrusivo ocorreria percolação pervasiva de fluidos mineralizadores em planos preferenciais, como fraturas, planos de foliações e planos de contato, seguindo com a precipitação do urânio ((BOGOSSIAN, 2012)).

Já os depósitos supergênicos são formados por produtos de remobilização supergênica tardia, rica em urânio. Sua gênese está associada a fluidos mineralizadores de baixa temperatura que irão transportar diversos metais, dentre eles urânio ((BOGOSSIAN, 2012)).

Fosfato

Os depósitos de fosfato sedimentar na região de Campos Belos têm sua gênese associada ao desenvolvimento de rampa plataformar, instalação de sistema convectivo e a contribuição orgânica no processo de acumulação.

De modo geral, ocorreria a produção de calcários e dolomitos nessa rampa, na transição de ambiente marinho de águas rasas para ambiente marinho de águas mais profundas. Um sistema convectivo se instalaria por conta da diferença de temperatura entre as águas plataformais mais rasas e quentes e as águas mais frias e profundas. Esse sistema convectivo seria o agente responsável pelo transporte do fósforo dissolvido do ambiente de águas mais profundas que seria assimilado por microorganismos planctônicos, até sua posterior total deposição nos sedimentos (CPRM). As rochas fosfatadas encontradas nesses depósitos são pertencentes à formação Sete Lagoas, Grupo Bambuí. É importante notar que o fosfato ocorre na forma mineral de apatita e que as rochas fosfatadas englobam fosforitos e siltitos fosfatados.

Agregados para construção civil

Esses materiais são usados em obras de engenharia civil, são utilizados para a elaboração de concreto, argamassa, asfalto, estradas, pavimentação, entre outros. São materiais granulares, fragmentos de rochas que possuem forma e volumes aleatórios como, por exemplo, rochas britadas e areias naturais. Esse tipo de material é amplamente encontrado na região do projeto Campos Belos, tendo sido observado nos grandes depósitos aluvionares presentes, principalmente, no Rio Bezerra.

Nos depósitos aluvionares esse material pode ser dragado e assim extraído, o que já está sendo feito de forma local, nas subáreas II (Figura 6.2) e III no rio Bezerra. O material dragado do rio possui granulação fina a média e é composto basicamente por quartzo.



Figura 6.2: Extração de areia fluvial por dragagem na subárea II.

Os quartzos meta-arenitos e quartzitos se apresentam como grandes blocos e deles pode ser extraído o material necessário para a fabricação de vidro e materiais refratários e para a produção de cimentos.

Os tipos de rocha mais utilizados para a produção de brita são calcário, gnaiss, basalto e granito. Este último é amplamente encontrado na subárea III sob a forma de blocos ou lajedos e pode ser explorado para tal finalidade. Os granitos observados na subárea III possuem granulação média a grossa, são leucocráticos.

Grafita

As ocorrências de grafita são observadas nas subáreas III, IV e V, em muscovita-grafita xistos da Formação Ticunzal. Sua gênese está relacionada a metamorfismo regional com pico de

metamorfismo na fácies anfibolito alto de protólitos sedimentares ricos em matéria orgânica, com acúmulo de grafita associado à proximidade das intrusões da Suíte Aurumina.

Análises devem ser realizadas para descobrir o potencial econômico desse mineral, visto que seu valor dependerá de suas propriedades e de seu teor de carbono. Vale destacar que a grafita é muito utilizada na fabricação de cadinhos e na manufatura de tijolos refratários.

Calcário

Os calcários encontrados na região fazem parte do Grupo Bambuí e foram observados nas subáreas IV e V. Possuem diversas aplicações, tais como rochas ornamentais, na produção de cimento e britas, fundente em metalurgia, remineralizadores, calagem, e outras aplicações, que fazem com que esse tipo de rocha tenha amplo espaço no mercado.

6.3 Potencialidades Geoeconômicas Minerai s Não Observadas

Ouro

Este metal pode ser encontrado hospedado nos granitos da Suíte Aurumina (SAu), geralmente na região de contato com a Formação Ticunzal. Os granitos da SAu compõem as rochas encaixantes de vários depósitos e ocorrências de ouro, o que foi observado em diversos locais como na Mina de Aurumina (em Aurumina), Cavalcante- GO, Monte Alegre de Goiás e outros. O ouro ocorre associado a zonas de cisalhamento, hospedado em veios de quartzo e também ocorre próximo ao contato entre os paragneisses e xistos da Formação Ticunzal com os granitos da SAu.

6.4 Potencialidades Geoeconômicas Não Minerai s

Geoturismo e Turismo de Aventura

Apesar de ter vários atrativos naturais, como pequenas quedas d'água, o turismo geológico em Campos Belos (GO) e Arraias (TO) não é muito explorado. Há potencial para desenvolvimento de atividades como escaladas em paredões associados aos quartzo meta-arenitos do Grupo Araí, além de atividades relacionadas ao Rio Bezerra, onde há um clube/balneário.

Capítulo 7

Evolução Geotectônica e Correlações Regionais

Apresenta a evolução geológica regional com base nos dados do Projeto Campos Belos (GO)

7.1 Introdução

O presente capítulo tem como objetivo propor um modelo de evolução geológica adequado às informações coletadas em campo, bem como os dados litológicos e estruturais associados aos produtos previamente adquiridos por meio das geotecnologias. Nesta etapa as informações complementares presentes na literatura como, por exemplo, análises geoquímicas e geocronológicas, são importantes para a determinação do ambiente tectônico de formação de cada unidade.

O domínio Cavalcante-Arraias, na região do projeto do TF-2021, foi subdividido em seis subdomínios, definidos com base nas análises deformacionais observadas em campo, nas orientações da foliação e com base na análise da aeromagnetometria, a partir do uso da 1DZ (Figura 7.1). Dados estruturais relacionados a três eventos distintos, descritos no Capítulo 5, enfatizam essa subdivisão, visto que as estruturas relacionadas às três fases deformacionais a que a região foi submetida, encontram-se no Domínio 2.

Na região do Projeto Campos Belos as rochas representadas pela Formação Ticunzal e Suíte Aurumina são afetadas pela orogenia riaciana-orosiriana, e posteriormente pelo evento Brasileiro. O Grupo Araí, por sua vez, é afetado pelo evento no qual foi originado, o rifteamento do Araí, de idade estateriana, e encontra-se em partes, deformado também pelo evento Brasileiro. E por fim, as rochas do Grupo Bambuí, que apesar de serem contemporâneas ao evento Brasileiro, não são fortemente afetadas por este.

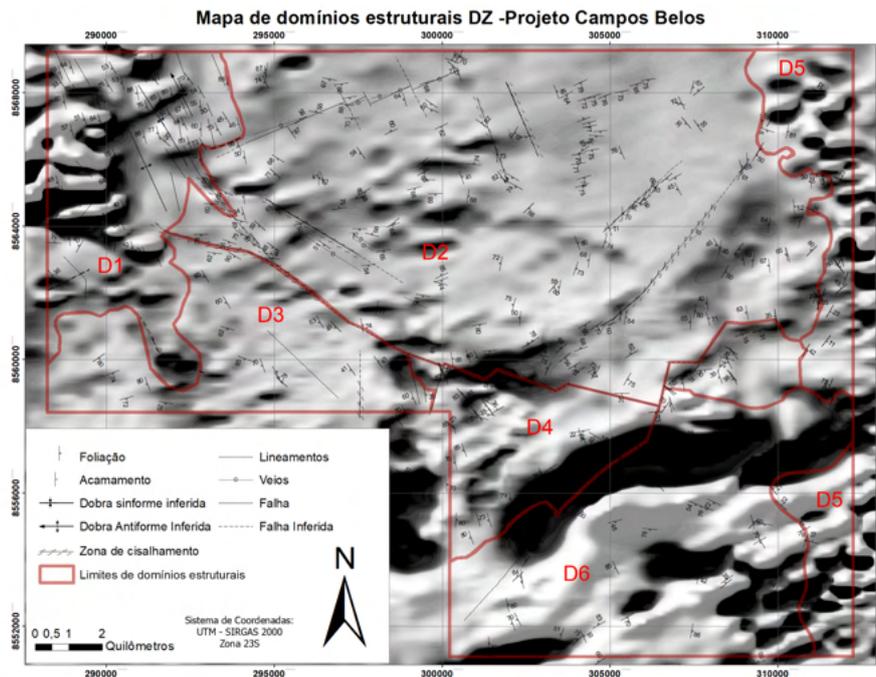


Figura 7.1: Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ªDZ.

7.2 Pré Colagem Riacciana

7.2.1 Deposição da Formação Ticunzal

As observações de campo permitiram inferir que a Formação Ticunzal, no domínio leste da área, é a unidade mais antiga do Projeto Campos Belos. Idades obtidas em zircão detrítico sugerem intervalo de idade compreendido entre 2.16 e 2.19 Ga para a deposição dos sedimentos que deram origem à Formação Ticunzal (CUADROS et al., 2017b). A Formação Ticunzal compõe-se de xistos grafitosos, mica xistos e paragneisses.

Estudos anteriores (CUADROS et al., 2017b) por meio de dados litogeoquímicos, sugerem que os sedimentos precursores da Formação Ticunzal foram depositados em bacia peri-cratônica relacionada a ambiente de arco continental (Figura 7.2), de proveniência correspondente ao Domínio Almas-Dianópolis, visto que os sedimentos apresentam baixo grau de retrabalhamento. O ciclo sedimentar caracteriza-se como de curto período, com interrupção em função do tectonismo que estabelece o magmatismo da Suíte Aurumina e gera evento metamórfico, com pico entre 630 e 320°C, em fácies anfibolito alto nos sedimentos da bacia. Há ainda, a influência do evento isotópico Lomagundi-Jatuli (2.06 - 2.20 Ga) que permite a deposição de material carbonoso que, em função do caráter restrito da bacia, tende a ser preservado.

As estruturas observadas nesse litotipo correspondem à fase de deformação Dn, porém, por ser uma área afetada por mais de um evento, possivelmente, ocorreram reativações dessas estruturas, e dificultam a separação em eventos distintos. Caracterizam-se principalmente estruturas do tipo

67 lit-par-lit em função da intrusão concordante dos granitos da Suíte Aurumina.

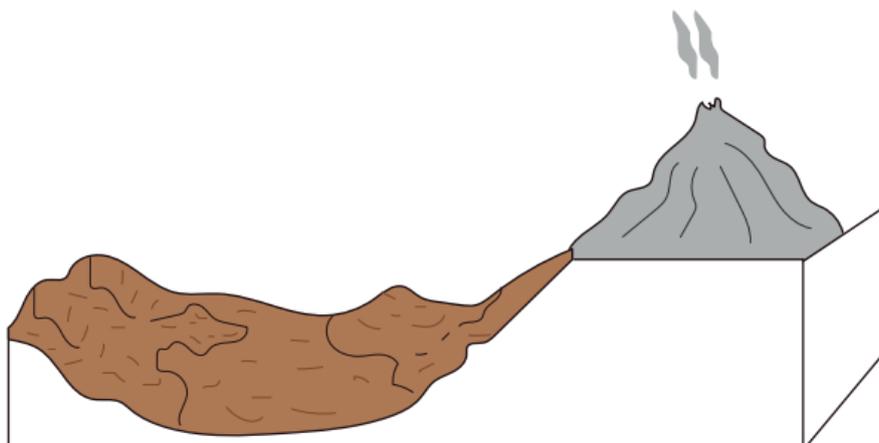


Figura 7.2: Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.

7.3 Colagem Riacciana

7.3.1 Intrusão da Suíte Aurumina

A Suíte Aurumina é definida por Botelho et al. (1999), como uma unidade intrusiva, formada no Riacciano-Orosiriano. As rochas da suíte têm características mineralógicas e químicas (muscovita magmática com TiO_2 entre 0,8 e 1,5%, $\text{ISA} > 1$) de granito peraluminoso, podendo ser interpretadas como sin- a pós-colisionais (Figura 7.3), derivadas de fusão crustal. Cuadros et al. (2017a), por meio de datações com o método U-Pb em zircão, inferem idades de cristalização magmática entre 2.11 e 2.16 Ga para esta unidade, e sugerem que a Formação Ticunzal tenha influenciado as rochas da Suíte Aurumina mediante processos de assimilação, e que uma possível fonte para os granitos seja crosta antiga retrabalhada, que também deu origem às rochas magmáticas peraluminosas de 2.20 Ga do terreno Almas-Dianópolis, além de outras fontes ainda desconhecidas.

A derivação crustal da granitogênese da Suíte Aurumina é indicada pela presença de muscovita e, eventualmente, granada ígneas, pela composição química peraluminosa, pelo enriquecimento em P, Th, Rb, Li e Ta e pelo acentuado fracionamento das terras raras $(\text{La}/\text{Yb})_N > 50$ (ALVARENGA et al., 2006).

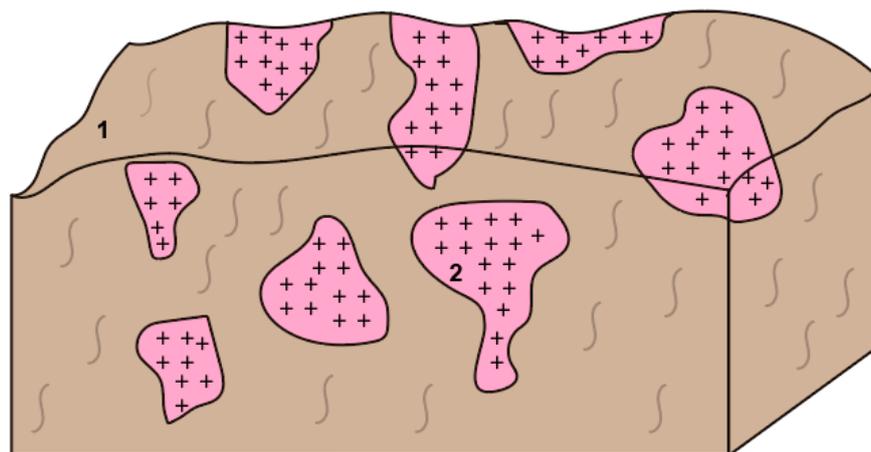


Figura 7.3: Bloco diagrama esquemático para retrabalhamento da bacia em função da Orogenia Riacciana-Orosiriana, que originou os grafita xistos, mica xistos e paragneisses da Formação Ticunzal (1), e a intrusão sin-colisional da Suíte Aurumina (2).

7.4 Rifteamento Estateriano

7.4.1 Rifte do Araí

Os processos tectônicos associados ao rifteamento paleoproterozoico afetaram as rochas do embasamento, envolvidas na orogenia riacciana-orosiriana. O rifteamento é um processo resultante da quebra de terrenos paleoproterozoicos, deformados pela orogênese riacciana-orosiriana. A deposição do Grupo Araí (Figura 7.4) é acompanhada por magmatismo durante a fase rifte, originada pela extensão crustal que ocorreu no início do rifteamento (1.8 Ga).

O Grupo Araí é composto por rochas sedimentares parcialmente metamorfizadas, acompanhadas de magmatismo bimodal paleoproterozoico continental, que preencheu as bacias geradas na fase rifte (Figura 7.5). Esse magmatismo é formado por episódios vulcânicos e plutônicos com idades próximas, 1.78 - 1.76 Ga, definidas pelo método U-Pb em zircão de metariolitos que ocorrem na sucessão basal (PIMENTEL; HEAMAN; FUCK, 1991), e apresenta afinidades geoquímicas e isotópicas (Sm-Nd e Sr-Sr) que sugerem fusão de crosta sílica paleoproterozoica na geração desses magmas (SILVA, 2020). Os episódios vulcânicos são marcados por sequências intercaladas de rochas efusivas, como basaltos e riolitos, e piroclásticas. Já os episódios plutônicos reúnem distintos pulsos polifásicos de granitos (não aflorantes na região do projeto). Ocorrem ainda sistemas deposicionais de leques aluviais, rios entrelaçados, e sistemas eólicos, com quase ausência de depósitos lacustres, que sugerem alta razão de depósitos terrígenos em equilíbrio com as taxas de subsidência geradas, que deram origem às formações Arraias e Traíras.

O processo extensional ocorreu durante toda a sedimentação da Formação Arraias, que apresenta caráter de depósito continental, seguida de uma fase de subsidência flexural, pós-rifte, em que implantaram-se depósitos marinhos superpostos, relacionados à Formação Traíras.

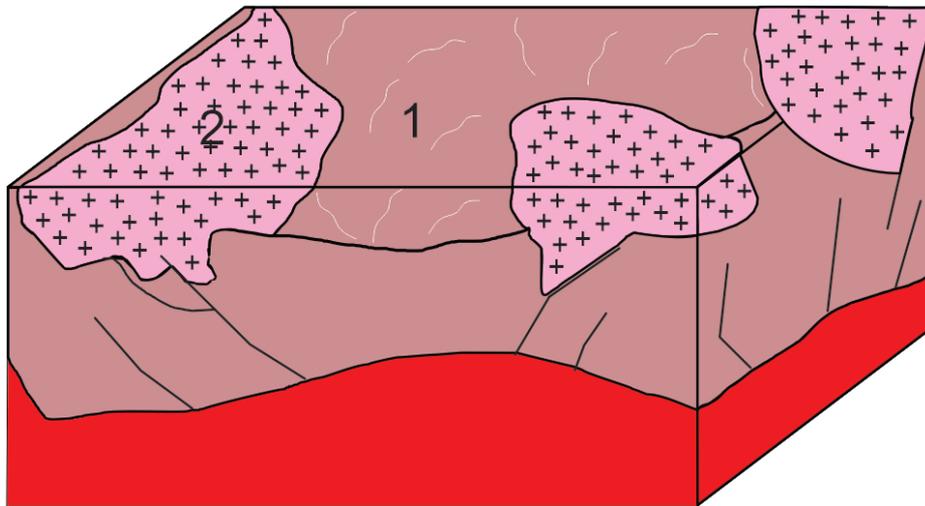


Figura 7.4: Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos com a Formação Ticunzal (1), e a Suíte Aurumina (2). Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada.

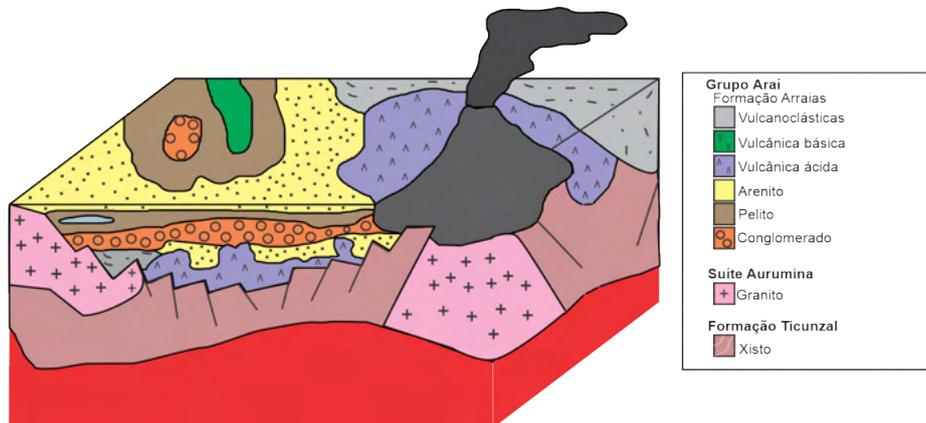


Figura 7.5: Bloco diagrama esquemático para a fase sin-rifte, contando com atividade vulcânica possibilitada pela aproximação da astenosfera (em vermelho) devido ao afinamento da crosta. Também são formadas falhas normais. A sedimentação dentro da bacia é contemporânea ao vulcanismo bimodal.

7.5 Eventos Neoproterozoicos

7.5.1 Deposição do Grupo Bambuí e Formação Jequitai

Após a fase rifte, a deformação tectônica da Faixa Brasília originou a subsidência da borda cratônica, onde possibilitou-se a instalação de sistema de bacia de ante-país (foreland basin) (Figura 7.6), onde ocorreu a sedimentação do Grupo Bambuí (MARTINS-NETO; ALKMIM, 2001); (DARDENNE, 2000); (REIS; ALKMIM, 2015). A deposição do Grupo Bambuí tem sido atribuída ao final do Neoproterozoico, com base nas primeiras datações radiométricas (AMARAL et al., 1967);(BONHOMME, 1976); e (CORDANI, 1978) in (ALKMIM; MARTINS-NETO, 2001). Entretanto, os valores das idades referidas nos trabalhos acima indicados apresentam amplo intervalo de idade (600-1350 M.a.), ocasionando sérias dúvidas quanto ao estabelecimento de um 70

quadro geocronológico mais preciso desta unidade litoestratigráfica. Alternativamente, (CAXITO et al., 2012) e (ALVARENGA et al., 2014) indicam que os dolomitos de capa apresentam aspectos lito-quimioestratigráficos muito similares aos relacionados com a glaciação Marinoana.

O Grupo Bambuí foi individualizado em ciclos mistos transgressivos-regressivos de sequências de 2ª ordem em ambiente forebulge, ou seja, extensa flexura litosférica marcada pelo baixo aporte siliciclástico e baixa taxa de subsidência em sistema de bacia de antepaís (REIS; ALKMIM, 2015); (REIS; SUSS, 2016).

A Formação Jequitai é constituída de paraconglomerados (diamictitos) com seixos de quartzitos, calcários, dolomitos, cherts, gnaisses, mica-xistos, granitos e rochas vulcânicas, sendo associada ao segundo evento de glaciação do Neoproterozoico (CAXITO et al., 2012).

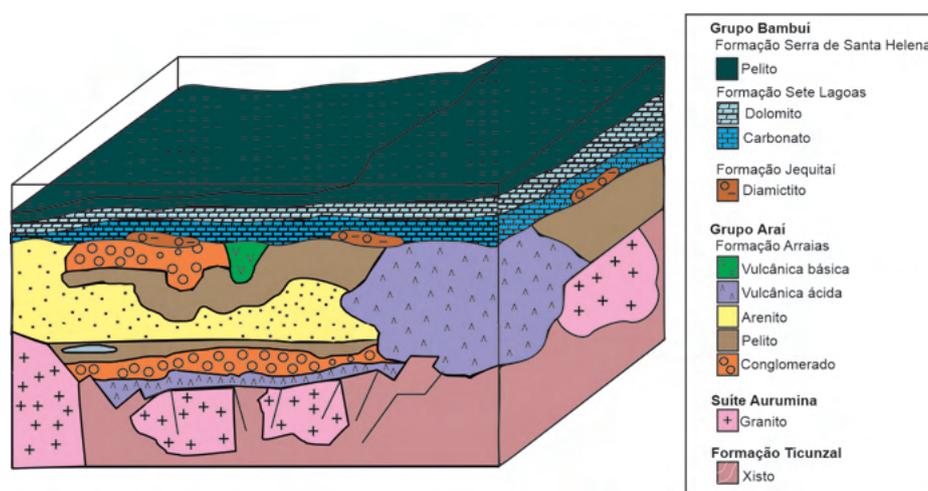


Figura 7.6: Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí na região do projeto.

7.5.2 Orogenia Brasileira

O evento compressional do Brasiliano, na região do projeto (Figura 7.7), causou encurtamento crustal que gerou o dobramento das rochas do Grupo Araí, na subárea I. Essa compressão, de direção ENE, é responsável por reativar as estruturas deixadas pelo rifteamento estateriano, de forma a inverter a cinemática, que vai de normal, para inversa no evento compressional.

As estruturas mais antigas, com *trend* principal EW ou ENE, ao serem submetidas ao evento compressional, são dejetadas e ou deformadas, de forma a causar desmembramento, deslocamento, ou encurvamento, em alguns casos, com a cinemática dextral, conforme ocorrem os veios dextrais na porção norte da subárea II, e por isso, houve sobreposição de cinemática transcorrente, responsável pelos deslocamentos dessas estruturas.

O encurtamento crustal em ambiente cratônico basculou as rochas do Grupo Bambuí, e apesar de apresentar o acamamento sub-horizontal, não exibem o mergulho original.

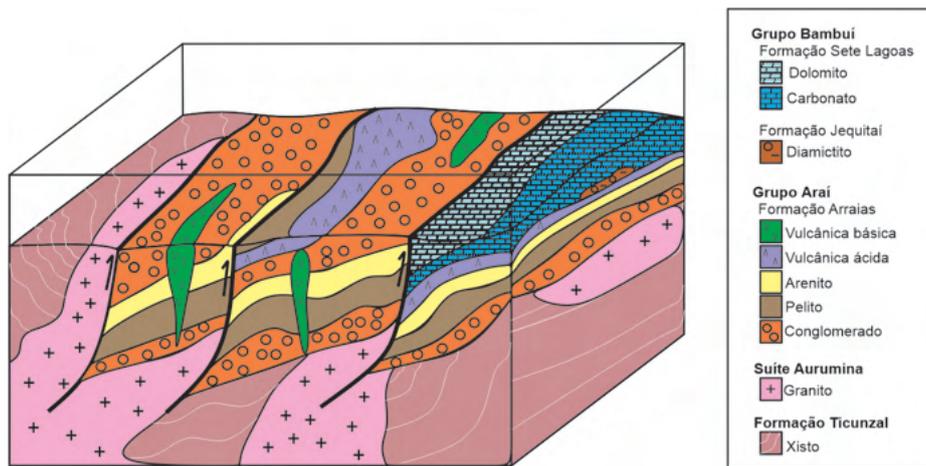


Figura 7.7: Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasiliana na região do Projeto Campos Belos (GO).

Capítulo 8

Conclusões e Recomendações

A principal contribuição do Projeto Campos Belos consiste no detalhamento da cartografia geológica regional. As mudanças são: (i) refinamento dos contatos; (ii) mapeamento de novas unidades; e (iii) descarte de unidades, previamente cartografadas, as quais não foram observadas durante os trabalhos de campo. Estas informações, associadas aos produtos obtidos durante a vigência deste projeto, são de extrema importância para a discussão da evolução geotectônica. Outras contribuições baseiam-se na aplicabilidade das geociências como ferramenta para determinação de potencialidades econômicas na região.

8.1 Mudanças Cartográficas

As principais mudanças cartográficas em relação à Folha Arraias (SD.23-V-A) e à Folha Campos Belos (SD.23-V-C) (Figura 8.1) consistem em redefinição de contatos, individualização de lentes, e proposição de novas unidades e mudanças conceituais. A Formação Ticunzal, unidade mais antiga, tem sua área aumentada, compondo cerca de 60% da subárea V, além de ocorrer nas subáreas III e IV. A área que corresponde ao membro Au2 da Suíte Aurumina é diminuída e os contatos são redefinidos, ocorrendo de forma restrita apenas na subárea V, enquanto que o membro Au1 tem sua área aumentada, ocorrendo em toda a região do projeto. Ocorre redução do número de fácies na parte indiferenciada do Grupo Araí, descartando as intrusões. A área da Formação Arraias é aumentada, com a individualização das subunidades: (i) quartzo metaarenito com intra-clastos; (ii) quartzo metaarenito; (iii) rochas metassedimentares indiferenciadas e (iv) lamito arenoso e a unidade do quartzito tem sua área reduzida, com ocorrência restrita na subárea IV, enquanto a unidade de metaconglomerado, de área também reduzida, fica restrita à porção NW da subárea I e porção centro-sul da subárea IV. O Grupo Bambuí tem sua área reduzida e unidades diferenciadas em siltitos e carbonatos da Formação Sete Lagoas, na porção leste das subáreas IV e V, além da ocorrência pontual da Formação Jequitai na subárea IV (não encontrada em escala mapeável).

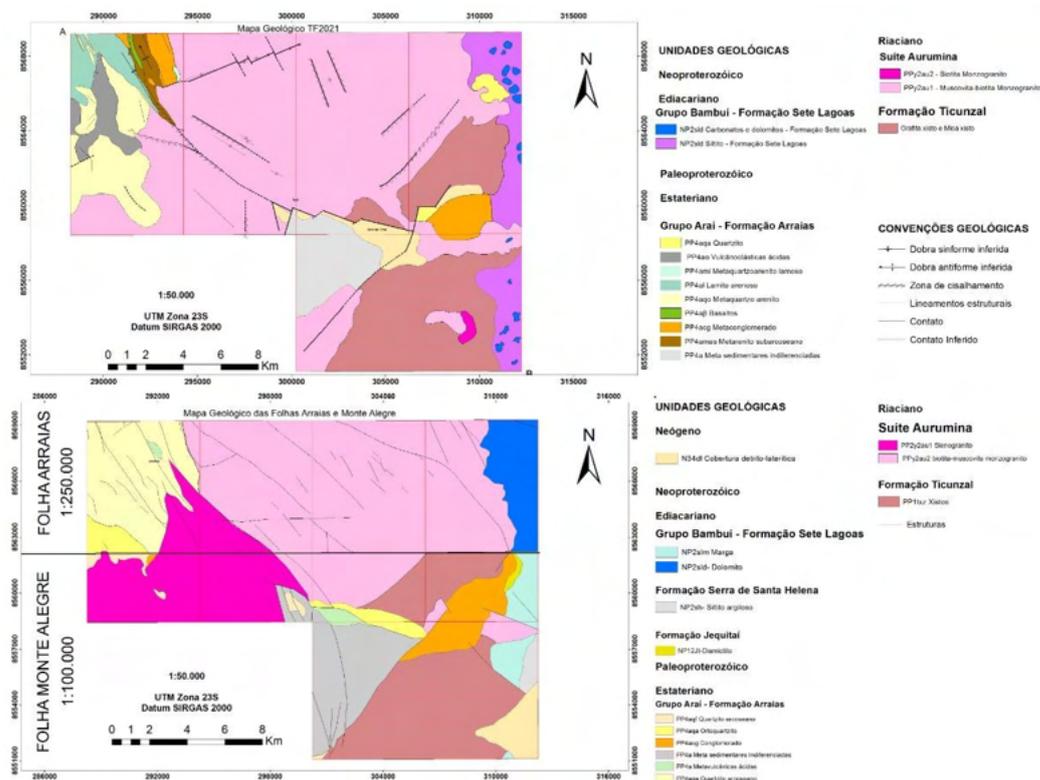


Figura 8.1: Principais mudanças cartográficas entre o mapa final do Projeto Campos Belos (GO), e os mapas das folhas Arraias e Monte Alegre.

8.2 Recomendações

Em função do período atípico de pandemia mundial, durante o qual o Projeto Campos Belos TF-21 se desenvolveu, não houve tempo hábil para a análise litogeoquímica das unidades cartografadas no presente relatório. Desta forma, as principais recomendações para os trabalhos futuros na região são:

1. Realizar levantamento estrutural detalhado, com enfoque no detalhe e determinação da idade exata da movimentação das estruturas, tanto das mais antigas, quanto das mais jovens;
2. Realizar datação geocronológica nas rochas sedimentares do Grupo Araí;
3. Realizar estudo aprofundado da evolução tectono-termal para detalhar o metamorfismo nas rochas que compõem o Grupo Araí, a fim de investigar se o baixo metamorfismo ocorreu em um só pulso e afetou de forma distinta as unidades, ou se foram vários pulsos aos quais as rochas, cada uma com suas respectivas características, responderam de forma diferente;
4. Caracterização geoquímica e datação do dique de diabásio encontrado no ponto 116 da sub-área III, para definir a idade da intrusão;
5. Realizar datação geocronológica a fim de refinar as idades propostas para as rochas do Grupo Bambuí.

Referências

- ALKMIM, F. F.; MARTINS-NETO, M. A. A bacia intracratônica do São Francisco: arcabouço estrutural e cenários evolutivos. **A Bacia do São Francisco geologia e recursos naturais. SBG, Belo Horizonte**, p. 9–30, 2001.
- ALMEIDA, F. et al. Brazilian structural provinces: An introduction. **Earth-Science Reviews**, v. 17, p. 1–29, 04 1981.
- ALMEIDA, F. D. O cráton do São Francisco. **Revista Brasileira de geociências**, v. 7, n. 4, p. 349–364, 1977.
- ALVARENGA, C. d. et al. Nota explicativa da folha sd. 23-vcv (cavalcante). escala 1: 100.000. **Goiás, UnB/CPRM, 76p**, 2006.
- ALVARENGA, C. J. et al. Meso-neoproterozoic isotope stratigraphy on carbonates platforms in the Brasília belt of Brazil. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 251, p. 164–180, 2014.
- ALVARENGA, C. J. S. d. et al. Geologia da folha Monte Alegre de Goiás sd. 23-vc-iii. CPRM, 2007.
- AMARAL, G. et al. Potassium-argon ages of alkaline rocks from southern Brazil. **Geochimica et cosmochimica acta**, Elsevier, v. 31, n. 2, p. 117–142, 1967.
- BARBOSA, O. et al. Geologia e inventário dos recursos minerais do Projeto Brasília. **Rio de Janeiro, PROSPEC/DNPM, Final Report**, 1969.
- BOGOSSIAN, J. Mineralizações primárias e supergênicas de urânio do nordeste de Goiás e sudeste do Tocantins: Contexto geológico, mineralogia e implicações metalogenéticas. 2012.
- BONHOMME, M. Mineralogie des fractions fines et datations Rb-Sr dans le groupe Bambuí. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 6, n. 4, 1976.
- BOTELHO, N. et al. Suíte aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminosos e sintectônicos na faixa Brasília. **Simp. Geol. Centro-Oeste**, v. 7, 01 1999.
- BRASIL, C.-S. G. do. Projeto aerogeofísico Tocantins. AeroGeoPhysica LatinoAmericana-AGP-LA, 2006.
- CAMPOS, J. E. G. et al. Geologia do grupo Paranoá na porção externa da faixa Brasília. **Brazilian Journal of Geology**, v. 43, n. 3, p. 461–476, 2013.
- CAXITO, F. de A. et al. Marinoan glaciation in east central Brazil. **Precambrian Research**, Elsevier, v. 200, p. 38–58, 2012.
- CORDANI, U. Comentários filosóficos sobre a evolução geológica pré-cambriana. **Publ. Especial. SBG. Núcleo da Bahia, Salvador**, n. 3, p. 33–65, 1978.

- CORDEIRO, P.; OLIVEIRA, C. The goiás massif: Implications for a pre-columbia 2.2 to 2.0 ga continent-wide amalgamation cycle in central brazil. **Precambrian Research**, v. 298, p. 403–420, 06 2017.
- COSTA, J. et al. Geologia da região de porto nacional, go. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 14, p. 3–11, 03 1984.
- CUADROS, F. et al. The peraluminous aurumina granite suite in central brazil: An example of mantle-continental crust interaction in a paleoproterozoic cordilleran hinterland setting? **Precambrian Research**, v. 299, 07 2017.
- CUADROS, F. A. et al. The ticunzal formation in central brazil: Record of rhyacian sedimentation and metamorphism in the western border of the são francisco craton. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 79, p. 307–325, 2017.
- DARDENNE, M. The brasília fold belt. In: CORDANI E.J. MILANI, A. T. F. . D. C. U. (Ed.). **Tectonic evolution of South America**. Rio de Janeiro, Brasil: SBG, 2000. (31 st International Geological Congress), p. 231–263.
- DARDENNE, M. A. Os grupos paranoá e bambuí na faixa dobrada brasília. **Simpósio sobre o Cráton São Francisco e suas faixas marginais**, v. 1, p. 140–157, 1981.
- FERREIRA, M. A. C. M. Evolução tectônica das bacias arai, traíras e paranoá na faixa brasília norte. 2017.
- FILHO, J. A. The pirineus syntaxis: an example of two brasiliano fold-thrust belts in central brazil and its implication for the tectonic evolution of western gondwana. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 30, p. 144–148, 03 2000.
- FUCK, R. et al. The northern brasília belt. In: _____. [S.l.: s.n.], 2017. p. 205–220. ISBN 978-3-319-01714-3.
- FUCK, R.; PIMENTEL, M.; SILVA, L. Compartimentação tectônica da porção oriental da província tocantins. In: SBG BALNEÁRIO CAMBORIÚ. **Congresso Brasileiro de Geologia**. [S.l.], 1994. v. 38, p. 215–216.
- MARINI, J. **Projeto São Félix-Serra da Mesa**. [S.l.]: Escala, 1978.
- MARTINS-NETO, M.; ALKMIM, F. Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do paleocontinente são francisco e suas margens: Registro da quebra de rodínia e colagem de gondwana. **Bacia do São Francisco: Geologia e Recursos Naturais, SBG/Núcleo MG**, p. 31–54, 2001.
- MORO, P. de S.; VIDOTTI, R. M.; DANTAS, E. L. Structural framework from gravity and magnetic data in the paleo/mesoproterozoic arai rift-sag basin, central brazil structural framework of the arai basin. **Geophysics**, GeoScienceWorld, v. 83, n. 4, p. B195–B207, 2018.
- NEVES, B.; FUCK, R.; PIMENTEL, M. The brasiliano collage in south america: A review. **Brazilian Journal of Geology**, v. 44, p. 493–518, 11 2014.
- PIMENTEL, M.; HEAMAN, L.; FUCK, R. Zircon and sphene u-pb geochronology of upper proterozoic volcanic-arc rock units from southwestern goiás, central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, Elsevier, v. 4, n. 4, p. 295–305, 1991.
- PIMENTEL, M. M. The tectonic evolution of the neoproterozoic brasília belt, central brazil: a geochronological and isotopic approach. **Brazilian Journal of Geology**, SciELO Brasil, v. 46, p. 67–82, 2016.

PIMENTEL, M. M.; BOTELHO, N. F. Sr and nd isotopic characteristics of 1.77-1.58 ga rift-related granites and volcanics of the goiás tin province, central brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, SciELO Brasil, v. 73, n. 2, p. 263–276, 2001.

PIMENTEL, M. M. et al. U-pb zircon geochronology of precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central brazil. **Precambrian Research**, v. 52, n. 3, p. 321–335, 1991. ISSN 0301-9268. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030192689190086P>>.

REIS, H. L.; ALKMIM, F. F. Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: The três marias salient, são francisco basin, brazil. **Marine and Petroleum Geology**, Elsevier, v. 66, p. 711–731, 2015.

REIS, H. L.; SUSS, J. F. Mixed carbonate–siliciclastic sedimentation in forebulge grabens: An example from the ediacaran bambuí group, são francisco basin, brazil. **Sedimentary Geology**, Elsevier, v. 339, p. 83–103, 2016.

SIGMINE/ANM. **Sistema de Informações Geográficas da Mineração**. 2022. Website. Disponível em <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>.

SILVA, C. C. Petrografia, geoquímica e geocronologia das rochas vulcânicas efusivas e piroclásticas da formação arraias, grupo araiá, nordeste de goiás. 2020.

SILVA, C. C. et al. Contribution to petrogenesis of the paleoproterozoic basaltic magmatism from the araiá continental rift, central brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 110, p. 103345, 2021. ISSN 0895-9811. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981121001929>>.

SORDI, D. A. d. Aerogeofísica aplicada à compreensão do sistema de empurrões da sequência santa terezinha de goiás, brasil central. 2007.

TANIZAKI, M.; CAMPOS, J.; DARDENNE, M. Estratigrafia do grupo araiá: registro de rifteamento paleoproterozoico no brasil central. **Brazilian Journal of Geology**, v. 45, p. 95–108, 03 2015.

UHLEIN, A. et al. Tectônica da faixa de dobramentos Brasília–setores setentrional e meridional. **Geonomos**, 2012.

Parte I

Apêndices

Apêndice A

Descrições Petrográficas

Apresenta as descrições petrográficas da subárea III, juntamente da tabela com as informações a respeito das lâminas confeccionadas pelo Projeto Campos Belos (GO).

Apêndice B

Tabela de pontos da subárea III

Apêndice C

Cartografia

Apresenta os produtos cartográficos da subárea III e do Projeto Campos Belos (GO), em documento separado.

C.1 Mapa Base

C.2 Mapa Fotointerpretado subárea III

C.3 Mapa Geológico Preliminar

C.4 Produtos Geofísica

C.5 Mapa de Pontos

C.6 Mapa Geológico subárea III

C.7 Mapa Geológico Integrado

C.8 Mapa de Domínios Estruturais

C.9 Mapa de Domínios Estruturais subárea III

C.10 Mapa Estrutural



Universidade de Brasília
Instituto de Geociências

**Apêndice A - Descrições petrográficas
Projeto Campos Belos-Arraias - Subárea III**

Gabriel Fernandes Silva Araujo
Guilherme Griesi Piovesan

Brasília, Março de 2022

SUMÁRIO

1	Petrografia do Projeto Campos Belos-Arraias	2
	Lâminas petrográficas	2
	TF21 - III - 17	3
	TF21 - III - 31	6
	TF21 - III - 41A	8
	TF21 - III - 41B	11
	TF21 - III - 43	14
	TF21 - III - 85	17
	TF21 - III - 116	20
	TF21 - III - 124	22
	TF21 - III - 148	24
	TF21 - III - 152	27

1 Petrografia do Projeto Campos Belos-Arraias

Foram selecionadas as 10 amostras mais representativas de cada subárea, sendo confeccionadas ao total 60 lâminas petrográficas para o Projeto Campos Belos-Arraias. As amostras descritas pela subárea III são apresentadas abaixo (Tabela 1).

Amostra	Rocha	Unidade	X	Y
TF21 - III - 17	Meta-Pelito arenoso	Fm. Arraias (Gr. Araí)	301370	8558480
TF21 - III - 31	Ortoconglomerado	Fm. Arraias (Gr. Araí)	305760	8560142
TF21 - III - 41A	Muscovita monzogranito alterado	Suíte Aurumina (Au1)	301406	8566198
TF21 - III - 41B	Muscovita monzogranito	Suíte Aurumina (Au1)	301406	8566198
TF21 - III - 43	Granito milonitizado	Suíte Aurumina (Au1)	300657	8565736
TF21 - III - 85	Meta-Arenito lamoso	Fm. Arraias (Gr. Araí)	300721	8558862
TF21 - III - 116	Meta-diabásio	Associado à Suíte Aurumina (Au1)	304849	8563410
TF21 - III - 124	Muscovita xisto	Fm. Ticunzal	304431	8559638
TF21 - III - 148	Biotita monzogranito	Suíte Aurumina (Au1)	304130	8565397
TF21 - III - 152	Meta-Pelito arenoso	Fm. Arraias (Gr. Araí)	301023	8558324

Tabela 1: Lâminas Petrográficas descritas pela subárea III

Amostra

TF21 - III - 17

Localização - coordenadas UTM

Campos Belos/GO - SIRGAS 2000 23S E 301370 N
8558480

Unidade Litológica

Formação Arraias - Grupo Araí

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza arroxeadada e esverdeada, com grãos tamanho areia fina. Possível observar quartzo e micas. A parte cinza e a parte arroxeadada aparentam possuir a mesma composição.

Classificação: Meta-Arenito lamoso.

Descrição Microscópica

A composição dos clastos é a mesma da parte arroxeadada e da parte esverdeada. A diferença é que a parte arroxeadada é marcada pela presença maior de óxidos/agregados de argilominerais bem finos. É possível observar regiões com cimentação calcítica, com presença de nódulos de carbonato. Apresenta biotitas cloritizadas grandes, verdes, bem formadas e muscovitas detríticas dispersas, apresentando clastos orientados. Apresenta clastos de quartzo majoritariamente, com alguns fragmentos líticos. Apresenta 2 tipos de clorita, uma pequena e não deformada, formada por processo metamórfico e uma grande e deformada, sendo uma biotita detrítica cloritizada.

Composição Mineral

Matriz	40%
Cimento	10%
Arcabouço	
Quartzo	35%
Líticos	10%
Feldspato	5%

Fotomacrografia



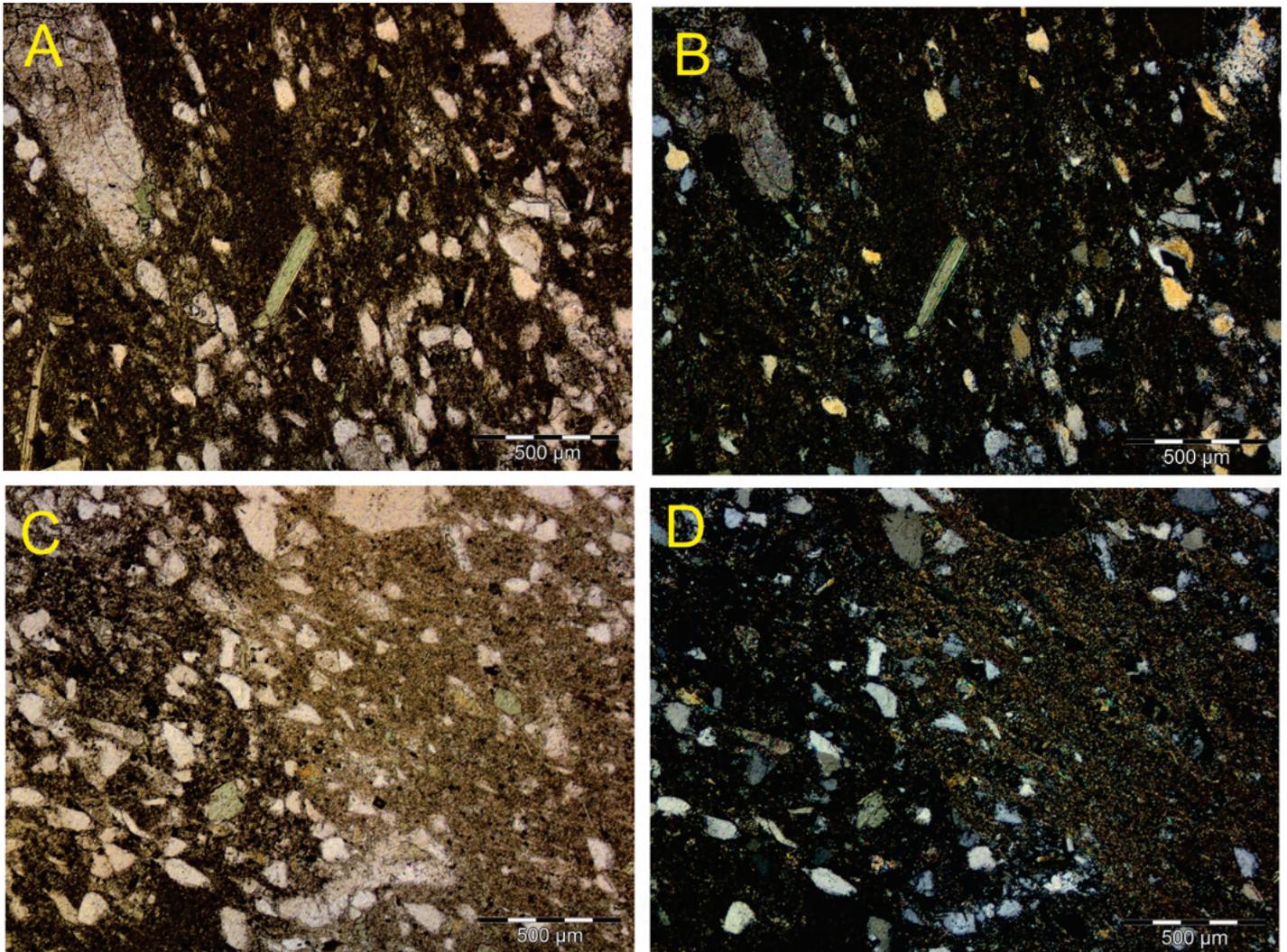
Seção para micrografia



Classificação

Meta-Arenito lamoso, com presença de cimento calcítico.
Sub-lito arenito (Folk)

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X

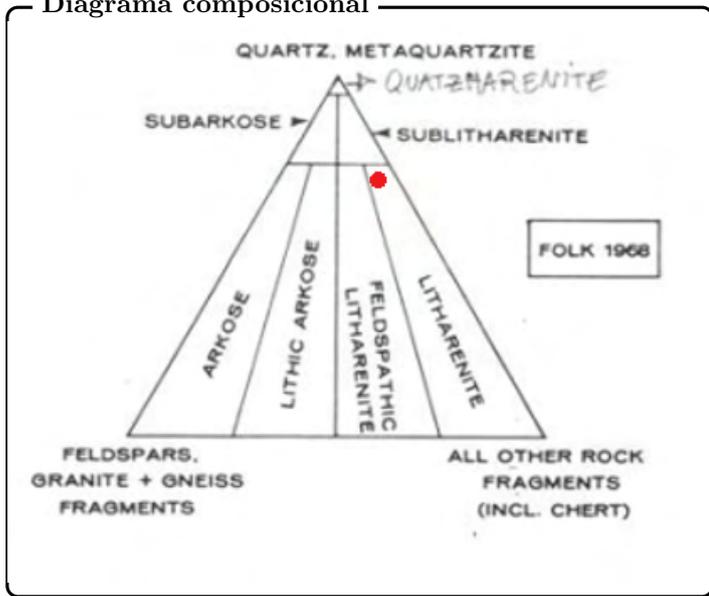


A e B: Aspecto geral da lâmina, com clastos de biotita cloritizada e quartzo imersos numa matriz de coloração escura (opacos). C e D: Contraste entre mancha de coloração esverdeada e a porção arroxeadada, com diferença na quantidade de opacos.

Interpretação e Discussão

A variação entre a porção arroxeadada e a esverdeada foi interpretada como ação de algum fluido redutor, podendo também estar associado ao desenvolvimento de microorganismos. Estes microorganismos se proliferam em uma região mais rica em nutrientes, e então essa ação biológica levaria a um consumo maior de oxigênio e a uma redução do material. Já a parte roxa não teria ocorrido esse efeito de fluido redutor e por isso é encontrado uma maior presença de óxidos. O arredondamento dos grãos e a seleção, indica um transporte curto e de seleção pouco eficiente, devido a presença de matriz e a angulosidade dos clastos. A presença de cimento é atribuída a um preenchimento secundário.

Diagrama composicional



Amostra

TF21 - III - 31

Localização - coordenadas UTM

Campos Belos/GO - SIRGAS 2000 23S E 305760 N 8560142

Unidade Litológica

Formação Arraias - Grupo Araí

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza esverdeado, composta por clastos de granitos e quartzitos de tamanho areia grossa a cascalho subangulosos, moderadamente selecionados e clasto suportado. A pseudomatriz que dá a cor a rocha é muito fina e não é possível observar grãos.

Classificação: Ortoconglomerado

Descrição Microscópica

Apresenta clastos de granito (KF, plagioclásio, quartzo e muscovita), clastos de quartzo monocristalino e policristalino.

Os fragmentos líticos, os carbonatos e os diferentes tipos de clastos encontram-se imersos numa pseudomatriz argilosa bem fina, sericita (cor de interferência azul/laranja segunda ordem), localmente apresentando cimentação carbonática. Clastos se encontram angulosos, com quartzos de extinção ondulante, feldspatos bastante alterados. Algumas seções apresentam matriz mais recristalizada, formando até lamelas de mica distinguíveis.

Composição Mineral

Matriz	20%
Cimento	10%
Quartzo	35%
Feldspatos	30%
Líticos	5%

Classificação

Ortoconglomerado, com presença de cimento calcítico.

Fotomacrografia



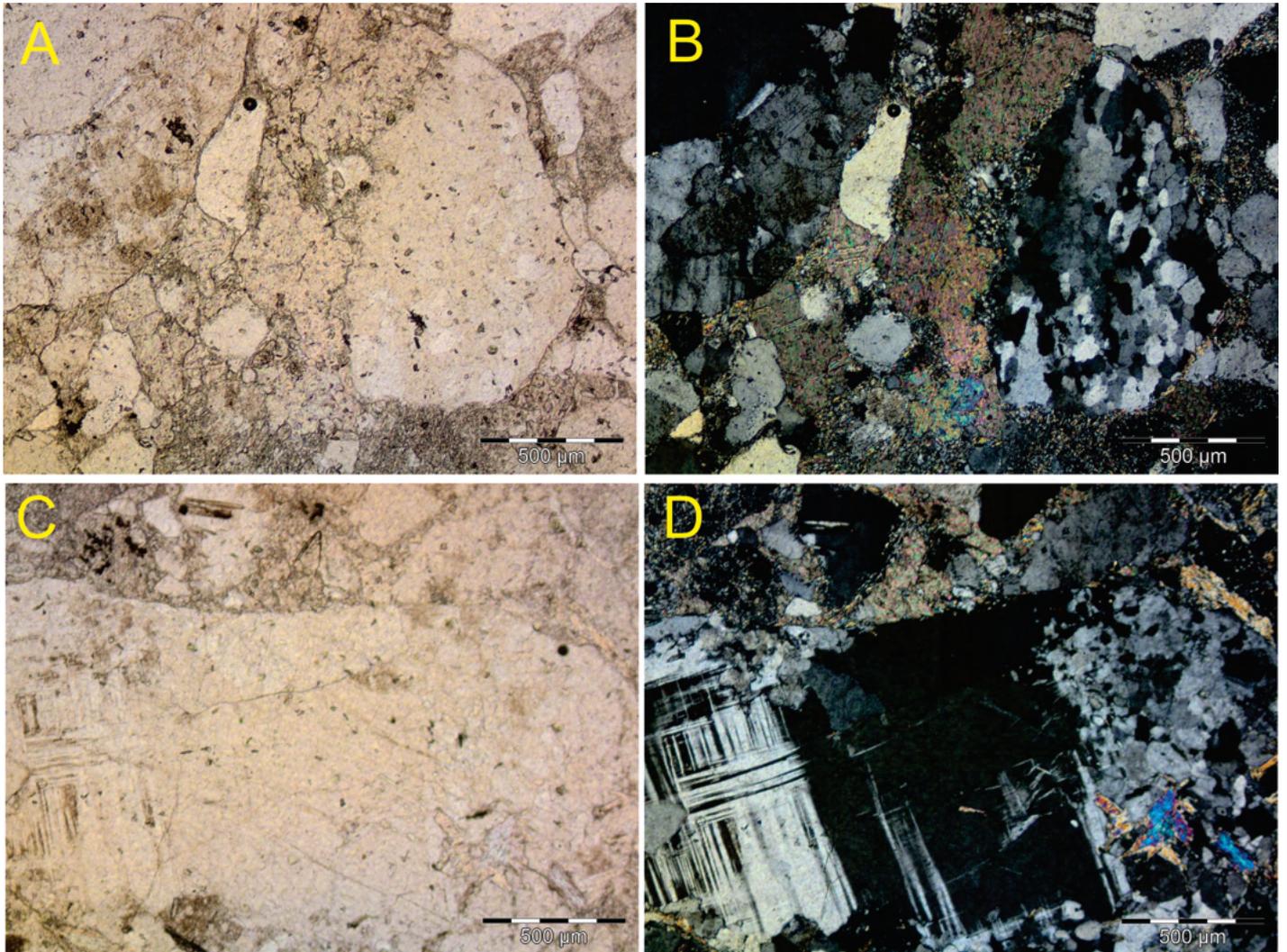
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A composição dos clastos indica um retrabalhamento do material do embasamento, constituído por rochas da suíte aurumina e formação ticunzal. O carbonato é atribuído a um preenchimento secundário da porosidade presente na rocha, podendo ter sido transportados por fluidos. Extinção ondulante nos quartzos indica um processo de deformação.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X



A e B: Aspecto geral da lâmina, com clastos de quartzo policristalino, uma matriz sericitizada e com cimento carbonático.
C e D: Clasto de granito, composto por quartzo e KF.

Amostra

TF21 - III - 41A

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 301406 N 8566198

Unidade Litológica

Suíte Aurumina (Au1)

Descrição Macroscópica

Granito de coloração cinza escura, composto por quartzo, feldspato, e uma matriz de cor cinza escuro que dá a coloração principal da rocha. Além disso, há ocorrência de minerais de cor escura que ocorrem em pontos, sendo possivelmente óxidos.

Descrição Microscópica

A amostra apresenta textura ígnea pouco preservada, com cristais dos principais minerais constituintes imersos numa matriz sericitizada que dá a coloração escura da amostra de mão, em nicóis descruzados a matriz apresenta uma coloração amarelada que indica a presença de Fengita, além disso ocorrem poucos cristais de Muscovita. Apresenta extinção ondulante principalmente em cristais de quartzo, ocorrendo também em feldspatos. Feldspatos ocorrem bastante alterados pelo processo de sericitização, com Plagioclásios com geminação polissintética, e alguns K-F com geminação *tartan* (Microclínio). Há ocorrência de minerais acessórios, como zircões e monazita indicados pela presença de halos pleocróicos na matriz de sericita. Ocorrem aglomerados de opacos, presentes em toda a lâmina, sendo compostos por óxidos e argilominerais em *clusters*.

Composição Mineral

Matriz (Sericita)	45%
Quartzo	22%
Microclínio	15%
Plagioclásio	10%
Muscovita	5%
Opacos	3%
Zircão	menos de 1%
Monazita	menos de 1%

Classificação

Muscovita monzogranito fortemente alterado.

Fotomacrografia



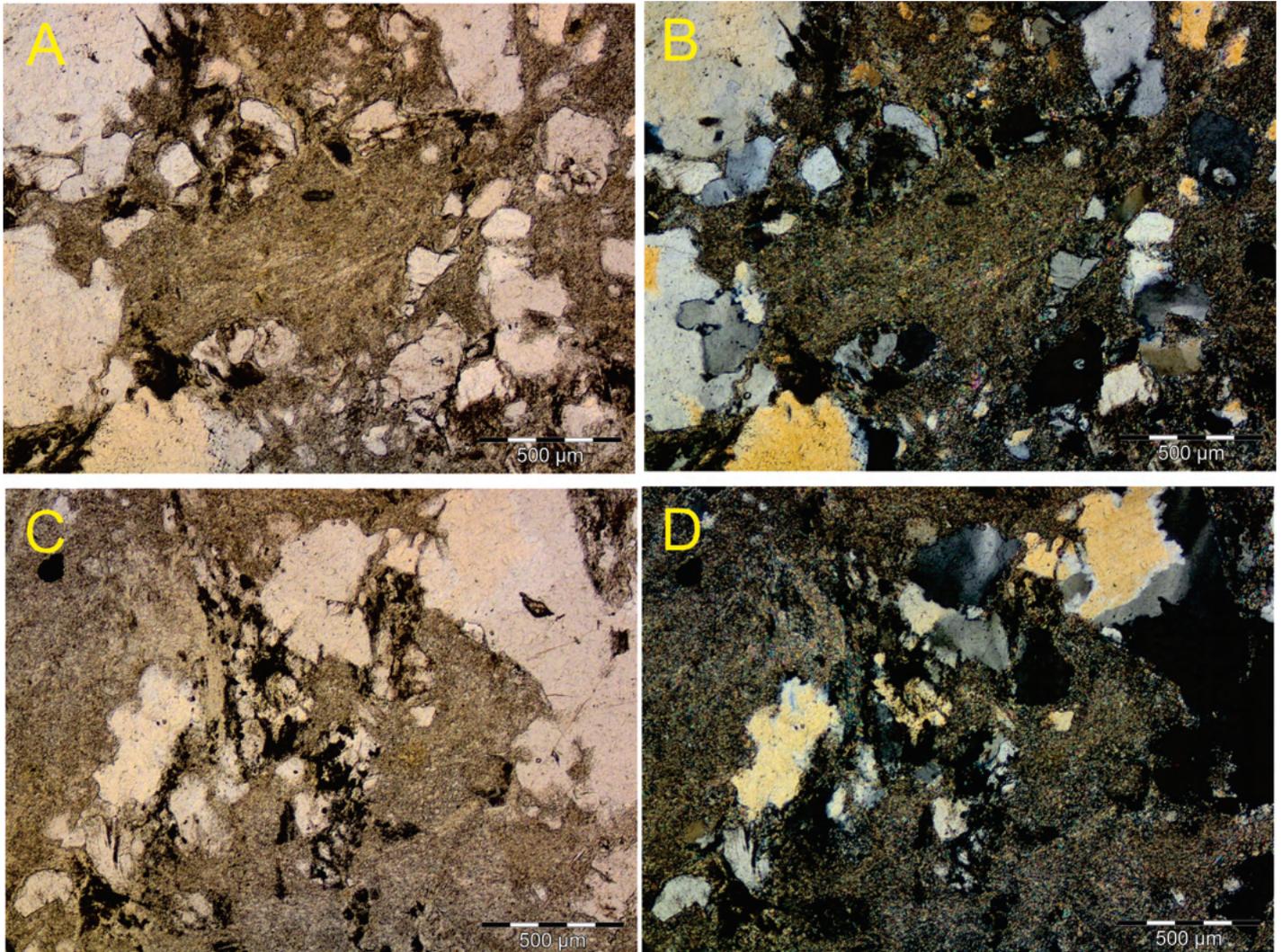
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A amostra apresenta um aspecto escuro na macro, inicialmente confundido com biotita em campo, porém, em microscópio não há ocorrência de biotita. A extinção ondulante que ocorre em quartzos, e em menor quantidade em feldspatos, representa um processo de deformação da rocha. As principais diferenças entre essa amostra e sua correspondente 41B, são texturais e no teor de óxidos, sendo a 41A a correspondente de textura mais fina e com maior alteração, com mais sericita e com mais *clusters* de óxidos e argilominerais.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X

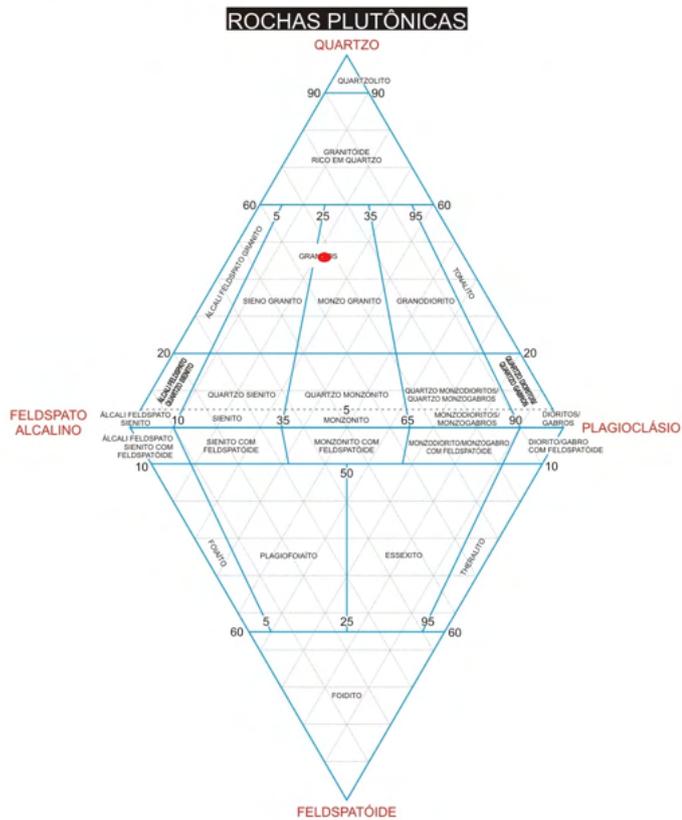


A e B: Aspecto geral da lâmina, com matriz de coloração amarelada (Fengita). C e D: *Clusters* de opacos, com grãos de quartzo e feldspato.

Diagrama composicional

Classificação de rochas ígneas

Diagrama QAPF para rochas com índice de coloração $M' < 90$



Amostra

TF21 - III - 41B

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 301406 N 8566198

Unidade Litológica

Suíte Aurumina (Au1)

Descrição Macroscópica

Granito de coloração branca, composto por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio e muscovita. Apresenta foliação marcada pela muscovita, e pela deformação do quartzo e feldspatos.

Descrição Microscópica

A amostra apresenta textura ígnea granular, principalmente quando em comparação a sua contraparte (41A), apresentando minerais que chegam até 1 cm. Apresenta uma matriz composta por sericita, oriunda da alteração dos feldspatos, porém em menor quantidade quando comparada a sua contraparte. Do mesmo modo, ocorrem *clusters* de óxidos e argilominerais, porém em quantidade inferior à amostra 41A. Quartzo se encontra localmente fraturado, com estruturas que indicam um processo de milonitização (protomilonito). Os feldspatos potássicos apresentam geminação em tartan (Microclínio), e ocorre extinção ondulante nos cristais de quartzo, ocorrendo raramente também em feldspatos.

Composição Mineral

Quartzo	30%
Microclínio	25%
Plagioclásio	19%
Matriz (Sericita)	15%
Muscovita	10%
Opacos	1%
Apatita	menos de 1%

Classificação

Muscovita monzogranito (protomilonito).

Fotomacrografia



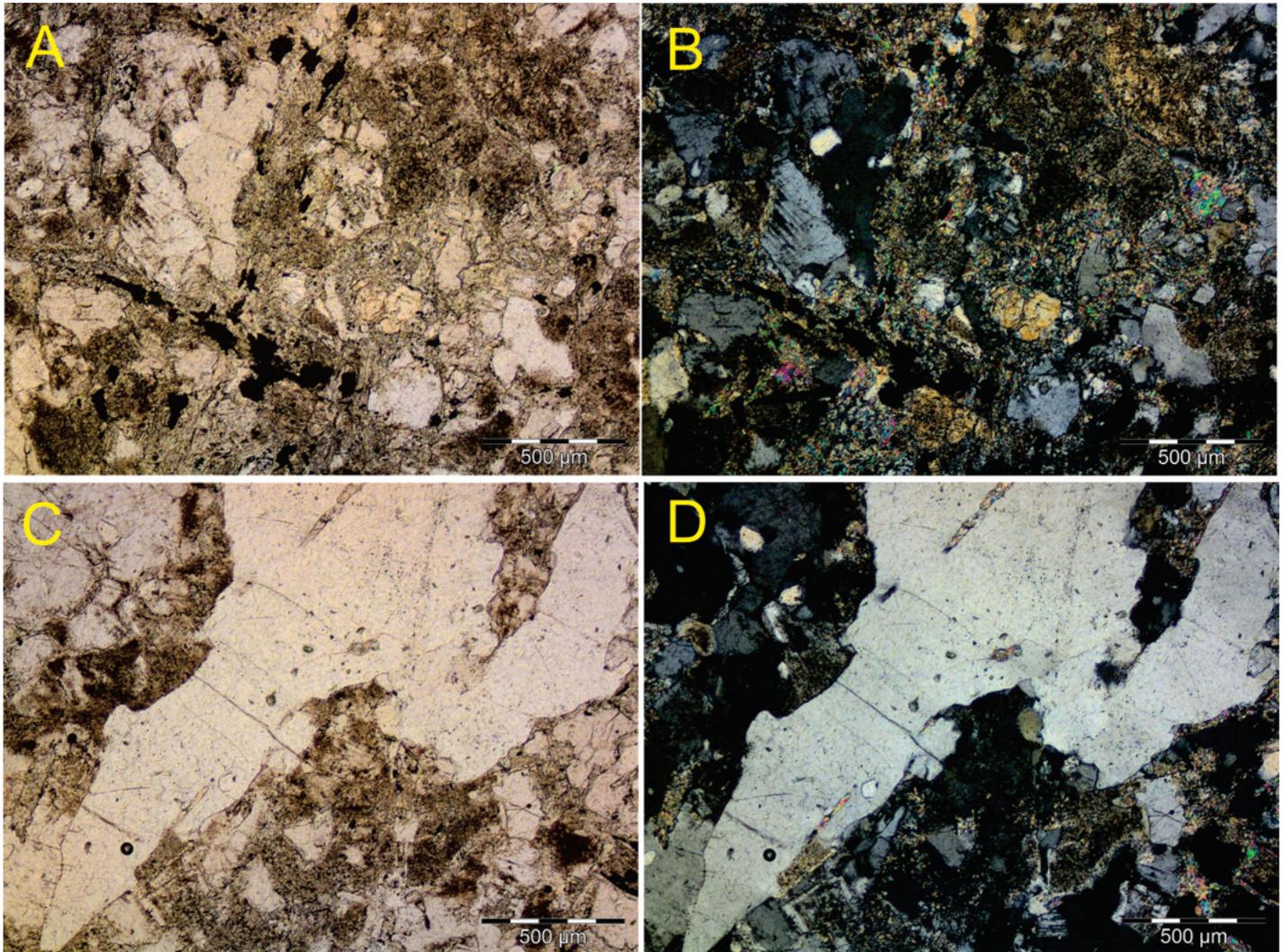
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A extinção ondulante que ocorre em quartzos, e em menor quantidade em feldspatos, representa um processo de deformação da rocha. As principais diferenças entre essa amostra e sua correspondente 41A, são texturais e no teor de óxidos, sendo a 41B a correspondente de textura ígnea mais preservada, porém se encontra parcialmente milonitizado (protomilonito), apresentando minerais maiores e com menor alteração, com menos sericita e com menos *clusters* de óxidos e argilominerais.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X

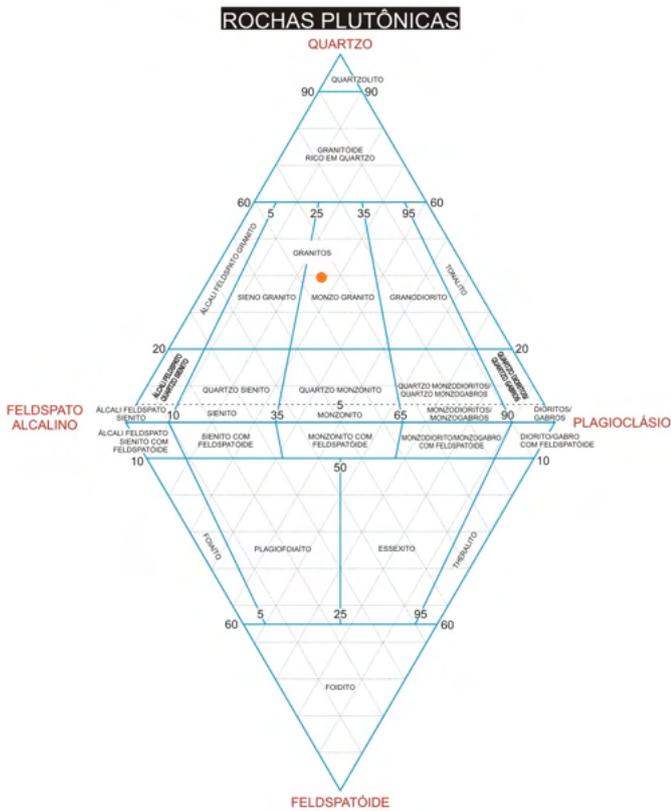


A e B: Aspecto geral da lâmina, com menos Sericita e mais feldspatos que a sua contraparte. C e D: Quartzos de granulação superior a dos outros minerais, indicando um processo inicial de milonitização.

Diagrama composicional

Classificação de rochas ígneas

Diagrama QAPF para rochas com índice de coloração $M' < 90$



Amostra

TF21 - III - 43

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 300657 N 8565736

Unidade Litológica

Suíte Aurumina (Au1)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor esverdeada, leucocrática, fanerítica, holocristalina de grãos finos a médios. Possível observar quartzo (mais abundantes) estirados e orientados, KF e muscovita (brilho micáceo, lamelas de cor branca). Apresenta foliação milonítica definida por quartzos estirados orientados.

Descrição Microscópica

Textura inequigranular com muscovita, KF, plagioclásio, opacos e porfiroblastos de quartzo imersos em uma matriz de argilominerais finos, sericita. Quartzos anédricos, estirados, extinção ondulante, cor de interferência de primeira ordem, relevo baixo. KF se encontram alterados, apresentam relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem, sem geminação. plagioclásios se encontram alterados, apresentam relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem, com rara geminação polissintética. Muscovita apresenta hábito lamelar, cor de interferência laranja/azul de segunda ordem, extinção mosqueada/picotada. Porfiroblastos de quartzo orientados englobando as muscovitas também orientadas na mesma direção, apresentando textura poiquiloblástica.

Composição Mineral

Quartzo	65%
Muscovita	15%
KF	15%
Plagioclásio	3%
Opacos	2%

Classificação

Milonito ou Granito milonitizado. Granitóide rico em quartzo (QAPF).

Fotomacrografia



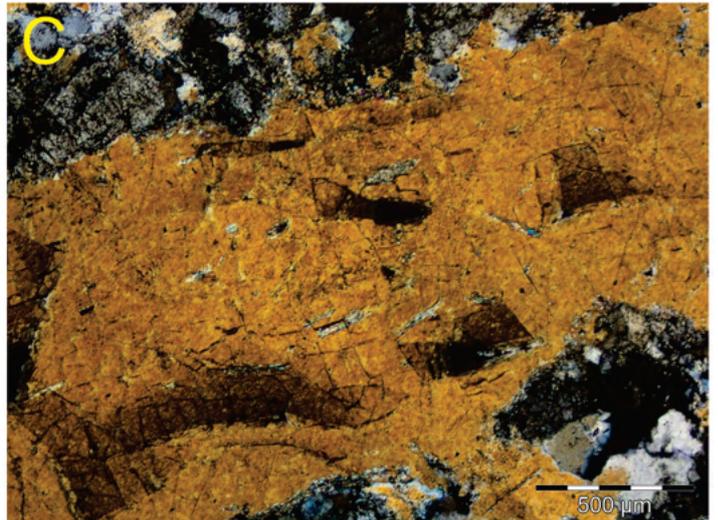
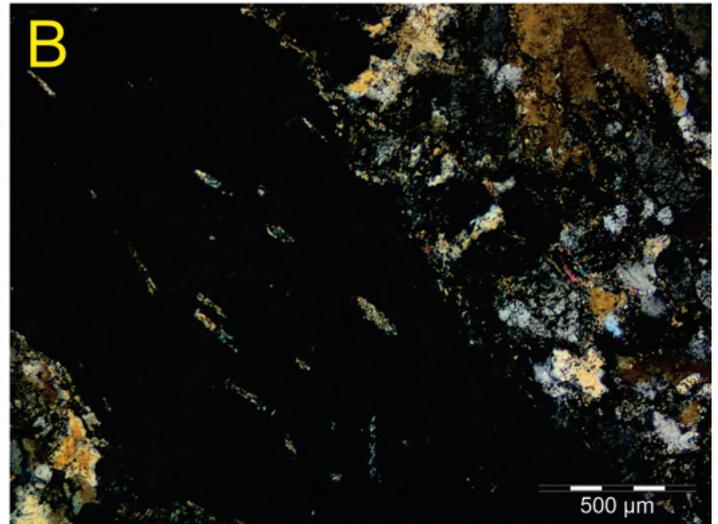
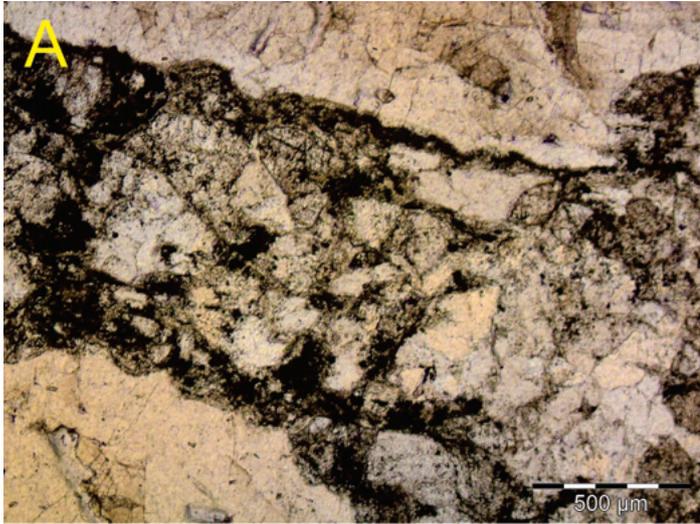
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

Pela ausência de maclas é muito difícil distinguir KF de plagioclásios, mas por se tratar de um granito milonitizado, os plagioclásios são alterados e consumidos antes dos KF, assim justificando o maior teor de KF. Porfiroblastos de quartzo orientados englobando as muscovitas também orientadas na mesma direção dos quartzos, indicando o processo de milonitização. Massas de quartzo coalesceram e englobaram as muscovitas durante a deformação. Recristalização sin-deformacional.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X

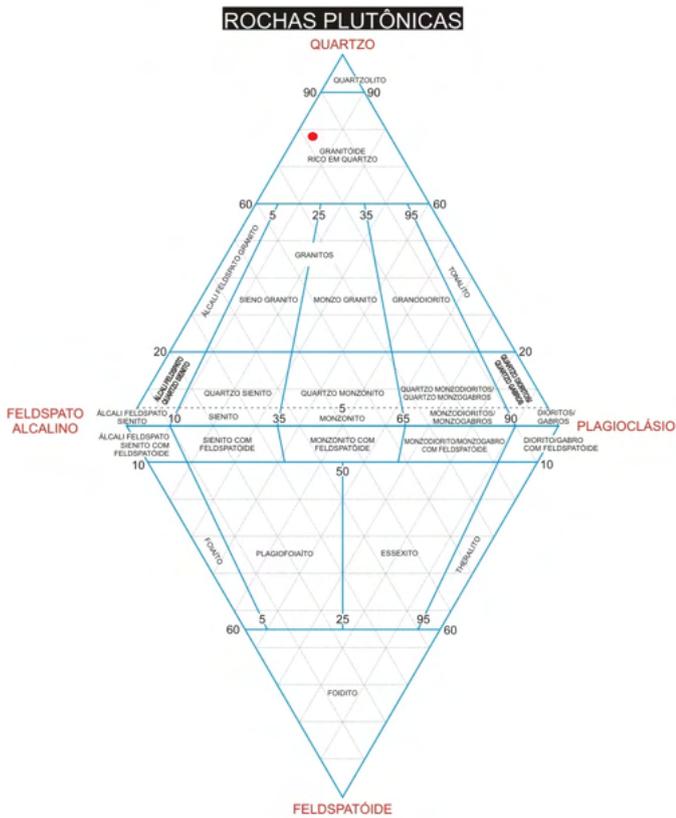


A: Aspecto geral da lâmina, com feldspatos e micas em granulação fina. B e C: Quartzo englobando muscovitas, com granulação muito superior ao restante dos minerais.

Diagrama composicional

Classificação de rochas ígneas

Diagrama QAPF para rochas com índice de coloração $M' < 90$



Amostra

TF21 - III - 85

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 300721 N 8558862

Unidade Litológica

Formação Arraias - Grupo Araí

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza arroxeado composta por grãos finos imersos numa matriz muito fina. Rocha densa, muito compactada. É possível observar grãos de quartzo e pequenos nódulos. Reage fortemente ao HCl, indicando a presença de calcita.

Descrição Microscópica

Clastos de quartzo, plagioclásio, biotita cloritizada, nódulos de carbonato, e óxidos imersos numa matriz fina recristalizada, de cor de interferência alta. Matriz composta por material silicoso, quartzo e sericita. Quartzos angulosos, estirados, apresentando extinção ondulante, cor de interferência de primeira ordem e relevo baixo. Alguns quartzos são policristalinos. Nódulos de carbonato apresentam evidência de processo de compactação, indicando reprecipitação. Presença de cimento carbonático. Contato entre os grãos são lineares, a compactação é alta. Possível observar feições como domínios mais argilosos, indicando compactação.

Composição Mineral

Matriz	30%
Cimento	10%
Arcabouço	
Quartzo	45%
Líticos	10%
Feldspato	5%

Fotomacrografia



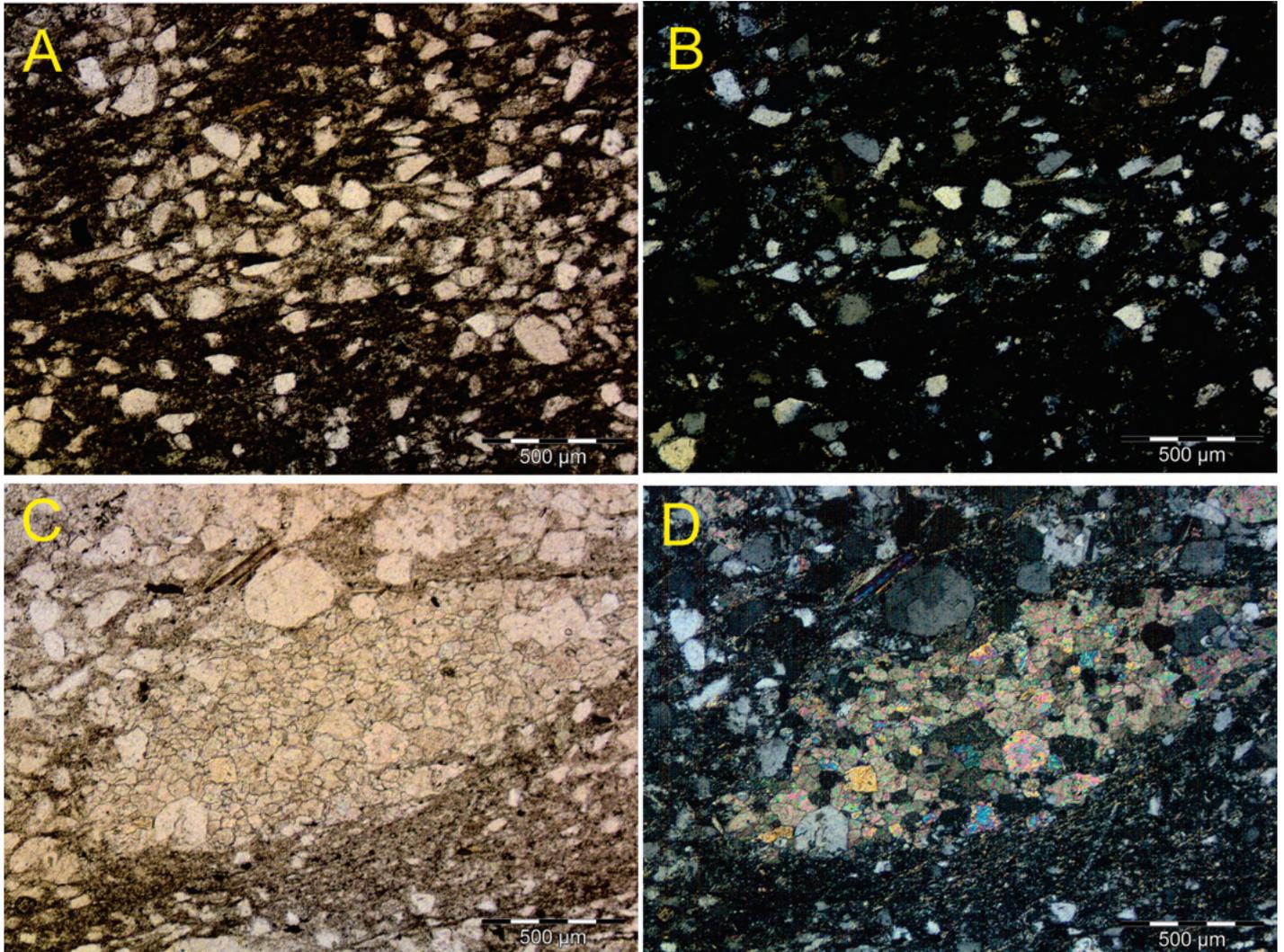
Seção para micrografia



Classificação

Meta-Arenito lamoso, com presença de cimento calcítico.
Sub-lito arenito (Folk)

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X



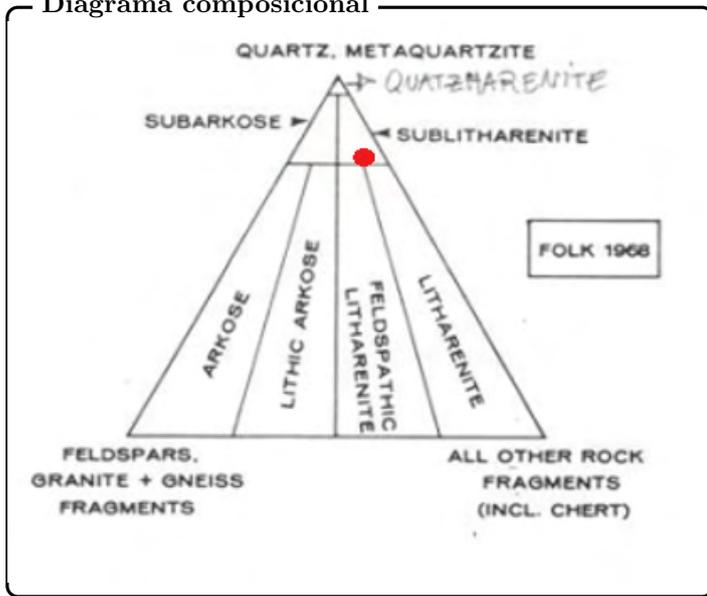
A e B: Aspecto geral da lâmina, com variação textural da lâmina, com frações argilosas e outras mais arenosas. C e D: Nódulo de calcita, com crescimento concêntrico e presença de clastos.

Interpretação e Discussão

Minerais encontram-se orientados e estirados por conta de uma atuação de uma deformação, deformação incipiente de baixa temperatura, muito rasa e rápida que preservou grãos quebrados, possivelmente devido a cimentação da rocha, que garante maior resistência a deformação.

Varição textural (areia e argila) indica mudanças sutis na energia do ambiente deposicional. A relação textural e a seleção dos clastos, indica um transporte e deposição rápidos, com seleção pouco eficiente.

Diagrama composicional



Amostra

TF21 - III - 116

Localização - coordenadas UTM

Campos Belos/GO - SIRGAS 2000 23S E 304849 N 8563410

Unidade Litológica

Associado ao Grupo Araí ou Suíte Aurumina (Au1)

Descrição Macroscópica

Amostra afanítica e melanocrática, com minerais de difícil identificação mesmo com auxílio da lupa. Apresenta um brilho com aspecto esverdeado, o que indica a possível presença de clorita. Apresenta foliação pouco expressiva, que pode ser definida pela orientação de filossilicatos.

Descrição Microscópica

Apresenta granulação fina com cristais de até 0.2mm, com textura ígnea pouco preservada devido ao processo de metamorfismo. Sua foliação é definida pela clorita, conferindo-lhe textura lepidoblástica. Ocorrem amígdalas, preenchidas por epidoto e quartzo, ocorrendo também clinzoisita e zoisita em menores quantidades. Ocorrem relictos de plagioclásio, muitas vezes em aglomerados, preservados do protólito. Pontualmente há ocorrência de biotita, definindo a foliação nessas regiões no local da clorita.

Composição Mineral

Clorita	52%
Plagioclásio	25%
Epidoto	15%
Biotita	5%
Clinzoisita + Zoisita	3%

Classificação

Meta-diabásio.

Fotomacrografia



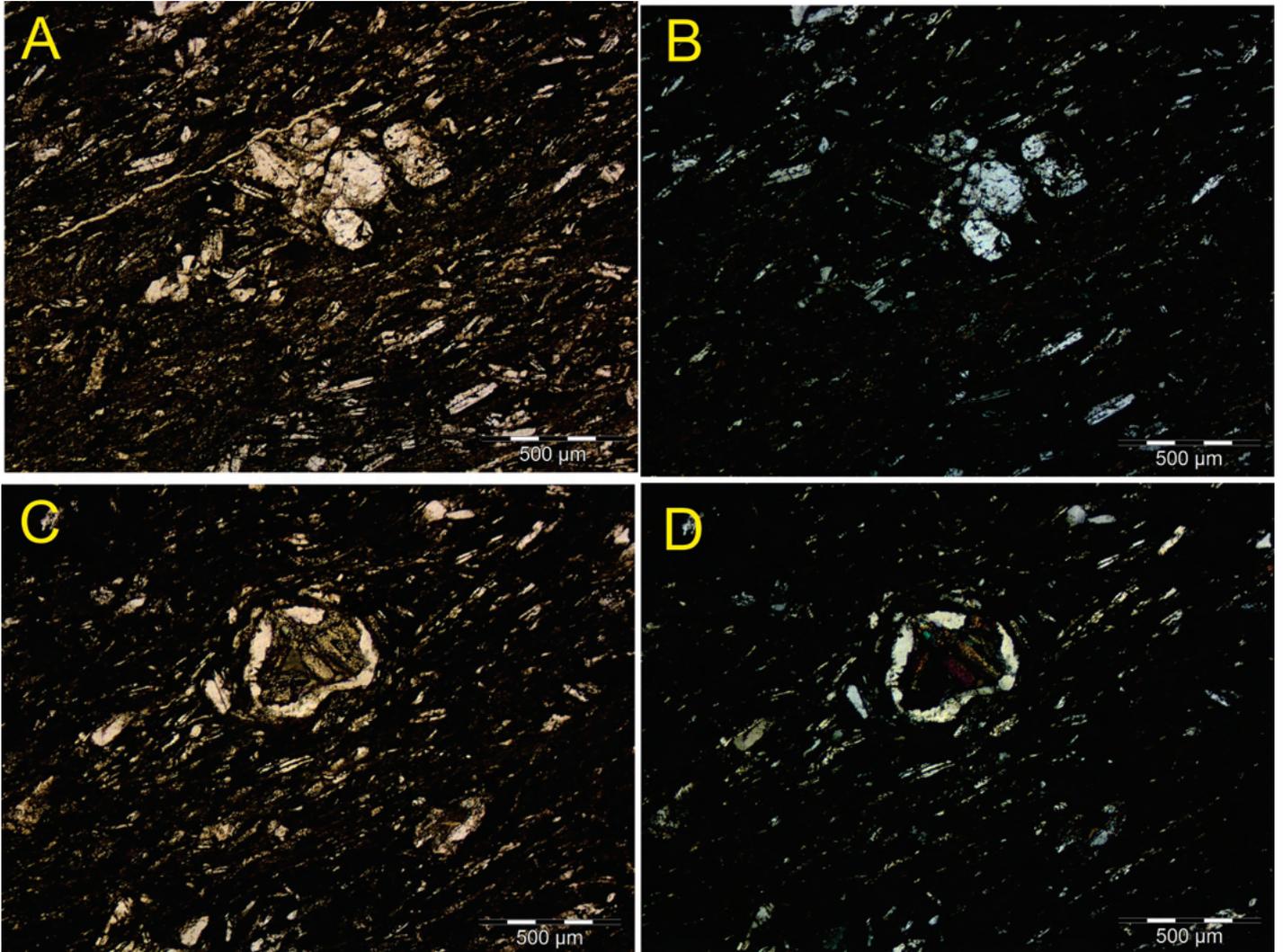
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A amostra é composta predominantemente por minerais metamórficos (Clorita e Epidoto), conferindo-a uma paragênese de fácies xisto verde. A ocorrência de quartzo e epidoto nas amígdalas é resultado do processo metamórfico passado pelo protólito, com consumo de piroxênio, plagioclásio e outros minerais para formar clorita, epidoto e quartzo. Biotita ocorre de forma muito pontual, o que pode indicar um processo metassomático envolvendo fluidos de composição potássico-silicosa, que permite a formação desse mineral. A amostra ocorre na forma de dique, cuja encaixante são granitos da Suíte Aurumina, cujo protólito trata-se de um diabásio. Sua relação com a encaixante e suas características levam a acreditar que seria uma intrusão de idade inferior a do embasamento e mais nova que a do Grupo Araí, o que pode levar a um novo modelo de intrusão, a ser verificado por futuros estudos e datações. Porém, a mesma deve ser assumida com uma intrusão correlata ao rifte Araí, até que seja confirmada por datação.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X



A e B: Relicto de plagioclásio, com textura ígnea relativamente preservada e rodeado por uma matriz de clorita. C e D: Vesícula preenchida por epidoto e com quartzo na borda.

Amostra

TF21 - III - 124

Localização - coordenadas UTM

Campos Belos/GO - SIRGAS 2000 23S E 304431 N 8559638

Unidade Litológica

Formação Ticunzal

Descrição Macroscópica

Rocha muito alterada, de cor marrom alaranjada. Apresenta foliação penetrativa do tipo xistosidade e textura lepidoblástica marcada por muscovitas orientadas. Possível observar quartzo, muscovita e KF.

Descrição Microscópica

Quartzos anédricos, estirados, com extinção ondulante, cor de interferência de primeira ordem e relevo baixo. KF se encontram alterados, apresentando relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem e sem maclas. Plagioclásios se encontram alterados, com relevo baixo, cor de interferência de primeira ordem e sem maclas. Muscovita apresentam hábito lamelar, cor de interferência laranja/azul de segunda ordem e extinção mosqueada/picotada. Rocha com foliação de xistosidade. Apresenta microbandamentos milimétricos, félsicos e máficos. Os microbandamentos félsicos são compostos por quartzo, KF, muscovita e plagioclásio. Já os máficos, de cor marrom alaranjada escuro e preto são compostos por óxidos, hidróxidos e agregados de argilominerais. Rocha muito alterada. Massas de sericita encontram-se espalhadas na lâmina e também em volta de grãos de quartzo. Muscovitas estão orientadas definindo uma textura lepidoblástica. Quartzo estirados e orientados definindo um processo de milonitização (protomilonito).

Composição Mineral

Quartzo	58%
Muscovita	30%
KF	10%
Plagioclásio	52%

Classificação

Muscovita xisto.

Fotomacrografia



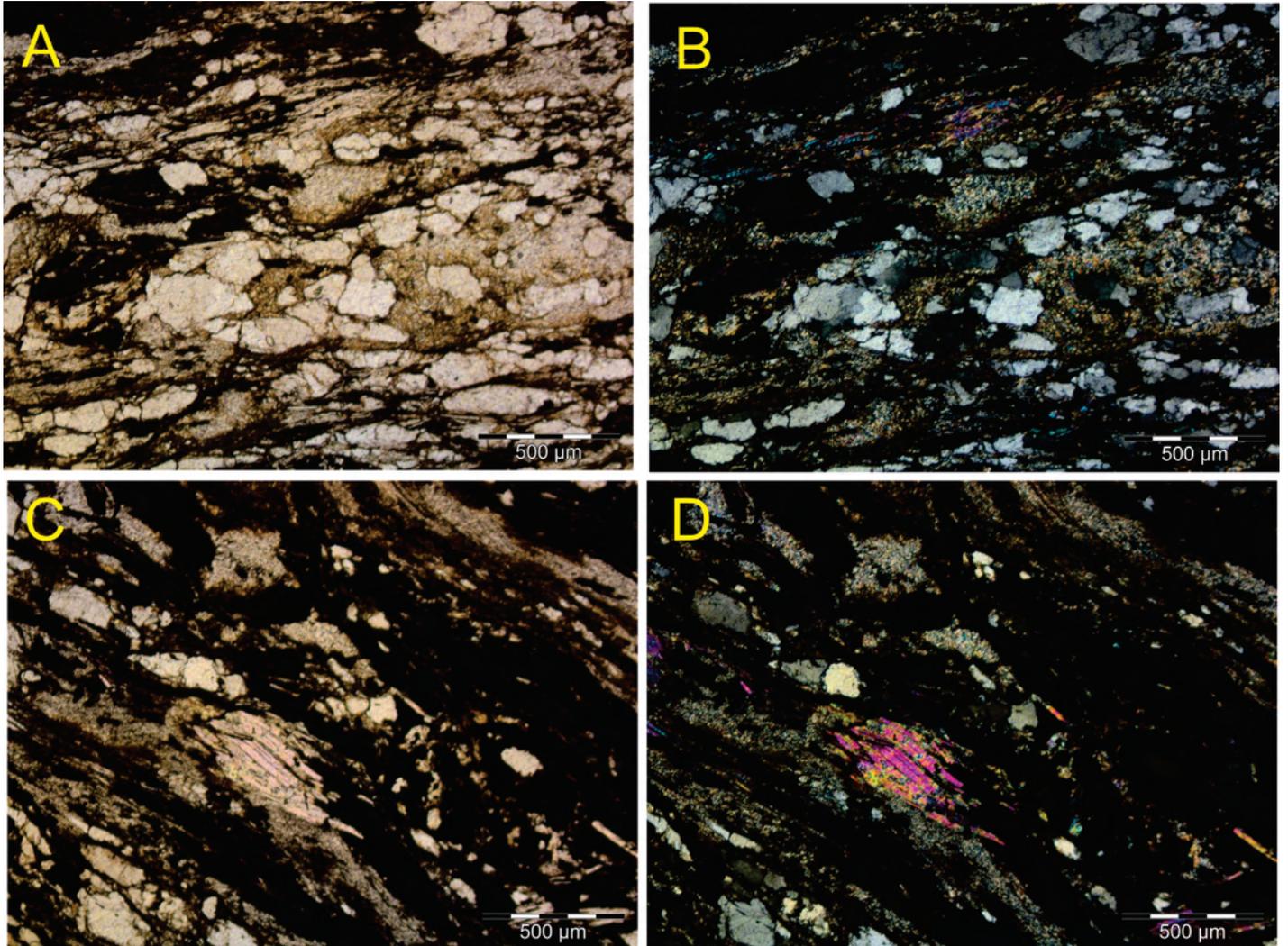
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A amostra se encontra fortemente alterada, com o domínio de minerais máficos totalmente oxidados. Os minerais félsicos se encontram em bandamentos de cor clara, fortemente deformados. Ocorre a presença de 2 famílias de muscovita, uma primária composta por muscovitas maiores, e uma secundária com muscovitas mais finas. Ocorre um processo inicial de milonitização (protomilonito), em que ocorre o estiramento e orientação de grãos de quartzo, ocorrendo também muscovita em forma de mica fish.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X



A e B: Aspecto geral da lâmina, com bandamentos ricos em minerais félsicos como quartzo e feldspatos, e bandamentos oxidados. C e D: Mica fish, indicando processo de metamorfismo dinâmico, em processo de milonitização inicial (protomilonito).

Amostra

TF21 - III - 148

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 304130 N 8565397

Unidade Litológica

Suíte Aurumina (Au1)

Descrição Macroscópica

Amostra holocristalina, leucocrática e plutônica, composta por: quartzo, biotita, feldspato e com ocorrência de cristais de granada de cor rosada. Apresenta foliação pouco penetrativa, marcando uma leve orientação dos filossilicatos, que se encontram em aglomerados.

Descrição Microscópica

Apresenta granulação média, apresentando textura ígnea parcialmente preservada, com predomínio de contatos curvilíneos e localmente suturados. As características mais distintivas da amostra são os acúmulos de biotita (cloritizada) (Fig. A e B) marcando uma foliação, e a cristalização de granadas com estruturas esqueletais (Foto C e D). Rocha apresenta foliação pouco penetrativa, definida pelos acúmulos de biotita cloritizada. Quartzo apresenta extinção ondulante frequente.

Composição Mineral

Quartzo	25%
Microclínio	30%
Plagioclásio	20%
Biotita	15%
Granada	10%
Apatita	menos de 1%

Classificação

Granada Biotita monzogranito.

Fotomacrografia



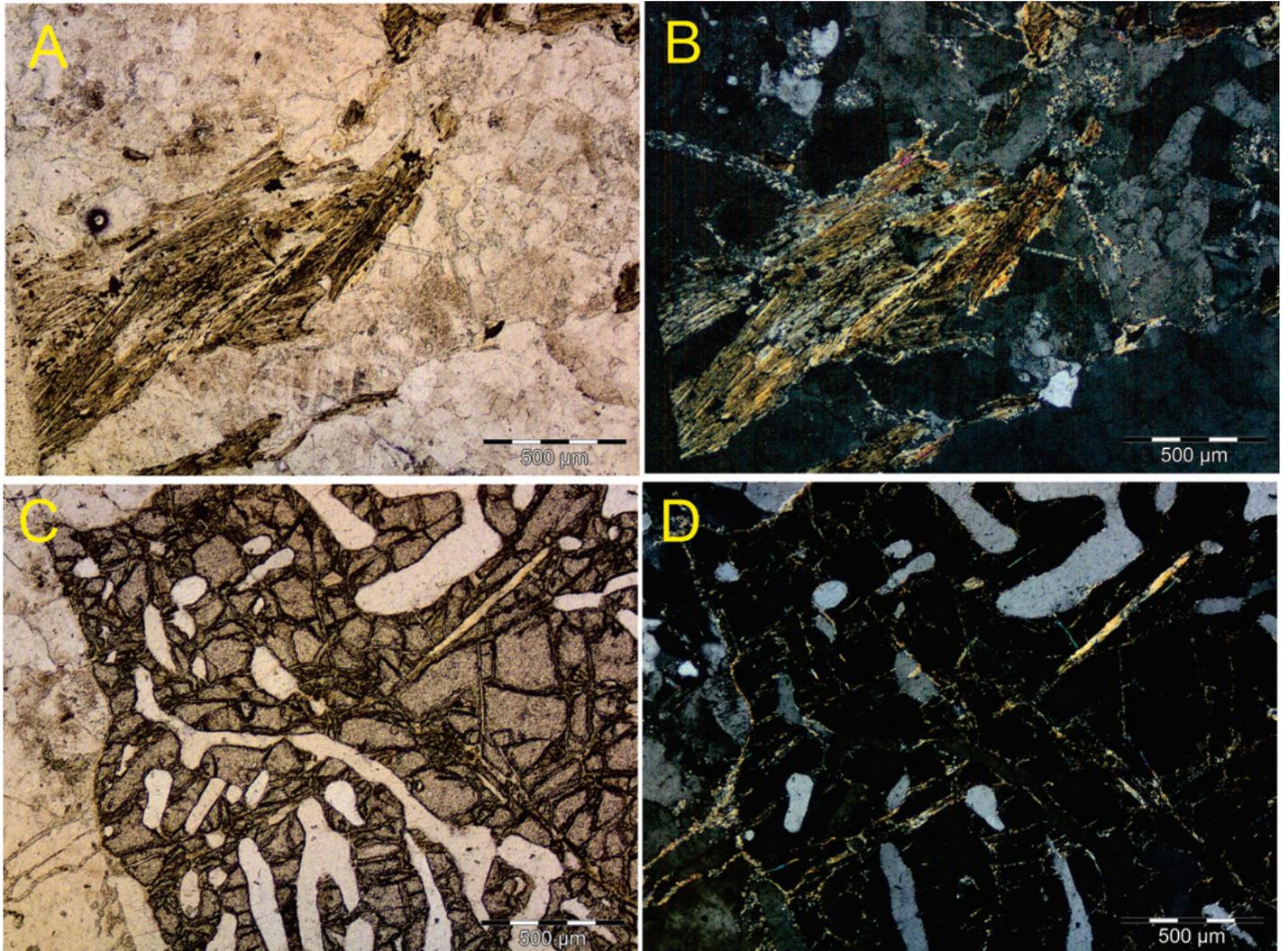
Seção para micrografia



Interpretação e Discussão

A amostra apresenta teor maior de granada quando comparada a outras da mesma unidade, indicando um maior teor de Alumínio no magma formador dessa rocha. A textura esqueletal da granada indica uma cristalização simultânea ao quartzo, indicando uma cristalização teoricamente no ponto eutético do magma. Boa parte das biotitas se encontram cloritizadas, através do processo de alteração deutérica, associada ao resfriamento do magma. Além de apresentar alguns domínios com biotita de cores avermelhadas, indicando um aumento na razão Fe^{2+}/Fe^{3+} ou um aumento no teor de Ti. Há ocorrência de micas brancas na amostra, porém apenas na forma de sericita, resultado da alteração dos feldspatos que a compõem. Há ocorrência comum de geminação polissintética nos plagioclásios, enquanto os feldspatos potássicos raramente apresentam geminação. O quartzo apresenta extinção ondulante, característica que indica deformação na rocha.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X

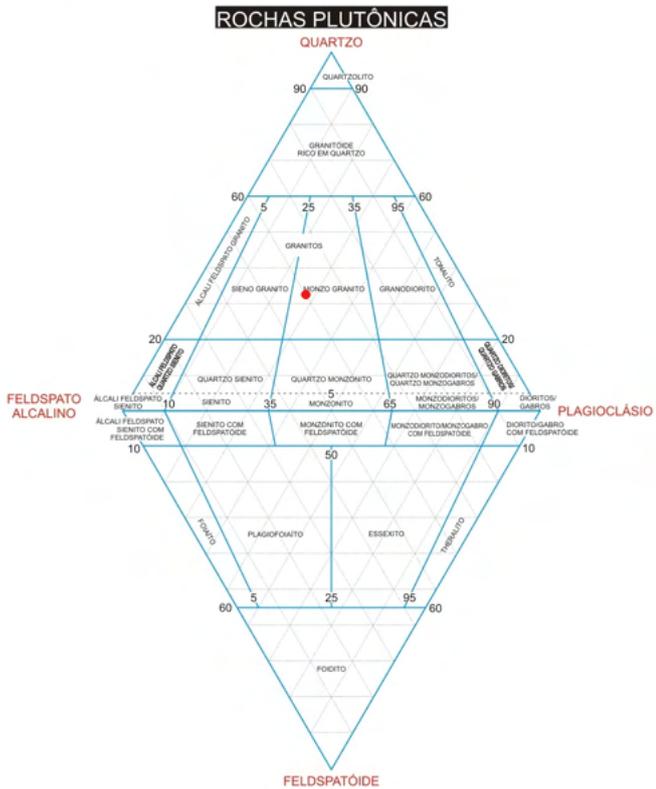


A e B: Aspecto geral da lâmina, com aglomerados de biotita cloritizada orientados. C e D: Granada com textura esqueletal, com quartzo incluso definindo a textura.

Diagrama composicional

Classificação de rochas ígneas

Diagrama QAPF para rochas com índice de coloração $M' < 90$



Amostra

TF21 - III - 152

Localização - coordenadas UTM

Campos Belos/GO - SIRGAS 2000 23S E 301023 N
8558324

Unidade Litológica

Formação Arraias - Grupo Araí

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração cinza arroxeadada, composta por grãos finos imersos numa matriz muito fina. Apresenta forte reação ao HCl, indicando a presença de calcita. Em termos de granulometria, apresenta variação entre camadas mais argilosas e mais arenosas, sendo que a descrita em lâmina corresponde a uma fração mais argilosa.

Descrição Microscópica

Apresenta grãos de quartzo angulosos, imersos numa matriz fina com alta cor de interferência composta por sílica e sericita, além de apresentar cimentação calcítica. Seus clastos em sua maioria são compostos por quartzo, com ocorrência de fragmentos de biotita cloritizada. Em termos de proporção, apresenta mais matriz do que clastos, sendo uma rocha matriz suportada. Ocorrem também nódulos de calcita, que se encontram levemente estirados.

Composição Mineral

Matriz	50%
Cimento	10%
Arcabouço	
Quartzo	25%
Líticos	10%
Feldspato	5%

Fotomacrografia



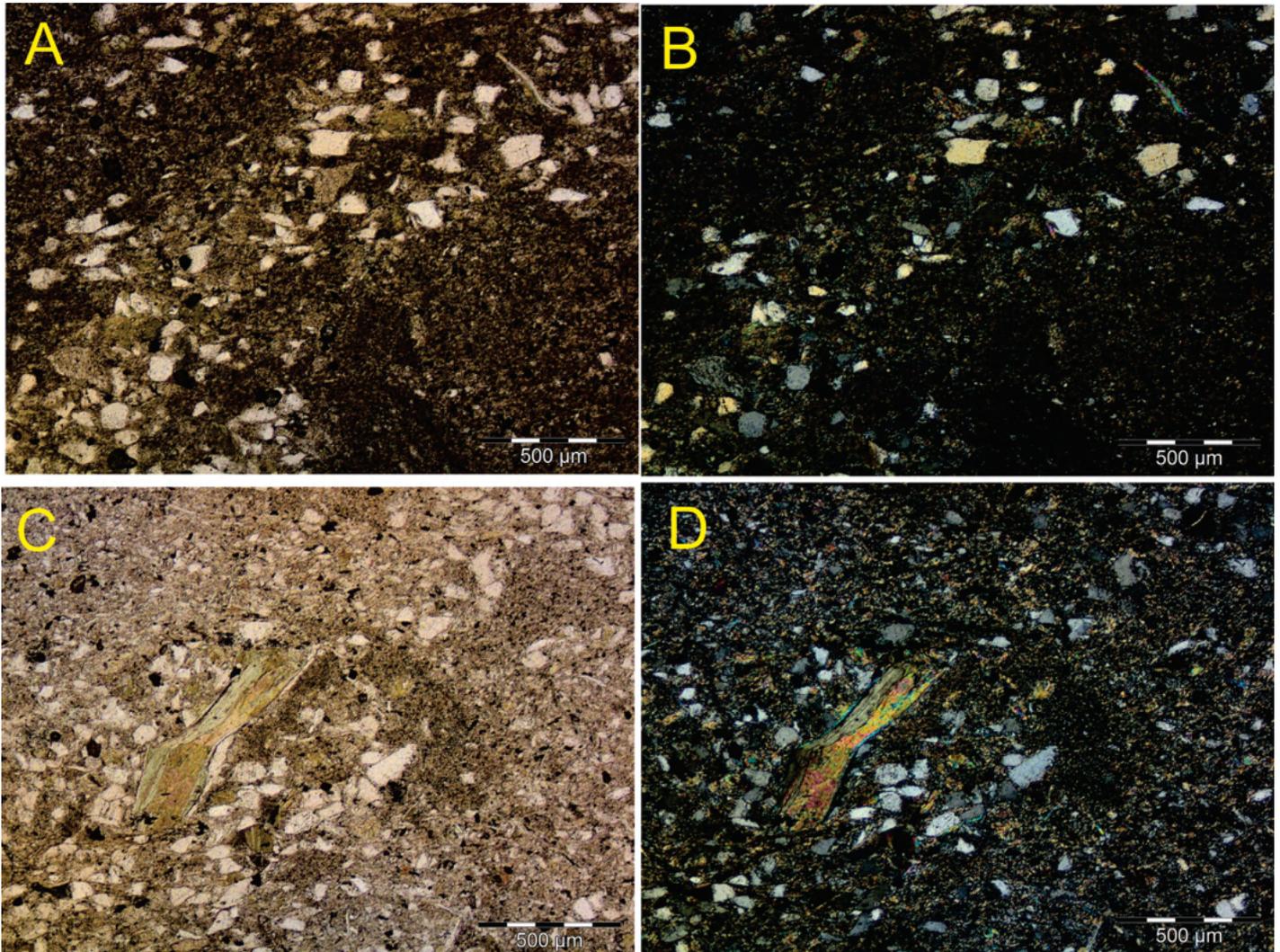
Seção para micrografia



Classificação

Meta-pelito arenoso, com cimento calcítico.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0X



A e B: Aspecto geral da lâmina, com variação textural, com fração argilosa predominante, e algumas regiões mais arenosas.
C e D: Clasto de biotita cloritizada deformado.

Interpretação e Discussão

Minerais encontram-se orientados e estirados por conta de uma atuação de uma deformação, deformação incipiente de baixa temperatura, muito rasa e rápida que preservou grãos quebrados, possivelmente devido a cimentação da rocha, que garante maior resistência a deformação. Variação textural (areia e argila) indica mudanças sutis na energia do ambiente deposicional. Apesar da textura dominante na lamina ser argilosa, em afloramento a textura arenosa é dominante. A relação textural e a seleção dos clastos, indica um transporte e deposição rápidos, com seleção pouco eficiente.

Ponto	Coordenada S	Coordenada E	S0 Azimute/ Mergulho	Foliação Azimute/ Mergulho	Fraturas Azimute/Mergulho	Litologia
Ponto 1	8560378	304201		340/68	043/70	Muscovita Monzogranito
Ponto 2	8560484	303963			340/50; 190/50	Muscovita Monzogranito
Ponto 3	8560425	303599		320/68		Muscovita Monzogranito
Ponto 4	8560122	303080		010/85		Muscovita Monzogranito
Ponto 5	8559836	303155		295/75	210/78	Muscovita Monzogranito
Ponto 6	8559319	302961				Muscovita Monzogranito
Ponto 7	8559688	302343				Muscovita Monzogranito
Ponto 8	8559828	302353				Muscovita Monzogranito
Ponto 9	8559757	301590				
Ponto 10	8559613	301456				Mica Xisto
Ponto 11	111111	111111		045/78		Granito milonitizado
Ponto 12	8559395	301372	190/55		305/5; 074/76	Meta Quartzo Arenito
Ponto 13	8559263	301400				Meta Quartzo Arenito
Ponto 14	8558764	301332	030/85			Meta-Pelito arenoso
Ponto 15	8558605	301268	230/80			Meta-Pelito arenoso
Ponto 16	8558546	301267				Meta-Pelito arenoso
Ponto 17	8558480	301370	235/78			Meta-Pelito arenoso
Ponto 18	8558557	301541				
Ponto 19	8558523	301620	330/36			Meta Quartzo Arenito
Ponto 20	8558312	302078				Meta-Pelito arenoso
Ponto 21	8559221	301370		205/54		Meta Quartzo Arenito
Ponto 22	8560958	304156		150/55	060/75	Muscovita Monzogranito
Ponto 23	8560954	304537		145/70		Muscovita Monzogranito milonitizado
Ponto 24	8560993	304880		165/50		Muscovita Monzogranito milonitizado
Ponto 25	8561244	305246				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 26	8561256	305332		090/46		Brecha de falha

Ponto 27	8561145	305462		100/54		Muscovita Monzogranito
Ponto 28	8560812	305509				Muscovita Monzogranito milonitizado
Ponto 29	8560628	305555				
Ponto 30	8560231	305687		330/82		Muscovita Monzogranito
Ponto 31	8560142	305760				Metaconglomerado
Ponto 32	8559314	305491		120/75		Muscovita Monzogranito
Ponto 33	8559199	305428				Mica xisto
Ponto 34	8558938	305352	180/35			Meta Quartzo Arenito
Ponto 35	8565227	302102		209/74		Protomilonito
Ponto 36	8565498	301992		211/44		Mesomilonito
Ponto 37	8565520	301709		233/82		Protomilonito
Ponto 38	8565796	301757				Protomilonito
Ponto 39	8566043	301655		085/73		Protomilonito
Ponto 40	8566189	301503				Muscovita Monzogranito
Ponto 41	8566198	301406				Muscovita Monzogranito
Ponto 42	8565877	301050		005/74		Muscovita Monzogranito
Ponto 43	8565736	300657				Granito milonitizado
Ponto 44	8565390	300643		070/41	253/51; 030/74	Granito milonitizado
Ponto 45	8565186	300562				Muscovita Granito
Ponto 46	8564934	300679				Granito milonitizado
Ponto 47	8564771	300764		100/68	270/61	Granito milonitizado
Ponto 48	8563414	304099		070/60		Muscovita Monzogranito
Ponto 49	8562768	302600				
Ponto 50	8562279	303489		280/55		Muscovita Monzogranito
Ponto 51	8562078	303256		130/80	130/80; 230/85	Muscovita Monzogranito
Ponto 52	8569062	300652		020/85		Granito milonitizado
Ponto 53	8568981	300474		120/70	096/82; 040/83	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 54	8568945	300388		020/76		Granito milonitizado

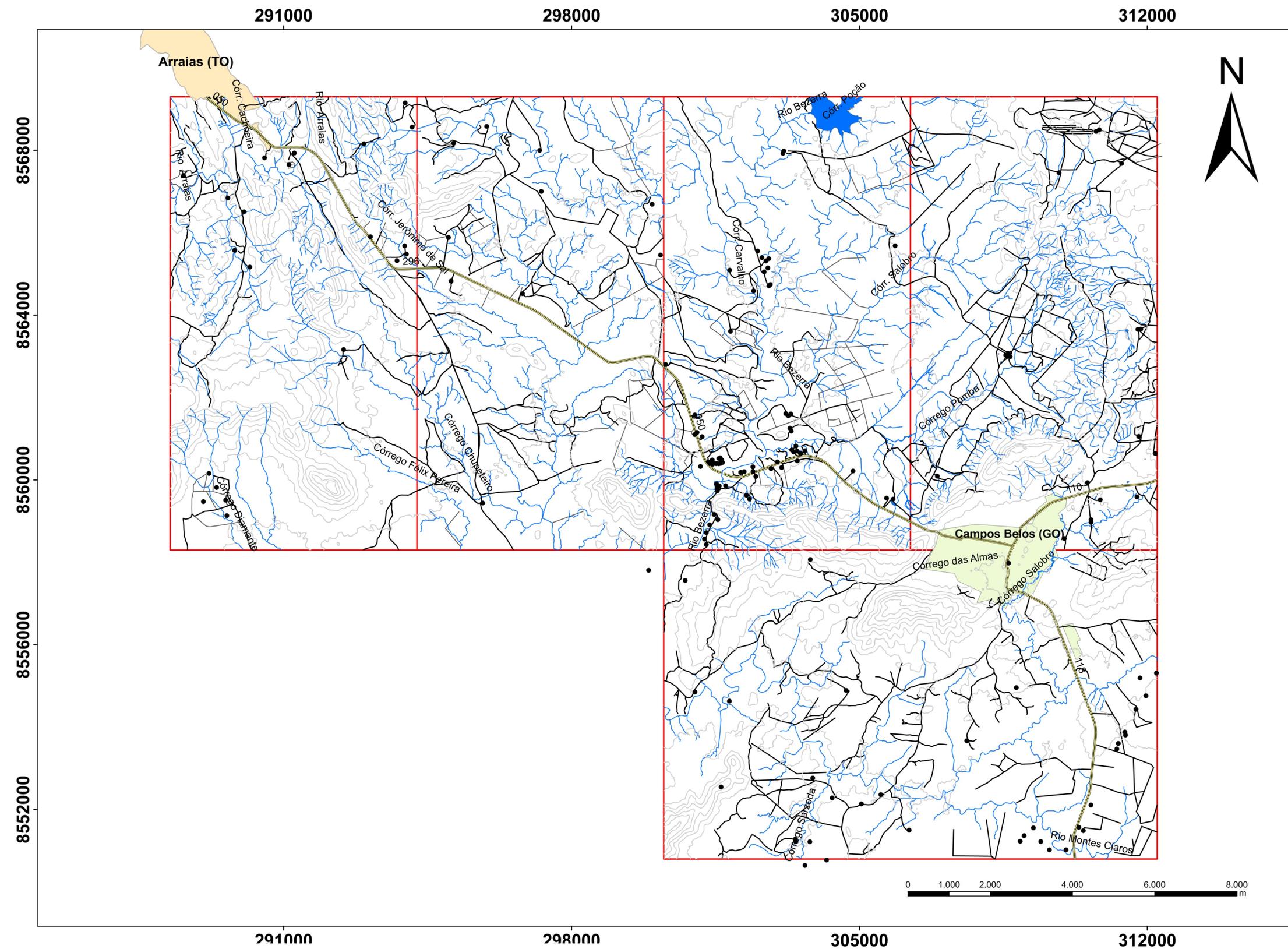
Ponto 55	8568659	300450		255/77		Veio de quartzo de cisalhamento
Ponto 56	8568479	300969				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 57	8568153	301229				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 58	8567042	301282		035/62		Granito milonitizado
Ponto 59	8566547	302076				Veio de quartzo de cisalhamento
Ponto 60	8566650	302376		175/73	032/85	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 61	8566699	302125		120/57		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 62	8567937	303158				
Ponto 63	8567945	303472		070/65	310/52; 215/70	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 64	8567871	303608		150/64		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 65	8567702	303705				Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 66	8567402	303847				
Ponto 67	8567182	303942				
Ponto 68	8566936	304307		170/75	260/87; 200/84	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 69	8566802	304592		173/69	070/87; 352/84	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 70	8566544	304919				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 71	8566293	305272		247/76		Muscovita Monzogranito
Ponto 72	8565921	305842				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 73	8565608	305744				
Ponto 74	8565293	305798				
Ponto 75	8564738	305971		120/70	130/76; 040/70	Granito milonitizado
Ponto 76	8564824	306335				Muscovita Monzogranito
Ponto 77	8560189	300708		250/66	107/58; 035/78	Granito milonitizado
Ponto 78	8559921	300341		080/88		Granito milonitizado
Ponto 79	8559616	300031		070/75		Muscovita Monzogranito
Ponto 80	8559514	300024	243/82			Meta pelito arenoso
Ponto 81	8559148	300413				
Ponto 82	8558954	300549	228/83			Meta pelito arenoso

Ponto 83	8558936	300684				Meta pelito arenoso
Ponto 84	8559011	300659				Meta arenito lamoso
Ponto 85	8558862	300721	055/86			Meta arenito lamoso
Ponto 86	8560233	301292		175/72		Granito milonitizado
Ponto 87	8560157	300966		240/80		Granito milonitizado
Ponto 88	8560998	301018		170/80		Granito milonitizado
Ponto 89	8561884	300772				Veio de quartzo
Ponto 90	8562291	300553				Granito milonitizado
Ponto 91	8562393	300539				Granito milonitizado
Ponto 92	8564448	302519		135/68	055/85; 315/61	Muscovita Monzogranito
Ponto 93	8564321	302642				Muscovita Monzogranito
Ponto 94	8564236	302253				Muscovita Monzogranito
Ponto 95	8564180	302117				Granito milonitizado
Ponto 96	8564043	301804				
Ponto 97	8563468	301853				Muscovita Monzogranito
Ponto 98	8563342	301946				
Ponto 99	8563360	301816				
Ponto 100	8562999	301741		280/72		Muscovita Monzogranito
Ponto 101	8562677	301481				
Ponto 102	8562360	301574				
Ponto 103	8562019	302031				
Ponto 104	8561755	302120		285/75	170/79; 280/70	Muscovita Monzogranito
Ponto 105	8561437	302090				Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 106	8561362	302301		274/50	055/88	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 107	8560961	302372				
Ponto 108	8560562	302122				
Ponto 109	8560536	302615		330/81	300/68	Muscovita Monzogranito
Ponto 110	8560618	302765		325/78	065/77; 315/71	Muscovita Monzogranito

Ponto 111	8564680	305803		200/76	290/80; 068/85	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 112	8564444	305574		125/76	180/80; 240/79	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 113	8564258	305393		090/70		Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 114	8564002	305141			305/86	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 115	8563841	305052		070/77		Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 116	8563410	304849		107/74	040/83; 320/81	Meta-diabásio
Ponto 117	8563304	304371				
Ponto 118	8563086	304354		278/68		Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 119	8562906	304055				
Ponto 120	8562615	303967		110/73	205/75; 303/89	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 121	8562383	303920				Muscovita Monzogranito
Ponto 122	8559728	304669				
Ponto 123	8559710	304595		306/72		Paragnaisse
Ponto 124	8559638	304431		150/57		Mica xisto
Ponto 125	8559873	304170				Grafita xisto
Ponto 126	8559594	303952		153/76		Paragnaisse
Ponto 127	8559359	303838				
Ponto 128	8559744	303851		150/76		Granito milonitizado
Ponto 129	8559815	303726				Granito milonitizado
Ponto 130	8559892	303615				Granito milonitizado
Ponto 131	8559840	303456				Granito milonitizado
Ponto 132	8559988	303601		140/56		Granito milonitizado
Ponto 133	8567043	304281		165/77		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 134	8567263	304284		340/77		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 135	8567744	304150		162/72		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 136	8567816	304425		160/75		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 137	8567830	304749		157/76		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 138	8567984	305248		170/73		Muscovita-Biotita Monzogranito

Ponto 139	8568194	305696		162/69		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 140	8568355	306017		175/75		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 141	8568222	304040		155/78		Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 142	8566690	304475		184/74	243/88; 153/86	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 143	8566465	304244		170/79	060/80; 125/84	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 144	8566335	304249		325/83	093/81	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 145	8566227	304366		170/75	055/84; 124/77	Biotita-Muscovita Monzogranito
Ponto 146	8566104	303987		168/70	058/76; 294/82	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 147	8565825	303936		172/71	220/80; 132/75	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 148	8565397	304130		163/74	094/68; 192/70	Biotita Monzogranito
Ponto 149	8565149	304075		162/75	055/82; 320/74	Muscovita-Biotita Monzogranito
Ponto 150	8564843	303505				Muscovita Monzogranito
Ponto 151	8564663	303472				Muscovita Monzogranito
Ponto 152	8558324	301023	187/45			Meta pelito arenoso

Mapa Base Integrado - Projeto Campos Belos - TF 21



Legenda

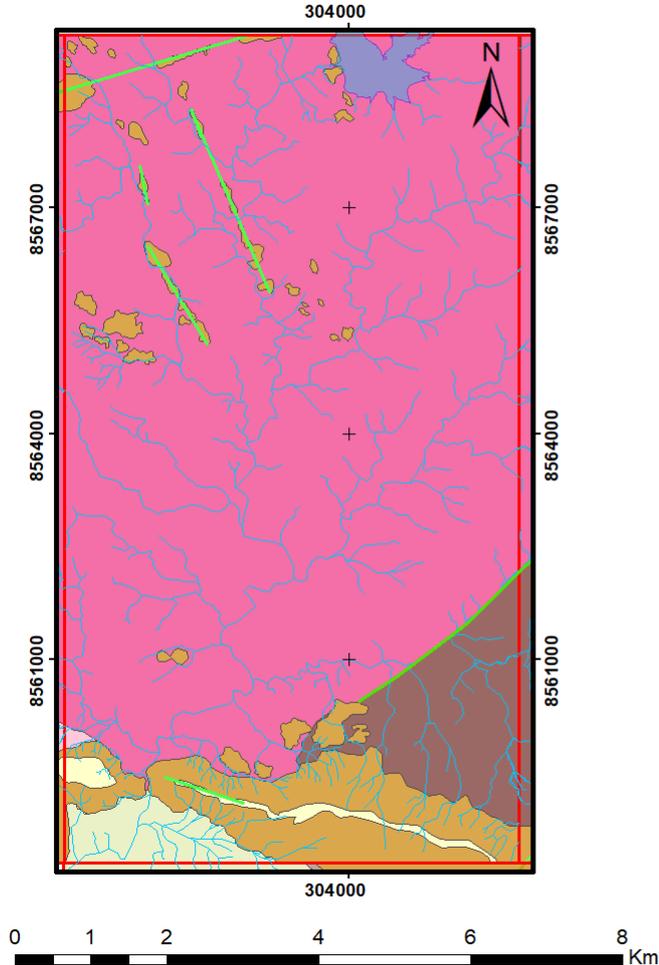
- Subáreas
- Rodovias
- Acessos não pavimentados
- Curvas de Nível
- Drenagens
- Corpos D'água
- Sedes de Fazendas
- Cercas
- Campos Belos (GO)
- Arraias (TO)

Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas projetadas: UTM
Zona 23 S

Equipe:
Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias
Subárea II - Luís Henrique e Raíssa Carvalho
Subárea III - Gabriel Fernandes e Guilherme Piovesan
Subárea IV - Francisco Toni, João Marcus e Marina Ribeiro
Subárea V - Chiara Flores e Suellen Magalhães

Coordenação
Federico Alberto
Martino Giorgioni
Nilson Botelho
Valmir Souza
Elton Dantas

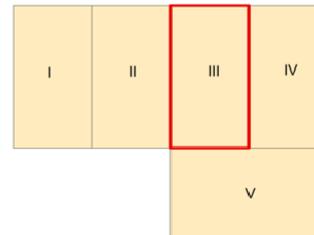
Mapa Fotointerpretado Subárea 3 - TF21



Legenda

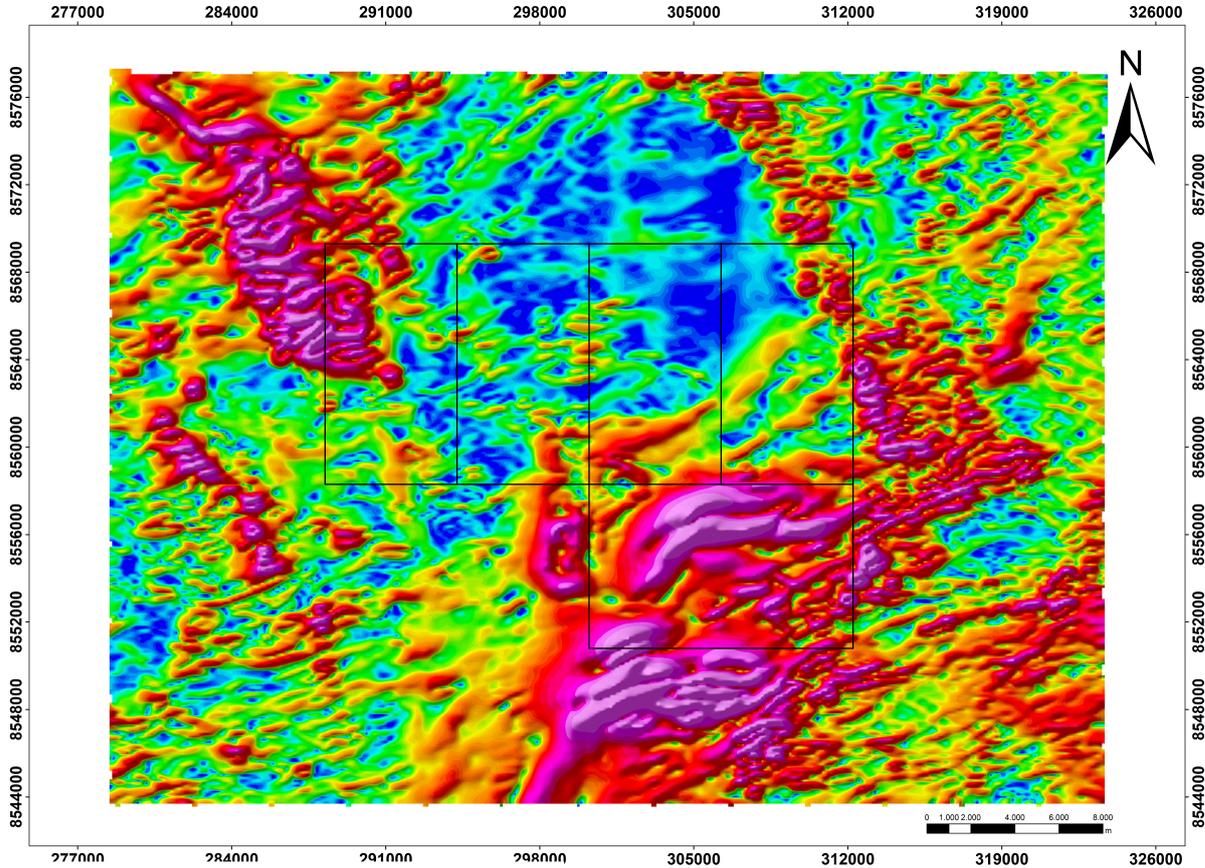
- Drenagens
- Corpos D'água
- Alinhamentos
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Limite Subárea 3

Subáreas TF 21



Sistema de Coordenadas: Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000

Mapa Geofísico GHT - TF 21



Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas projetadas: UTM
Zona 23 S

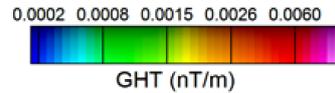
Equipe:

Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias
Subárea II - Luis Henrique e Raissa Carvalho
Subárea III - Gabriel Fernandes e Guilherme Piovesan
Subárea IV - Francisco Toni, João Marcus e Marina Ribeiro
Subárea V - Chiara Flores e Suellen Magalhães

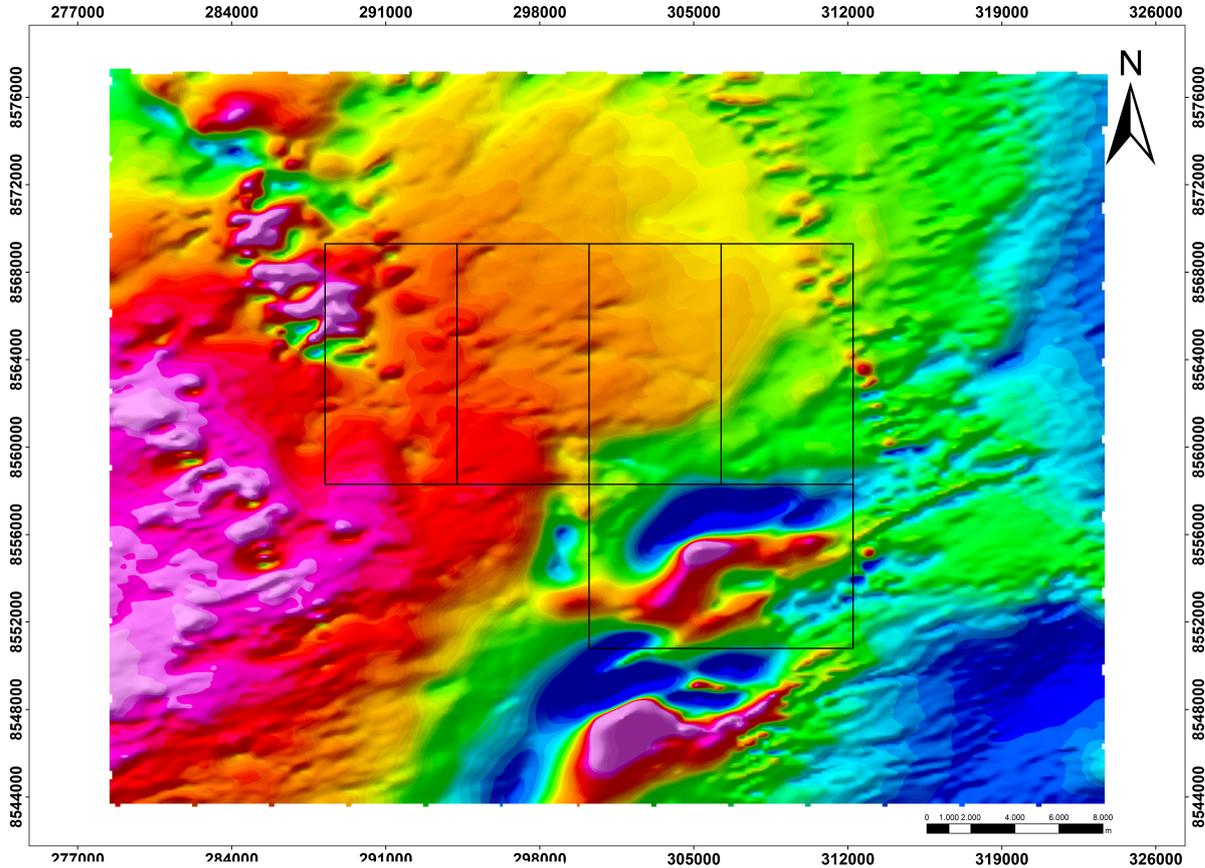
Coordenação
Federico Alberto
Martino Giorgioni
Nilson Botelho
Valmir Souza
Elton Dantas



IG | Instituto de Geociências



Mapa Geofísico AM - TF 21

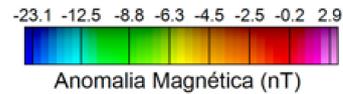


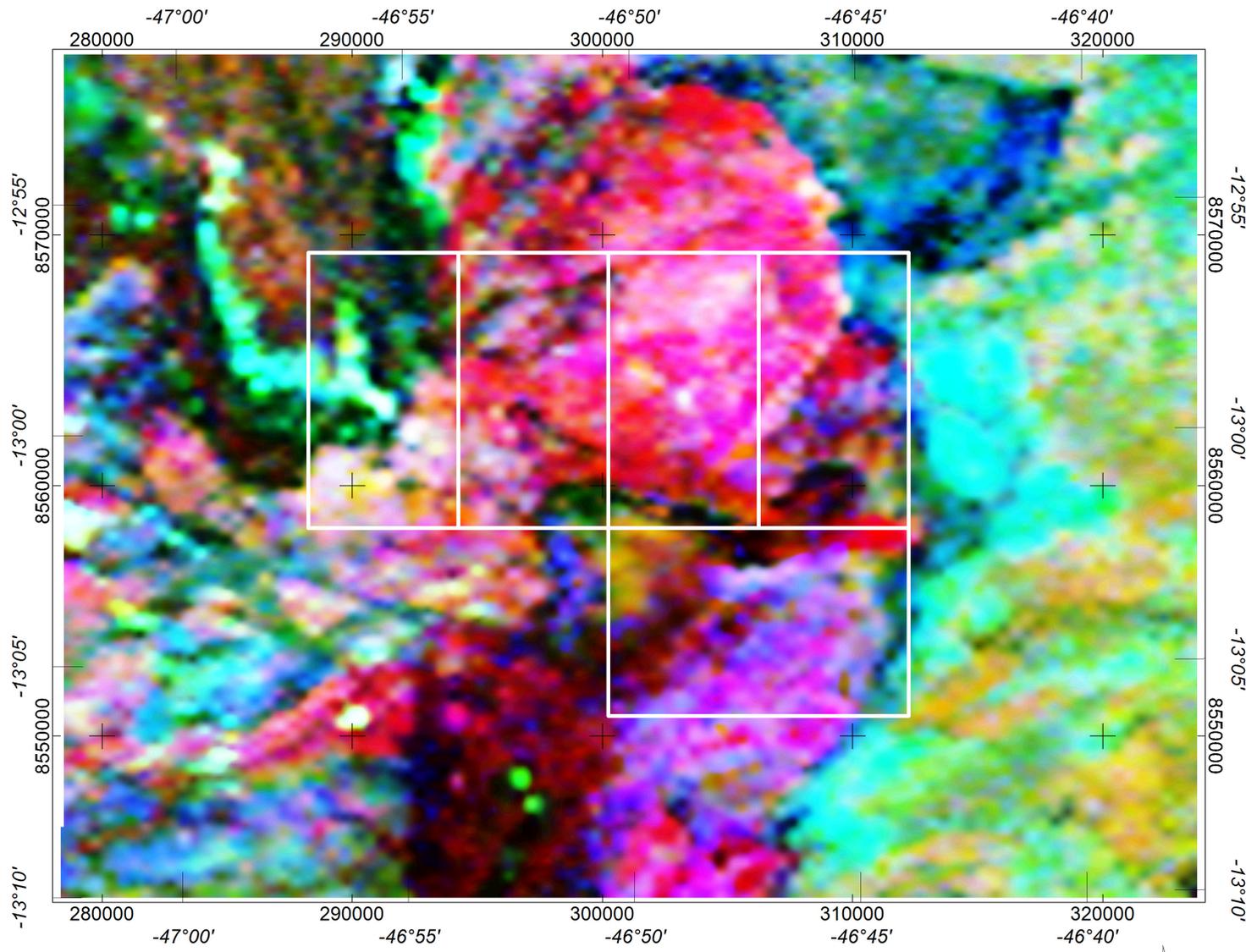
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas projetadas: UTM
Zona 23 S

Equipe:

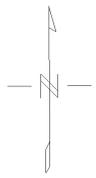
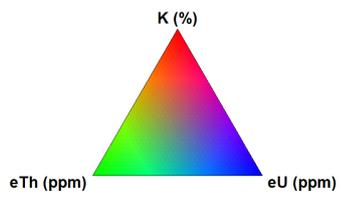
Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias
Subárea II - Luis Henrique e Raissa Carvalho
Subárea III - Gabriel Fernandes e Guilherme Piovesan
Subárea IV - Francisco Toni, João Marcus e Marina Ribeiro
Subárea V - Chiara Flores e Suellen Magalhães

Coordenação
Federico Alberto
Martino Giorgioni
Nilson Botelho
Valmir Souza
Elton Dantas

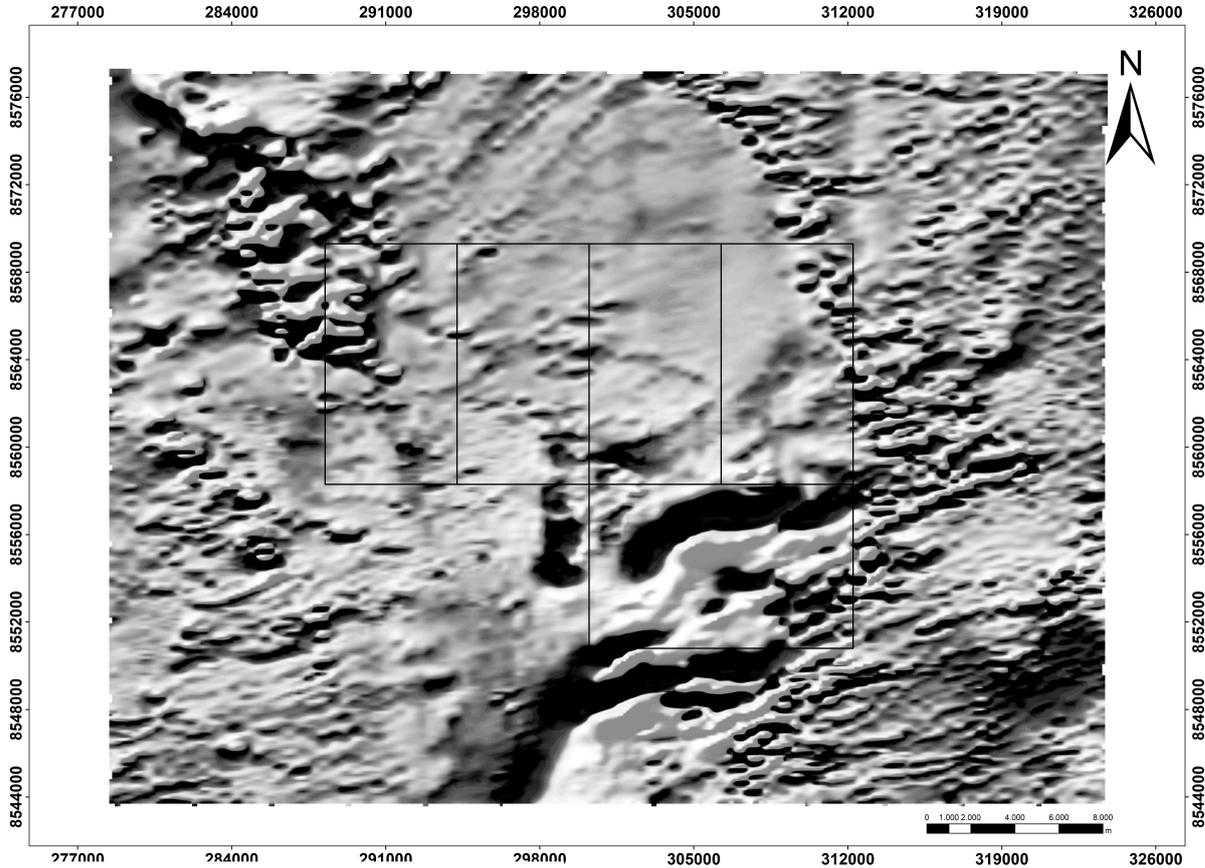




(meters)
SIRGAS 2000 / UTM zone 23S



Mapa Geofísico DZ - TF 21



Datum Horizontal: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas projetadas: UTM
Zona 23 S

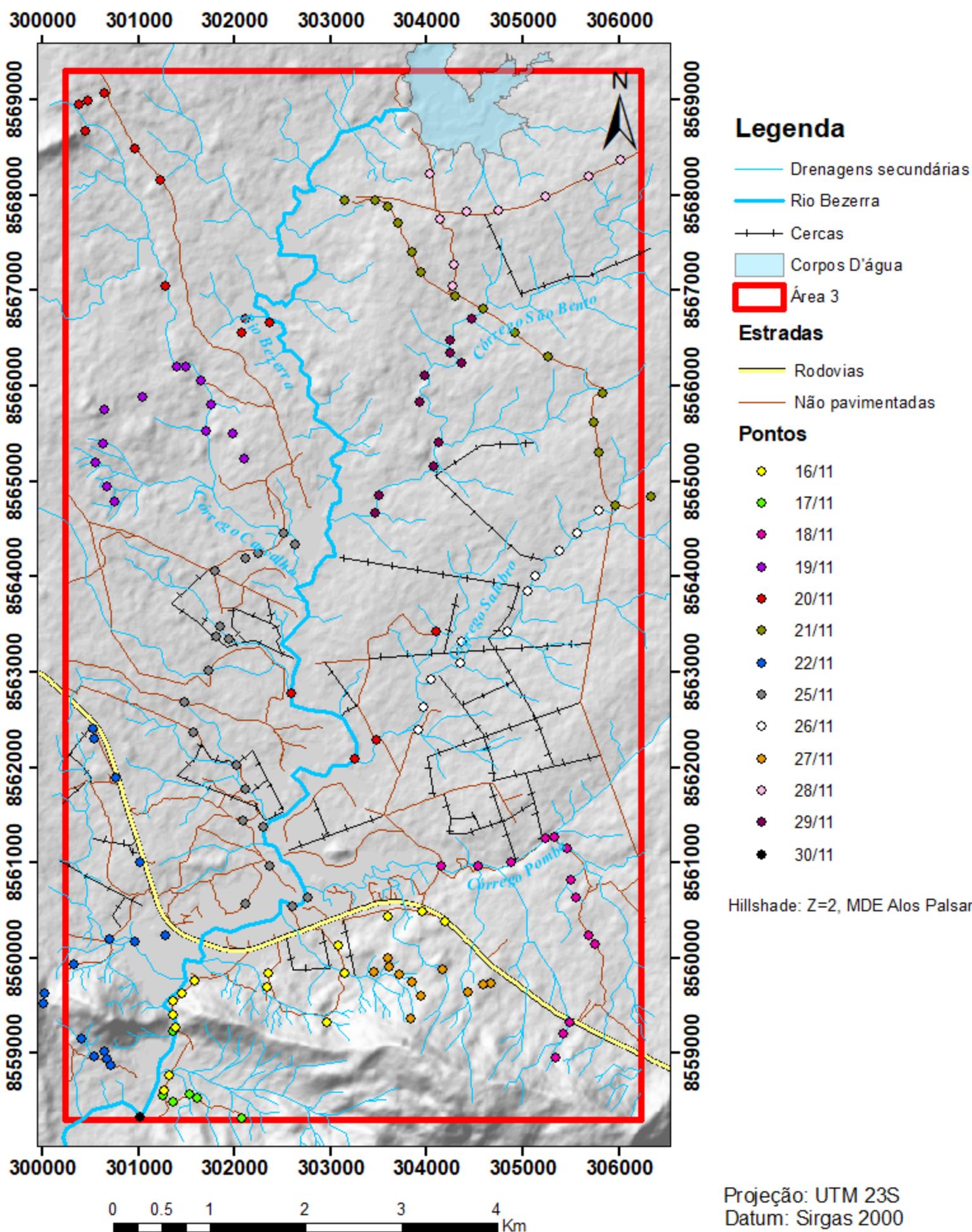
Equipe:

Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias
Subárea II - Luis Henrique e Raissa Carvalho
Subárea III - Gabriel Fernandes e Guilherme Piovesan
Subárea IV - Francisco Toni, João Marcus e Marina Ribeiro
Subárea V - Chiara Flores e Suellen Magalhães

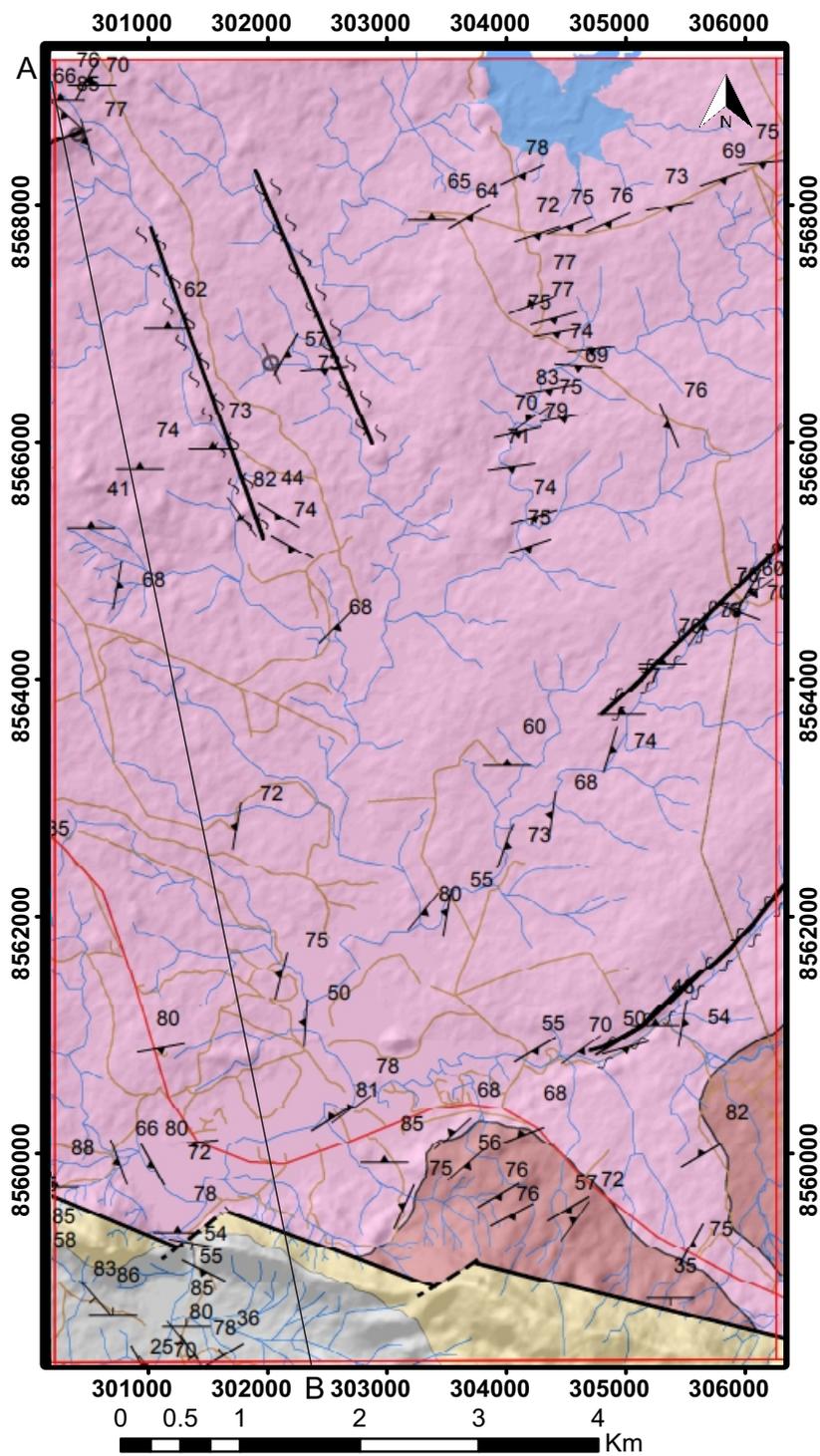
Coordenação
Federico Alberto
Martino Giorgioni
Nilson Botelho
Valmir Souza
Elton Dantas



Mapa de Pontos - Subárea 3 - TF 2021

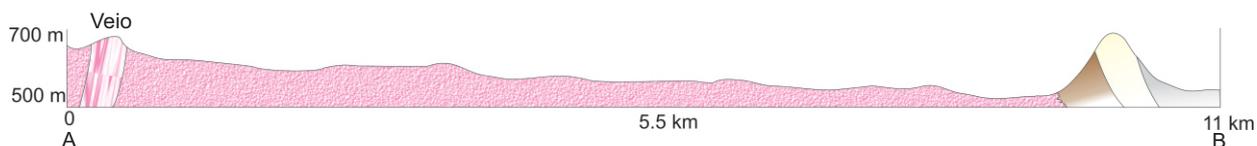
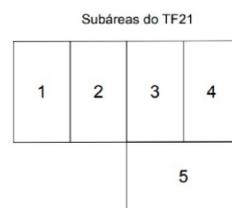
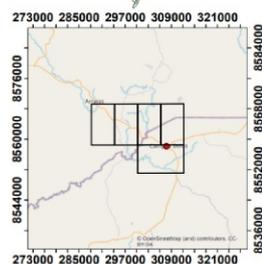


Mapa Geológico Subárea 3 - TF21



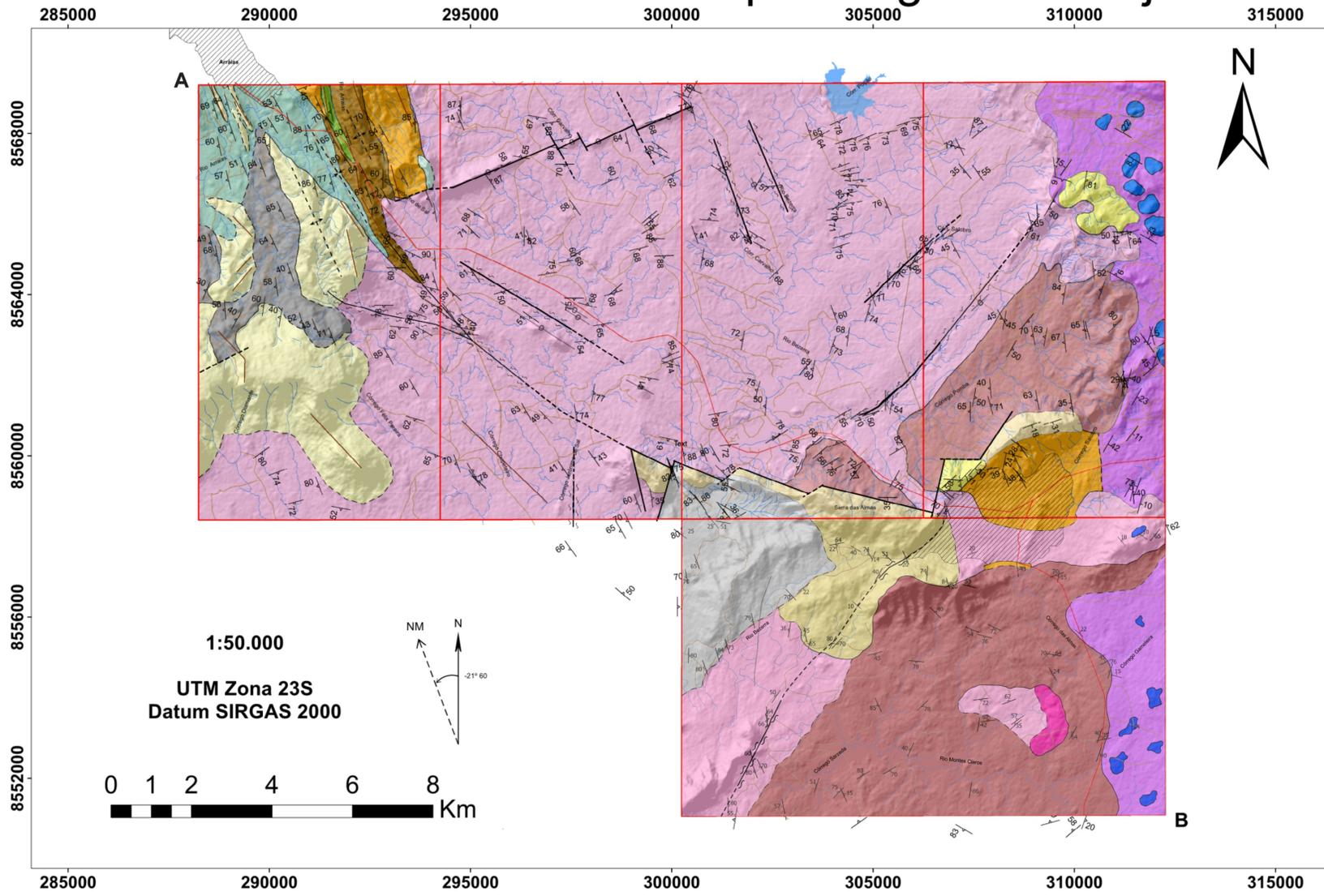
- Limite Subárea 3
- Rodovia
- Drenagens
- Estradas
- Corpos hídricos
- Falha Inferida
- Foliação
- Acamamento
- Lineamentos estruturais
- Veios
- Falha

ÉON	ERA	PERÍODO	Ma	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Criogeniano	630	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas NP2sid Rochas carbonáticas NP2sid Siltitos Formação Jequitai NP12jt Diamictitos
			850	
			1600	Grupo Arai Formação Arraiais PP4a Rochas meta-sedimentares indiferenciadas: meta-arenito lamoso subarcozeano, meta-quartzarenito, meta-pelito PP4aqa Quartzitos PP4aqaq Meta-quartzito arenito PP4aqaqj Meta-conglomerados polimícticos e oligomícticos PP4aβ Meta-basalto PP4aα Meta-vulcanoclasticas ácidas PP4aαi Meta-quartzito arenito com intraclastos PP4aαms Meta-arenito subarcozeano PP4aαi Meta-lamito Arenoso
			1800	
			2050	Suíte Aurumina PP4au2 Muscovita-Biotita Monzogranito PP4au1 Biotita-Muscovita Monzogranito Formação Ticunzal PP1tz Grafita xistos e Mica-xistos
	PALEOPROTEROZOICO	Estateriano	1800	
			2050	
			2300	
	Riáclano			



Sistema de Coordenadas: Universal Transversal de Mercator
Datum Horizontal: SIRGAS 2000

Mapa Integrado - Projeto Campos Belos - TF2021



UNIDADES GEOLÓGICAS

Neoproterozóico

Ediacariano

Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas

- NP2sld - Rochas carbonáticas
- NP2sld - Siltito

Paleoproterozóico

Estateriano

Grupo Araí - Formação Arraias

- PP4aq - Quartzito
- PP4α - Meta-vulcanoclásticas ácidas
- PP4aml - Meta-quartzo arenito com intraclastos
- PP4al - Meta-lamito arenoso
- PP4aqo - Meta-quartzo arenito
- PP4aβ - Meta-basaltos
- PP4amas - Meta-arenito subarcoseano
- PP4a - Rochas metassedimentares indiferenciadas
- PP4acg - Meta-conglomerado

Riaciano

Suíte Aurumina

- PPy2au2 - Biotita-muscovita monzogranito
- PPy2au1 - Muscovita-biotita monzogranito

Formação Ticunzal

- PP1tz - Grafita xisto e mica-xisto

CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- Foliação
- Acamamento
- Milonito
- Dobra sinforme inferida
- Dobra antiforme inferida
- Zona de cisalhamento
- Lineamentos
- Veios
- Falha
- Falha inferida
- Contato
- Contato inferido

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

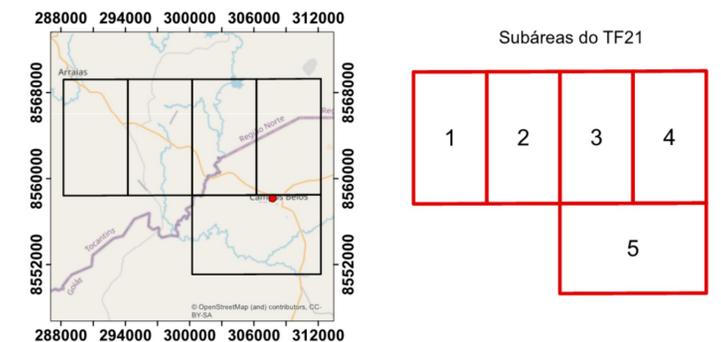
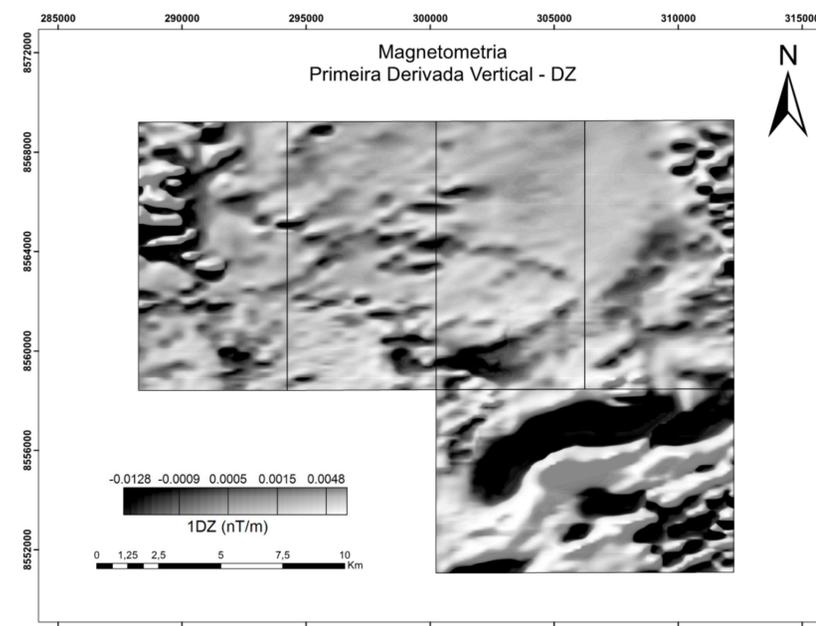
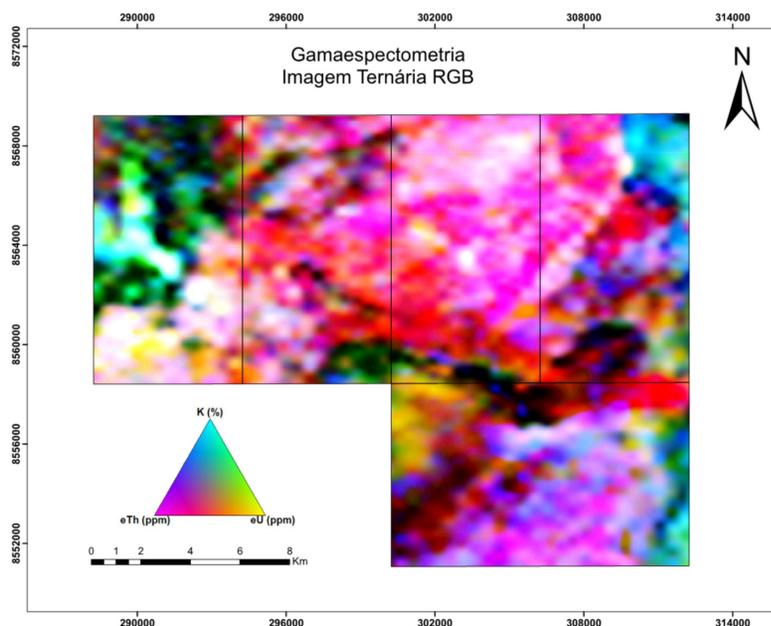
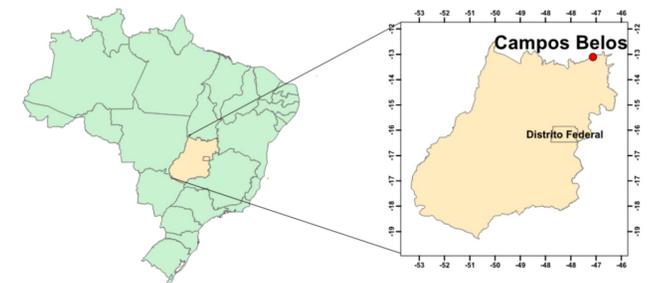
- Área urbana
- Limite subárea
- Rodovia
- Drenagens
- Corpos hídricos
- Estradas

Projeto Campos Belos TF2021 - Mapa Geológico Integrado

Coordenador
Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros Jiménez

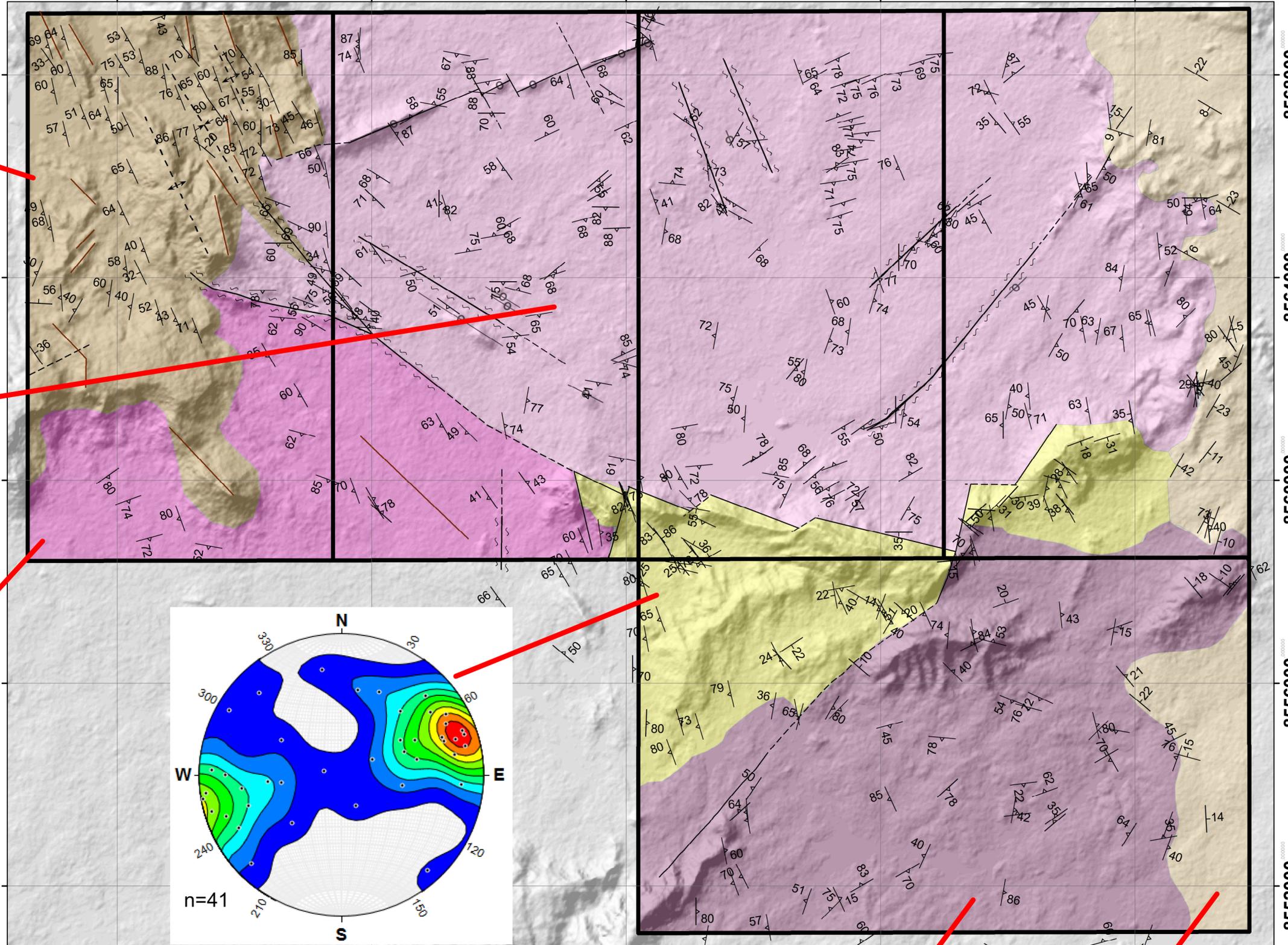
Professores Orientadores
Prof. Dr. Elton Luiz Dantas
Prof. Dr. Martino Giorgioni
Prof. Dr. Nilson Francisquini Botelho
Prof. Dr. Valmir da Silva Souza
Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros Jiménez

Estudantes
Área I: Ariel de Almeida Horst Gamba e Lucas da Silva Dias
Área II: Raissa da Silva Carvalho e Luis Henrique Prates Lima
Área III: Guilherme Griesi Piovesan e Gabriel Fernandes Silva Araújo
Área IV: João Marcus de Moraes Sousa França, Francisco Luis Toni e Marina Ribeiro da Silva
Área V: Chiara Natalia Pereira das Flores e Suellen Santos Magalhães

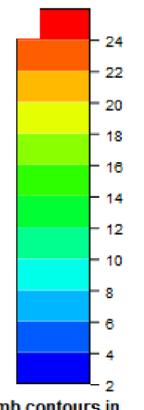
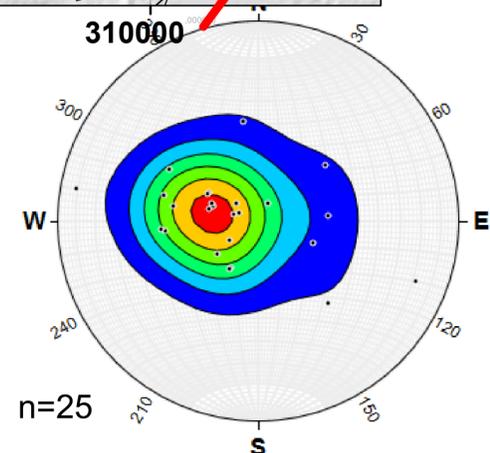
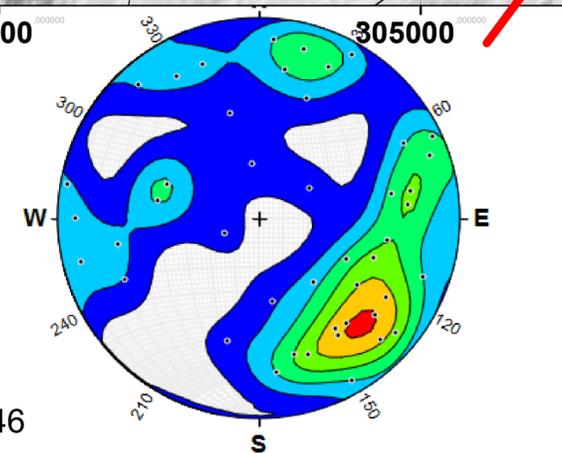
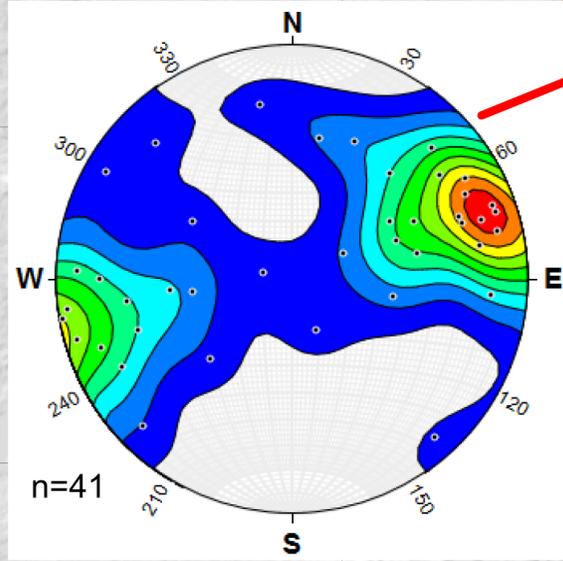
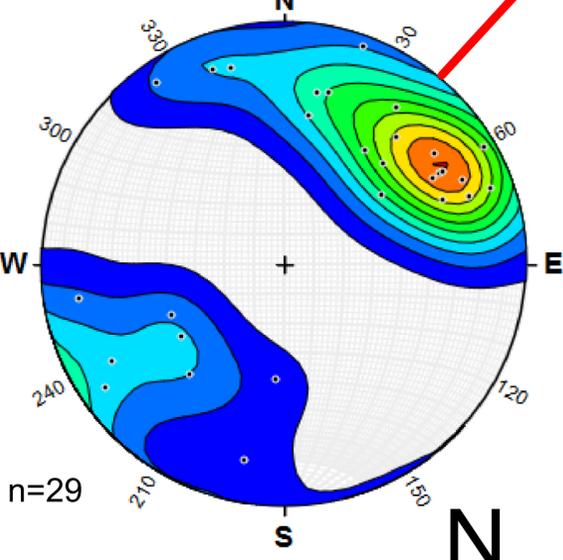
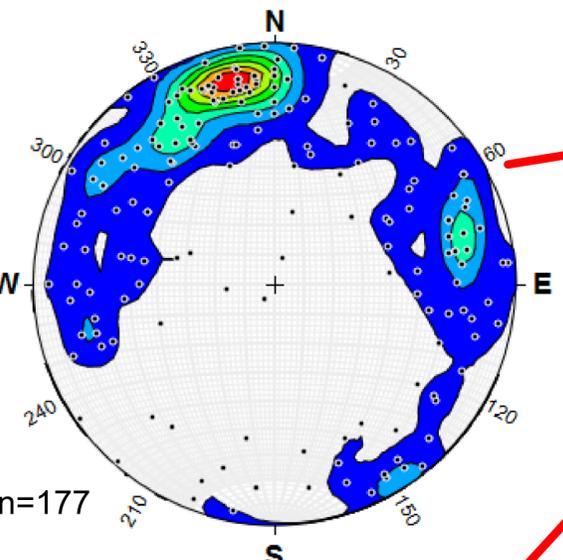
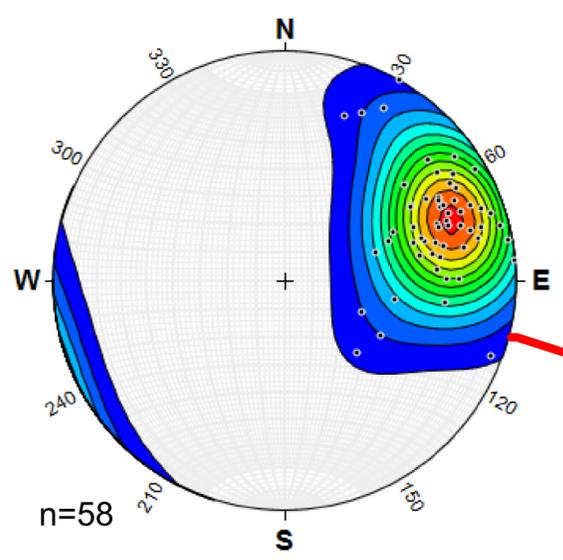


Mapa de domínios estruturais - Projeto Campos Belos

290000 295000 300000 305000 310000



290000 295000 300000 305000 310000



Legenda

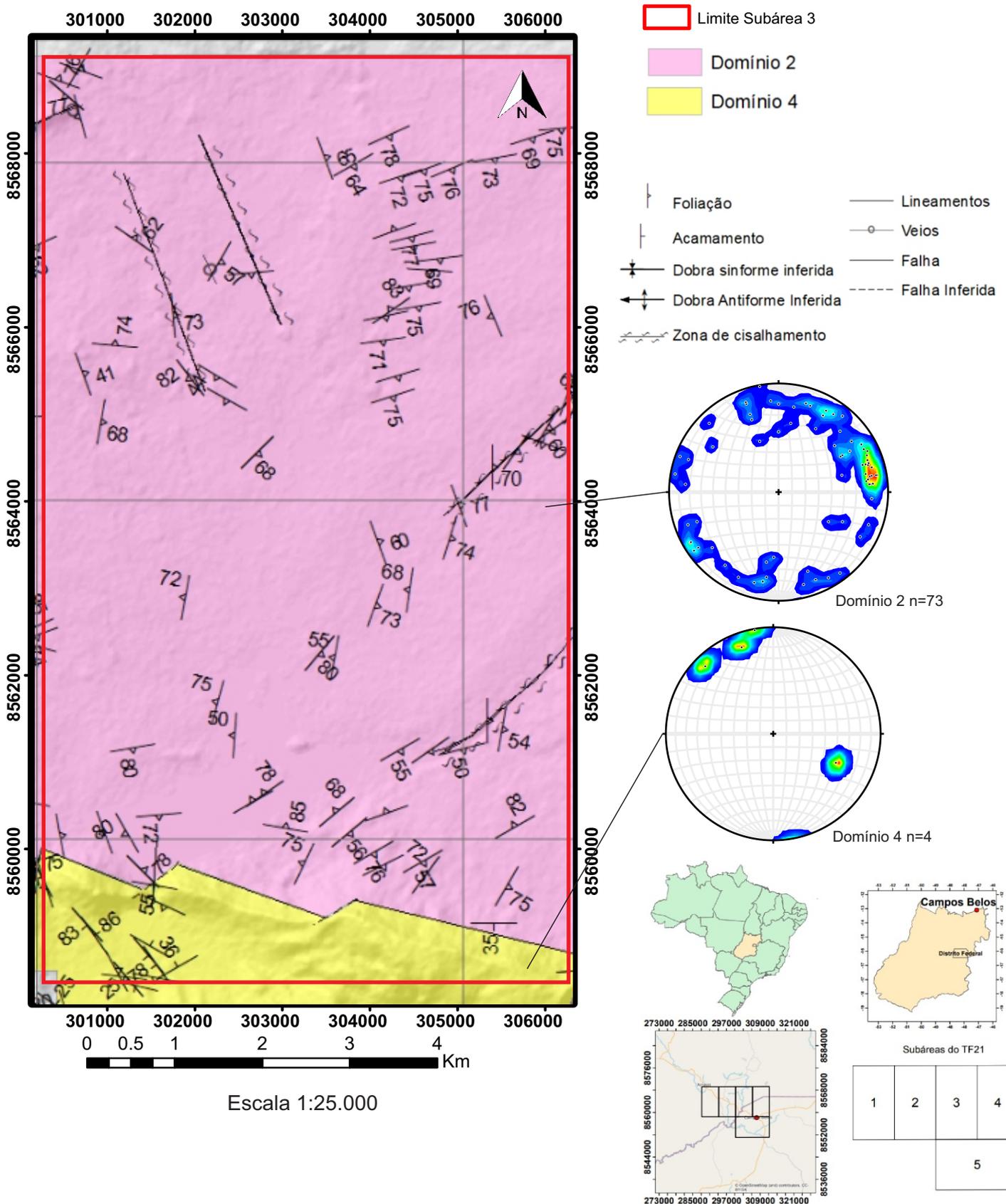
- | | | | | | |
|--|-----------|--|--------------------------|--|----------------|
| | Domínio 1 | | Foliação | | Veios |
| | Domínio 2 | | Acamamento | | Falha |
| | Domínio 3 | | Dobra sinforme inferida | | Falha inferida |
| | Domínio 4 | | Dobra antiforme inferida | | Lineamentos |
| | Domínio 5 | | Zona de cisalhamento | | |
| | Domínio 6 | | | | |

Sistema de Coordenadas:
UTM - SIRGAS 2000
Zona 23S



Kamb contours in

Mapa de domínios estruturais - Subárea III



Sistema de Coordenadas: Universal Transversal de Mercator
 Datum Horizontal: SIRGAS 2000 Zona 23S

Mapa Estrutural - Projeto Campos Belos

