



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

TRABALHO DE MAPEAMENTO GEOLÓGICO FINAL

PROJETO CAMPOS BELOS - GO

SUBÁREA I

Ariel de Almeida Horst Gamba

Lucas da Silva Dias

Brasília, abril de 2022

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Instituto de Geociências

PROJETO CAMPOS BELOS – GO

SUBÁREA I

Trabalho de mapeamento geológico final submetido ao corpo docente do Curso de Graduação em Geologia, do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geologia.

Valmir da Silva Souza - *Orientador*

Professor da Universidade de Brasília - UnB

Doutor em Geologia - UnB

Eliza Inez Nunes Peixoto – *Membro*

Professora da Universidade de Brasília – UnB

Doutorado em Evolução Crustal e Recursos Naturais - UFOP

Natalia Hauser - *Membro*

Professor da Universidade de Brasília - UnB

Doutorado em Ciências Geológicas – UNSA, Argentina

Brasília, abril de 2022

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

ARIEL DE ALMEIDA HORST GAMBA

LUCAS DA SILVA DIAS

PROJETO CAMPOS BELOS

SUBÁREA I

*Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências como requisito
à obtenção do diploma do Curso de Graduação em Geologia.*

ORIENTADORES

Federico Alberto Cuadros Jiménez (coordenador)

Martino Giorgioni (Vice-coordenador)

Elton Luiz Dantas

Nilson Francisquini Botelho

Valmir da Silva Souza

Brasília, abril de 2022

Dedicatórias

*Dedico este trabalho a Deus, e a minha querida
família que sempre me apoiou e acreditou em mim.
Aos meus pais, pois sem eles este trabalho não seria possível.
E a Juliana por todo o apoio e suporte*

Ariel de Almeida Horst Gamba

Dedicatórias

*Dedico todo este trabalho ao meus pais, que nunca
desistiram de mim. À minha irmã, que sempre me apoiou.
Aos meus amigos, que me acompanharam nessa caminhada.
E à Ângela, minha eterna professora, que se tornou um dos
maiores pontos de virada em minha vida.*

Lucas da Silva Dias

Sumário

RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
1 Introdução	3
1.1 Considerações Iniciais	3
1.2 Justificativa	4
1.3 Objetivos	5
1.4 Localização e Vias de Acesso.....	5
1.5 Etapas do Projeto	6
1.5.1 Etapa de Pré-Campo.....	7
1.5.2 Etapa de Campo.....	8
1.5.3 Etapa Pós-Campo	10
1.6 Aspectos Fisiográficos	10
1.6.1 Clima e Vegetação.....	10
1.6.2 Geomorfologia	13
1.6.3 Solos.....	13
1.6.4 Hidrografia.....	15
2 Contexto Geológico Regional	17
2.1 Aspectos Gerais	17
2.2 A Província Tocantins.....	18
2.2.1 A Faixa Brasília	19
2.2.2 Bloco Cavalcante-Natividade	21
2.2.3 Domínio Cavalcante-Arraias	23
2.2.3.1 Suíte Aurumina	23
2.2.3.2 Formação Ticunzal.....	24
2.2.3.3 Grupo Araí	24
2.2.3.4 Grupo Bambuí.....	27

3	Geotecnologias	30
3.1	Sensoriamento Remoto	30
3.1.1	Google Earth Pro.....	30
3.1.2	Alos Palsar	31
3.1.3	Fotografias Aéreas	35
3.2	Aerogeofísica	37
3.2.1	Gamaespectrometria	37
3.2.2	Magnetometria	38
3.3	Interpretações	40
3.3.1	Interpretação dos dados de Fotoestereoscopia.....	40
3.3.2	Interpretação dos dados Gamaespectrométricos	44
3.3.3	Interpretação dos dados Magnetométricos.....	49
3.4	Mapa Preliminar.....	53
4	Estratigrafia e Petrografia.....	54
4.1	Introdução	54
4.2	Suíte Aurumina	58
4.2.1	Biotita – Muscovita Monzogranito (PP γ au1)	58
4.3	Grupo Araí	60
4.3.1	Formação Arraias.....	60
4.3.1.1	Meta-conglomerados Polimíticos e Oligomíticos (PP4acg).....	61
4.3.1.2	Meta-quartzo arenito (PP4aqo).....	63
4.3.1.3	Meta-arenito subarcoseano (PP4amas).....	65
4.3.1.4	Meta-quartzo arenito com intraclastos (PP4aqi).....	67
4.3.1.5	Meta lamito arenoso (PP4al).....	69
4.3.1.6	Meta Basaltos (PP4a β).....	71
4.3.1.7	Meta Vulcanoclásticas Ácidas (PP4a α).....	73
4.3.1.8	Associação de Fácies e Modelo Depositional	75

5	Geologia Estrutural.....	78
5.1	Introdução	78
5.2	Arcabouço Estrutura Regional.....	82
5.3	Arcabouço Estrutural do Projeto Campos Belos	83
5.4	Arcabouço Estrutural da Subárea I	83
5.4.1	Domínio 1	83
5.4.2	Domínio 2	83
5.4.3	Domínio 3	84
5.4.4	Domínio 4	84
5.4.5	Domínio 5	84
5.4.6	Domínio 6	84
5.5	Arcabouço Estrutural do Subárea I.....	84
5.5.1	Domínio 1 (D1).....	85
5.5.2	Domínio 2 (D2).....	91
5.5.3	Domínio 3 (D3).....	92
5.6	Fraturas	93
5.7	Análise da Deformação.....	95
5.7.1	Evento 1 (E1)	95
5.7.2	Evento 2 (E2)	95
5.7.3	Evento 3 (E3)	97
6	Potencialidade Econômica.....	100
6.1	Introdução	100
6.2	Areia e Cascalho	101
6.3	Ouro	102
7	Evolução Geológica	105
7.1	Introdução	105
7.2	História Evolutiva	107
7.2.1	Pré-Colagem Riacciana.....	107

7.2.1.1	Deposição da Formação Ticunzal.....	107
7.2.2	Colagem Riacciana	108
7.2.2.1	Intrusão da Suíte Aurumina.....	108
7.2.3	Rifteamento Estateriano	109
7.2.3.1	Rift do Araí.....	109
7.2.4	Eventos Neoproterozoicos.....	111
7.2.4.1	Deposição do Grupo Bambuí e Formação Jequitaiá	111
7.2.4.2	Orogenia Brasileira	112
8	Conclusões e Recomendações.....	114
8.1	Recomendações.....	119
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	120
	ANEXOS	131

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.1: Mapa de localização da subárea I. Trabalho de Mapeamento Geológico Final, 2021/2022. Universidade de Brasília (UnB), 2021.</i>	6
<i>Figura 1.2: Cronograma de Atividades – TF 2021/2022.</i>	7
<i>Figura 1.3: Mapa de pontos simplificado da Subárea I, adquiridos durante a Etapa de Campo. Hillshade (ALOS/PALSAR), transparência 30%. Disponível no Anexo C.</i>	9
<i>Figura 1.4: Climatologia e o histórico de previsão do tempo. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. (A) Arraias, TO; (B) Campos Belos, GO. ClimaTempo, 2022.</i>	12
<i>Figura 1.5: Mapa de solos do Projeto Campos Belos (Empraba, 2020).</i>	14
<i>Figura 1.6: Mapa simplificado do Sistema Hidrográfico e das Bacias hidrográficas inseridas na área do Projeto Campos Belos, 2021. Catálogo de Metadados de Tocantins, IDE TOCANTINS. Destaca-se: em vermelho, a poligonal da subárea I.</i>	16
<i>Figura 2.1: Mapa das principais unidades litológicas da Faixa Brasília próximas a região do TF21, Projeto Campos Belos.</i>	18
<i>Figura 2.2: (A) Província Tocantins e os Crátons Amazônico e São Francisco. (B) Mapa geológico simplificado da porção oriental da Província Tocantins, destacando a Faixa Brasília e suas compartimentações, parte das Faixas Araguaí e Paraguai, além das coberturas sedimentares. Adaptado de Praxedes (2015). (C) Delimitação da área do bloco Cavalcante -natividade. Em vermelho, a localização deste projeto. Disponível em: https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/.</i>	20
<i>Figura 2.3: Mapa de domínios do Bloco de Cavalcante-Natividade (adaptado de Fuck et al., 2014 e Cordeiro, 2014).</i>	22
<i>Figura 2.4: Imagem ilustrando a correlação entre diferentes colunas estratigráficas propostas para o Grupo Arai (Martins, 1999).</i>	25
<i>Figura 2.5: Rochas metavulcânicas ácidas (triângulos), e básicas (círculos). (a) - Diagrama Cox, indicando bimodalidade do vulcanismo; (b) - diagrama Pearce et al. (1984), caracterizando rochas ácidas como de ambiente intraplaca. (VAG: granitos de arco vulcânico; syn COLG: granitos sin-colisionais; WPG: granitos intraplaca; ORG: granitos de dorsal meso-oceânica. (Alvarenga et al., 2007).</i>	25
<i>Figura 2.6: Coluna estratigráfica contendo todas as formações do grupo Bambuí. Fonte: Guacaneme Mora (2015).</i>	28
<i>Figura 3.1: Indicação de sedes, cercas, drenagens e vias de acesso. Imagem do Google Earth.</i>	31

<i>Figura 3.2: Produtos gerados a partir dos dados provenientes do ALOS PALSAR. (MDE) Modelo digital de Elevação; (AA° significa Ângulo Azimutal de iluminação)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 3.3. Mapa de Lineamentos Estruturais simplificado, subárea I. Hillshade AA°= 270°</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3.4: Dados e produtos a partir de fotos aéreas. (a) Mosaico de fotos aéreas que cobrem o território da subárea I; (b) Anaglifos que compõem a subárea I</i>	<i>36</i>
<i>Figura 3.5: Produtos gamaespectrométricos que cobrem a Subárea I (A) Produto GAMA em RGB. (B) Produto GAMA em CMY.</i>	<i>38</i>
<i>Figura 3.6: (A) Produto do levantamento de primeira derivada vertical (1Dz) dada em nanotesla por metro (nT/m) em escala de cinza. (B) Produto GHT dados em nanotesla por metro (nT/m) em escala de cores.</i>	<i>40</i>
<i>Figura 3.7: Produto extraído por fotoestereoscopia de anaglifos.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 3.8: Zonas homólogas extraídas baseadas em padrões de drenagens.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 3.9: Produto gamaespetrométrico RGB, com domínios marcados em escala regional, abrangendo a área do projeto Campos Belosl.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3.10: Combinação de produtos GAMA com RGB com transparência. (A) Contagem total. (B) Potássio. (C) Contagem total + RGB. (D) Potássio + RGB.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 3.11. (A) Zonas separadas em produto GAMA K+ RGB. (B) Zonas separadas em produto GAMA CT+RGB.</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3.12. Produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico com domínios definidos. Compreende toda a área do Projeto Campos Belos.</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3.13. (A) Produto Dz com lineamentos marcados. (B) Produto GHT com lineamentos identificados. As marcações em ambas são iguais pois consistem na combinação de todos os elementos identificados nos domínios da subárea I, projetados em ambos os produtos para fins de comparação.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3.14: Mapa Geológico Preliminar. Resultado da união de todos métodos descritos.</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4.1: Coluna litoestratigráfica do Projeto Campos Belos.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 4.2: Mapa Integrado Simplificado do Projeto Campos Belos, TF 2021. O mapa completo pode ser encontrado no Anexo C.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 4.3: Mapa Geológico da Subárea I, Projeto Campos Belos. Escala 1:50.000.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 4.4. (A) Monzogranito protomilonito, é indicando cristais de K-F rotacionados e contornados por foliação; (B) Monzogranito, com cristal de K-F; (C) Afloramento de monzogranito contendo veios, dentre eles é indicado veios de fina espessura dobrados; (D) Autoclasto melanocrático em monzogranito.</i>	<i>59</i>

Figura 4.5 - A- Fotomicroscopia sob auxílio da objetiva de aumento de 4x, com nicóis paralelos, indicando sericita (sct), alterando os feldspatos. B-Mesma secção de A, porém à nicóis cruzados, quartzo (Qtz) no interior de feldspato e em I-pertitas. C-Secção a nicóis paralelos de outra região da lâmina, com muscovitas de granulação média, destacando domínio de micas secundárias (sct). D- Seção de C à nicóis cruzados, destacando muscovitas primárias (msc), quartzo (qtz) e plagioclásios (plg)..... 60

Figura 4.7: Fácies de conglomerados da Formação Arraias; (A) Conglomerado monolítico, com seixos arredondados composto por quartzito; B- Mesmo afloramento com imagem em detalhe, seixo arredondado contornado pela matriz com estrutura foliada, contornando seixo. (C) Seixo de dimensões centimétricas e composição granítica. (D) Conglomerado polimítico, composto por seixos de quartzito, meta-arenito, matriz demonstra estar foliada, alguns seixos encontram-se orientados segundo a foliação. 62

Figura 4.6: (A) Amostra I-112 observada com auxílio de objetiva de aumento 4x a nicóis paralelos. Alteração em grande grão de microclínio (K-F) na parte superior a direita, ocorre por alteração do mineral para mica branca. (B) Amostra observada a nicóis cruzadas destacando: Grão de microclínio (K-F) com sua geminação tartan pouco notável devido ao nível de alteração do mineral; Grãos de quartzo (Qtz) em contato suturado, contornados por cristais de muscovida, gerando o formato de sombras de pressão; 1 - Domínio micas recristalizadas da matriz e por alteração dos feldspatos. 62

Figura 4.8. – (A) Meta Quartzo arenito preservando a estratificação plano-paralela. (B) Meta quartzo arenito de granulação fina a média, grãos de quartzo mais grossos são encontrados como pontos brancos em meio a parte de cor preta intemperizada. (C) Meta Quartzo arenito com maior nível de recristalização e truncamento entre planos de estratificação..... 64

Figura 4.9: (A) Grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos, contatos suturados e pseudo-matriz (seta em amarelo) (NP, objetiva de 4x). Nota-se que os grãos de quartzo estão levemente estirados, chegando a apresentar bordas “serrilhadas”. (B) Micrografia anterior a nicóis cruzados, mostrando a fração de pseudo-matriz (setas em vermelho), pouco cimento microcristalino silicoso e grãos de quartzo policristalinos. (C) Destaque para a bimodalidade de tamanho dos grãos de quartzo. (D) Bimodalidade de grãos, matriz e pseudo-matriz. 65

Figura 4.10: (A) Afloramento em estrada apresentando estratificação plano-paralela preservada no sentido norte-sul, com mergulho subvertical. (B) Afloramento em estrada muito intemperizado, indicando bandas composicionais e o truncamento das mesmas. Bandas de cores laranja representam a porção mais resistente empobrecida em feldspato. Os níveis de cor amarelo-pálidos se estão mais intemperizadas e ricas em caulim. 66

Figura 4.11: (A) Fotomicrografia da amostra TF 21 - I - 39 em lâmina a nicóis paralelos, com auxílio de objetiva de 4x; (B) Mesma amostra observada em A com a mesma objetiva a nicóis cruzados. Indicado feldspato em sua forma melhor preservada, a maior parte se encontra sericitizada e são encontrados como indicados em 1. Quartzo apresentam contatos suturados..... 67

Figura 4.12: (A) Meta-quartzo arenito com intraclastos, apresentando domínios de cor branca com formatos irregulares; (B) Meta-quartzo arenito microconglomerático, apresentando grãos de até 3 mm subarredondados, distribuídos de maneira heterogênea em escala de afloramento..... 68

Figura 4.13: (A) Arcabouço das rochas da unidade PP4aqi, constituído por grãos de quartzo em contato côncavo-

convexo, às vezes, suturados. E o contato suturado os grãos de quartzo e um intraclasto lamoso (NP; Objetiva de 4x). B) Micrografia mostrando a menor proporção de matriz-pseudomatriz, seta em amarelo (NX; Objetiva de 4x). (C) Foto ilustrando o cimento quartzoso (seta em vermelho) e sua relação com os grãos de quartzo, além de raros grãos detríticos de zircão. (D) Foto mostrando o cimento quartzoso (seta em vermelho) e o cimento de sobrecrescimento que na borda de alguns os grãos de quartzo. 69

Figura 4.14: (A) Afloramento em corte de estrada da unidade Lamito arenosa; (B) Visão detalhada do afloramento, sendo possível observar a espessura das camadas de dimensões centimétricas, a foliação aparentemente é subparalela ao acamamento..... 70

Figura 4.15: Micrografia das principais feições que constituem as rochas da unidade PP4a1. (A) e (B): grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos e suturados, envolvidos por uma matriz lamosa recristalizada, constituída por finas lamelas de mica branca (sericita). Há grãos levemente achatados e orientados (formato “amendoadado”), com a presença de minerais opacos (NX e NP, respectivamente). (C): Matriz recristalizada envolvendo os grãos de quartzo do arcabouço. (D): Cristal reliquiar de plagioclásio, sofrendo com o processo de sericitização. Amostra 151. 71

Figura 4.16. Meta-basaltos em drenagem, as rochas neste ponto estão melhor preservadas e apresentam coloração cinza-esverdeada nas porções frescas. 72

Figura 4.17: Aspectos gerais em lâminas das rochas da unidade PP4aβ. (A) e (B): cristais prismáticos de Plagioclásio, Actinolita, Clorita, Epidoto e Quartzo (NP e NX; Objetiva de 4x) e (C): Pseudomorfo de piroxênio quase inteiramente substituído por Epidoto (NX; Objetiva de 10X). Em volta, encontram-se os minerais de Actinolita e Clorita, em equilíbrio. (D): Cristal de Plagioclásio reliquiar, imerso na matriz fina de Actinolita, Epidoto, Plagioclásio e raro Quartzo (NX; Objetiva de 10x). Amostra 34..... 73

Figura 4.18. Tufo Ignimbrítico foliado e fraturado. As fraturas atuam como planos de concentração da alteração pelo intemperismo..... 74

Figura 4.19: (A): Cristaloclástode plagioclásio subédrico com golfos de corrosão e inclusão de quartzo microcristalino (esferulito), imerso em uma matriz de cinza recristalizada, constituída por um conjunto de micrólitos de mica branca. Há feições semelhantes a fiammes (seta em amarelo). (B) e (C): Litoclásto achatado e estirado (NP e NX). Opacos também se destacam na matriz. (D): Cristaloclásto de quartzo apresentando golfos de corrosão, envolvido pela matriz recristalizada. Litoclásto (seta em verde), e fiammes (seta em amarelo). Amostra 53. 75

Figura 4.20: Source-to-sink analysis of rift basin tectonics and sedimentation. Smith, J. (2014). 77

Figura 4.21: Modelo simplificado ilustrando os sistemas deposicionais em um ambiente de rifte intracontinental. Gawthorpe e Leeder (2000). 77

Figura 5.1: Mapa Geológico da Subárea I..... 79

Figura 5.2: Mapa de domínios estruturais, Projeto Campos Belos. 80

<i>Figura 5.3: Mapa de domínios estruturais, subárea I. Medidas estruturais: Sn+1.</i>	81
<i>Figura 5.4. Estereograma simplificado das atitudes de S0 em que todos os polos possuem um trend para NW. (A) Os polos em azul representam o sentido do mergulho para SW; os polos em vermelho representam sentido do mergulho para NE. (B) Representação aproximada do plano axial de direção NNW para as dobras indicados pelas atitudes de S0. SA: Plano Axial; EA: eixo axial.</i>	86
<i>Figura 5.5. Veios de quartzo dobrados com vergência para NE, inseridos nas rochas metavulcanoclásticas básicas.</i>	87
<i>Figura 5.6. Charneira de dobra encontrada nos Meta Arenitos Subarcoseanos. Eixo axial em direção a N30W (Ponto 147).</i>	88
<i>Figura 5.7. Rocha Metavulcanoclástica (Tufo ignimbrítico) com foliação bem desenvolvida. Foliação Sn: linha tracejada de cor preta. (Foto do afloramento do ponto 53).</i>	89
<i>Figura 5.8. Foliação (Sn) bem desenvolvida em Meta Lamitos Arenosos. Foliação Sn: linha tracejada em amarelo. Foto de afloramento, ponto 133.</i>	89
<i>Figura 5.9. Par de fraturas conjugadas em Meta Quartzo Arenitos (Ponto 135).</i>	90
<i>Figura 5.10. Micrografias ilustrando as evidências deformacionais em microescala. (A) Grãos de quartzo deformados e estirados, com sinais de recristalização, envolvidos por uma matriz recristalizada também orientada. Objetiva de 10x, nicóis cruzados. (B) Agregado de quartzo microcristalino (semelhante a um fragmento de púmice devitrificado) achatado e estirado segundo a direção da foliação, em meio a uma matriz fina recristalizada, constituída por finas lamelas de mica branca também orientadas. Objetiva de 4x, nicóis cruzados.</i>	90
<i>Figura 5.11. Foto de afloramento expondo a foliação S-C indicativa de cinemática dextral, em milonitos da unidade PPyauI.</i>	91
<i>Figura 5.12. Foto de afloramento evidenciando a presença de veios e fraturas sobre a foliação Sn em milonitos da unidade PPyauI.</i>	92
<i>Figura 5.13. Foto de afloramento ilustrando a deformação dúctil-rúptil em que a foliação em milonitos e veios de quartzo são cortados por um vento rúptil posterior Fn+1.</i>	93
<i>Figura 5.14. Diagrama de rosetas contendo as a direções preferencial das fraturas reconhecidas.</i>	94
<i>Figura 5.15: Foto de afloramento com marcantes pares de fraturas conjugadas em Meta Quartzo Arenito conglomerático com raros poucos seixos.</i>	94
<i>Figura 5.16: Foto de afloramento exibindo estruturas sedimentares primárias deposicionais (S0). (A) Laminação em Meta Quartzo Arenitos. (B) Estratificação cruzada acanalada na mesma litologia.</i>	96
<i>Figura 5.17: Evidência do critério de campo para definir a relação cronológica entre o Evento 3 e o Evento 2. Esta imagem exhibe um grande veio de quartzo referente ao Evento 2, sendo cortado e deslocado pelo Evento 3, em</i>	

<i>milonitos da unidade PPyau1.</i>	97
<i>Figura 5.18: Evidência da F1, caracteristicamente dúctil, nos milonitos da unidade PPyau1. Dobras parasíticas em "Z", indicando cinemática dextral.</i>	98
<i>Figura 5.19: Micrografia evidenciando as fases deformacionais do E3 em microescala. Seção correspondente a um tufo ignimbrítico da unidade PP4aa (vulcanoclásticas ácidas).</i>	99
<i>Figura 6.1. Áreas de requerimento disponibilizados pela ANM (fonte: SIGMINE/ANM). Áreas de cobre são todas voltadas para pesquisa, não foram encontrados indícios ou depósitos desse tipo de minério.</i>	101
<i>Figura 6.2. Meta quartzo arenito laminado, exposto por vaca entro de uma pequena propriedade. Os planos de estratificação indicam os planos para o corte para formar placas.</i>	102
<i>Figura 7.1. Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ª Dz.</i>	106
<i>Figura 7.2: Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.</i>	108
<i>Figura 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).</i>	109
<i>Figura 7.4: Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos. Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada.</i>	110
<i>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, e forma as sequências (3) meta-lamito arenoso, (4) meta-quartzo arenito, (5) meta-conglomerados, (6) meta-arenito subarcoseano, (7) meta-basaltos, e (8) meta-sedimentares indiferenciadas.</i>	111
<i>Figura 7.6: Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí para a região do projeto.</i>	112
<i>Figura 7.7: Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasileira na região do Projeto Campos Belos.</i>	113
<i>Figura 8.1: Comparativo entre unidades mapeadas do Projeto Campos Belos - GO (mapa superior) e Folhas Monte Alegre e Arraias (mapa inferior).</i>	118

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 3.1: Informações sobre as cenas ALOS/PALSAR adquiridas. *Data está em mês/dia/ano.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 3.2: Ângulos de iluminação utilizados para a confecção do Hillshade.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 3.3: Descrições das zonas homólogas marcadas na Figura 3.8.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabela 3.4: Descrições dos domínios do produto RGB do levantamento gamaespectrométrico (Figura 3.9).....</i>	<i>45</i>
<i>Tabela 3.5. Descrições das zonas do mapa K+RGB.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 3.6. Descrições das zonas do mapa CT+RGB.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabela 3.7. Descrições dos domínios do produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico.....</i>	<i>50</i>
<i>Tabela 4.1 - Associação de fácies identificadas na subárea I.....</i>	<i>76</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALOS Advanced Land Observing Satellite
Al Alumínio
Anf Anfibólio
Apt Apatita
Bt Biotita
Ca Cálcio
Chl Clorita
CMA Campo magnético anômalo
CMT Campo magnético total
CPRM – Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
DNPM Departamento de Produção Mineral
Dx Primeira derivada horizontal
Dy Segunda derivada horizontal
Dz Primeira Derivada Vertical
Epi Epidoto
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
Fe Ferro
Fm Formação
GHT Gradiente Horizontal Total
GPS Global Positioning System
Gr. Grupo
Grt Granada
Hbl Hornblenda
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IG-UnB Instituto de Geociências da Universidade de Brasília
K Potássio
KF Feldspato potássico
Km – Quilômetro
LANDSAT Land Remote Sensing Satellite
LTB Lineamento Transbrasiliano
M Metro
MDE Modelo digital de elevação
Mg Magnésio
Mn Manganês
Ms Muscovita
NASA Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

Na Sódio

N-S Direção Norte Sul

PALSAR Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar

P Fósforo

Pb Chumbo

Plg Plagioclásio

Qtz Quartzo

RGB Abreviatura de um sistema de cores aditivas em que o Vermelho (Red), o Verde (Green) e o Azul (Blue)

Rt Rutilo

S0 Acamamento

Si Silício

Srp Serpentina

SRTM Shuttle Radar Topographic

TF Trabalho Final

Th tório

Ti Titânio

TITL-GHT Inclinação do Sinal Analítico referente ao Gradiente Horizontal Total

Tre Tremolita

U Urânio

UnB Universidade de Brasília

USGS United States Geological Survey

UTM Universal Transversa de Mercator

ZCA Zona de Cisalhamento Arraias

Zr Zircão

RESUMO

Este relatório é resultado da concretização do Projeto Campos Belos que teve como objetivo realizar um mapeamento de uma área de 354 Km² localizada na região entre as cidades de Arraias (TO) e Cambos Belos (GO), situadas na porção sul do estado do Tocantins e ao norte do estado de Goiás, e confeccionar um mapa geológico em escala 1:50.000. A área de estudo encontra-se inserida na Província Tocantins e abrange a zona externa da Faixa Brasília. O arcabouço geológico e estrutural da subárea I se mostra complexo, com uma considerável variedade litológica e alvo de três grandes eventos tectônicos. Foram identificados dobramentos, falhas e zonas de cisalhamentos (Zona de Cisalhamento Arraias). O arcabouço geológico é formado por rochas da Formação Tincunzal e Suíte Aurumina, que constituem o embasamento, e pelas coberturas metavulcanossedimentares do Grupo Araí e pelito-carbonáticas do Grupo Bambuí. Nesta região, foram identificados dois episódios metamórficos principais: um episódio que afetou apenas as rochas da Suíte Aurumina e a Formação Tincunzal, e um segundo episódio que afetou novamente as rochas do embasamento juntamente com as rochas supracrustais do Grupo Araí. O primeiro episódio, relacionado à Orogênese Riacciana-Orosiriana, que elevou as condições de temperatura até a fácies anfíbolito. O segundo episódio atingiu a fácies xisto verde, relacionado à Orogênese Brasileira, e afetou de forma mais branda as rochas da Suíte Aurumina e as rochas dos grupos Araí e Bambuí. Economicamente, na subárea I não foram encontrados alvos de grande interesse econômico. O principal resultado deste trabalho foi o aprimoramento da constituição litoestratigráfica da região, evidenciado no mapa geológico.

Palavras Chaves: Bloco Cavalcante-Natividade, Orogênese Brasileira, Projeto Campos Belos (GO), Suíte Aurumina, Grupo Araí, Mapeamento Geológico.

ABSTRACT

This report is the result of the implementation of the Campos Belos Project, which aimed to map an area of 354 Km² located in the region between the cities of Arraias (TO) and Cambos Belos (GO), located in the southern part of the state of Tocantins and north of the state of Goiás, and to make a geological map on a scale of 1:50.000. The study area is inserted in the Tocantins Province and covers the external area of the Brasília Strip. The geological and structural framework of subarea I is complex, with a considerable lithological variety and the target of three major tectonic events. Foldings, faults and shear zones (Shear Zone Arraias) were identified. The geological framework is formed by rocks of the Tincunzal Formation and Aurumina Suite, which constitute the basement, and by the metavulcanosedimentary covers of the Araí and pelito-carbonate group of the Bambuí Group. In this region, two main metamorphic episodes were identified: one episode that affected only the rocks of the Aurumina Suite and the Tincunzal Formation, and a second episode that again affected the basal tres along with the supracrustal rocks of the Araí Group. The first episode, related to Riacciana-Orosyrian Orogenesis, which raised temperature conditions to ampegolate facies. The second episode reached the green shale facies, related to The Brasiliana Orogenesis, and affected more mildly the rocks the Aurumina Suite and the rocks of the Groups Araí and Bambuí. Economically, in subarea I no targets of great economic interest were found. The main result of this work was the improvement of the lithostratigraphic constitution of the region, evidenced in the geological map.

Keywords: Block Cavalcante-Natividade, Brasiliano Orogeny, Campos Belos Project (GO), Aurumina Suite, Araí Group, Geological Mapping.

Capítulo 1

1 Introdução

Este capítulo apresenta a principal motivação do Projeto Campos Belos (GO), seus objetivos gerais e específicos, a relevância e o contexto da área de estudo.

1.1 Considerações Iniciais

O Projeto Campos Belos contempla as atividades realizadas nas disciplinas Preparação para o Mapeamento Geológico Final (código 112470) e Mapeamento Geológico Final (código 112941), referentes ao curso de graduação em Geologia da Universidade de Brasília. As atividades foram realizadas no decorrer do 2º semestre do ano de 2021 ao 1º semestre do ano de 2022, com o apoio do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (IGD-UnB).

Este trabalho foi coordenado pelos professores Dr. Federico Alberto Cuadros Jimenez (Coordenador) e Martino Giorgioni (Vice-coordenador), com a colaboração durante o decorrer de todo o trabalho dos professores doutores Elton Luiz Dantas, Nilson Francisquini Botelho e Valmir da Silva Souza. Atuaram ainda como colaboradores, professores doutores Henrique Llacer Roig e Tati de Almeida, na aquisição de dados e produtos relacionados ao geoprocessamento e convecção de mapas de campo, bem como a Profa. Dra. Roberta Mary Vidotti, na elaboração e processamento dos produtos geofísicos.

A área deste projeto está inserida na Folha de Arraias (SD.23-V-A)¹, entre os municípios de Arraias (TO) e Campos Belos (GO), na região sudeste do Estado do Tocantins e divisa com Estado de Goiás. O projeto consiste na realização de um mapeamento geológico,

¹ Projeto Sudeste do Tocantins 2003-2006, vinculado ao Programa Geologia do Brasil (PGB) e executado pelo Serviço Geológico do Brasil - SBG/CPRM (Abdallah e Menighini, 2017).

em escala de semidetalhe (1:50.000), de uma área de total de 354 km², dividida em 5 subáreas. Quatro áreas possuem uma área total de 66 km² (11 x 6 km), enquanto uma área possui 90 km² (7,5 x 12 km). Neste contexto, este trabalho versa sobre o mapeamento da subárea I (Figura 1), situado entre as coordenadas -12.935188°/ -46.950549° e -12.936622°/ -46.730794° (Lat/Long).

A região entre os municípios de Arraias (TO) e Campos Belos (GO) está inserida na porção meridional da Faixa Brasília, na Província Tocantins, inserido em sua Zona Externa (Almeida et al., 1977; Fuck et al., 1994; Marini et al., 1984). Compreendendo o embasamento conhecido como Bloco Cavalcante-Natividade, mas especificamente no domínio Cavalcante-Arraias, o qual reúne os granitos peraluminosos da Suíte Aurumina (2,12 – 2,17 Ga) e as coberturas metassedimentares e metavulcânicas associadas do Grupo Araí (1,77 Ga) que afloram como registros de uma dinâmica extensional do Paleoproterozóico (Dardenne, 2000; Alvarenga et al., 2007; Pimentel, 2016; Tanizaki et al., 2015; Cordeiro e Oliveira, 2017; Martins-Ferreira et al., 2018).

1.2 Justificativa

Os trabalhos de mapeamento geológico finais de graduação em Geologia da Universidade de Brasília, com início no ano de 1968 (Projeto Iporá), proporcionam um verdadeiro treinamento profissional a fim de formar geólogos com o nível de qualidade teórica e prática essenciais para a carreira. Fornecendo dados de mapeamento geológico do Brasil central, principalmente, dos estados de Goiás e Tocantins. A região de Arraias (TO) – Campos Belos (GO) já foi alvo de trabalhos anteriores de mapeamento geológico, realizados pelo Projeto Monte Alegre de Goiás (1999) e Pelo Projeto Arraias (2001)². Entretanto, a região não foi completamente mapeada e necessita de maiores detalhes em regiões já cobertas pelos mapeamentos anteriores. Dessa forma, o estudo nesta região fornece informações sobre as unidades geológicas e a compreensão da Evolução da Província Tocantins no domínio Cavalcante-Arraias, a fim de contribuir para o conhecimento do Brasil central e outras pesquisas técnico-científicas.

² Informações resumidas sobre os trabalhos anteriores podem ser encontradas no endereço do antigo site do Instituto de Geociência (IG/Unb): https://mw.eco.br/ig/grad/trabgrad.htm#Lista_dos_trabalhos

1.3 Objetivos

O Projeto Campos Belos fornece o mapeamento, em escala 1:50.000, da região situada entre as sedes dos municípios de Campos Belos (GO) e Arraias (TO) (região sudeste de Tocantins – NE de Goiás). O trabalho visa detalhar a geologia e contribuir para a resolução de incertezas geológicas que ainda persistem na região. Os objetivos são:

- Separação entre os domínios de granitos intrusivos e o embasamento, já que o mapeamento da Folha Arraias (Abdallah e Menighini, 2017) caracterizou porções da Formação Ticunzal e da Suíte Aurumina como parte do terreno Almas-Cavalcante e unidades arqueanas;
- Caracterização da Formação Ticunzal e sua relação com as rochas graníticas;
- Caracterização faciológica das rochas vulcânicas e sedimentares do Grupo Araí e suas relações com o embasamento;
- Caracterização de unidades basais do Grupo Bambuí;
- Natureza das ocorrências de ouro e urânio e das concentrações de fosfato da região.

1.4 Localização e Vias de Acesso

A área do Projeto Campos Belos de Goiás está localizada na divisa entre a região sudeste do Estado de Tocantins e nordeste do Estado de Goiás, correspondendo à 354 km², abrangendo região situada entre as sedes dos municípios de Campos Belos (GO) - Arraias (TO).

Campos Belos encontra-se 404 km a norte de Brasília/DF e a 437 km da capital Palmas/TO (Figura 1). O principal acesso, a partir de Brasília, é feito pela BR-010/020 que segue em direção ao norte, passando por São João d'Aliança (GO), Alto Paraíso de Goiás até o entroncamento da GO-118 em Teresina de Goiás. Segue-se em direção à cidade de Monte Alegre de Goiás, da qual é possível acessar as cidades de Campos Belos (GO) e Arraias (TO).

Ao extremo oeste da área deste projeto, encontra-se a subárea I, foco deste trabalho. A subárea I possui uma área total de 66 km² (11 x 6 km), localizada a uma distância de aproximadamente 17 km da cidade de Campos Belos, e inclui uma pequena porção sul da cidade de Arraias. As principais formas de acesso à subárea I incluem: (i) por meio das rodovias GO-118/TO-050, a partir de Campos Belos, sentido Arraias; e (ii) pelas rodovias não

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

pavimentadas TO-499/GO-112, partindo de Monte Alegre de Goiás, no sentido de Arraias (Figura 1.1).

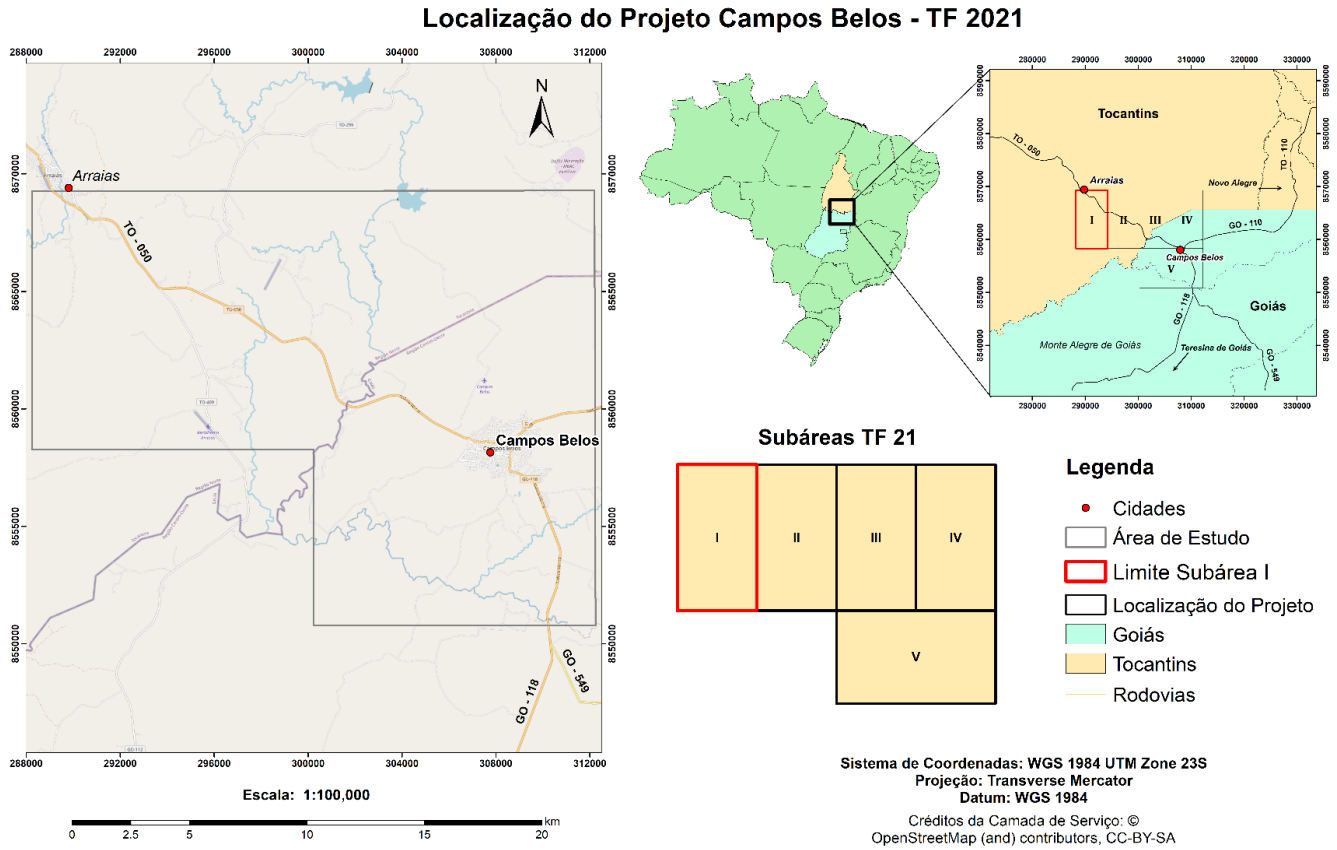


Figura 1.1: Mapa de localização da subárea I. Trabalho de Mapeamento Geológico Final, 2021/2022. Universidade de Brasília (UnB), 2021.

1.5 Etapas do Projeto

O Projeto Campos Belos teve início em agosto de 2021 e seu cronograma de planejamento foi segmentado em três etapas definidas como: Etapa Pré-campo, de agosto a novembro, Etapa de Campo, de 15 a 30 de novembro; e Etapa Pós-campo, de fevereiro a maio, como consta detalhado no cronograma de atividades da Figura 1.2.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

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 – TF 2021/2022.

1.5.1 Etapa de Pré-Campo

A etapa pré-campo ocorreu a partir do mês de agosto até a primeira quinzena do mês de novembro de 2021. Nessa etapa, foram realizadas atividades de revisão bibliográfica (Capítulo 2) e um estudo preliminar da área do projeto por meio de geotecnologias (Capítulo 3). Os principais produtos gerados com o uso do sensoriamento remoto foram: (i) mapa base da subárea I, por meio da extração de vias, estrada de terra e trilhas de acesso, drenagens, corpos d'água, além de localidades urbanas e rurais; (ii) mapa dos solos, (iii) mapa de zonas homólogas; e (iv) mapa de lineamentos morfoestruturais.

Em relação aos métodos aerogeofísicos, foi utilizada a magnetometria, a fim de destacar as feições estruturais identificadas nos mapas de domínios magnetométricos e de lineamentos magnéticos (Primeira derivada vertical – Dz e TILT). Foi utilizado também a

gamaespectrometria para delimitar os possíveis contatos litológicos, utilizando o mapa de domínios gamaespectrométricos (RGB, eTh - Tório, eU – Urânio e K – Potássio).

Nesta etapa, os principais *softwares* utilizados foram: ArcGIS™ 10.8.1³, Google Earth™ Pro⁴, QGIS™ 3.20.2⁵ e StereoPhoto Maker™ 6.0⁶. Todos os métodos de aquisição de dados e processamento estão detalhados no Capítulo 3.

1.5.2 Etapa de Campo

A etapa de campo correu entre os dias 15 de novembro e 01 de dezembro de 2021. Essa etapa corresponde ao mapeamento geológico por meio de perfis de caminhamentos integrados, normalmente realizados de modo perpendicular às direções morfoestruturais. As atividades desenvolvidas durante a atividade de campo foram, fundamentalmente, a descrição de litologias, aquisição de medida estruturais planes e/ou lineares e na coleta de amostras representativas.

O sistema de coordenadas utilizado foi o Universal Transversa de Mercator, datum horizontal SIRGAS 2000 (Zona UTM 23S) e declinação magnética $-22^{\circ} 5' \pm 0^{\circ} 22'$ ($-0^{\circ} 4'/\text{ano}$)⁷. Para a navegação, planejamento e coleta de dados, foram utilizados os aplicativos para *Android* Avenza Maps⁸, Google Maps⁹ e Global Mapper¹⁰.

Ao todo, foram adquiridos 159 pontos de descrição, 132 medidas estruturais, e a coleta de 44 amostras litológicas (Figura 1.3; Anexo C). Neste trabalho, foram adotadas as recomendações da Internacional Union of Geological Sciences (IUGS) para a nomenclatura das rochas metamórficas, ígneas e vulcanoclásticas (Fettes et al., 2007; Le Bas e Streckeisen, 1991; Fisher & Schmincke, 1984). A escala cronoestratigráfica adotada corresponde a versão

³ ESRI (Environmental Systems Research Institute). Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/home>

⁴ Google LLC. Disponível em: <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>

⁵ QGIS Development Team. Disponível em: https://qgis.org/pt_BR/site/

⁶ Masuji & David Sykes - StereoPhoto Maker (SPM). Disponível em: <https://stereo.jpn.org/eng/stphmkr/>

⁷ Declinação magnética em Arraias do Tocantins (2021-11-15). Disponível em: <https://ngdc.noaa.gov/>

⁸ Avenza Systems Inc. Disponível em: <https://www.avenza.com/>

⁹ Google LLC. Google Maps. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>

¹⁰ Blue Marble Geographics. Disponível em: <https://www.bluemarblegeo.com/>

mais recente até a data de conclusão deste trabalho, publicada pela International Commission on Stratigraphy - ICS (v. 2021/10; Cohen et al., 2021).

Mapa de Pontos Subárea I - Projeto Campos Belos

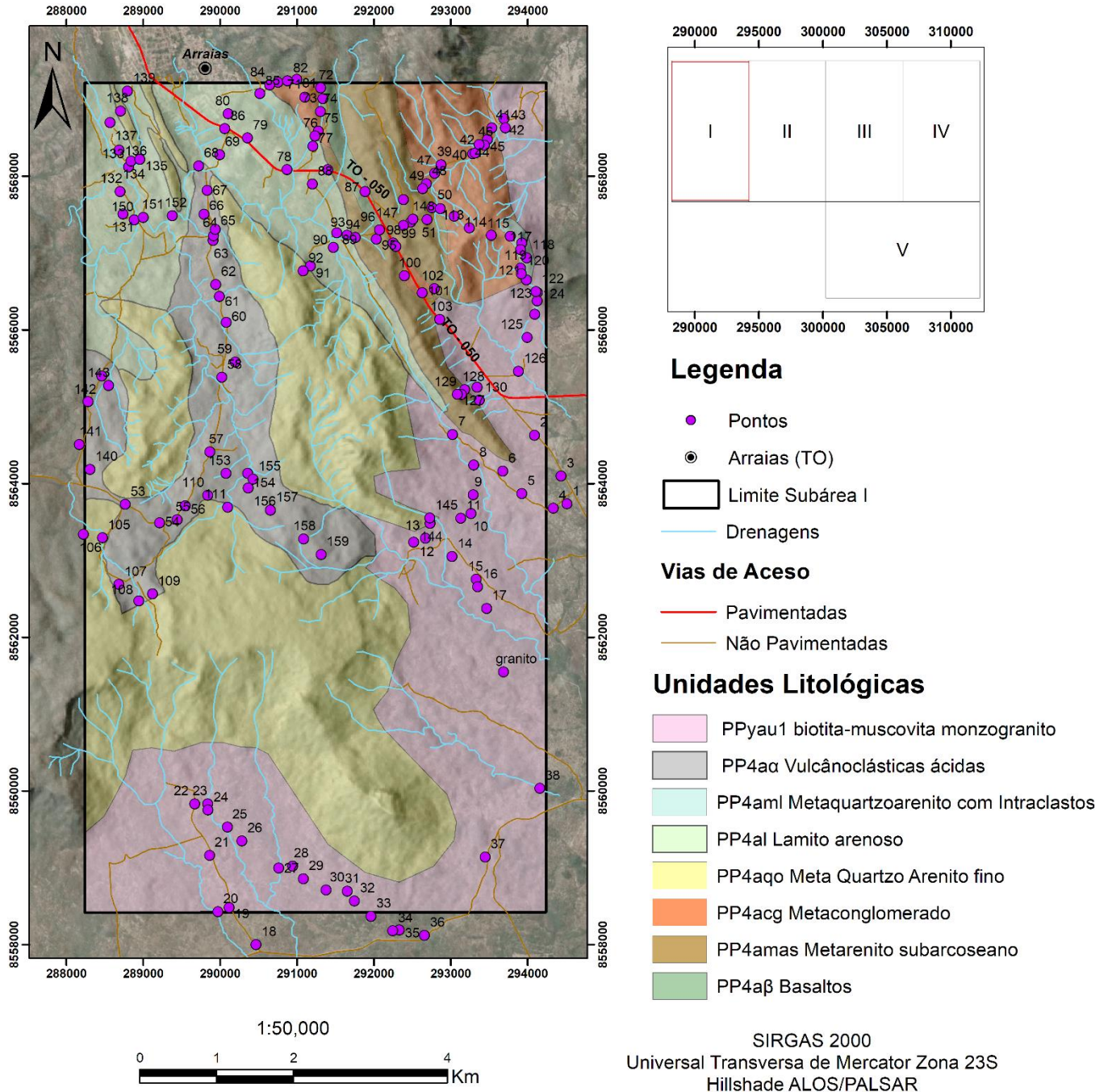


Figura 1.3: Mapa de pontos simplificado da Subárea I, adquiridos durante a Etapa de Campo. Hillshade (ALOS/PALSAR), transparência 30%. Disponível no Anexo C.

1.5.3 Etapa Pós-Campo

A etapa pós-campo compreende o período entre os meses de dezembro, de 2021, e abril de 2022 (Apêndice A). Neste período, as atividades resumiram-se em organizar, refinar e interpretar os dados coletados adquiridos nas etapas anteriores. Os principais produtos obtidos nessa etapa foram: (i) o mapa geológico e as descrições das litologias identificadas (Capítulo 4); (ii) mapa de domínios estruturais, descrição dos eventos tectônicos e evolução geotectônica (Capítulo 5 e Capítulo 7) e (iii) potencialidades econômicas (Capítulo 6).

Para a descrição e caracterização petrográfica, foram selecionadas amostras representativas das principais litologias, sendo confeccionadas 12 lâminas delgadas pelo Laboratório de Laminação na Universidade de Brasília (LABLAM/IG-UnB). A descrição petrográfica foi realizada sob luz transmitida e refletida, no Laboratório de Microscopia (IG-UnB). Para as análises das medidas estruturais foi utilizado o *software* OpenStereo¹¹ e Stereonet¹².

1.6 Aspectos Fisiográficos

1.6.1 Clima e Vegetação

O Estado do Tocantins está localizado na transição entre os climas amazônicos e centro-oeste, de maneira que o clima predominante é o tropical quente semiúmido ou Aw (clima de savana), segundo a classificação de Koepen (SEPLAN, 2017; Abdallah e Meneghini, 2017). Existe no estado do Tocantins uma alternância entre seis meses de chuva e seis meses de seca. As chuvas concentram-se nos meses de novembro a abril, somando 1404 mm em média, o equivalente a 85% das chuvas anuais. Sendo que o mês de janeiro possui a maior média pluviométrica do Estado, 265,0 mm (Roldão & Ferreira, 2019; INMET).

Entre maio e outubro, predomina a escassez de chuvas, em que a média precipitada é de 243,9 mm, correspondendo a apenas 15% do total das chuvas anuais. Observa-se que julho

¹¹ OpenStereo. Disponível em: <https://igc.usp.br/openstereo/download/>

¹² Stereonet. Disponível em: <http://www.geo.cornell.edu/geology/faculty/RWA/programs/stereonet.html>

é o mês com menor registro pluviométrico, com média de 3,8 mm. O mês de outubro, apesar de receber uma quantidade considerável de chuvas, apresenta ainda deficiência hídrica no solo e as chuvas são em grande parte isoladas. Desta forma, o mês de outubro foi considerado um mês da estação seca no Tocantins (Roldão & Ferreira, 2019; INMET). Em média, o Estado do Tocantins apresenta temperatura do ar de 24,9°C. Sendo que, entre os meses agosto e outubro estão os maiores valores de 26,6°C – 27,7°C, enquanto que, os meses de janeiro a março apresentam as temperaturas menores de 23,9°C – 24°C (Roldão & Ferreira, 2019).

No sudeste do estado, incluindo a área deste projeto, identifica-se o domínio climático C1dA'a', caracterizado como semiúmido seco, com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial média anual de 1.300 mm (Thornthwait; SEPLAN, 2017 e 2020). A região apresenta poucas precipitações anuais e um período de seca maior durante o inverno, com valores de precipitação média anual variando entre 1.200 – 1.460 mm (SUPLAN, 2017; GEOPORTAL SEPLAN¹³; ANA¹⁴; INMET¹⁵). A temperatura média anual 24,9 °C – 27,4°C, média de 24,7% entre 1931-2010, com máxima de 34,5 °C; e umidade relativa do ar que varia entre 46% - 79%, média de 63,4% entre de 1931-2010 (INMET¹⁶).

Em Campos Belos (GO)¹⁷ e Arraias (TO)¹⁸, observa-se o padrão de clima citado anteriormente (Figura 1.4), de acordo com a climatologia e o histórico de previsão do tempo. Os dados apresentados representam o comportamento da chuva e da temperatura ao longo do ano. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados.

¹³ GEOPORTAL SEPLAN. Disponível em: <https://geoportal.to.gov.br/gvsigonline/>

¹⁴ HIDROWEB v3.2.6. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/apresentacao>

¹⁵ INMET, clima. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/progp/0>

¹⁶Referente à estação automática de Taguatinga/TO.Cód:8323.Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/progp/0>

¹⁷ ClimaTempo. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/5087/camposbelos-go>

¹⁸ ClimaTempo. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/5379/arraias-to>

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

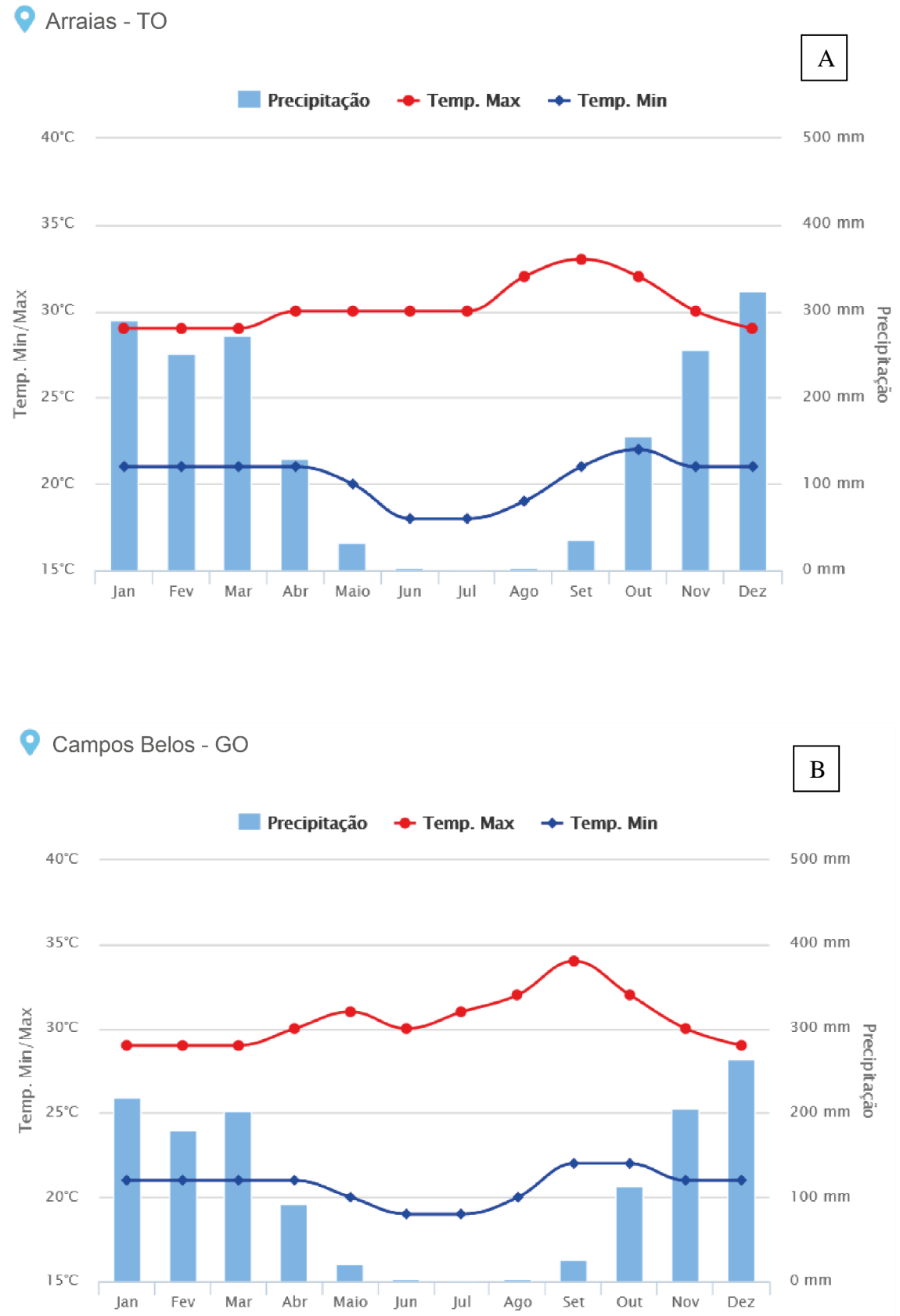


Figura 1.4: Climatologia e o histórico de previsão do tempo. As médias climatológicas são valores calculados a partir de uma série de dados de 30 anos observados. (A) Arraias, TO; (B) Campos Belos, GO. ClimaTempo, 2022.

O cerrado é o bioma predominante do território de Tocantins, abrangendo toda a extensão da Folha Arraias (IBGE, 2021; SEPLAN). Na porção sul do estado, o bioma dominante corresponde a Savana (cerrado) Arborizada, caracterizada pela fitofisionomia por vegetação de cerrado denso e típico, sem mata de galeria (inundável e não inundável). Mas também há porções de Floresta Estacional Semidecidual (aluvial), e, localmente, em encrave com o domínio anterior (arborizada/submontana; SEPLAN, 2013).

Na subárea I, predomina a Savana Arborizada rupestre, sem mata de galeria e encaves com cerrado denso, sem mata de galeria, e mata seca (Floresta Estacional). Próximos aos rios, observa-se a mudança para a fitofisionomia de mata de galeria, inundável e não inundável.

1.6.2 Geomorfologia

A área de estudo deste trabalho está sobreposta a dois domínios morfoestruturais: (i) ao sul da área, o Embasamento em Estilos complexos; e na porção centro-norte o (ii) Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares. No domínio (i) está unidade geomorfológica do Depressão do Alto Tocantins, que inclui o embasamento da Suíte Aurumina. Já no domínio (ii) está a Serra de Arraias, onde estão contidas as rochas do Grupo Araí (Abdallah e Meneghini, 2017; IBGE, 2007; SEPLAN, 2017, 2009).

A Depressão do Alto Tocantins compreende uma superfície rebaixada e descontínua, esculpida em litologias do embasamento cristalino (granito e gnaisses pré-cambrianos), interrompida, ao norte e oeste da subárea I pela Serra de Arraias. A unidade geomorfológica Serra de Arraias está localizada no centro do município de Arraias, onde se encontram os tributários formadores dos rios Arraias e São Domingos, com altitudes que variam entre 400 a 900 metros, aproximadamente. Ao sul da área, o contato entre as duas unidades é marcado por deSn+1 íveis íngremes, geralmente na forma de escarpas.

1.6.3 Solos

De acordo com a SEPLAN/TO (2017), os principais solos encontrados no estado do Tocantins são: cambissolos, plintossolos, gleissolos, neossolos, latossolos e argissolos. Entre esses, os argissolos constituem a maior parte da Folha de Arraias. Neossolos litólicos e

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

cambissolos são solos jovens, estão associados aos sedimentos do Grupo Araí e encontrados nas proximidades de Arraias. Plintossolos ocorrem a SW de Arraias, com menos de 5% da folha (Abdallah e Meneghini, 2017; Embrapa, 2003).

Na subárea I, encontram-se predominantemente (Figura 1.5): (i) Neossolos litólicos distróficos, na porção oeste; e (ii) Plintossolos háplicos distróficos (Embrapa, 2020)¹⁹.

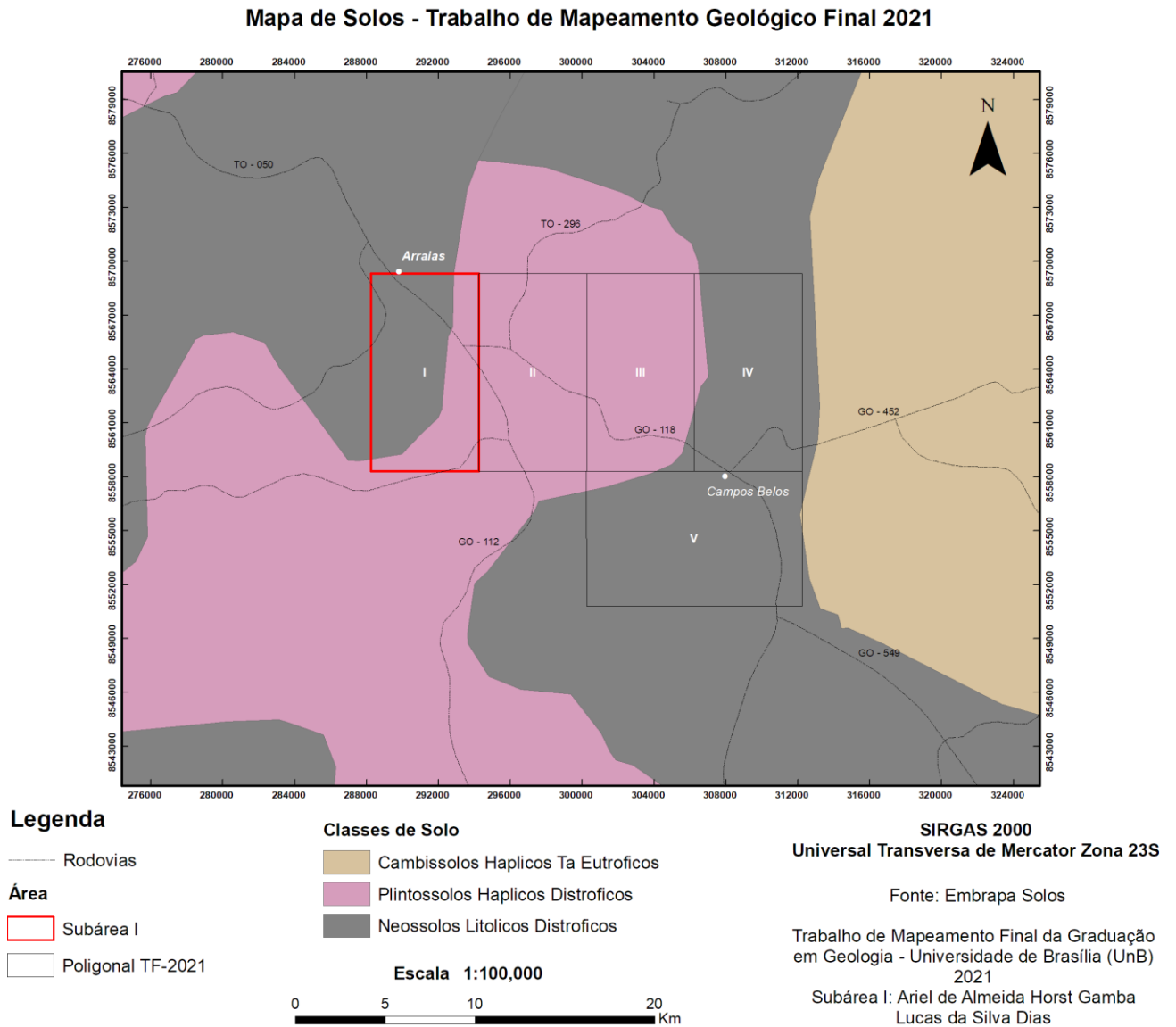


Figura 1.5: Mapa de solos do Projeto Campos Belos (Embrapa, 2020).

¹⁹ Embrapa, 2020. Disponível: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3ABrasil_solos_5m_20201104

- i. Neossolos litólicos distróficos²⁰: geralmente de pequena espessura, apresenta horizonte A diretamente sobre a rocha ou sobre um horizonte C (ou material composto majoritariamente por fragmentos grosseiros). Apesar de pouco espessos e com baixa capacidade de armazenamento de água, são usados para cultivo agrícola na região;
- ii. Plintossolos háplicos distróficos²¹: solos que não se enquadram em outras classes de plintossolos. Exibem baixa fertilidade, elevada acidez e toxicidade por alumínio e aptidão estrita ao cultivo.

1.6.4 Hidrografia

O estado do Tocantins está inserido na Região dos Sistemas Hidrográficos Tocantins – Araguaia (MMA, 2003), onde a rede de drenagem da Folha de Arraias é predominantemente dendrítica, localizada nas bacias do Rio Paranã e Rio Palma, e tem como principais tributários os rios Paranã e Palma (SEPLAN, 2013). A subárea I está inserida próximo à divisa da Bacia do Rio Palmas com a Bacia do Rio Paranã (Figura 1.6).

Dentro da área, correm afluentes do Rio Arrais, cobrindo uma significativa área do trabalho. Como a região de Tocantins possui uma estação de seca, existem rios intermitentes, característicos do período menos chuvoso (julho a outubro), o que acarreta na redução das vazões médias dos rios em até 88% em relação ao período chuvoso (ANA, 2009).

²⁰ Caracteriza solos com saturação de bases (V%) e de alumínio trocável menores que 50%.

²¹ Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plântico, litoplântico ou concrecionário. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de-solos/ordens/plintossolos>

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Sistema Hidrográfico e Bacias Hidrográficas - Projeto Campos Belos

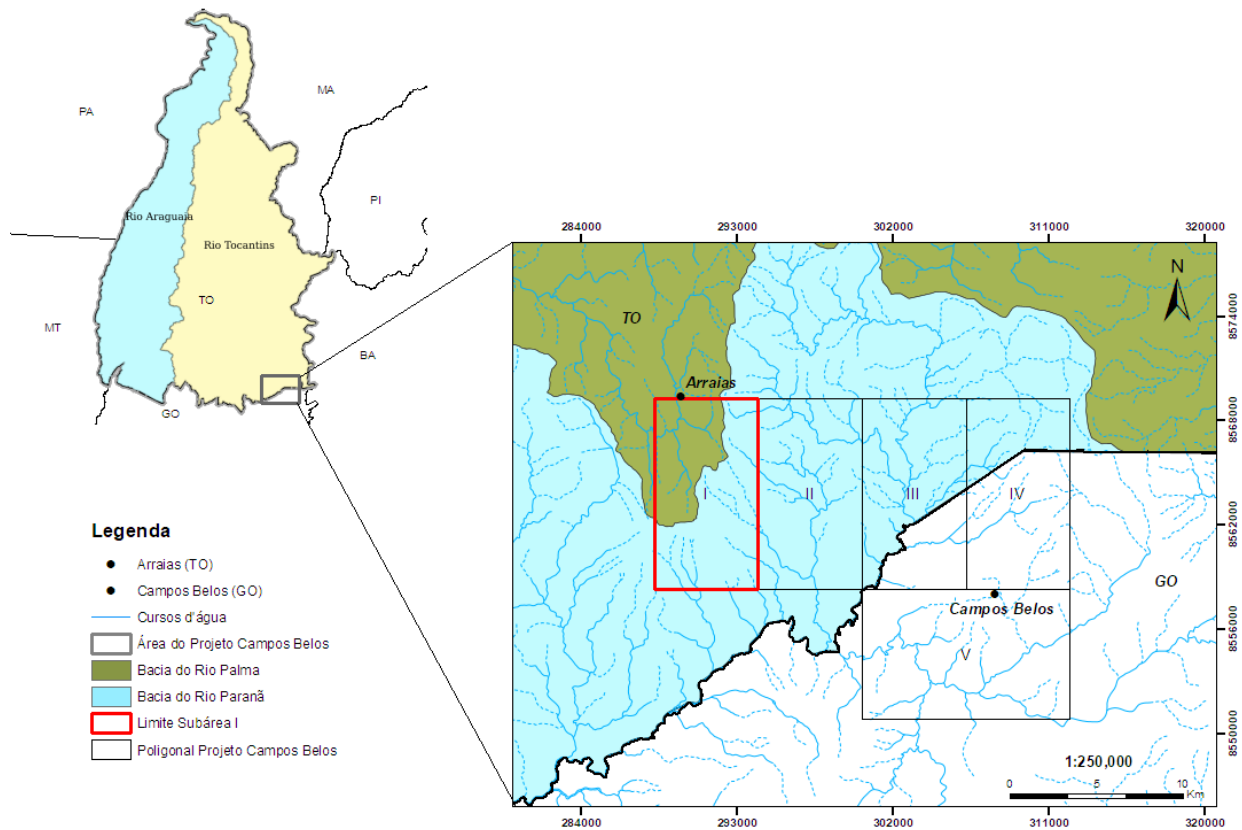


Figura 1.6: Mapa simplificado do Sistema Hidrográfico e das Bacias hidrográficas inseridas na área do Projeto Campos Belos, 2021. Catálogo de Metadados de Tocantins, IDE TOCANTINS. Destaca-se em vermelho, a poligonal da subárea I.

Capítulo 2

2 Contexto Geológico Regional

Apresenta o contexto geológico regional do Projeto Campos Belos e a bibliografia utilizada

2.1 Aspectos Gerais

O Projeto Campos Belos (GO) (Figura 2.1) abrange a porção meridional da Faixa Brasília, na Província Tocantins, inserido em sua Zona Externa (Almeida *et al.*, 1977; Fuck *et al.*, 1994; Marini *et al.*, 1984). A região deste trabalho compreende o embasamento conhecido como Bloco Cavalcante-Natividade, mas especificamente no domínio Cavalcante-Arraias (Fuck *et al.*, 2014), o qual reúne os granitos peraluminosos da Suíte Aurumina (2,12 – 2,17 Ga) e as coberturas metassedimentares e metavulcânicas associadas do Grupo Araí (1,77 Ga) que afloram como registros de uma dinâmica extensional do Paleo-Mesoproterozóico (Dardenne, 2000; Alvarenga *et al.*, 2007; Pimentel, 2016; Tanizaki *et al.*, 2015; Cordeiro e Oliveira, 2017; Martins-Ferreira *et al.*, 2018).

Os primeiros trabalhos de interesse geológico regional na região sudeste de Tocantins e nordeste de Goiás foram realizados por métodos de levantamento sistemático. Sucessivamente, diversos autores contribuíram para o avanço do conhecimento e para a proposição da evolução geológica da região de Goiás-Tocantins. Os trabalhos pioneiros de mapeamento dessa região são atribuídos a, dentre outros autores, Almeida (1967), Almeida (1977), Barbosa *et al.* (1969), Correia Filho e Sá (1980). Em seguida, os autores Costa *et al.* (1984) caracterizaram as demais unidades litoestratigráficas, com base em mapeamentos geológicos realizados pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

Outros trabalhos deram atenção aos terrenos Almas-Conceição do Tocantins (*e.g* Padilha, 1984; Fuck *et al.*, 2014); Almas-Dianópolis (*e.g* Campos *et al.*, 2016; Cruz, 1993; 2001; Cruz e Kuyumjian, 1998); Natividade (Gorayeb *et al.*, 1988; Oliveira *et al.*, 2012). Na

mesma área deste projeto, encontra-se o trabalho de Mapeamento Geológico da Região de Arraias do Tocantins, na escala de 1:50.000, realizado pela Universidade de Brasília (Campos *et al.*, 2001). Não somente, mas também podem ser citados os trabalhos de Cavalcante-Campos Belos-Nova Roma (*e.g* Alvarenga *et al.*, 2007; Botelho 1992; Botelho *et al.*, 1998).

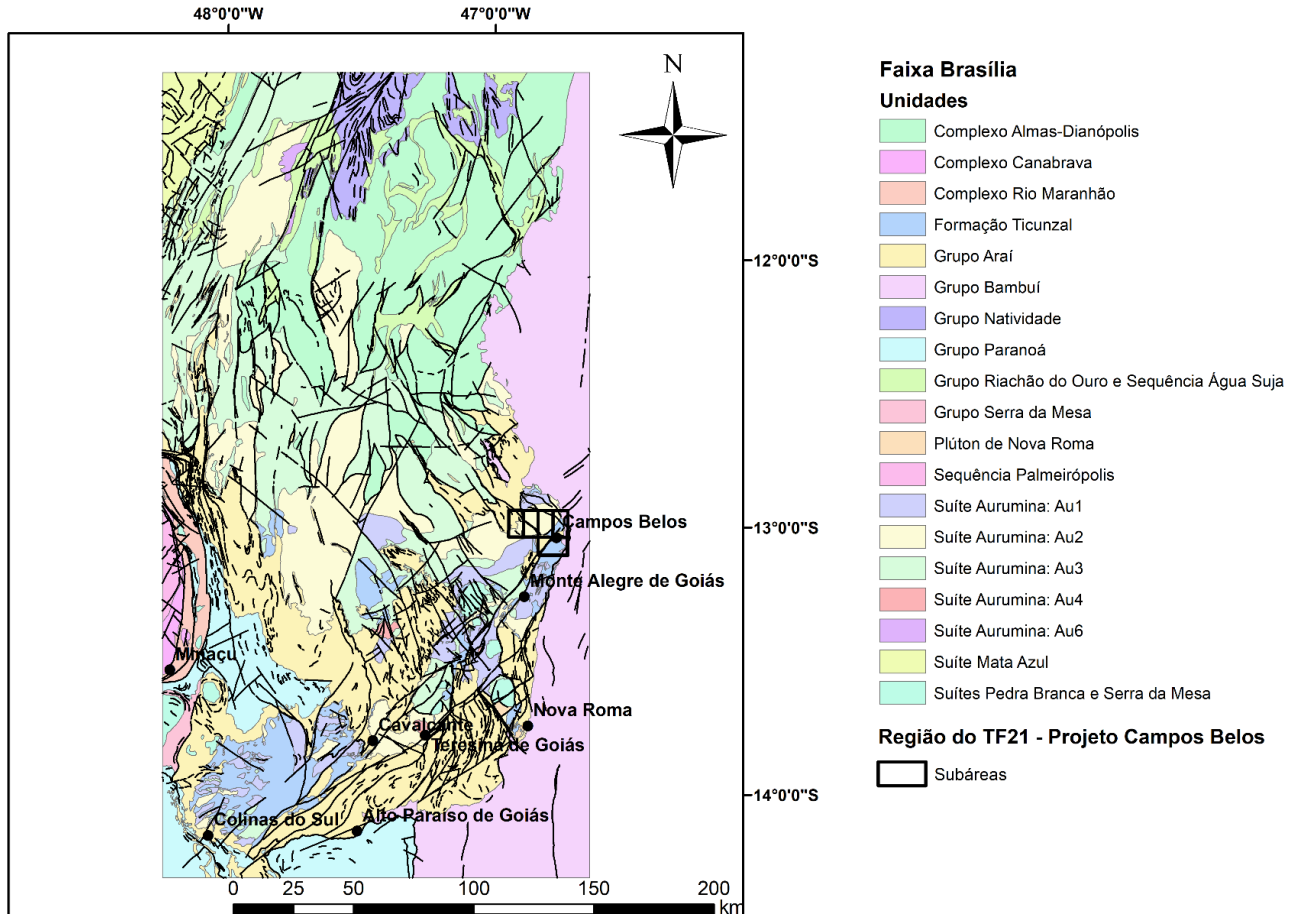


Figura 2.1: Mapa das principais unidades litológicas da Faixa Brasília próximas a região do TF21, Projeto Campos Belos.

2.2 A Província Tocantins

A partir do conceito de orógeno, a Província Tocantins (Figura 2) foi posicionada no Brasil central entre os crátons: Amazônico, oeste da província, São Francisco-Congo, limitador oriental da província, e ao norte do Bloco Crustal Paranapanema (Almeida *et al.*, 1977; 1981 e Cordani *et al.*, 2009). Essa província geralmente é conceituada como uma feição orogênica neoproterozóica, representando a amalgamação do supercontinente Gondwana Ocidental e a formação das Faixas Araguaia, Brasília e Paraguai (Pimentel e Fuck, 1992;

Strieder e Suita, 1999; Brito Neves, 1999; Alvarenga *et al.*, 2000). Este evento é conhecido como a Orogênese Brasileira/Pan-Africana (c. 750-500 Ma; Brito Neves *et al.*, 2014).

Dessa forma, a província é composta por três segmentos tectônicos afetados pelo Ciclo Brasileiro: o Arco Magmático de Goiás, o Maciço de Goiás, e as faixas dobradas Paraguai-Araguaia e Brasília. Nesse contexto, as faixas Paraguai e Araguaia se encontram, respectivamente, nas margens sudeste e leste do Cráton Amazônico. Enquanto que, a Faixa Brasília (ou Faixa de Dobramentos Brasília - FDB) se encontra na margem oeste do Cráton do São Francisco (CSF).

2.2.1 A Faixa Brasília

A Faixa Brasília se estende por mais de 1000 quilômetros na direção N-S, entre as latitudes 10°S e 20°S, cobrindo partes dos Estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais (Figura 2). Pode ser subdividida nos segmentos setentrional, direções NNE-SSW, e meridional, NNW-SSE (Fuck *et al.*, 2017). A expressiva mudança da tendência estrutural entre ambos os segmentos é representada pela Sintaxe dos Pirineus, de direção geral WNW-ESE (Araújo Filho, 2000).

Apesar das diferenças importantes registradas ao longo do cinturão, vários domínios tectônicos podem ser reconhecidos (Fuck *et al.*, 1994; Pimentel *et al.*, 2000, 2004; Dardenne, 2000; Valeriano *et al.*, 2004, 2008). Nesse contexto, os autores Marini *et al.* (1984) e Fuck *et al.* (1994) subdividiram a FDB em zonas interna e externa, de acordo com os limites tectônicos representados por falhas de empurrão que delimitam o Cráton do São Francisco (Figura 2.2), de forma que, a as zonas interna e externa da FDB estão localizadas a oeste e a leste da Falha Rio Maranhão, respectivamente. Nessa conjuntura, nota-se a vergência tectônica de oeste para leste em direção ao Cráton São Francisco, enquanto o metamorfismo progressivo se manifesta em direção a oeste.

Para esses autores, grande parte das rochas do embasamento da FDB constituiriam terrenos granito-gnaissicos, polideformados, tonalíticos a granodioríticos, milonitizados, além greenstone-belts pré-brasilianos. Não obstante, Fuck *et al.* (1994) posicionaram as coberturas crâtonicas do Grupo Bambuí na porção oriental da FDB e incluíram a unidade granito-gnaissico paleoproterozoica e as faixas metavulcanossedimentares de Marini *et al.* (1984a) no terreno Almas-Dianópolis.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

A área de interesse deste projeto situa-se na zona externa da Faixa Brasília, a oeste do Cráton São Francisco.

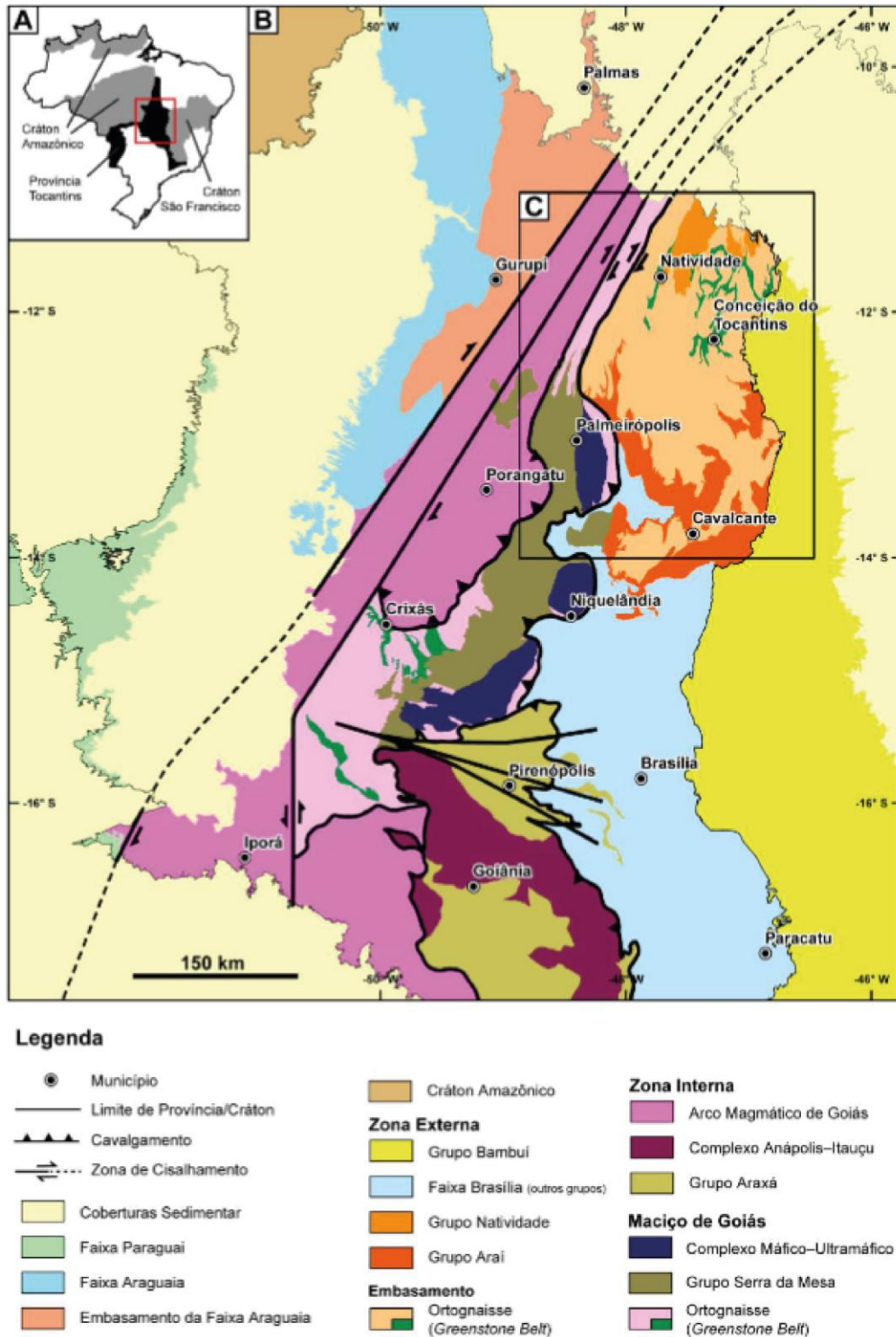


Figura 2.2: (A) Província Tocantins e os Crátos Amazônico e São Francisco. (B) Mapa geológico simplificado da porção oriental da Província Tocantins, destacando a Faixa Brasília e suas compartimentações, parte das Faixas Araguaia e Paraguai, além das coberturas sedimentares. Adaptado de Praxedes (2015). (C) Delimitação da área do bloco Cavalcante-natividade. Em vermelho, a localização deste projeto. Disponível em: <https://geoportail.cprm.gov.br/geosgb/>

A Zona Externa é definida como um cinturão de dobras e empurrões que beira o CSF, compreendendo espessas sequências metassedimentares de margem passiva, deformadas sob o metamorfismo de fácies xisto verde de grau baixo, e por menores exposições do embasamento (Fuck *et al.*, 1994). Na porção centro-sul, ocorrem os cinturões de dobras e empurrões formados por rochas metassedimentares dos Grupos Bambuí, Canastra, Ibiá, Paranoá e Vazante. Ao passo que, na porção norte, ocorrem os Grupos Araí, Serra da Mesa e Natividade como representantes de sequências rifte (Fuck *et al.*, 1994; Dardenne, 2000).

No extremo norte da Zona Externa, as sequências sedimentares são menos espessas, expondo as rochas do embasamento (2,45-2,0 Ga), conhecidas como Bloco Cavalcante-Natividade (Figura 2.3) (Fuck *et al.*, 2014).

Já a zona interna da Faixa Brasília inclui unidades alóctones do Grupo Araxá e Grupo Serra da Mesa, assim como porções do embasamento fortemente envolvidas na tectônica brasileira (Maciço de Goiás, com remanescentes de greenstone belts) (Pimentel *et al.*, 2000). Incluindo os compartimentos: **Arco Magmático belas de Goiás** (890-600Ma) (Pimental *et al.*, 2000, Laux, 2004; Fuck *et al.*, 2017); **Maciço de Goiás** (terrenos TTG, 3,04-2,71 Ga; complexos acamadados, 1,25-0,79 Ga) (Queiroz *et al.*, 2008; Ferreira Filho *et al.*, 2010) e o **Complexo Anápolis-Itaúcu** (760-650 Ma) (Moraes *et al.*, 2002; Piuzana *et al.*, 2003; Della Giustina *et al.*, 2011).

2.2.2 Bloco Cavalcante-Natividade

O Bloco Cavalcante-Natividade (BCN) é um importante representante da exposição do embasamento siálico paleoproterozoico, a oeste do Cráton do São Francisco. Sua história remonta a Orogênese Brasileira (Neoproterozóico) em que este bloco foi submetido a um extenso retrabalhamento crustal (Fuck *et al.*, 2014) (Figura 3). Sua ocorrência é limitada pelo Grupo Natividade, ao norte, e por sedimentos fanerozoicos da Bacia do Parnaíba; ao sul, pelo Grupo Paranoá; a leste pelo Grupo Bambuí; e a oeste pelo Maciço de Goiás. Neste bloco, a tendência estrutural NE-SW é atribuída a grades sistemas de falhas regionais, como por exemplo, a grande falha do Rio Maranhão e Rio Bois (Fuck *et al.*, 2014; Soares *et al.*, 2006). Mas também a zonas de cisalhamento transcorrentes associadas ao Lineamento Transbrasiliano, como a zona Cruz das Almas (Praxedes *et al.*, 2015).

O BCN é compartimentado em distintos domínios (e.g. Oliveira 2012; Fuck *et al.*, 2014; Abdallah e Meneghini, 2017). O Domínio Almas-Conceição do Tocantins (Figura 2.3), que abrange a região de Almas-Dianópolis-Conceição (TO), compreende as sequências do Grupo Riachão do Ouro que são intrudidas pelas rochas do Complexo Almas-Cavalcante (Costa, 1985; Cruz, 2001; Dardenne *et al.*, 2009; Cruz e Kuyumjian, 1998 e 1999). O contato com as rochas do Domínio Cavalcante-Araíais (DCA) ocorre a partir da Zona de Cisalhamento Cruz das Almas, com cinemática dextral e tendência W-NW (Praxedes, 2015).

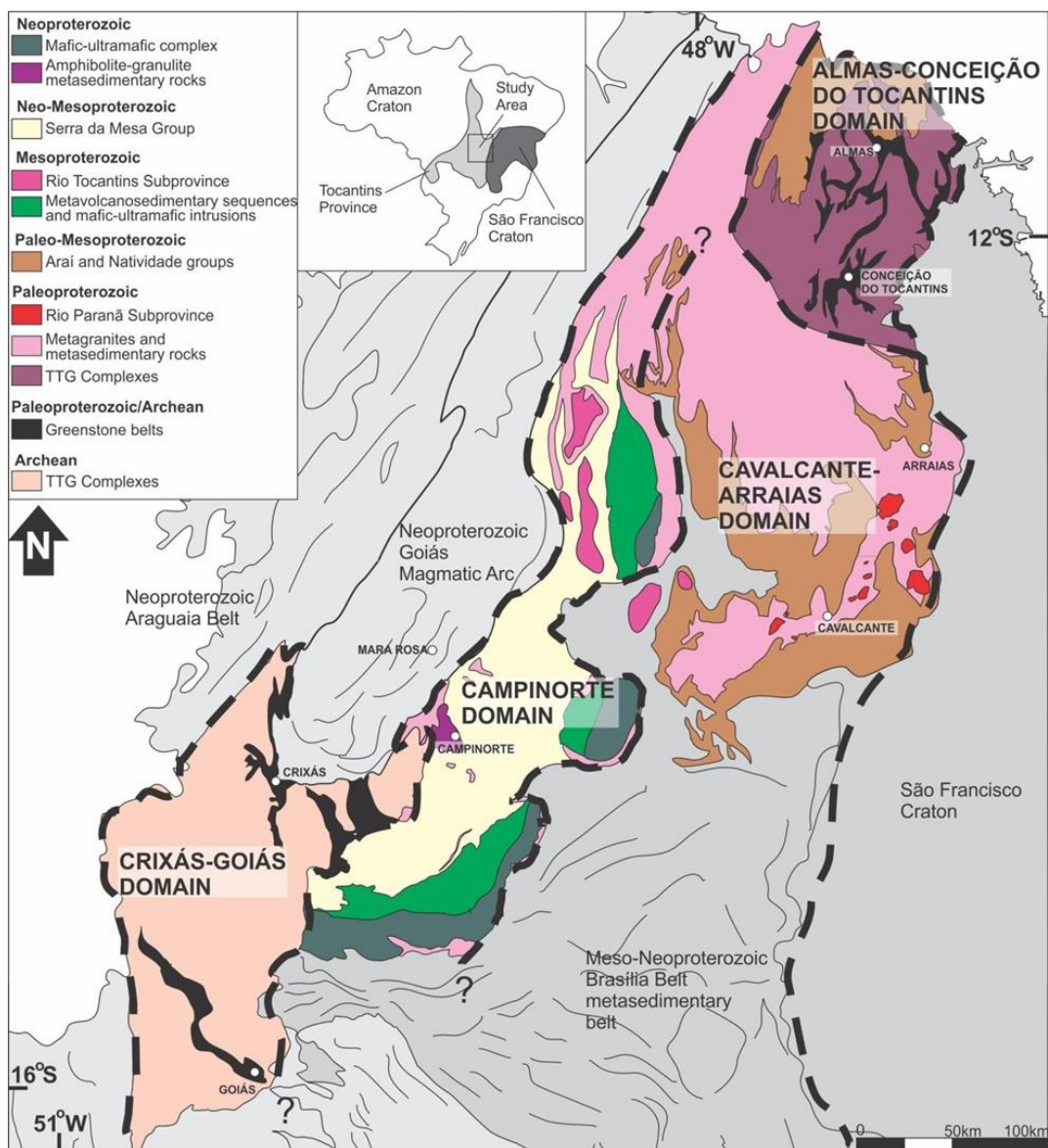


Figura 2.3: Mapa de domínios do Bloco de Cavalcante-Natividade (adaptado de Fuck *et al.*, 2014 e Cordeiro, 2014).

O DCA abrange, em sua porção sul, a região entre Arraias-Cavalcante-Paraná, e ao norte, a região de Natividade-Pindorama (TO). Esse domínio (DCA) é caracterizado pelo Supergrupo Veadeiros (*i.e.* Grupo Traíras e Grupo Araí; Martins-Ferreira, 2017), em um contexto de rifteamento, que é intrudido por granitos (tipo A) anorogênicos da Suíte Pedra Branca (Botelho, 1992). Os dados geocronológicos disponíveis indicam uma idade aproximada de 1,77 Ga para granitos/rochas vulcânicas do tipo A do rift Araí, implicando em refusão da crosta sílica paleoproterozóica (Pimentel *et al.*, 1991; Pimentel e Botelho, 2001; Alvarenga *et al.*, 2007). Esse supergrupo recobre o embasamento constituído por rochas da Suíte Arumina (2,12-2,17 Ga), intrusivas nas rochas metassedimentares da Formação Ticunzal (Alvarenga *et al.*, 2007; Tanizaki *et al.*, 2015; Cuadros *et al.*, 2017b).

2.2.3 Domínio Cavalcante-Arraias

O embasamento da região é representado pela Suíte Aurumina (Botelho *et al.*, 1999) que pode ocorrer como intrusões peraluminosas na Formação Ticunzal (Fernandes *et al.*, 1982). Recobrando total a parcialmente o embasamento, ocorrem as rochas metassedimentares e metavulcânicas do Grupo Araí ocorre, que por sua vez está sobreposto pelas rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (Dardenne *et al.*, 1978).

2.2.3.1 Suíte Aurumina

É definido como uma associação de granitos, granodioritos e tonalitos, isotrópicos a foliados de granulação média a grossa (Botelho *et al.*, 1999). Os granitos ricos em muscovita são sin-tectônicos e estão intrusivos e deformados em concordância com a foliação de rochas metassedimentares pertencentes à Formação Ticunzal (Cuadros *et al.*, 2017). As rochas são divididas por Alvarenga *et al.* (2007) em seis fácies: muscovita monzogranito (Au1), muscovita-biotita Monzogranito (Au2), biotita tonalito (Au3), biotita sienogranito (Au4), turmalina leucogranito (Au5) e turmalina pegmatito (Au6).

As muscovitas e granadas têm origem ígnea, sienogranitos e monzogranitos ajudam na granitogênese, demonstrando suas origens crustal. A geoquímica reforça essa conclusão, pois a composição química indica serem rochas peraluminosas (Botelho *et al.*, 2002) e demonstram enriquecimento em P, Th, Rb, Li e Ta e um alto fracionamento em elementos terras-raras.

2.2.3.2 Formação Ticunzal

Composta predominantemente por paragneisses e mica-grafita xistos, com assembleias minerais compostas por epidoto, clorita e mica branca que indicam um retrometamorfismo em fácies xisto verde (Marini et al., 1978; Fuck et al., 1988; Alvarenga et al., 2002; Cuadros et al., 2017). Dados isotópicos da razão Sm/Nd fornecem uma idade modelo (ϵ_{Nd} – zircão detrítico) entre 2,23-2,8 Ga (Pimentel et al., 2004; Botelho et al., 2006a; Fuck et al., 2014). Pesquisas recentes por Cuadros et al., 2017, sugerem uma proveniência para a Fm. Ticunzal representada pelas rochas tonalíticas/granodioríticas com idades de 2,20 e 2,46 Ga. A relação intrusiva entre a Fm. Ticunzal e a Suíte Aurumina sugerem um intervalo de idade compreendido entre 2,16 -2,19 Ga para a deposição dos sedimentos que deram origem à Fm. Ticunzal (U-Pb).

2.2.3.3 Grupo Araí

A região central do Brasil hospeda extensivos registros de um rift continental do Paleoproterozoico denominado de Araí (Dyer, 1970). Pimentel & Botelho (2001) apresentam idades Paleo- a Mesoproterozóica (1,77-4,58 Ga) para essa unidade. Essas rochas cobrem as unidades do embasamento citadas anteriormente, cobrindo uma área de aproximadamente 10.000 km² (Dardenne, 2000; Alvarenga *et al.*, 2007; Pimentel, 2016; Tanizaki *et al.*, 2015; Cordeiro and Oliveira, 2017; Martins-Ferreira *et al.*, 2018). É dividido em quatro formações (Figura 2.4) que representam sequências tectônicas (Tanizaki *et al.*, 2015): Formação Água Morna (pré-rifte), Formação Arraias (Rifte), Formação Caldas (transicional) e Formação Traíras (pós-rifte).

Observando as análises químicas, o vulcanismo do rifte do Araí é um conjunto bimodal (félsico e máfico) de ambiente continental, onde as lavas félsicas são similares aos granitos do pedra-branca 1, com assinatura de magmatismo intraplaca. Já os basaltos estão presentes sobre uma grande extensão do rifte, sua composição é de basaltos toleíticos continentais e estão contaminados frequentemente por sedimentos ricos em sílica devido a bacia sedimentar do Araí (Alvarenga *et al.*, 2007).

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

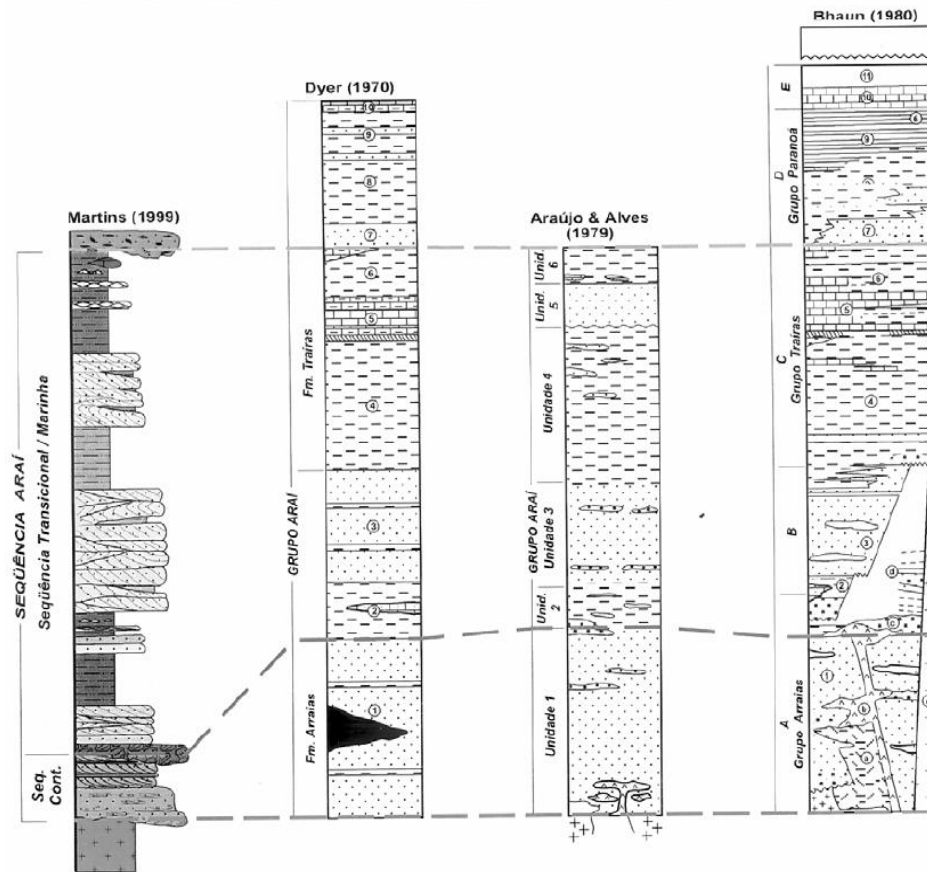


Figura 2.4: Imagem ilustrando a correlação entre diferentes colunas estratigráficas propostas para o Grupo Araí (Martins, 1999).

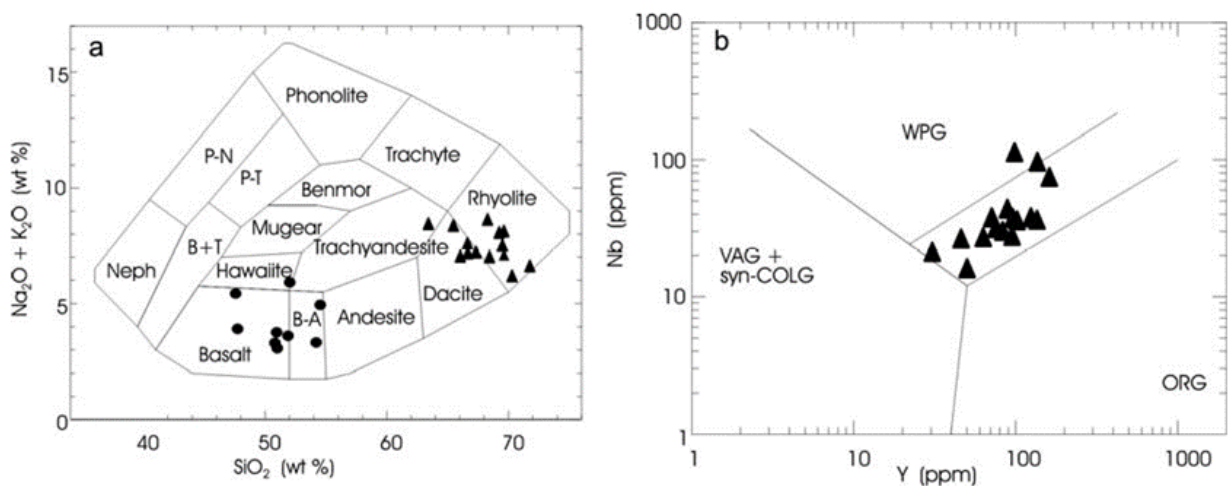


Figura 2.5: Rochas metavulcânicas ácidas (triângulos), e básicas (círculos). (a) - Diagrama Cox, indicando bimodalidade do vulcanismo; (b) - diagrama Pearce et al. (1984), caracterizando rochas ácidas como de ambiente intraplaca. (VAG: granitos de arco vulcânico; syn COLG: granitos sin-colisionais; WPG: granitos intraplaca; ORG: granitos de dorsal meso-oceânica. (Alvarenga et al., 2007).

2.2.3.3.1 Formação Água Morna

Compreende depósitos fluviais de rios entrelaçados, composto por areias em sua maioria, exibindo estratificações cruzadas acanaladas e tabulares (Tanizaki *et al.*, 2015). Esses depósitos são interpretados como deposição na base intracontinental rasa, gerada por subsidência termo-flexural durante as fases pré-rifte (Martins Ferreira *et al.*, 2018). É uma sequência de espessura fina que ocorre na base de morros, geralmente cobertos por colúvios.

2.2.3.3.2 Formação Arraias

Formada pela sequência metassedimentar transgressiva (fluvial–marinha), contendo também depósitos eólicos, intercalada por depósitos metavulcânicos (piroclásticos e efusivos) bimodais (Alvarenga *et al.*, 2007). As rochas passaram por metamorfismo de baixo grau durante o processo de inversão tectônica no neoproterozoico (Fuck *et al.*, 2014; Tanizaki *et al.*, 2015; Martins Ferreira *et al.*, 2018). Análises de $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ indicam um intervalo de 2,49-2,72 Ga, porém dados de Sr-Sr demonstram uma idade mais recente (1783 Ma), indicando grau de contaminação crustal durante a fase rifte (Silva *et al.*, 2021). Metaconglomerados clasto-suportados, matriz-suportados, monomíticos, polimíticos, ocorrem em geral como lentes, onde as mais espessas encontram-se nas bordas das falhas que limitam o rifte, também aonde começam a se desenvolver leques aluviais.

Em Tanizaki *et al.* (2015), a formação é dividida em 5 membros: Membro Cubículo (Metaconglomerados, quartzitos); Membro Prata (metarcóseos, quartzitos feldspáticos e metaconglomerados); Membro Mutum (quartzitos); Membro Ventura (metaconglomerados, quartzitos, metamarga e metagrauvaca); Membro Buracão (Basaltos, riolitos, dacitos, riodacitos).

2.2.3.3.3 Formação Caldas

Marca a fase final do rifte do Araí, são encontrados os primeiros sinais de depósitos de origem marinha (Tanizaki *et al.*, 2015). As rochas que representam o evento transicional para as sequências marinhas são oriundas de depósitos de praia (Martins-Ferreira *et al.*, 2018). Esse sistema deposicional demonstra um membro inferior (*backshore e foreshore*) e um membro superior (*shoreface*), dominados por ondas e marés (Tanizaki *et al.*, 2015).

2.2.3.3.4 Formação Traíras

Possui fácies de metassiltitos cinzas frequentemente calcíferos e raramente laminados, quartzitos arcoseanos com estratificações cruzadas e marcas onduladas. Meta-ritimitos (Camadas Argilosas/Siltosas com camadas Arenosas), exibindo laminações plano-paralelas, marcas onduladas, laminações cruzadas (Alvarenga *et al.*, 2007). Há sinais de influência de tempestades e marés em renitos e siltitos com calcários subordinados no topo das unidades (Campos *et al.*, 2013). A idade mínima de deposição dessa formação indica o Mesoproterozoico (1543 Ma) (Martins-Ferreira *et al.*, 2018).

2.2.3.4 Grupo Bambuí

Em geral, possui litofácies siliciclásticas e extratos que possuem uma associação com rochas carbonáticas pelíticas intercalados por arenitos imaturos existentes em restritas regiões das unidades superiores (Figura 2.6) (Alvarenga *et al.*, 2012). O grupo possui idade dentro do Mesoproterozóico (1,0 Ga – 1,3 Ga) por dados isotópicos de estromatólitos, que demonstram essa idade de sedimentação (Dardenne *et al.*, 1972, Cloud & Dardenne 1973, Dardenne 1979, Matteini *et al.* 2012).

2.2.3.4.1 Formação Serra de Santa Helena

No topo da sucessão há rochas siliciclásticas finas, intercaladas por níveis margosos, logo abaixo corpos lenticulares variando de decímetros até métricos de calcário argiloso e calcarenito fino (Alvarenga *et al.*, 2012). A idade não é totalmente definida, mas tendo como referência a idade da Formação Sete Lagoas e idades de U-Pb para sequências posteriores entende-se que ela não é mais velha que 620 Ma (Thomaz Filho *et al.*, 1998).

2.2.3.4.2 Formação Lagoa do Jacaré

É uma unidade das porções superiores do grupo, possui intercalações de calcário, siltitos, margas e dolomitos, também contém carbonatos retrabalhados contendo muitos intraclastos, calcários negros e recristalizados, calcários oolítico e psolítico de cores cinzas (Dardenne *et al.*, 1978). Em Alvarenga *et al.* (2012), há uma definição da idade, mas é inferido que não é mais velho do que 620 Ma e não é mais nova do que 560 Ma.

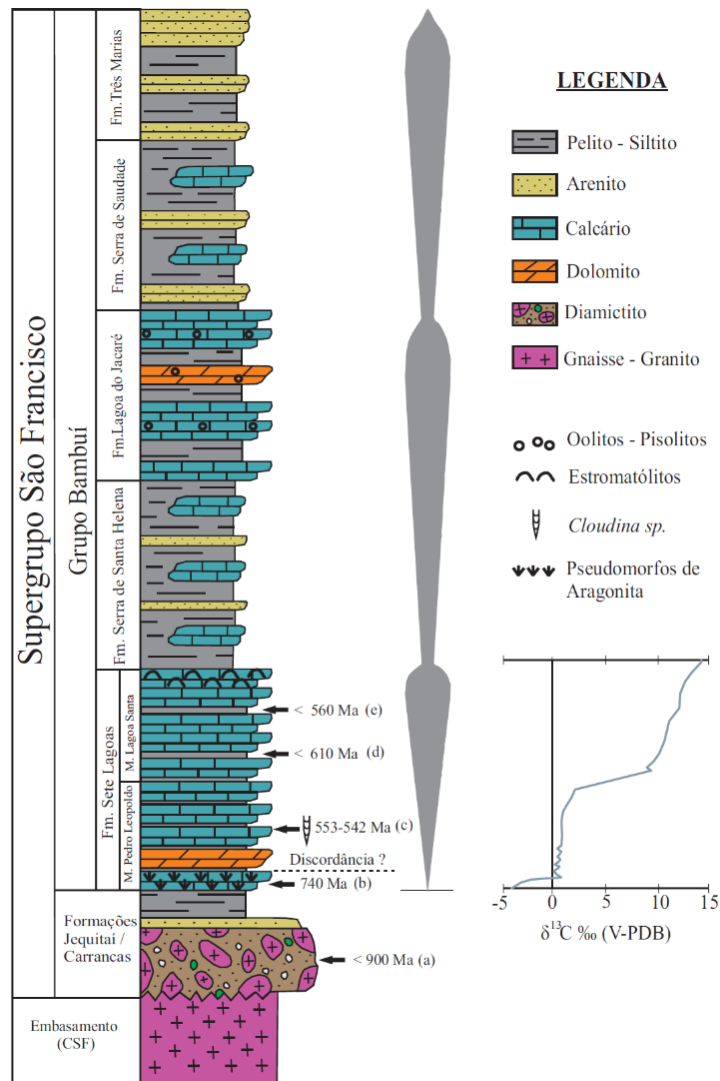


Figura 2.6: Coluna estratigráfica contendo todas as formações do grupo Bambuí. Fonte: Guacaneme Mora (2015).

2.2.3.4.3 Formação Serra da Saudade

Em Alvarenga *et al.* (2012), é descrita como o desaparecimento abrupto de fácies carbonáticas dando lugar a fácies siltico-argilosas, isso indica uma subida do nível do mar, aumentando o nível de energia. Apresenta lâminas de calcário podendo ser de origem diagenética. É localmente fosfático, com arenitos subarcoseanos e com raros pelitos verdes (Lima, 2005). No topo da sequência há camadas de arenitos muito finos com laminações cruzadas, sinalizando ambiente dominado por ondas e por vezes por influência de tempestade.

2.2.3.4.4 Formação Três Marias

Também possui arenitos arcoseanos, estratificações cruzadas do tipo *hummocky*, além de siltitos, ritmitos com lâminas arenosas e conglomerados. (Lima, 2005). A interpretação é de um ambiente de plataforma distal dominado por ondas de tempestade (Uhlein, 1991; Chiavegatto, 1992; Chiavegatto *et al.*, 1997; Lima, 2005). A sequência é terminada por depósitos flúvio-deltaicos (Martins, 1999; Martins e Lemos, 2007; Chiavegatto, 1992). A idade que se tem conhecimento por datação U-Pb é algo não mais jovem que 560 Ma indicadas em Alvarenga *et al.* (2012).

Capítulo 3

3 Geotecnologias

Apresenta os métodos e geotecnologias utilizadas no Projeto Campos Belos.

Em Souza Filho e Crósta (2003), Geotecnologia é definido como a união do conjunto de ciências e tecnologias relacionadas à obtenção, armazenamento em banco de dados, processamento e desenvolvimento de aplicações utilizando informações georreferenciadas. Inclui o Sensoriamento Remoto, a Cartografia Digital, os Sistemas de informações Georreferenciadas, a Aerogeofísica e a Geoestatística, sejam estas de forma individual ou em conjunto. Este trabalho conta com o auxílio de softwares e imagens de satélite para a extração de elementos como possíveis vias de acesso e propriedades. A obtenção de fotografias aéreas, com posterior processamento das imagens para anaglifos, assim possibilitando a identificação de feições estruturais e de texturas, para então a sua interpretação. A aerogeofísica é utilizada em conjunto com os dados obtidos dos anaglifos, dados de gamaespectrometria e magnetometria permitem uma interpretação mais robusta.

3.1 Sensoriamento Remoto

Segundo Lillesand e Kiefer (1994), sensoriamento remoto é a ciência e a arte de obter informações sobre algum objeto, área ou fenômeno a partir da análise de dados adquiridos por um sensor que não está em contato direto com o alvo investigado.

3.1.1 Google Earth Pro

Disponível gratuitamente para download pelo Google, é uma ferramenta que utiliza imagens de satélite e permite o destaque de elementos desejados. Por este programa, foi focado a área de interesse utilizando imagens do satélite CNES AirBus, com o intuito de identificar e marcar propriedades e suas sedes, cercas, estradas pavimentadas e de terra. Estes elementos dão informações sobre a logística no que se diz do deslocamento dentro da área

que será mapeada, planejando caminhamentos e rotas de acesso. Demarcação de drenagens indicam regiões onde podem ser encontrados afloramentos, porém ao mesmo tempo indicam possíveis obstáculos que possam interferir no planejamento, assim como propriedades (Figura 3.1).

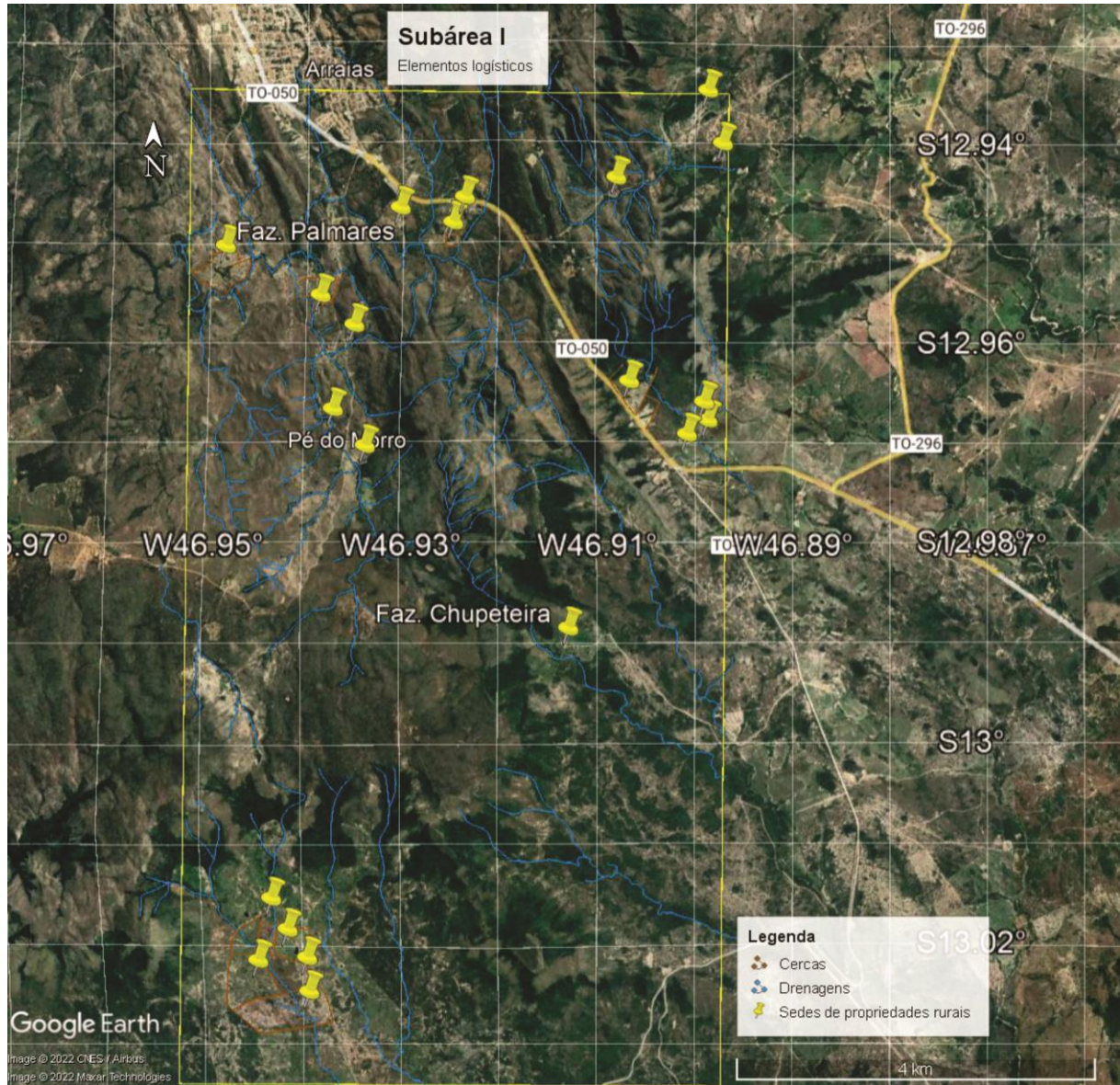


Figura 3.1: Indicação de sedes, cercas, drenagens e vias de acesso. Imagem do Google Earth.

3.1.2 Alos Palsar

Alos Palsar é a abreviação em inglês para “Advanced Land Observing Satellite” (Alos) e “Phased Arrayed type L-band” (PALSAR). Trata-se de um radar interferométrico (InSAR), contendo sensor ativo de micro-ondas que utiliza a banda L (1270 Mhz). Foi

lançado em 2006 pela a Agência de Exploração Aeroespacial Japonesa (JAXA), disponibilizando imagens desde o ano de seu lançamento. As imagens estão disponíveis no site “Alaska Satellite Facility”, possuindo a vantagem da correção radiométrica de terreno (Tabela 3.1). As imagens do Alos Palsar servem para a construção de um Modelo Digital de Elevação (MDE).

A partir desse modelo, é possível aplicar a ferramenta Hillshade, que consiste na formação de relevos por sombreado de imagem por meio de iluminação artificial, criando uma ilusão de tridimensionalidade. Porém, deve-se considerar a geometria entre o azimute da iluminação e a estruturação geológica do terreno, pois esse ângulo pode realçar ou obscurecer feições topográficas (Rodrigues; Liu, 1988). Para evitar equívocos na interpretação do relevo da área, foram aplicados cinco ângulos diferentes (Tabela 3.2), assim identificando todas as feições lineares contidas (Figura 3.2).

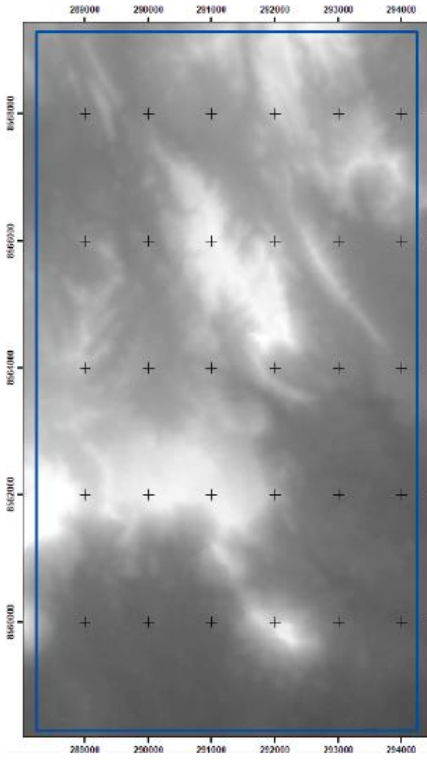
Tabela 3.1: Informações sobre as cenas ALOS/PALSAR adquiridas. *Data está em mês/dia/ano.

	ALPSRP270296920	ALPSRP263586920	ALPSRP223326920	ALPSRP209906920
Start Time	02/20/11, 02:00:28	01/05/11, 02:01:27	04/04/10, 02:05:04	01/02/10, 02:05:32
Stop Time	02/20/11, 02:00:32	01/05/11, 02:01:31	04/04/10, 02:05:08	01/02/10, 02:05:41
Beam Mode	FBS	FBS	FBS	FBS
Path	56	56	56	56
Frame	6920	6920	6920	6920
Flight Direction	ASCENDING	ASCENDING	ASCENDING	ASCENDING
Polarisation	HH	HH	HH	HH
Off Nadir Angle	34.3	34.3	34.3	34.3
Faraday Rotation	-2.227571	-1.089051	-1.082117	-0.68886
Absolute Orbit	27029	26358	22332	20990
Matching Frames	20	20	20	20

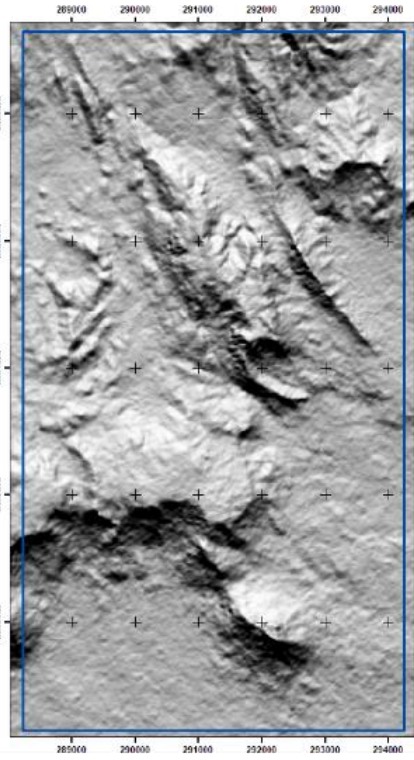
Tabela 3.2: Ângulos de iluminação utilizados para a confecção do Hillshade.

Nome da Imagem	Azimute (ângulo de iluminação)	Altitude	Exagero Vertical
AA° = 0	0°	45	2
AA° = 45	45°	45	2
AA° = 90	90°	45	2
AA° = 180	180°	45	2
AA° = 270	270°	45	2

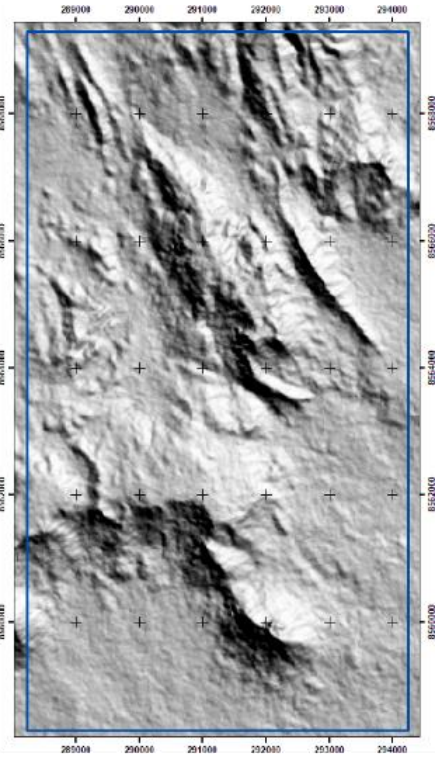
Projeto Campos Belos – Goiás – Área I



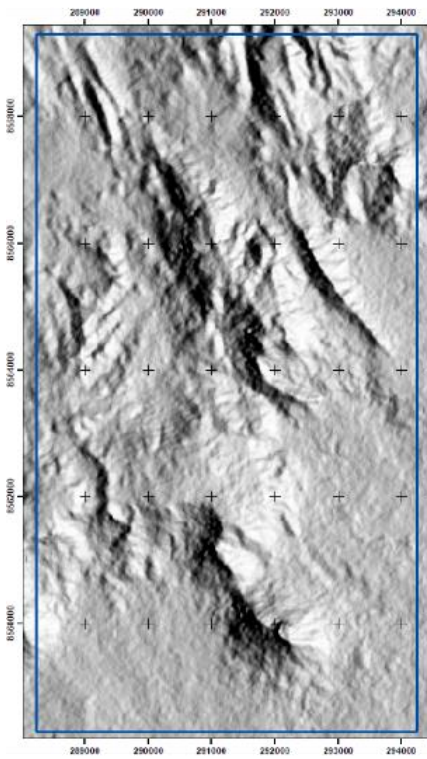
MDE (Fill)



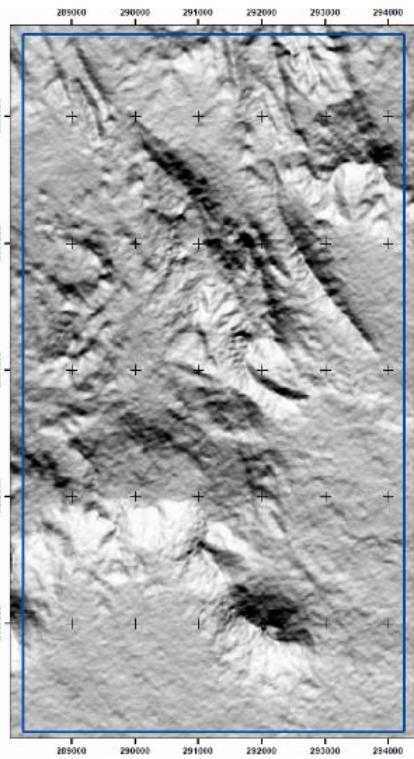
$\Delta\Lambda^\circ = 0$



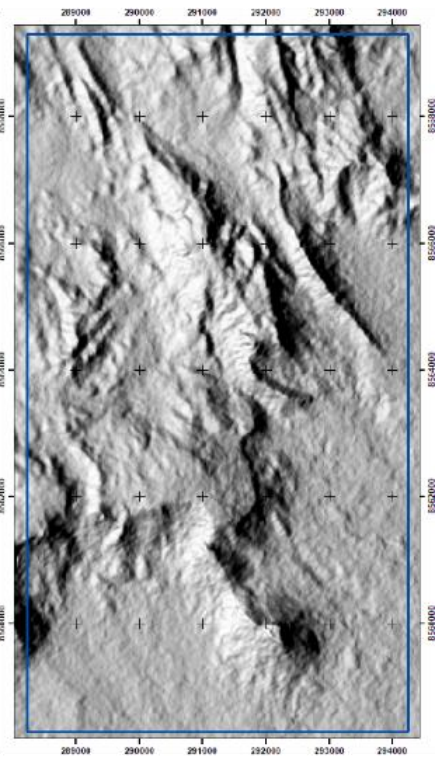
$\Delta\Lambda^\circ = 45$



$\Delta\Lambda^\circ = 90$



$\Delta\Lambda^\circ = 180$



$\Delta\Lambda^\circ = 270$

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

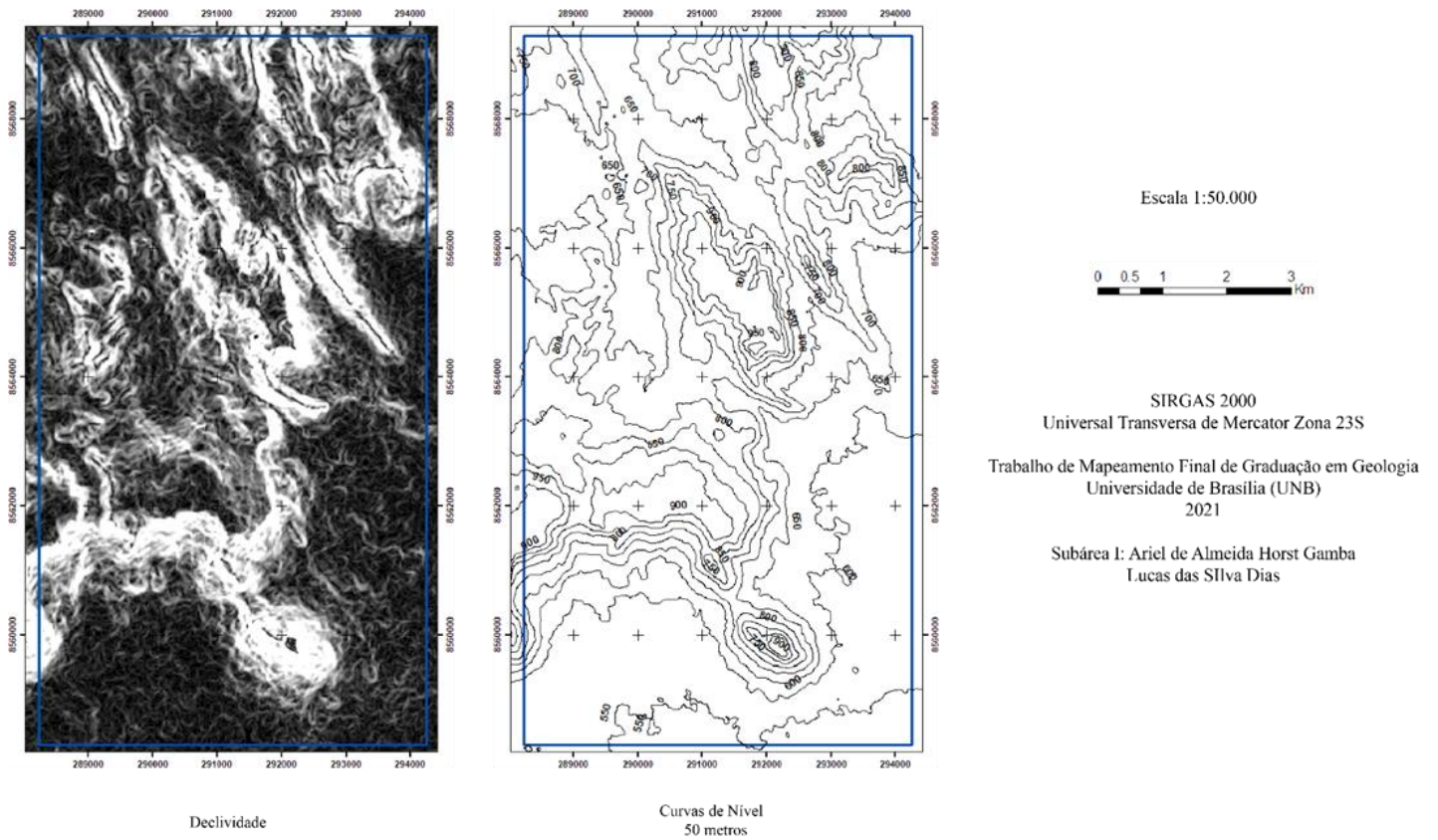


Figura 3.2: Produtos gerados a partir dos dados provenientes do ALOS PALSAR. (MDE) Modelo digital de Elevação; (AA° significa Ângulo Azimutal de iluminação)

A partir de todos os modelos de relevo sombreado (hillshade), variados ângulos azimutais de iluminação, confeccionou-se o Mapa de Lineamentos Estruturais para a subárea I (Figura 3.3) e o diagrama de rosetas para este lineamento. Neste mapa, é possível observa o forte *trend* NW-SE dos lineamentos estruturais.

Lineamento Subárea I - Projeto Campos Belos

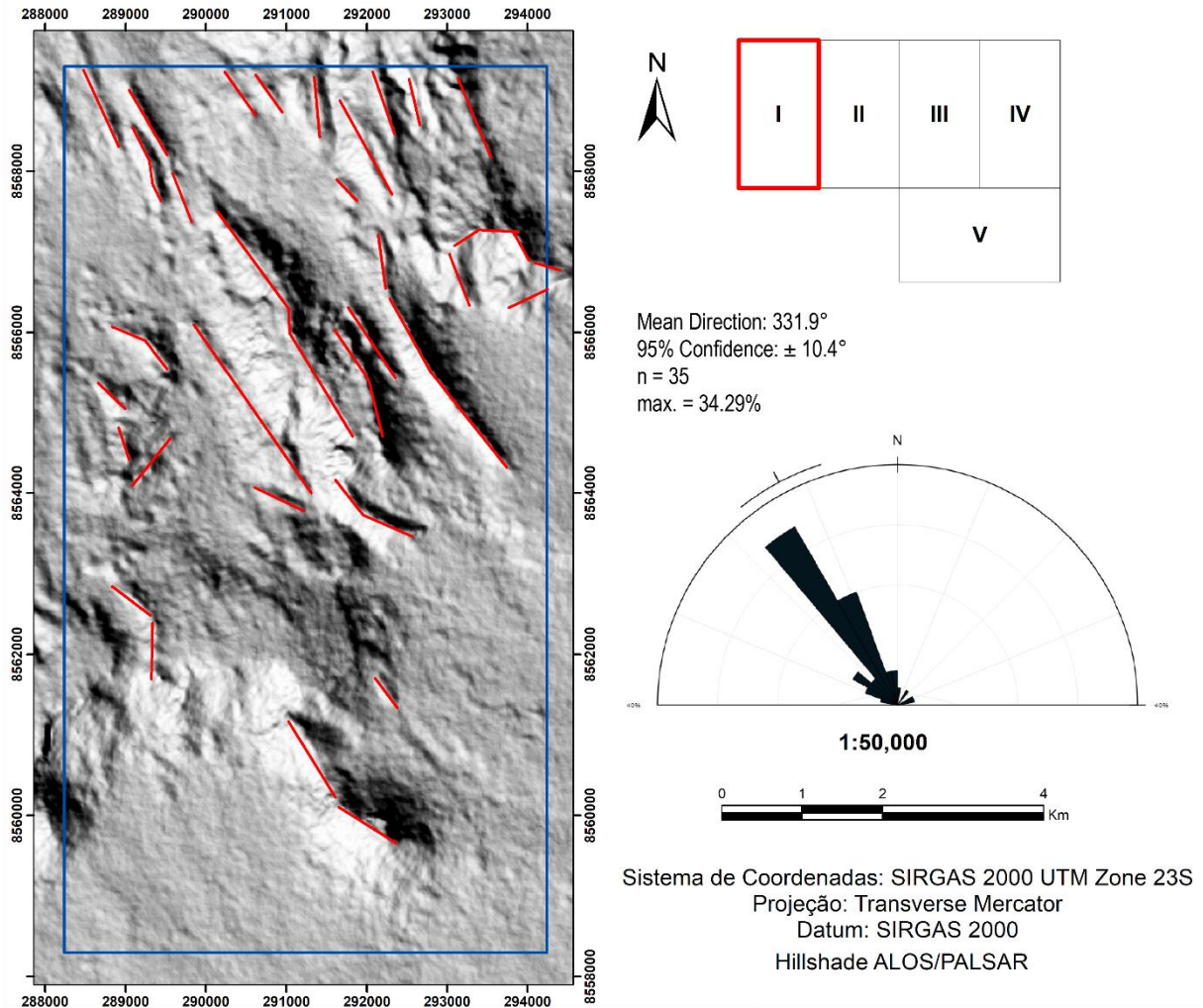


Figura 3.3. Mapa de Lineamentos Estruturais simplificado, subárea I. Hillshade $AA^\circ = 270^\circ$.

3.1.3 Fotografias Aéreas

Foram utilizadas as fotografias aéreas fornecidas pela CPRM, relativas ao Projeto Cavalcante, realizado em 1977 em parceria da CPRM/DNPM e a empresa Prospec. Cada fotografia está em escala 1:25000. As fotos necessárias digitalizadas (Figura 3.4-A) para que fosse confeccionada uma malha de anaglifos, a fim de realizar a estereoscopia. A confecção dos anaglifos consiste na formação de duas imagens, usando projeções nas cores vermelho e ciano que, em seguida, são sobrepostas. Acarrentando no efeito tridimensional com o auxílio de lentes de cores vermelho e ciano.

O processo de confecção anaglifos foi realizado pelo software StereoPhoto Maker Plus, utilizando duas imagens de uma mesma área, em duas posições diferentes (Figura 3.4-B). Para continuar o trabalho foi necessário a aquisição de óculos 3D. A extração das feições foi realizada pelo software ArcGIS 10.8 (ESRI), este disponibilizado aos alunos da Universidade de Brasília pelo licenciamento institucional.

No ArcGIS, foram extraídas as seguintes feições: drenagens, quebras de relevo positivas e negativas, lineações em série e em feixe. Por meio das quebras de relevo negativas, foi possível inferir contatos litológicos. As lineações indicam estruturas geológicas contidas nas rochas da região, como falhas e acamamentos. A textura e distribuição das drenagens possibilitam identificar domínios litológicos que serão confirmados ou descartados em campo.

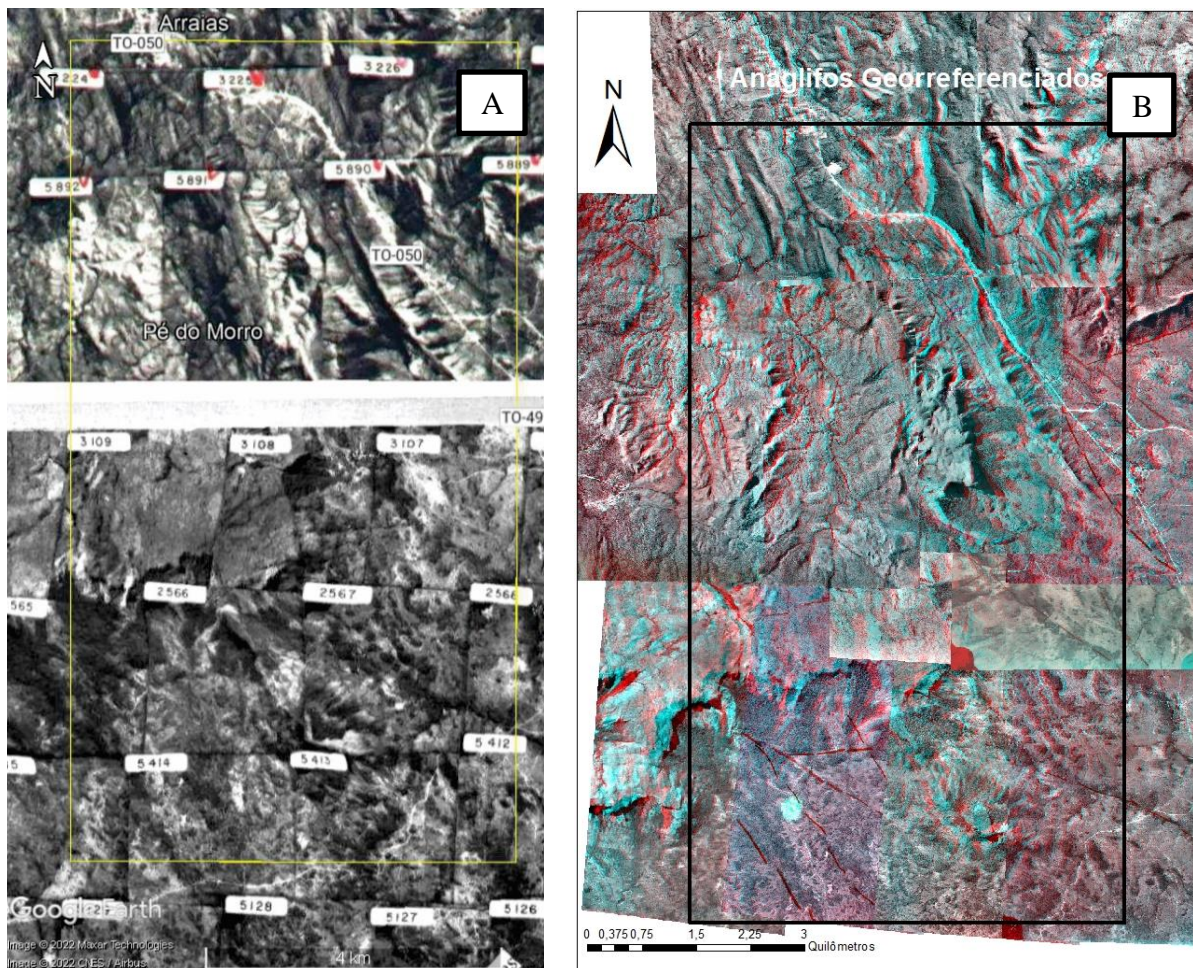


Figura 3.4: Dados e produtos a partir de fotos aéreas. (a) Mosaico de fotos aéreas que cobrem o território da subárea I; (b) Anaglifos que compõem a subárea I.

3.2 Aerogeofísica

Os dados de levantamento aerogeofísicos obtidos para o auxílio deste trabalho, têm origem do Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 3ª Etapa, realizado em 2006 pelo Convênio entre SGM, MMR, CPRM-SIC, SGM e FUNMINERAL. O trabalho possui perfis aeromagnetométricos e aerogamaespectrométricos de alta resolução. As linhas de voo possuem espaçamento de 500 metros, e linhas de controle espaçadas em 5000 metros, respectivamente, orientadas nas direções N-S e E-W. A área do recobrimento total é de cerca de 50.440 km², contando com 115.471 quilômetros de perfis. O equipamento utilizado para o levantamento aerogamaespectrométrico foi o Exploranium GR-820, no aeromagnetometro, o Scintrex CS-2.

3.2.1 Gamaespectrometria

Consiste em identificar e medir a intensidade da radiação emitida pelo decaimento dos isótopos de potássio (⁴⁰K), tório (²³²Th) e urânio (²³⁸U), por meio de sensores gamaespectrométricos, os quais tem penetração de alguns centímetros na rocha. Por este método são obtidos valores da composição de potássio em porcentagem (%), tório e urânio em parte por milhão (ppm), todos representados em mapa de cores. Há dois grupos de cores que possuem interações diferentes: RGB (Figura 3.5-A) são as cores primárias (vermelho, verde e azul) e o CMY (Figura 3.5-B) (ciano, magenta e amarelo).

Cada cor primária representa um elemento: vermelho o potássio, verde o tório e azul o urânio, enquanto o branco indica que os três elementos estão existentes no ponto ou região. As cores do diagrama CMY representam a razão entre um par de elementos: ciano (tório e urânio), magenta (potássio e urânio), amarelo (potássio e tório) e a cor preta indica a ausência de qualquer um desses pares de elementos.

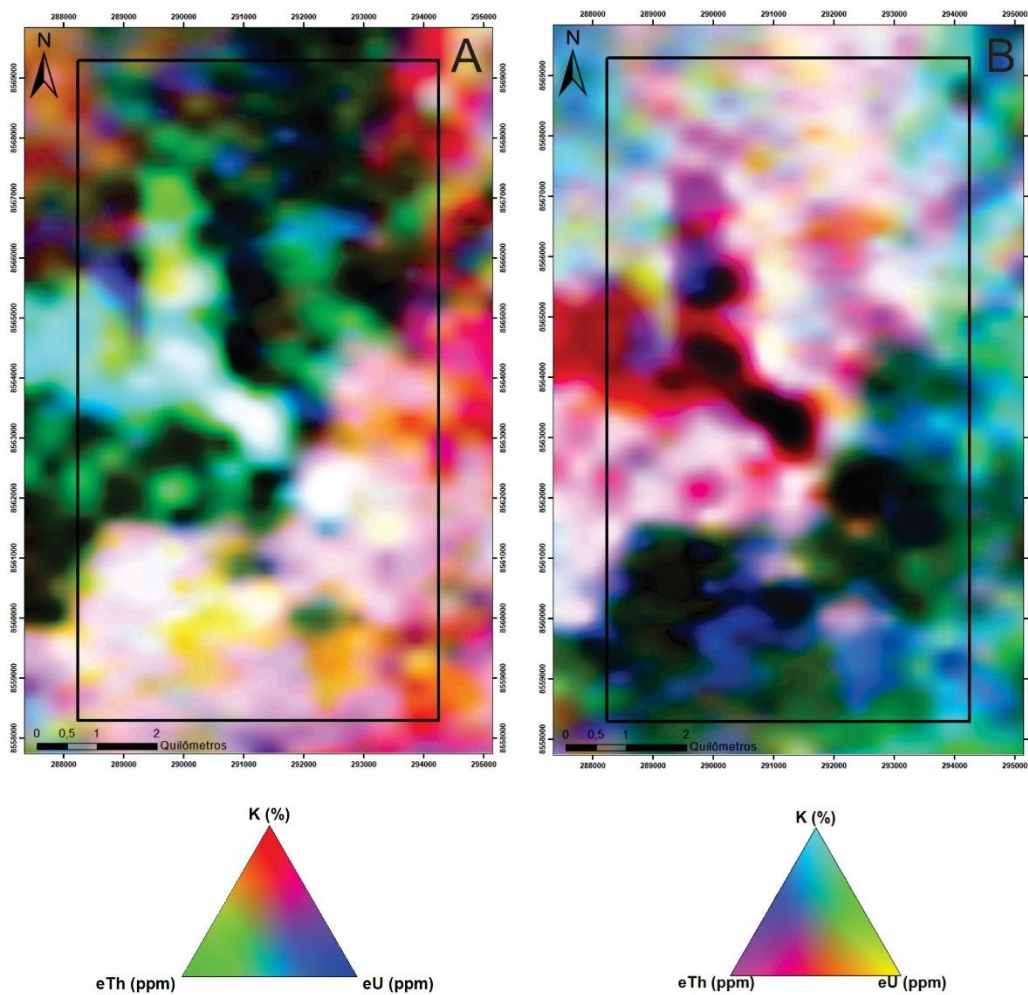


Figura 3.5: Produtos gamaespectrométricos que cobrem a Subárea I (A) Produto GAMA em RGB. (B) Produto GAMA em CMY.

3.2.2 Magnetometria

Tem por objetivo investigar a geologia por meio de observações das variações do campo magnético da terra, que ocorrem devido às propriedades magnéticas das rochas abaixo da subsuperfície. Essas variações são definidas como anomalias que consistem no desvio do valor do campo magnético padrão local. Como o fenômeno eletromagnético medido se encontra na terra, há 3 tipos de campos vetoriais que podem ser identificados: Os Campos Magnéticos Externo e Interno (CME e CMI) e o Campo Magnético Crustal (CMC).

No mapeamento geológico, o CMC é o campo de interesse, visto que nele é identificada a susceptibilidade magnética das rochas. Para que seja obtido apenas o CMC, são necessárias correções dos demais campos, incluindo o efeito da variação diurna e o Campo de

Referência Geomagnético e Internacional (IGRF). Esse método possui diversas aplicações, no caso deste trabalho em específico, foi utilizado para auxiliar na identificação de estruturas. Os produtos adquiridos para auxiliar neste trabalho foram: Inclinação do Sinal Analítico (TILT), Sinal Analítico 3D (SA3D), Gradiente Horizontal Total (GHT), Anomalia Magnética (AM) e Primeira Derivada Vertical (Dz).

A Derivada TILT é o ângulo de inclinação do sinal analítico, resultado de um vetor com componentes derivadas DX, DY e Dz. Os sinais de fontes profundas e rasas são igualizados, permitindo a identificação de lineamentos em diferentes profundidades (Rugenski, 2006). O SA3D utiliza dados das derivadas direcionais, os resultados dos cálculos delas permitem a identificação das bordas dos corpos magnéticos em profundidade, principalmente os mais rasos, permitindo delimitar domínios (Isles e Rankin, 2013).

O GHT (Figura 18-B) utiliza os valores em módulo dos gradientes horizontais com direções preferencialmente perpendiculares (Faria, 2015). Sendo útil para analisar corpos posicionados sub-horizontalmente com contrastes de propriedades físicas, como falhas ou contatos geológicos (Cordell, 1979). A AM em si é a identificação das anomalias magnéticas ao todo, sem fazer qualquer tipo de filtragem específica para isolar feições físicas além do magnetismo.

A Primeira Derivada Vertical (1Dz) destaca as altas frequências do sinal analítico, obtendo um valor próximo da variação do CMA à medida que se aproxima ou se afasta verticalmente da fonte anômala. Isso permite destacar melhor o contraste magnético, o que ajuda nas identificações de contatos ou discontinuidades em baixas profundidades.

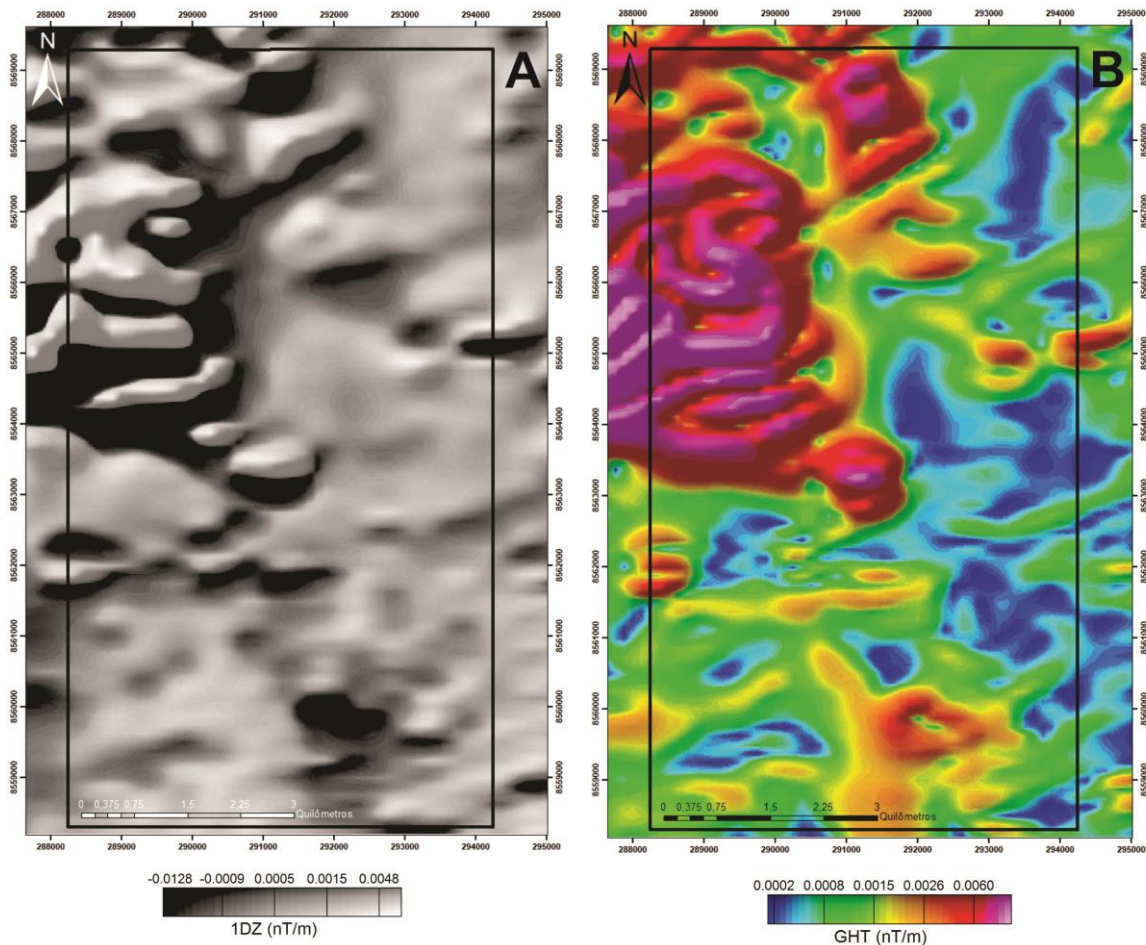


Figura 3.6: (A) Produto do levantamento de primeira derivada vertical ($1Dz$) dada em nanotesla por metro (nT/m) em escala de cinza. (B) Produto GHT dados em nanotesla por metro (nT/m) em escala de cores.

3.3 Interpretações

Foram selecionados os produtos mais adequados para a fotointerpretação de toda a área, considerando pelo menos 3 (três) produtos para a interpretação de cada aspecto de interesse. As drenagens foram obtidas tanto pelo Google Earth quanto pela fotoestereoscopia, reforçando a sua presença e ajudando nas demais interpretações. Dessa forma, foi gerado um mapa preliminar geointerpretado, contendo as possíveis variedades litológicas e estruturais.

3.3.1 Interpretação dos dados de Fotoestereoscopia

As feições extraídas pela fotoestereoscopia são: Quebras de relevo positivas e negativas, lineações em feixe e em série (Figura 3.7), drenagens, zonas homólogas e zonas fotolíticas. A partir das quebras de relevo, foram possíveis identificar estruturas e delimitar as zonas fotolíticas. A lineações informam sobre aspectos estruturais das rochas que constituem, sejam zonas de cisalhamento, acamamento e dobras. As drenagens indicam

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

aspectos texturais e estruturais, podendo indicar falhas ou zonas com rochas mais ou menos homogêneas. Para dar mais robustez para as interpretações das feições extraídas, é necessário comparar o produto obtido pela fotoestereoscopia com os demais observados em outros tipos de levantamento, como os de levantamento geofísico aéreo.

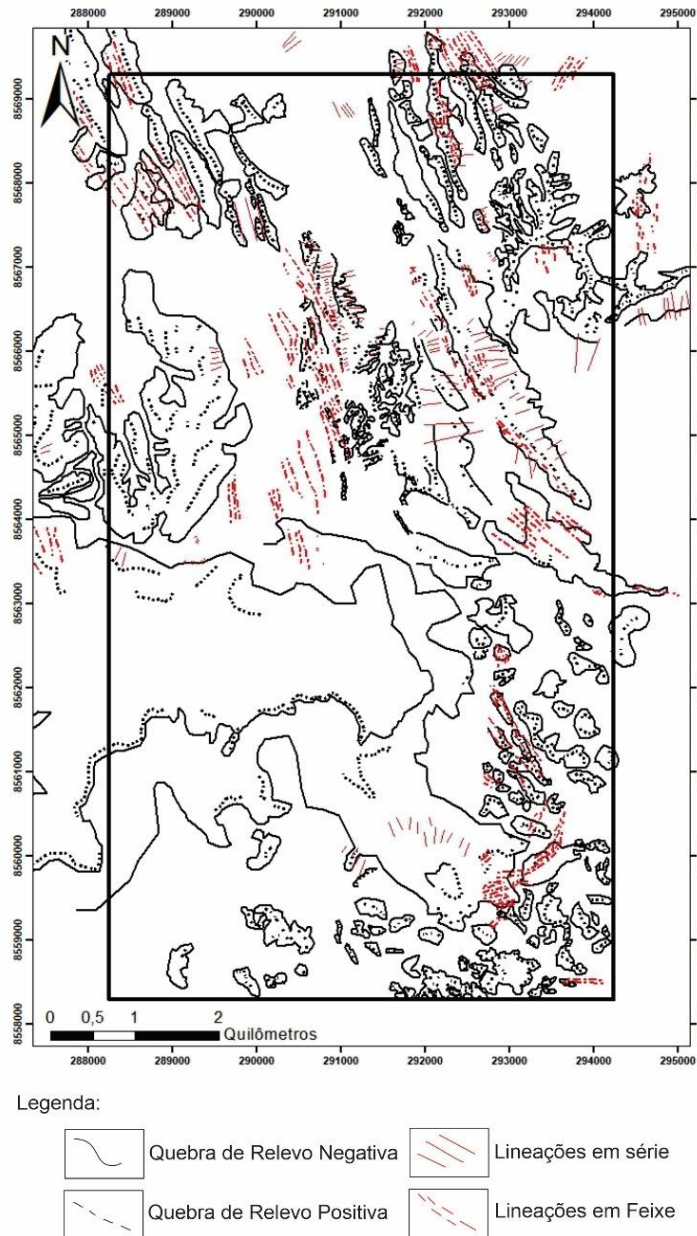


Figura 3.7: Produto extraído por fotoestereoscopia de anáglifos.

Identificando as quebras de relevo positivas e negativas, foi possível interpretar os contatos litológicos, e por consequência a sua morfologia, que comparada com o mapa topográfico, aumenta o nível de confiança com os dados extraídos. As lineações em feixe revelaram zonas onde podem estar concentradas as manifestações estruturais na área.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Lineações em série isoladas, não nos fornecem muitas informações para demais conclusões, porém quando relacionadas com as em feixe, permitem melhor interpretação estrutural.

As identificações das drenagens por este método permitiram separar zonas homólogas (Tabela 3.8) que podem informar sobre as texturas das regiões e aumentar o nível de certeza na interpretação fotolitológica e estrutural. A tropia das drenagens revela que há uma preferência direcional pelos canais mais longos (NW-SE). Essas drenagens se encontram concentradas na diagonal da área (Figura 3.8), na mesma área em que as lineações em feixe e em série estão em maior concentração.

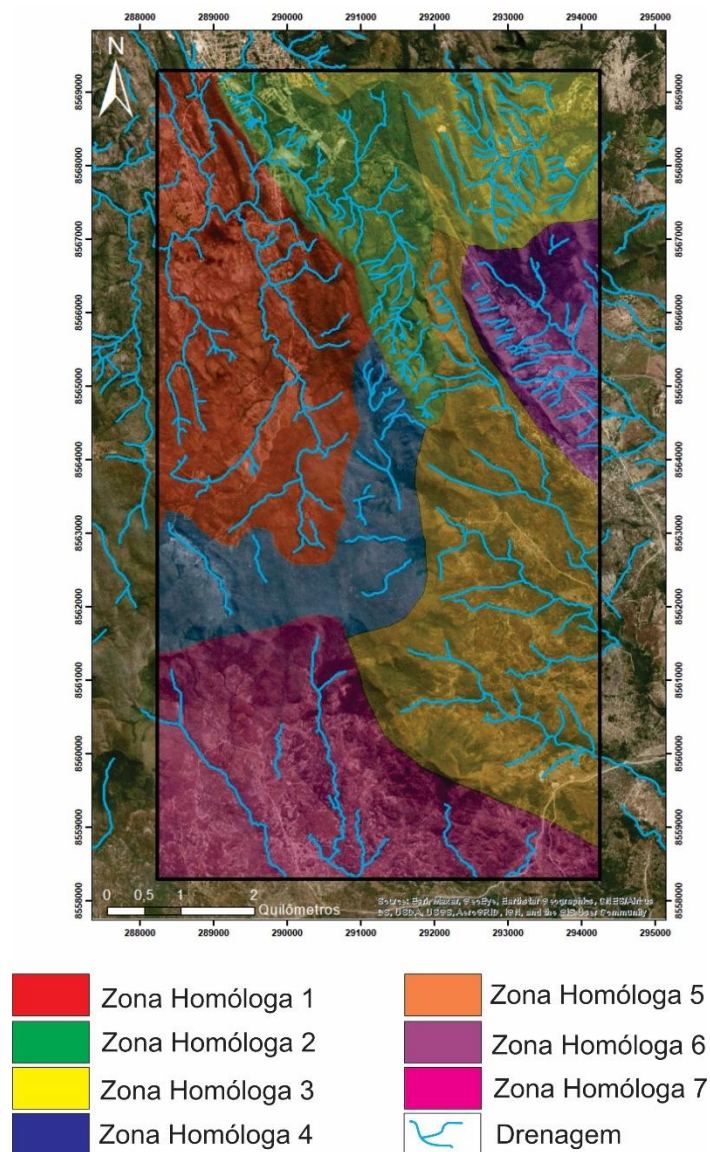


Figura 3.8: Zonas homólogas extraídas baseadas em padrões de drenagens.

De forma que, pela fotoestereoscopia, foi realizada a identificação possíveis falha e dobras na região. As zonas homólogas reforçam a especificação dos limites das zonas fotolitológicas devido aos comportamentos estruturais diferentes encontrados em cada uma das regiões. Existe claro similaridades dentre algumas zonas, logo é interpretado que elas possam fazer parte de regiões de mesama litologias.

Tabela 3.3: Descrições das zonas homólogas marcadas na Figura 3.8.

ZONA HOMÓLOGA	DESCRIÇÃO
1	Média densidade de drenagens, sinuosidade mista, angularidade média, tropia bidirecional de forte assimetria, indicando poucos trechos com formas anômalas de “cotovelos” no sistema de padrão angular. As drenagens estão restritas a áreas bem específicas, indicando algum tipo de estrutura que influencia na posição das mesmas. Os canais secundários ainda demonstram assimetria, que reforça hipótese de tectonismo que formou estruturas na região, como fraturas ou dobras.
2	Alta densidade, sinuosidade mista, angularidade média, porém de menor grau ainda comparando as duas zonas, tropia tridimensional de forte assimetria, padrão subdendrítico. A distribuição dos canais somados à sua densidade demonstra uma maior homogeneidade, porém alguns aspectos como a sua tropia não descartam a presença de influência estrutural nesta zona. Trata-se de uma área com grande quantidade de morros e vales, compostos por algum tipo de rocha de estrutura menos expressiva se comparadas com as da zona anterior.
3	Alta densidade de drenagens, possui canais mistos com retilíneos mais dominantes, contendo angularidade média, tropia multidirecional ordenada de forte assimetria. É possível observar as formas anômalas de “cotovelos” em diversos pontos da zona homóloga. Drenagens indicam homogeneidade em seu interior, drenagens mais ordenadas na parte SW da zona, alinhados na direção NW-SE.
4	Baixa densidade, restrito a drenagens retilíneas isoladas unidirecionais e poucas bidirecionais, forte assimetria compondo um padrão subparalelo. Os canais encontram-se muito dispersos, indica uma área que absorve facilmente a água porem não possui ângulo suficiente para fazer com que a mesma percorra alguma direção predominante, o que demonstra ser uma área mais aplainada.
5	Densidade média de drenagens de sinuosidade mista, média angularidade, tropia bidirecional de fraca assimetria, contendo formas anômalas de “cotovelo” inserido dentro de um padrão paralelo. Formato das drenagens podem ter influência estrutural na região.
6	Alta densidade de drenagens contendo canais de sinuosidade mista e média angularidade, tropia bidirecional e de fraca assimetria formando um padrão subparalelo. Forte indicação da presença de estruturas geológicas que interferem no formato das drenagens. Massiva presença de canais curtos na direção SW-NE, vão de encontro a um canal principal que corre no sentido NW-SE. Isso demonstra a presença de possível falha na região ou algum tipo de estrutura que esteja fraturada ou talvez alguma dobra.
7	Baixa densidade de canais compridos, apresentando sinuosidade, baixa angularidade, tropia bidirecional unidirecional, elevada assimetria, padrão de drenagem paralelo. Apesar da baixa densidade de canais, os mesmos possuem uma direção preferencial de percurso da água. Há características que indicam influência estrutural na região, podendo então tratar-se de uma área de menor variação topográfica.

3.3.2 Interpretação dos dados Gamaespectrométricos

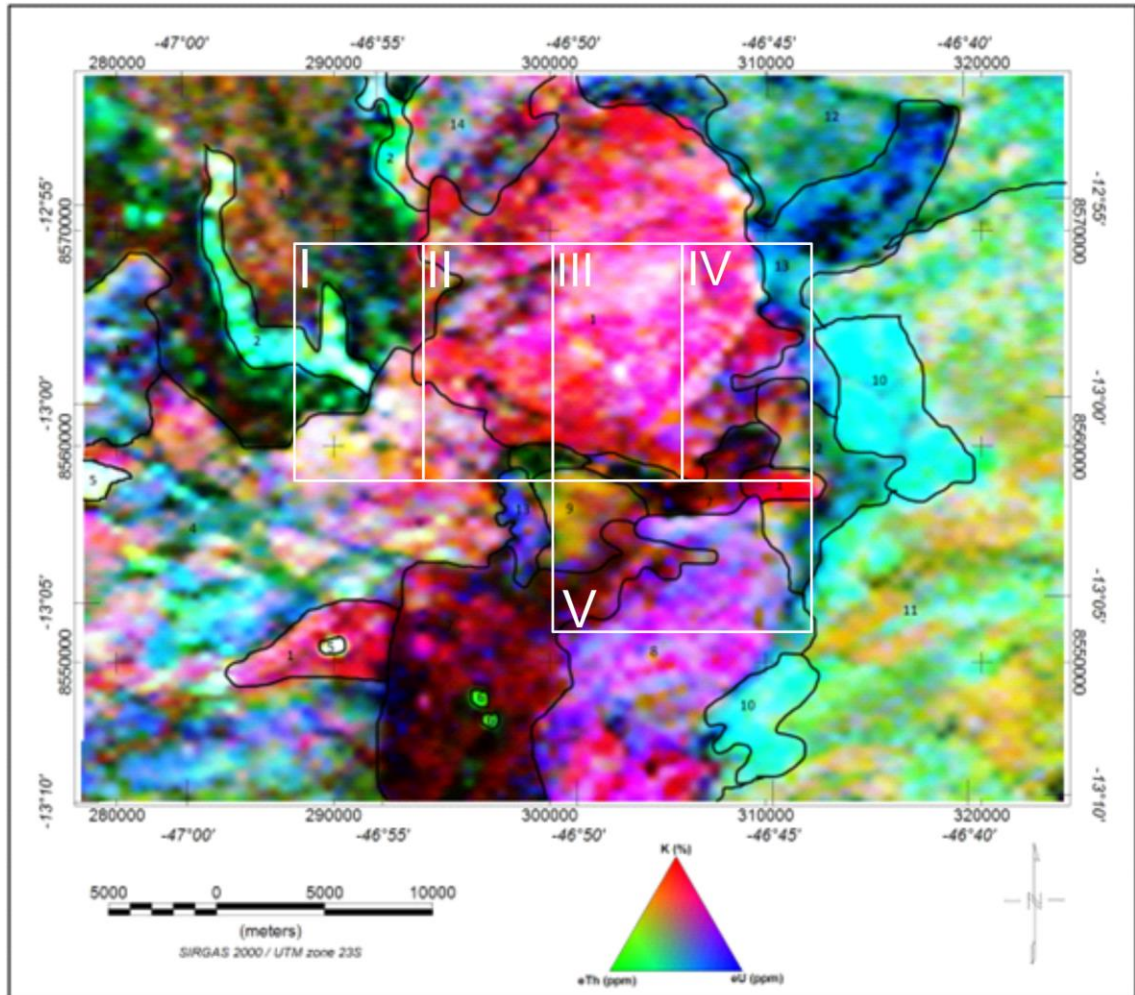


Figura 3.9: Produto gamaespectrométrico RGB, com domínios marcados em escala regional, abrangendo a área do projeto Campos Belos.

Para a interpretação regional foram separados domínios segundo o produto RGB, posteriormente para a subárea I, levando em consideração a diferença de escala entre o produto geofísico e a escala de mapeamento (Figura 3.9). Foram então selecionados, os produtos com melhor resolução, a fim de combiná-los e extrair o máximo de informações litológicas possível. Assim, a partir da referência bibliográfica (Capítulo 2), foram definidas as prováveis unidades litológicas para cada domínio identificado (Tabela 4).

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Tabela 3.4: Descrições dos domínios do produto RGB do levantamento gamaespectrométrico (Figura 3.9).

DOMÍNIO	DESCRIÇÃO
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. Pode corresponder aos granitos da Suíte Aurumina
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.
3	K baixo, Th moderado, U baixo. Domínio com coloração preta indicando baixa resposta nos três canais, porém possui uma porção mais esverdeada com uma maior resposta no canal do tório. Pode estar associado a rochas metassedimentares.
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. Também vale ressaltar uma pequena porção escura no noroeste do domínio que indica baixo valor nos três canais.
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.
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.
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.
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.
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.
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. Possui baixa resposta no canal do potássio.
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 de tório e urânio, indicando valores moderados nesses canais. Também existem porções esverdeadas que indica valores altos no canal do tório
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. Também são encontradas porções amareladas que se dá pela sobreposição dos canais de potássio e tório, indicando valores moderados nesses canais, porções azuis indicam alto valor no canal do urânio.
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. Já as porções esverdeadas indicam valores altos de tório e as porções escuras indicam baixo valor nos três canais. A alta resposta no canal do urânio pode corresponder a rochas que possuem minerais ricos em urânio.
14	K alto, Th moderado, U alto. Caracterizado por alta resposta nos canais de potássio e urânio representado pelas porções de cores avermelhada e azulada respectivamente e valor moderado de tório.

A combinação julgada como ideal, consiste nos seguintes produtos: Contagem Total (Figura 3.10A), Concentração de potássio (Figura 3.10-B) e RGB (Figura 3.5). Como resultado, foram gerados os modelos *Contagem Total + RGB* (Figura 3.10-C) e Concentração

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

de Potássio + RGB (Figura 3.10-D). Essas combinações foram escolhidas a fim de destacar as diferenças no teor de K em relação aos outros elementos, permitindo uma interpretação mais precisa (Figura 3.10-C e 3.10-D). As descrições desses produtos estão resumidas nas Tabelas 5 e 6.

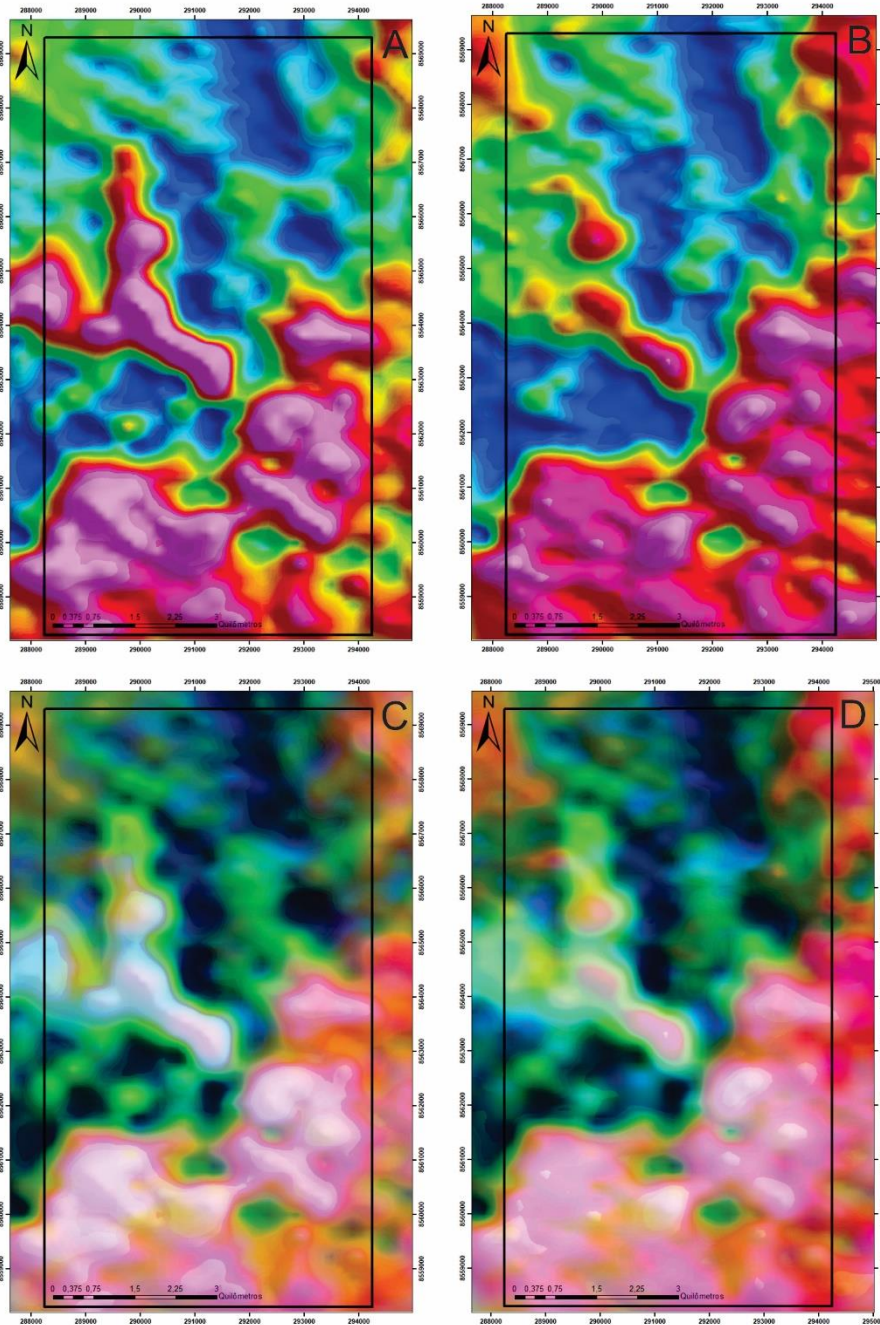


Figura 3.10: Combinação de produtos GAMA com RGB com transparência. (A) Contagem total. (B) Potássio. (C) Contagem total + RGB. (D) Potássio + RGB.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Tabela 3.5. Descrições das zonas do mapa K+RGB.

ZONA	DESCRIÇÃO
1	Região contendo azul e verde, indicando baixa quantidade de potássio, que pode estar relacionado a rochas contendo minerais que sejam pobres nesse elemento. Elas surgem encobrindo porções da zona 7.
2	Região mais escura, indicando quase nenhum potássio na área, além da falta de tório e urânio. Pode ser uma região muito retrabalhada ou afetada por intemperismo.
3	A cor rosada domina, indicando a alta concentração em potássio, mas ainda com uma tonalidade esverdeada. É uma zona intermediária entre o Aurumina e Araí, explicando essa progressão de cores
4	A tonalidade do verde está mais clara, indicando que o teor de potássio decai dessa região para a zona 1.
5	A cor rosa possui tonalidade mais esbranquiçada, o potássio é contido em minerais em que o potássio não constitui o elemento principal nas rochas.
6	Maior região contínua de cor rosada, pode ter composição similar com a zona 1. Referências indicam o domínio do Aurumina, o que bate com a predominância de potássio nessa região assim como na sua menor manifestação ao NE da área.

Tabela 3.6. Descrições das zonas do mapa CT+RGB.

ZONA	DESCRIÇÃO
1	Mescla de cores azuis e verdes, predominando domínios com eTh. A ausência de K pode indicar que a região contou com pouca influência de vulcanismo ácido ou retrabalhamento avançado dos sedimentos, abdicando este elemento da região.
2	Em boa parte, corta o centro da área e identificado em pequenas regiões relacionadas a zona 1. O azul revela a maior presença do urânio, mas esta cor está mais restrita, o predominante é o preto, que revela a ausência dos 3 elementos (K, Th e U). Pode ser uma região muito afetada por retrabalhamento ou intemperismo das rochas presentes.
3	Possui um crescimento em teor de K relacionado a zona 1, que aumenta mais ainda na sua outra zona vizinha, a 4. Demonstra ser uma área de composição intermediária entre o Araí e o Aurumina, explicando essa progressão de cores.
4	Zona em que o potássio é dominante, o que entra em consenso com as referências litológicas, que são granitos do Aurumina, ricos em feldspatos.
5	Verde-claro indica que o tório é dominante, com alguns resquícios de urânio, e potássio praticamente ausente. Aparece ser uma área intermediária entre as zonas 1 e 6.
6	Zona de cor muito clara, quase branca, contendo uma leve tonalidade rosa, compreendendo a presença dos 3 elementos, mas com uma leve predominância de potássio. O domínio é de rochas do Araí que podem ter algum resquício de minerais com K e ainda persistem mesmo depois de retrabalhados.
7	Zona de cor rosa-clara, compreende a região do Aurumina rico em feldspatos. Possui domínios esverdeados, em que compreendem regiões que cobrem o embasamento.
8	Possui influência das porções do Araí que permaneceram nesta área, compondo uma área mais alaranjada, indicando aumento Tório em detrimento do Potássio na zona.

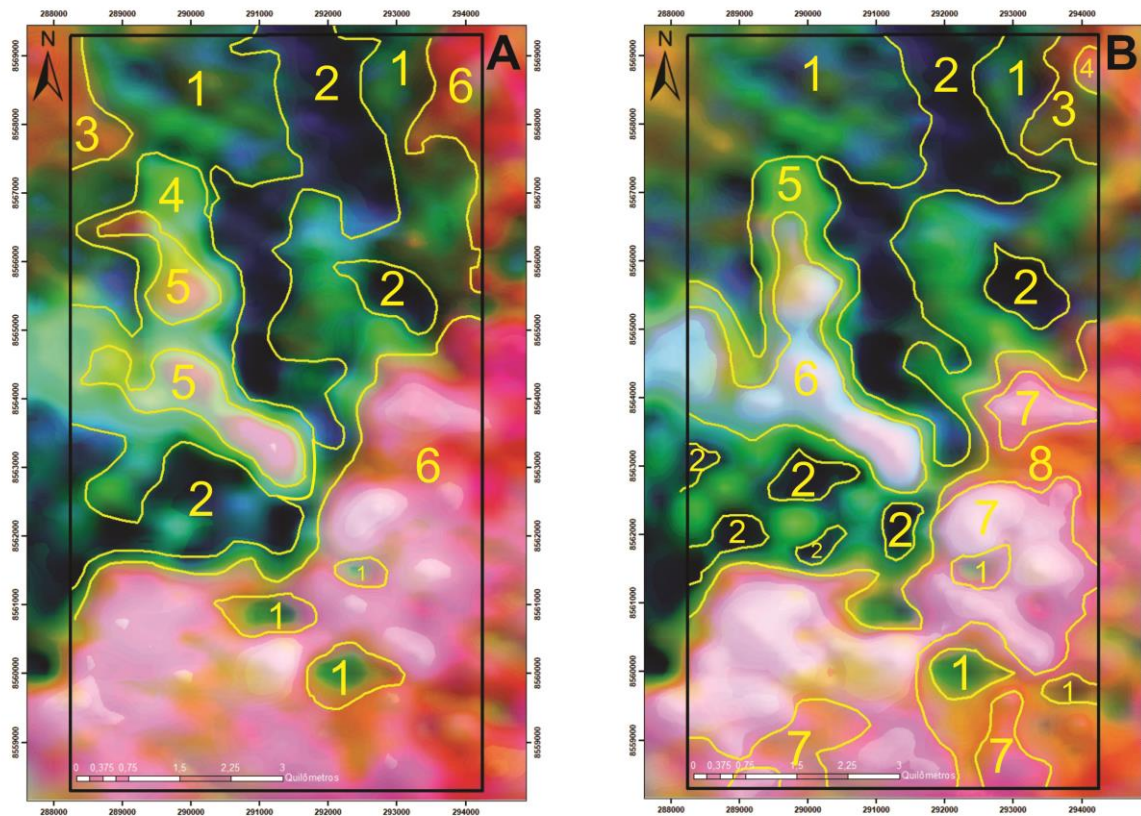


Figura 3.11. (A) Zonas separadas em produto GAMA K+ RGB. (B) Zonas separadas em produto GAMA CT+RGB.

As separações em zonas reforçaram a interpretação litológica da área, visto que os produtos gamaespectrométricos informam diferenças composicionais. Entre elas, nota-se a diferença marcante entre o teor de K, interpretados como litologias ígneas: do embasamento, Suíte Aurumina; e provavelmente, as rochas vulcânicas ácidas do Grupo Araí que se diferenciam do restante da área por apresentarem tons esbranquiçados, cercados por regiões escuras. As regiões com baixo K e com cores mais escuras nos produtos, foram então interpretadas como domínios compostos pelas rochas sedimentares do Grupo Araí.

A combinação com o STRM e os produtos de Relevo Sombreado (Hillshade) permitiu interpretações estruturais. De forma que, os alinhamentos extraídos são considerados lineamentos estruturais, compatíveis com as feições obtidas por fotoestereoscopia, principalmente aquelas posicionadas em um *trend* NW-SE (Figura 3.3), mesmo sentido das drenagens mais longas identificadas.

3.3.3 Interpretação dos dados Magnetométricos

O mesmo procedimento utilizado na Gamaespectrometria foi adotado para os produtos Magnetométricos. Assim, foi realizada primeiramente uma análise regional, de maneira que foram separados e descritos domínios para toda a área do Projeto Campos Belos a partir de produtos de Anomalia Magnética (Figura 3.12). As descrições deste produto estão resumidas na Tabela 3.7.

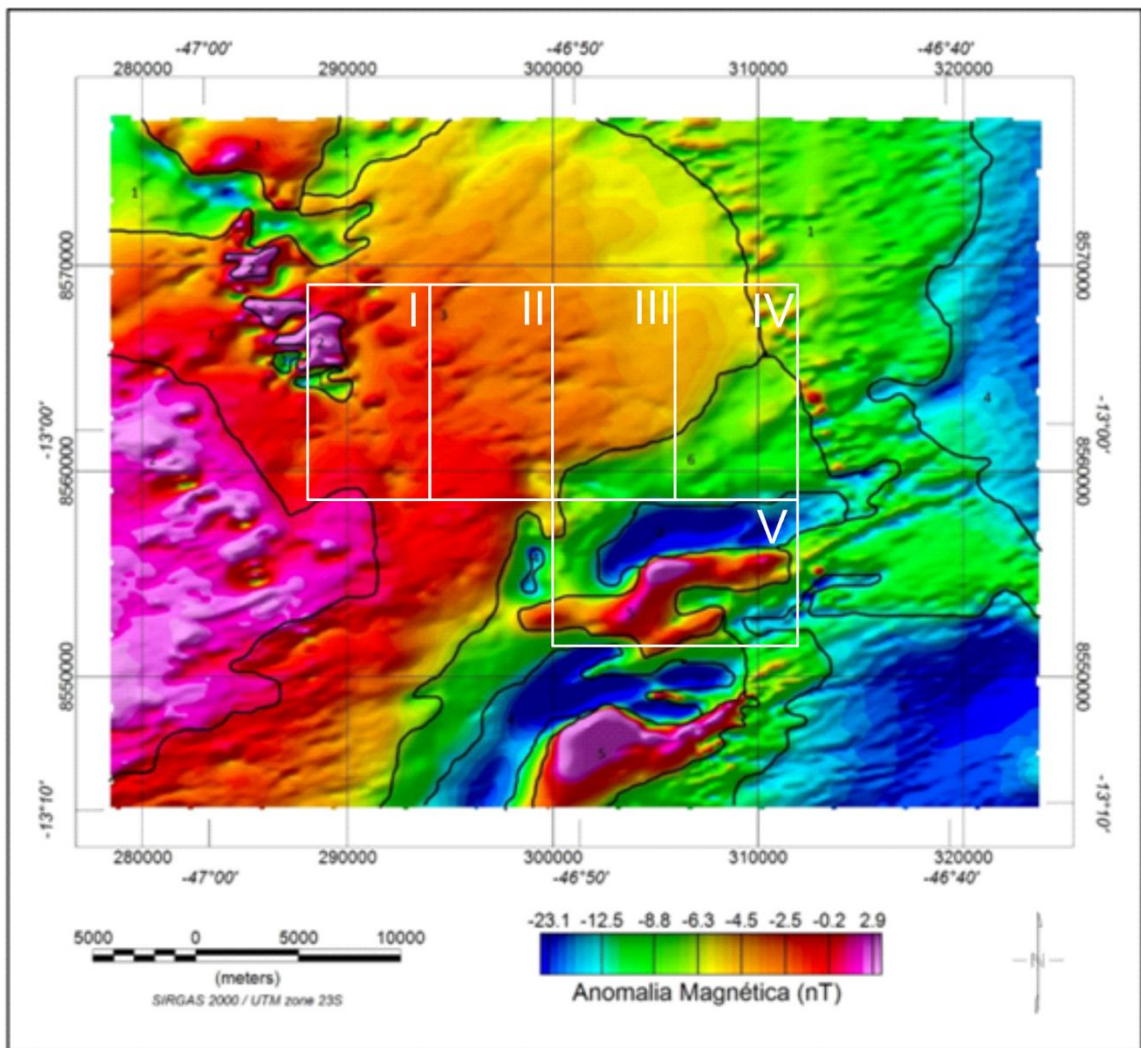


Figura 3.12. Produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico com domínios definidos. Compreende toda a área do Projeto Campos Belos.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Tabela 3.7. Descrições dos domínios do produto Anomalia Magnética do levantamento magnetométrico.

DOMÍNIO	DESCRIÇÃO
1	Extenso, de baixa intensidade com orientação variável. Este domínio pode corresponder a corpos de extensões profundas ou a corpos rasos que não apresentam caráter magnético, como granitóides ou rochas sedimentares. Este domínio difere-se do 6 por conta da textura e da orientação.
2	Domínio homogêneo que apresenta alta intensidade, sendo a que possui mais alta resposta magnética de toda a 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 alterações hidrotermais.
3	Extenso e de baixa intensidade. Pode estar relacionado a corpos graníticos ou a rochas sedimentares.
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.
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.
6	Extenso 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 granitóides ou rochas sedimentares.

Nesse contexto, a magnetometria ajuda a definir melhor os contatos geológicos e feições estruturais como falhas e dobras. Dos produtos citados no Tópico 3.2.2, apenas dois foram utilizados para extração de feições em detalhe da subárea I, visto que são adequados para os objetivos do trabalho, estes foram: Dz e GHT.

A Primeira Derivada Vertical (Figura 3.13-A) fornece informações sobre discontinuidades sob baixas profundidades, já o GHT (Figura 3.13-B) permite identificar contatos geológicos e feições estruturais. Dessa forma é adequado o uso desses dois produtos em conjunto, uma vez que se complementam, logo se deve comparar os lineamentos identificados entre os dois produtos.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

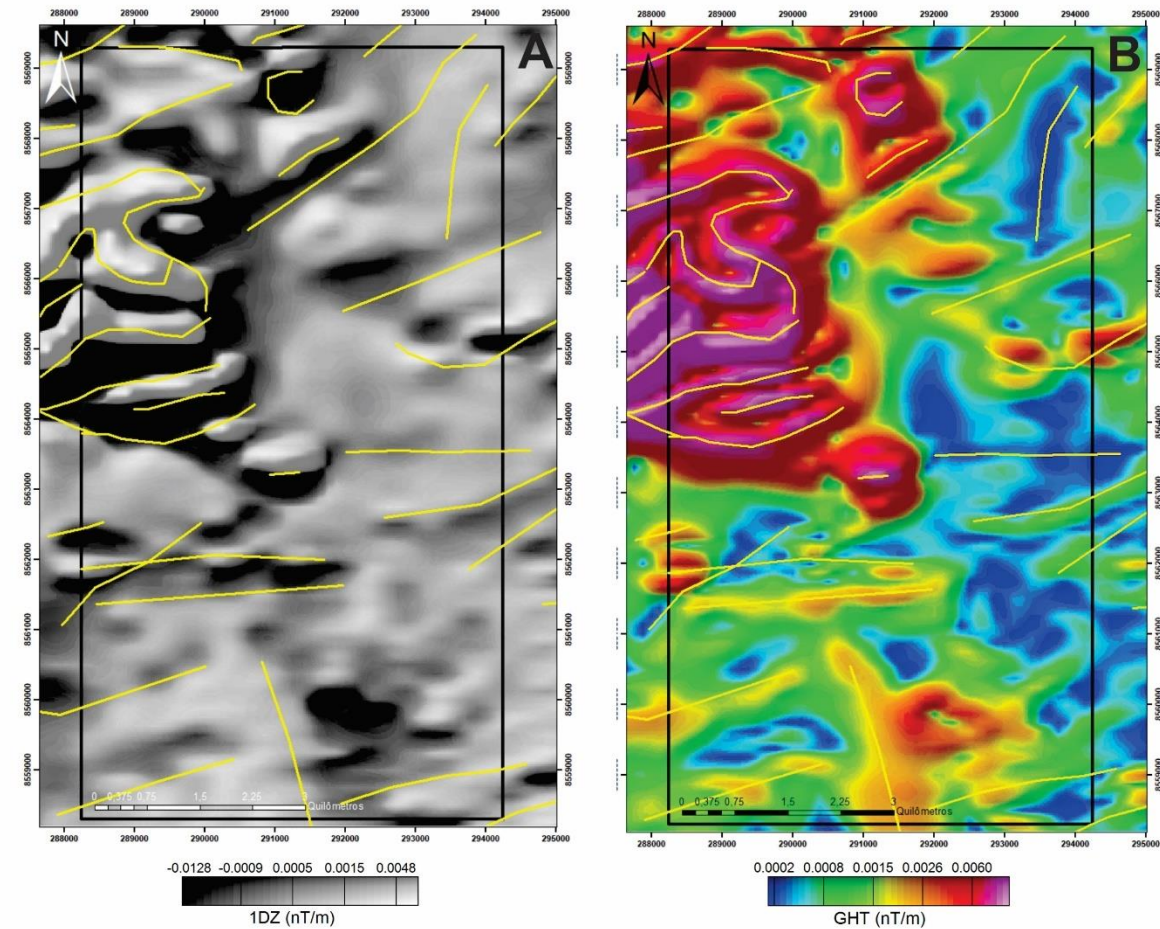


Figura 3.13. (A) Produto Dz com lineamentos marcados. (B) Produto GHT com lineamentos identificados. As marcações em ambas são iguais pois consistem na combinação de todos os elementos identificados nos domínios da subárea I, projetados em ambos os produtos para fins de comparação.

Os lineamentos extraídos por magnetometria estão, geralmente, em posições distintas das feições interpretadas por imagem de satélite, SRTM e Hillshade, com direções segundo o *trend* NE-SW e E-W. Além disso, diversas estruturas NW-SE encontradas através de outros métodos, não estão claras no levantamento geofísico. Essa assimetria foi interpretada como a consequência da diferença de escala entre o levantamento geofísico dos outros métodos de maior escala, dessa forma, a escala do levantamento geofísico não é conveniente para a extração de medidas em escala de semidetalhe.

Entretanto, os lineamentos extraídos pelos levantamentos geofísicos representam estruturas regionais que auxiliam no entendimento do arcabouço estrutural, mostrando uma tendência NE-SW e E-W marcante no grande corpo intrusivo da Suíte Aurumina, porção leste e sul da subárea I.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Os contatos litológicos não são bem definidos utilizando produtos de levantamento magnetométrico, para esse fim, foi utilizado o método gamaespectométrico. Neste contexto, a magnetometria foi importante no reconhecimento de possíveis unidades dobradas, facilmente reconhecidas na porção mais rugosa na Dz, tortuosa na porção oeste-norte da subárea I. É nesse domínio em que são reconhecidos os longos lineamentos descritos pelos métodos anteriores.

3.4 Mapa Preliminar

A partir da integração dos produtos descritos nos tópicos anteriores, foi confeccionado o Mapa Preliminar (Figura 3.14), na escala de 1:50.000, delimitando e destacando as zonas fotolitológicas. Lineamentos fotointerpretados possuem sentido preferencial NW-SE, como charneiras de dobras antiformes e falhas compressoriais paralelas às dobras.

Mapa preliminar Subárea I - Projeto Campos Belos

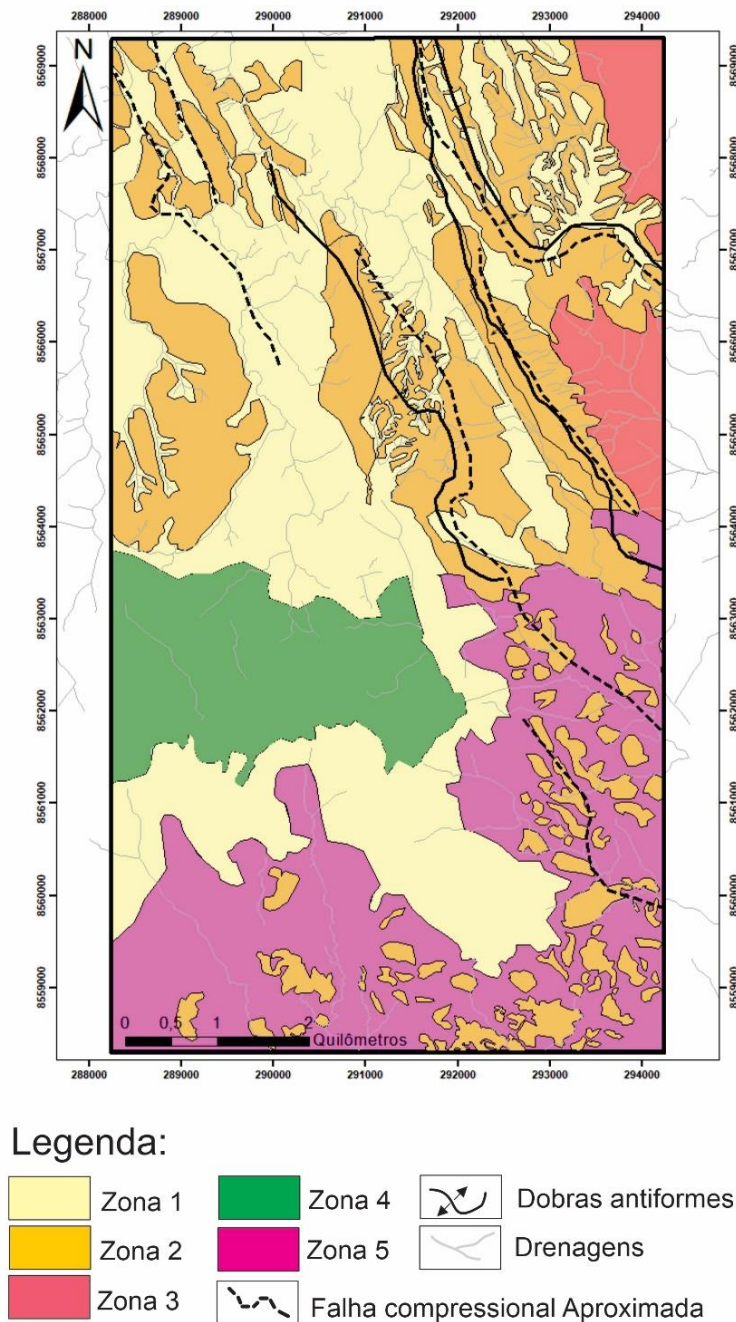


Figura 3.14: Mapa Geológico Preliminar. Resultado da união de todos métodos descritos.

4 Estratigrafia e Petrografia

4.1 Introdução

O empilhamento estratigráfico do Projeto Campos Belos é heterogêneo e complexo, tornando difícil a correlação do empilhamento para todo o projeto. Além disso, a extensa Zona de Cisalhamento Arraias, com direção NW-SE/E-W, que atravessa grande parte do projeto, também dificultou a correlação estratigráfica. Assim, optou-se por uma análise estratigráfica simplificada com base nas relação de sobreposição de camadas observadas em campo e associação com as descrições encontradas na bibliografia de referência.

Na área do projeto, foram diferenciadas, do mais antigo para o mais novo, quatro unidades litoestratigráficas principais: Formação Ticunzal, Suíte Aurumina, Grupo Araí e Grupo Bambuí (Figuras 4.1 e 4.2).

Na subárea I, as unidades descritas nesse capítulo são representadas pela Suíte Aurumina e pelas rochas metavulcanossedimentares do Grupo Araí (Figura 4.3). As demais unidades litológicas do projeto não foram identificadas na subárea I, entretanto, essas unidades são detalhadas pelas demais subáreas do projeto em que foram encontrados representantes das demais unidades.

ÉON	ERA	PERÍ-ODO	Ma	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Criogeniano	630	Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #0070C0; margin-right: 5px;"></div> NP2sld Rochas carbonáticas </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></div> NP2sld Siltitos </div> Formação Jequitaiá <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #6A5ACD; margin-right: 5px;"></div> NP12jt Diamictitos </div>	
			850		
		PALEOPROTEROZOICO	Estateriano	1600	Grupo Araí Formação Arraias <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></div> PP4aqa Quartzito </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FFD700; margin-right: 5px;"></div> PP4aqo Meta-quartzo arenito </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #696969; margin-right: 5px;"></div> PP4aα Meta-vulcanoclásticas ácidas </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #3CB371; margin-right: 5px;"></div> PP4aI Meta lamito arenoso </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #3CB371; margin-right: 5px;"></div> PP4aβ Meta-basalto </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></div> PP4amas Metarenito subarcoseano </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #FF4500; margin-right: 5px;"></div> PP4acg Meta-conglomerados polimíticos e oligomíticos </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #3CB371; margin-right: 5px;"></div> PP4aqi Meta quartzo arenito com intraclastos </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #696969; margin-right: 5px;"></div> PP4a Rochas meta-sedimentares indiferenciadas: meta-arenito lamoso subarcoseano, meta-quartzoarenito, meta-pelito </div>
1800					
	Riacciano			2050	Suíte Aurumina <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></div> PPyau2 Muscovita-biotita monzogranito </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #800080; margin-right: 5px;"></div> PPyau1 Biotita-muscovita monzogranito </div> Formação Ticunzal <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 20px; height: 10px; background-color: #8B4513; margin-right: 5px;"></div> PP1tz Grafita xistos e Mica xistos </div>
2300					

Figura 4.1: Coluna litoestratigráfica do Projeto Campos Belos.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Mapa Integrado - Projeto Campos Belos - TF2021

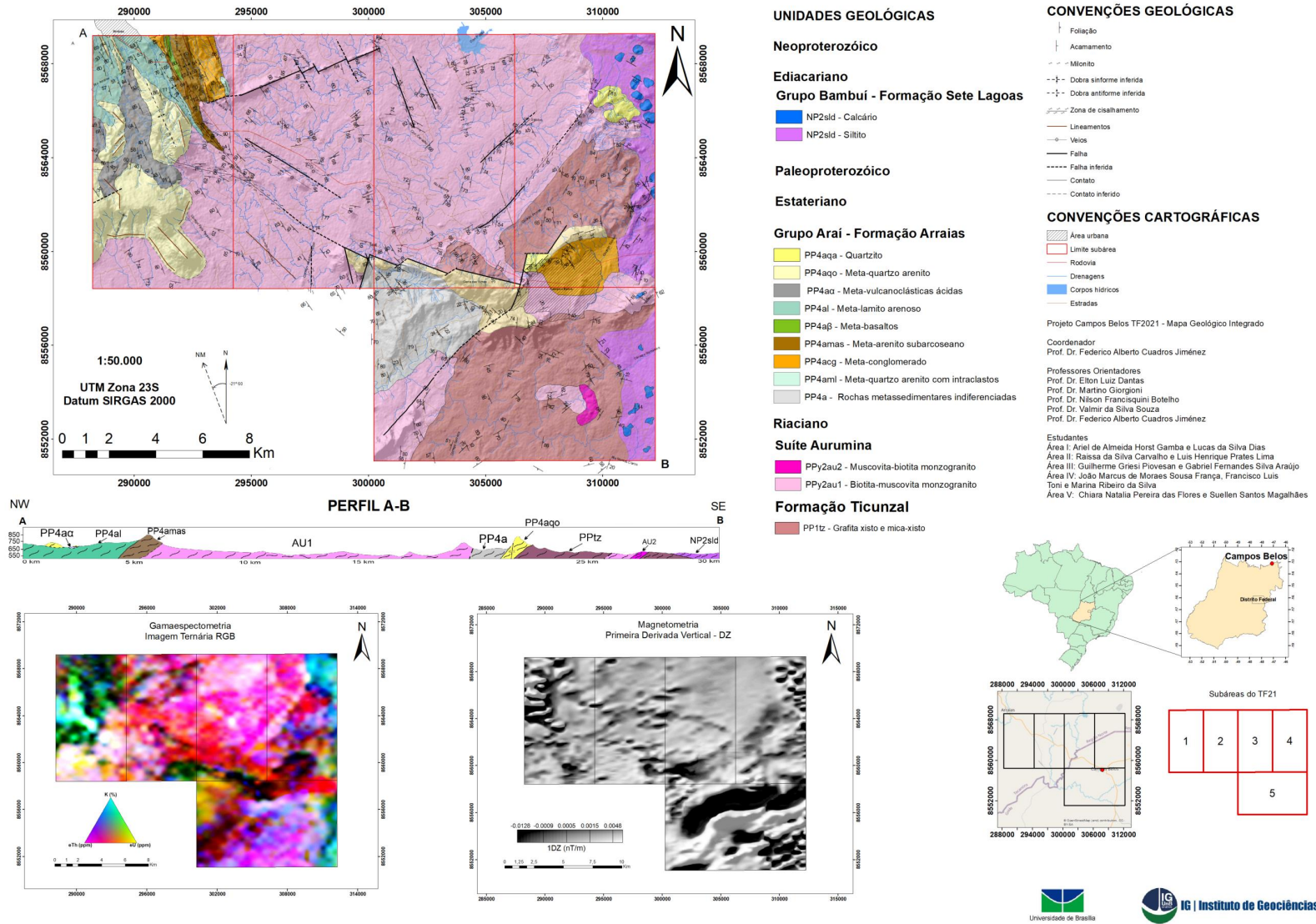


Figura 4.2: Mapa Integrado Simplificado do Projeto Campos Belos, TF 2021. O mapa completo pode ser encontrado no Anexo C.

Mapa Geológico - Subárea I - Projeto Campos Belos

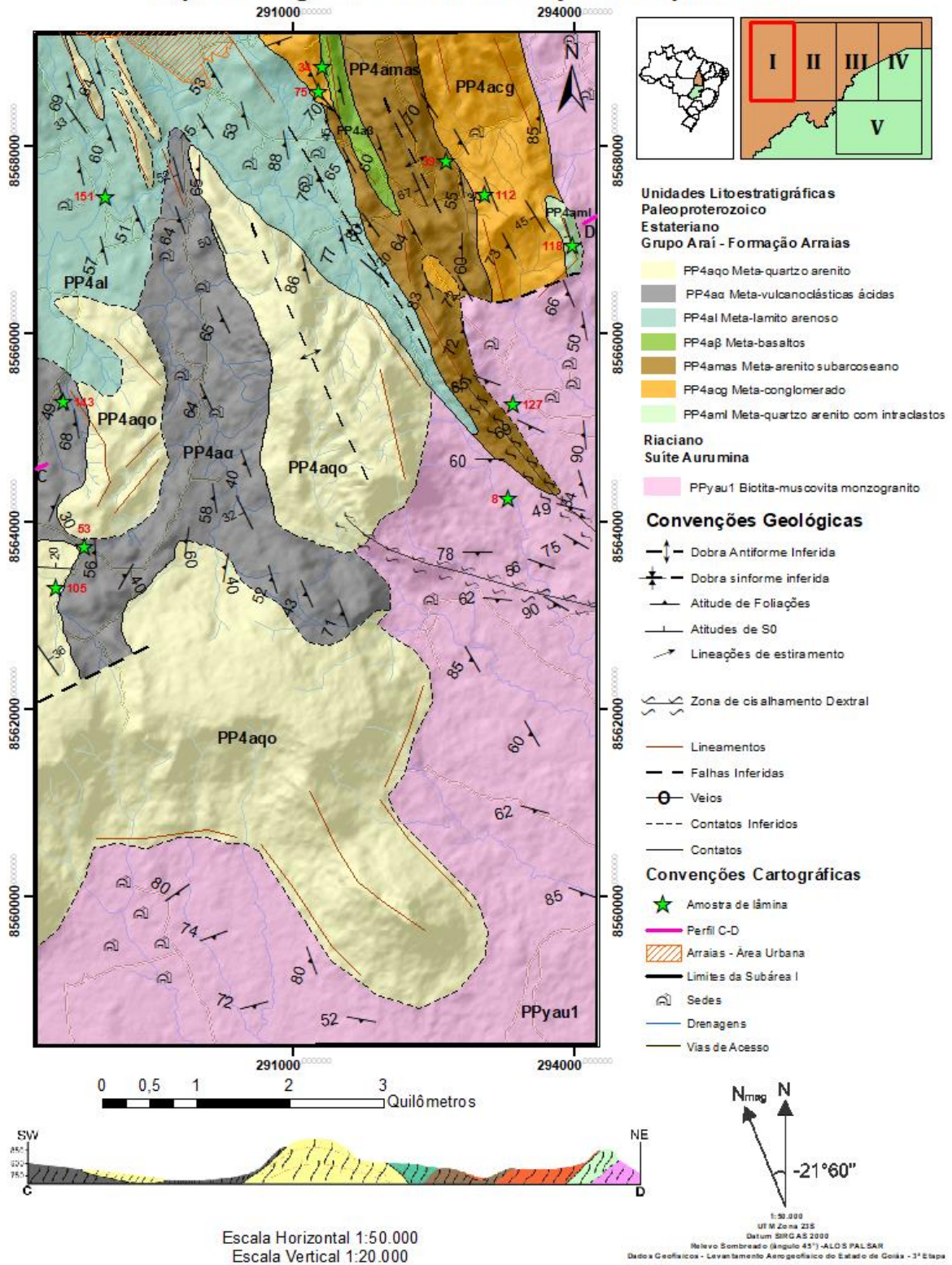


Figura 4.3: Mapa Geológico da Subárea I, Projeto Campos Belos. Escala 1:50.000.

4.2 Suíte Aurumina

Corresponde à unidade mais abundante do Projeto Campos Belos, encontrada nas porções de menor elevação da subárea I, sendo subdividida em: membro PPyau1 e membro PPyau2, apresentando foliação penetrativa e milonitização, desde protomilonitos até ultramilonitos. Esses dois membros são separados pela maior proporção em muscovita (Au1) e biotita (Au2), respectivamente.

Na subárea I, essa suíte é identificada nas porções sul e leste, correspondendo a aproximadamente 34% da área. Nesse contexto, apenas foi identificado o membro PPyau1 dentro dos limites da subárea I, de forma que, no mapa de levantamento gamaespectométrico, essa unidade se destaca pela alta concentração potássio (canal K e RGB).

4.2.1 Biotita – Muscovita Monzogranito (PPyau1)

Correspondem as rochas de coloração branco-acinzentadas, de granulação média a grossa, equigranulares e frequentemente milonitizadas (Figura 4.4-A). Possuem foliação Sn de direção geral N10-40W e mergulho de 49° - 80° para SW, além de hospedarem famílias de fraturas, vênulas e veios de quartzo (Figura 4.4-C).

Em afloramentos restritos, é identificada a ocorrência de foliação S-C que comprova a cinemática dextral da Zona de Cisalhamento de Arraias (Capítulo 5) que atravessa esta unidade. Além disso, também ocorrem autólitos melanocráticos, de provável composição máfica (Figura 4.4-D), e textura pegmatóide com cristais de K-F e muscovita centimétricos (Figura 4.4-B).

Petrograficamente, foi estimado a composição modal, constituída por quartzo (40-45%), K-feldspato (microclínio:15-22%) e Plagioclásio (20-15%), muscovita (15-12%), clorita (8-4%), biotita (2-1%) e opacos (1%). Raramente, podem ser encontrados cristais de zircão. Apresentam textura granolepidoblástica, composto por agregados quartzo-feldspáticos, por vezes incluindo muscovita (Figura 4.5-C e 4.5-D), contornados por frações micáceas, algumas delas formando feições pisciformes. As texturas dessas rochas revelam sombras de pressão em torno de alguns minerais, sugerindo a rotação de grãos quartzo e feldspatos com cinemática em sentido dextral.

Observam-se duas gerações de micas: as micas primárias (muscovitas ígneas) (figura 4.5 C e D), apresentam-se bem desenvolvidas em grandes lamelas; as micas secundárias (sericita) se apresentam em lamelas pequenas, associadas a alteração das biotitas e feldspatos. Além disso, intercrescimentos pertíticos também foram vistos, indicando o processo de exsolução.

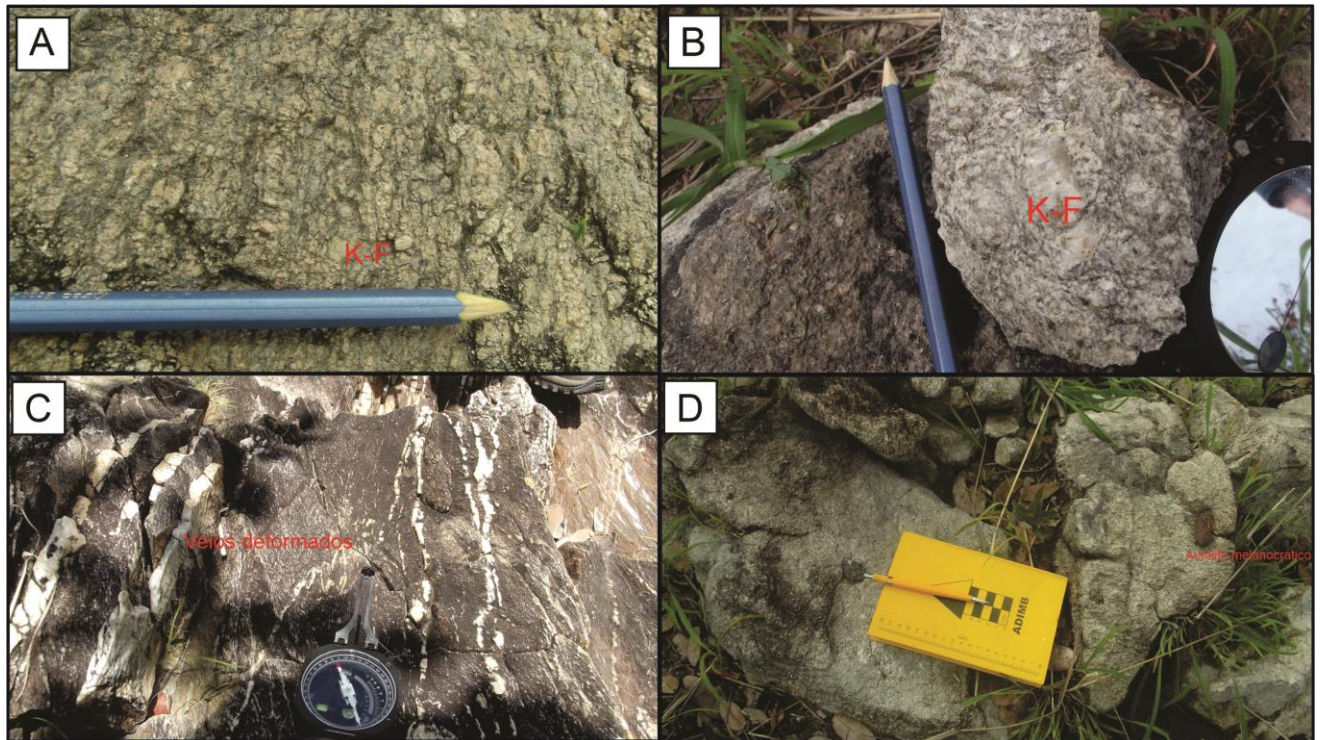


Figura 4.4. (A) Monzogranito protomilonito, é indicando cristais de K-F rotacionados e contornados por foliação; (B) Monzogranito, com cristal de K-F; (C) Afloramento de monzogranito contendo veios, dentre eles é indicado veios de fina espessura dobrados; (D) Autoclasto melanocrático em monzogranito.

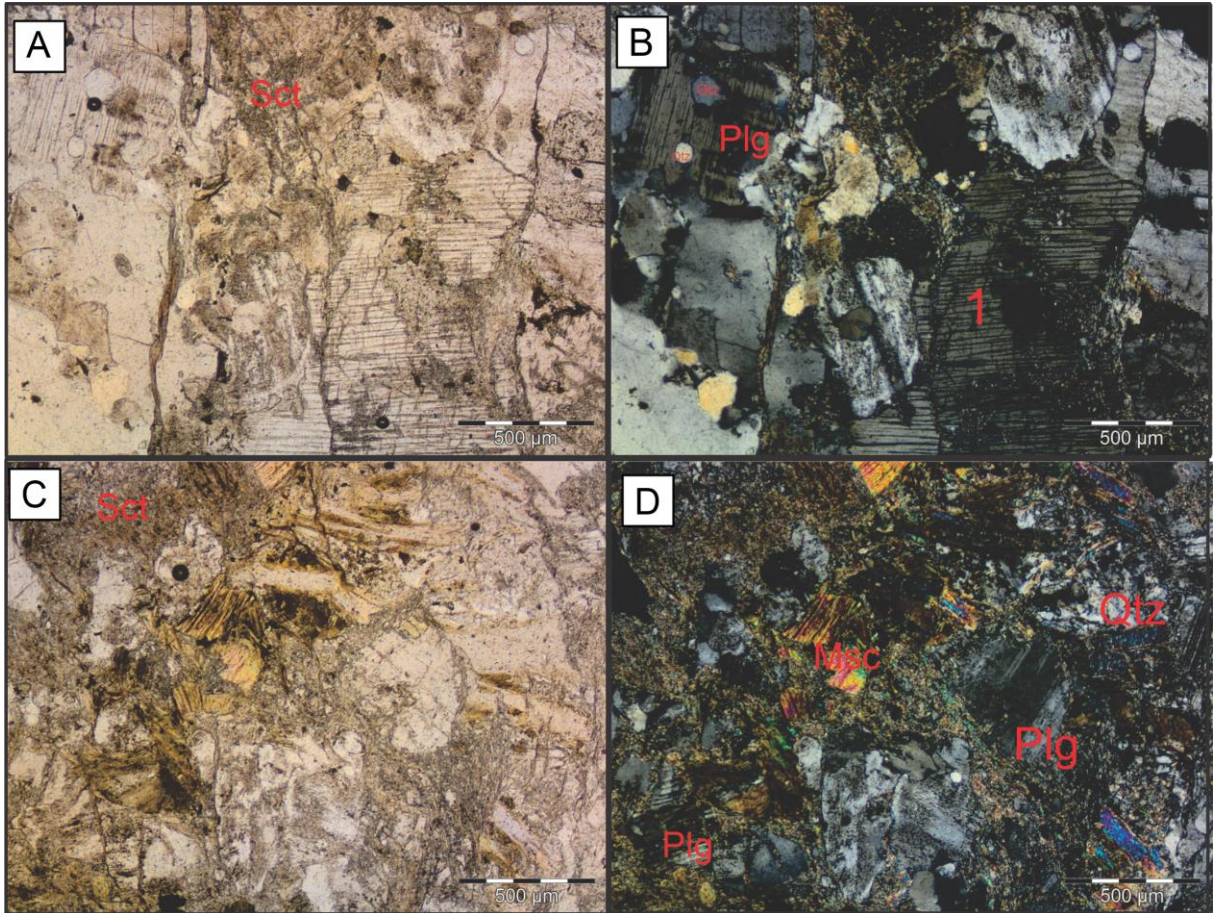


Figura 4.5 - A- Fotomicroscopia sob auxílio da objetiva de aumento de 4x, com nicóis paralelos, indicando sericita (sct), alterando os feldspatos. B-Mesma secção de A, porém à nicóis cruzados, quartzo (Qtz) no interior de feldspato e em 1-pertitas. C-Secção a nicóis paralelos de outra região da lâmina, com muscovitas de granulação média, destacando domínio de micas secundárias (sct). D- Seção de C à nicóis cruzados, destacando muscovitas primárias (msc), quartzo (qtz) e plagioclásios (plg).

4.3 Grupo Araí

No Projeto Campos Belos, o Grupo Araí é representado pela Formação Arraias, intitulada como unidade basal e interpretada como depósitos continentais da fase rife. Esse grupo corresponde a maior parte do território da subárea I, melhor representado na porção centro-norte, constituído por rochas metavulcanossedimentares.

4.3.1 Formação Arraias

Na subárea em estudo, a Formação Arraias é caracterizada por Meta-conglomerados polimíticos e oligomíticos, Meta quartzo arenitos, Meta Subarcóseos, Meta Lamitos arenosos e Metavulcanoclásticas ácidas e básicas (bimodal).

4.3.1.1 Meta-conglomerados Polimíticos e Oligomíticos (PP4acg)

Composta por metaconglomerados polimíticos e oligomíticos, esta unidade compreende o domínio litoestratigráfico heterogêneo que abrange: fácies menos deformadas, ocorrendo como lentes nas demais unidades da Fm. Arraias; e fácies mais deformadas e foliadas. Essa unidade ocupa cerca de 10 % do total da subárea I e pode ser observada na porção norte da subárea, em contato com o embasamento (Suíte Aurumina).

As rochas da unidade PP4acg formam arcabouço matriz suportados, com seixos heterogêneos em forma e tamanho, envolvidos por matriz de granulação silte-arenosa de cor branca a rósea. A matriz é de composição subarcoseana, frequentemente alterada para argilominerais, tornando-se intensamente friável. Os clastos variam de 2 cm até 20 cm, são arredondados a subagulosos e pouco esféricos, com seixos de meta-quartzo arenitos e rochas vulcânicas ácidas (piroclásticas). Fragmentos do embasamento também são encontrados (figura 4.7C). Esses clastos muitas vezes ocorrem estirados, indicando plano de foliação desenvolvida na matriz.

A rocha possui grãos muito mal selecionados (Figura 4.7), de formatos irregulares, angulosos, pouco esféricos, compostos por quartzo e subagulosos (Figura 4.7-B). Há contatos côncavo-convexos, suturados e até planares, além de quartzo recristalizado. Observam-se dois tipos de micas: muscovita de origem detrítica; e micas originadas por alteração de feldspatos (sericita), constituintes da matriz recristalizada como produto da alteração de feldspatos. Neste contexto, a foliação é marcada pelas lamelas de micas brancas orientadas segundo uma orientação preferencial.

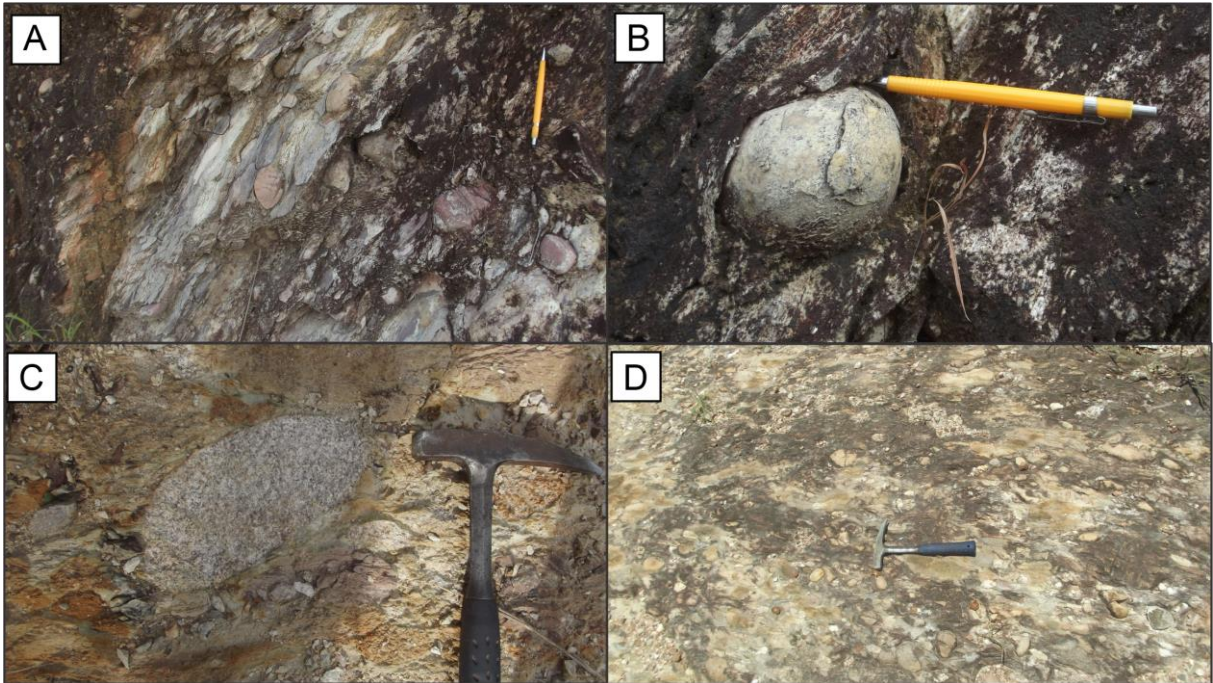


Figura 4.7: Fácies de conglomerados da Formação Arraias; (A) Conglomerado monolítico, com seixos arredondados composto por quartzito; B- Mesmo afloramento com imagem em detalhe, seixo arredondado contornado pela matriz com estrutura foliada, contornando seixo. (C) Seixo de dimensões centimétricas e composição granítica. (D) Conglomerado polilítico, composto por seixos de quartzito, meta-arenito, matriz demonstra estar foliada, alguns seixos encontram-se orientados segundo a foliação.

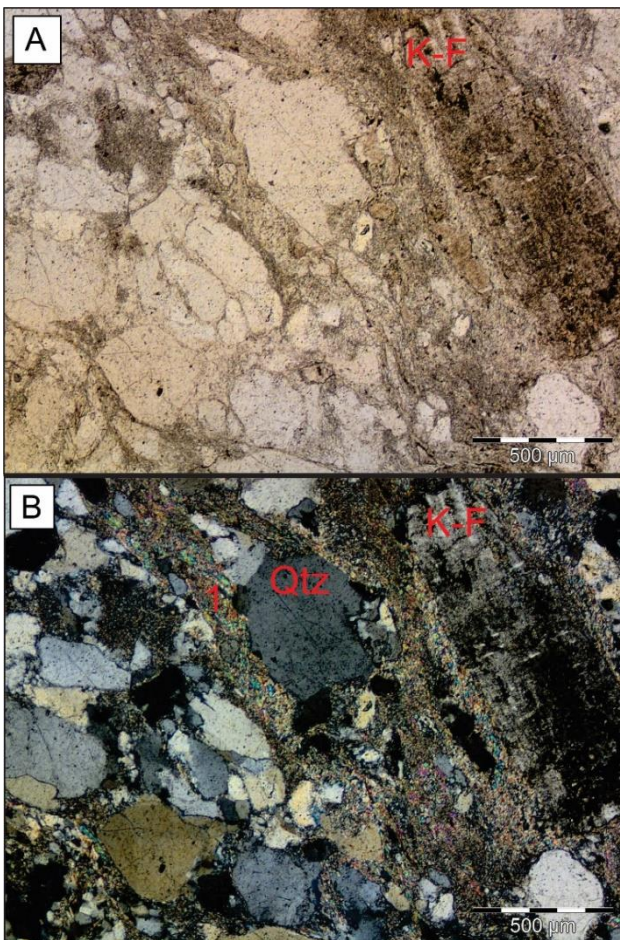


Figura 4.6: (A) Amostra I-112 observada com auxílio de objetiva de aumento 4x a nicóis paralelos. Alteração em grande grão de microclínio (K-F) na parte superior a direita, ocorre por alteração do mineral para mica branca. (B) Amostra observada a nicóis cruzadas destacando: Grão de microclínio (K-F) com sua geminação tartan pouco notável devido ao nível de alteração do mineral; Grãos de quartzo (Qtz) em contato suturado, contornados por cristais de muscovida, gerando o formato de sombras de pressão; 1 - Domínio micas recrystalizadas da matriz e por alteração dos feldspatos.

4.3.1.2 Meta-quartzito arenito (PP4aqo)

A unidade de Meta-quartzito arenito ocorre nas porções mais elevadas da subárea I e, devido a sua resistência ao intemperismo, sustentam as grandes serras da região. Possuem coloração geralmente esbranquiçada, constituídas predominantemente por grãos de quartzo, de granulção fina-média (bimodalidade granulométrica) e ocupa cerca de 15 % da área total da subárea I. Os afloramentos são bem definidos e uniformes, sendo possível identificar amostras bem preservadas, com laminações, estratificações plano paralelas (Figura 4.8-A), além de estratificações cruzadas tabulares de médio a grande porte (Figura 4.8-C). A mesma litologia, se identifica na subárea IV, registrando marcas de ondas (ripples).

As rochas dessa unidade possuem textura clástica, clasto suportada, composta predominantemente por clastos (90-85%), mal selecionados, contendo em seus interstícios matriz fina, recristalizada e sericitizada (15-20%). O arcabouço é composto por grãos de quartzo, angulosos a subarredondados (Figura 4.8), com granulometria desde de areia fina até areia grossa. Os grãos apresentam extinção ondulante, com contatos côncavo-convexo ou planares e, por vezes, em contato suturado (Figura 4.9). São identificados raros grãos de feldspato preservados, uma vez que em sua maioria estão muito alterados em argilominerais (sericitização).

Localmente, observa-se pela análise petográfica a presença de cimento de sobrecrecimento silicoso no limite das bordas dos grãos de quartzo. Além de agregados de quartzo microcristalino e quartzo policristalino. (Figura 4.9-B). Por fim, são identificadas películas de oxidação que podem recobrir os grãos de quartzo.

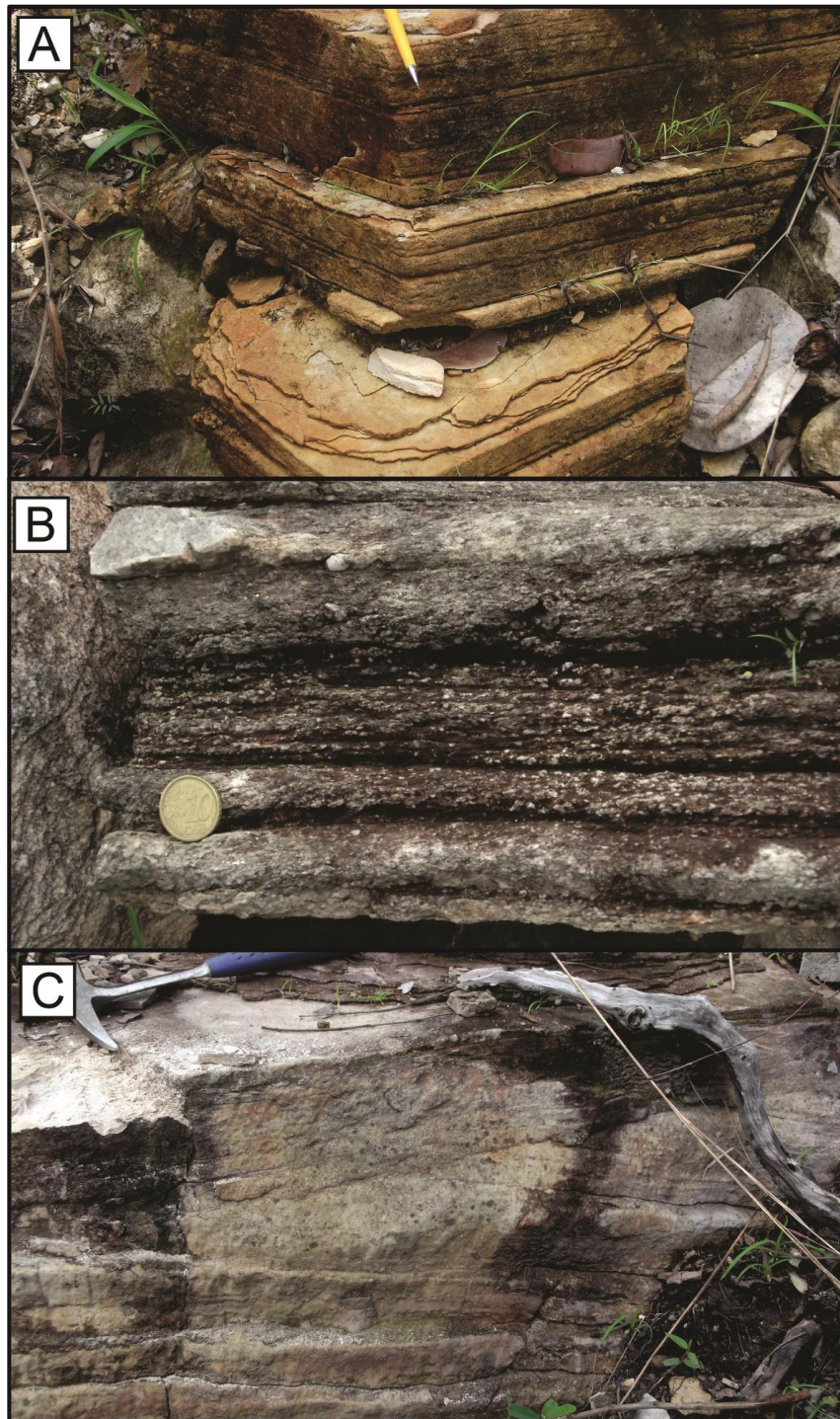


Figura 4.8. – (A) Meta Quartzito arenito preservando a estratificação plano-paralela. (B) Meta quartzito arenito de granulção fina a média, grãos de quartzo mais grossos são encontrados como pontos brancos em meio a parte de cor preta intemperizada. (C) Meta Quartzito arenito com maior nível de recristalização e truncamento entre planos de estratificação.

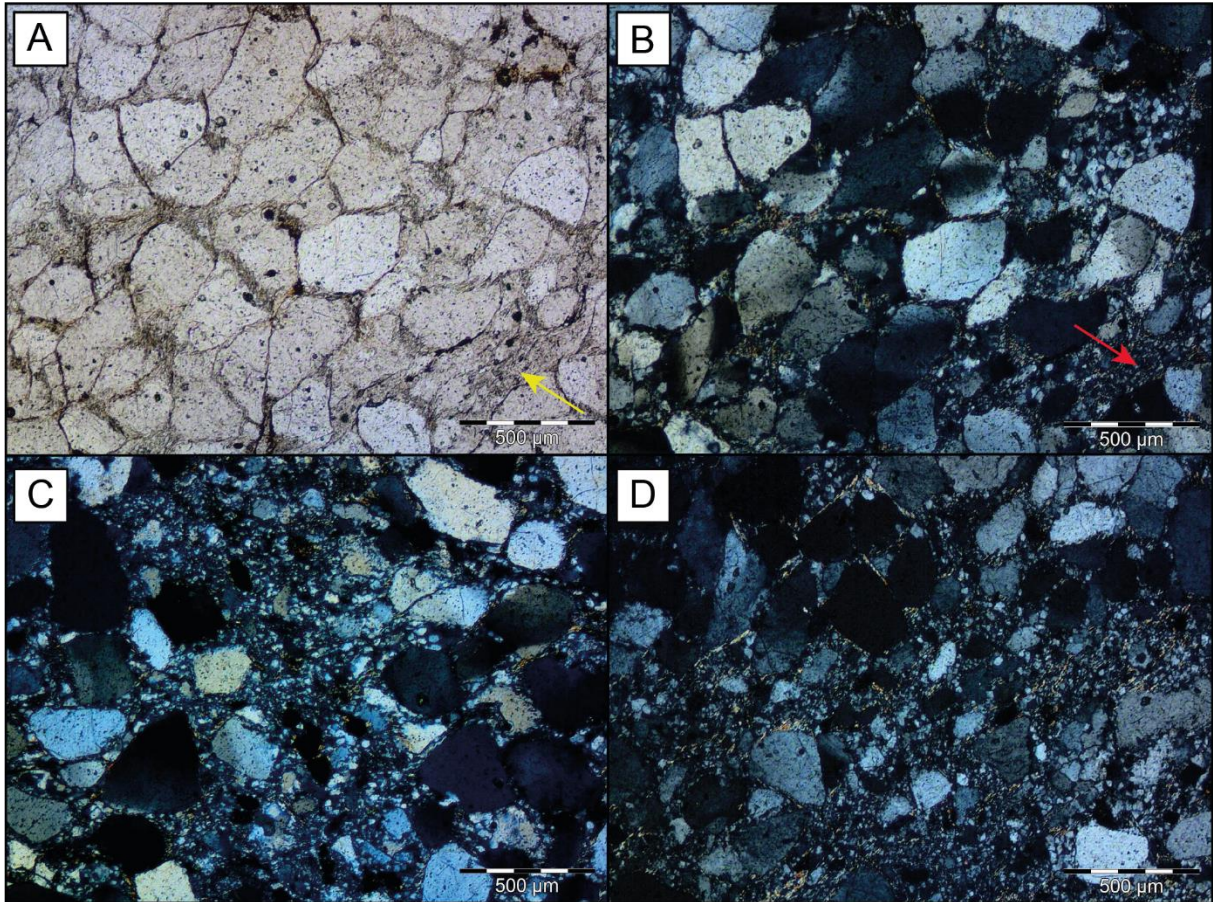


Figura 4.9: (A) Grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos, contatos suturados e pseudo-matriz (seta em amarelo) (NP, objetiva de 4x). Nota-se que os grãos de quartzo estão levemente estirados, chegando a apresentar bordas “serrilhadas”. (B) Micrografia anterior a nicóis cruzados, mostrando a fração de pseudo-matriz (setas em vermelho), pouco cimento microcristalino silicoso e grãos de quartzo policristalinos. (C) Destaque para a bimodalidade de tamanho dos grãos e quartzo. (D) Bimodalidade de grãos, matriz e pseudo-matriz.

4.3.1.3 Meta-arenito subarcoseano (PP4amas)

A unidade PP4amas ocorre na porção norte da subárea I, em contato com conglomerados e Meta Basaltos (PP4aβ) do Grupo Araí, ocupando cerca de 10 % da área. Quando alteradas, apresentam coloração cinza-rosada, já as representantes mais frescas, esbraquiçadas. De maneira geral, exibe domínios mais arenosos e empobrecidas em feldspato, intercalados com domínios mais ricos em feldspatos, com os planos de acamamento em estratificações plano paralelas preservados (Figura 4.10-A e B).

A unidade é de composição siliciclástica, de granulometria fina a grossa, clasto-suportada, com proporção aproximada entre 15-20% de matriz (Figura 4.11-A). Os clastos possuem composição quartzo-feldspática, em que os grãos de quartzo (90-85%) são arredondados a subarredondados, com variado grau de esfericidade. Estes grãos apresentam

extinção ondulante, orientação preferencial incipiente e estiramento. O contato entre os grãos são planares, côncavo-convexos e até suturados. São identificados grãos de feldspato fraturados com variados graus de sericitização.

A matriz que preenche os interstícios dos clastos está recristalizada, constituída por conjunto de micas brancas finas – sericita (Figura 4.11-B). Ocorrendo de forma restrita, também pode ser encontrado cimento microcristalino silicoso. Por fim, podem ser identificados grãos de zircão detríticos, subeudrais.

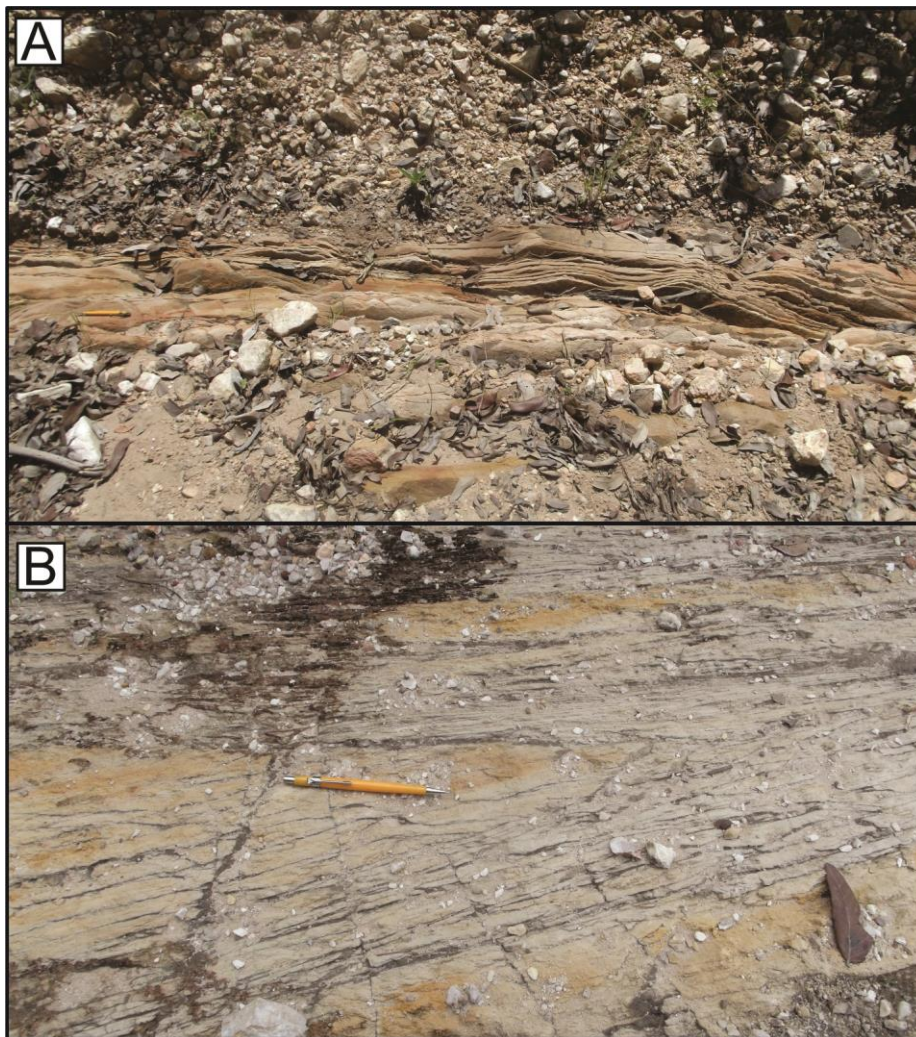


Figura 4.10: (A) Afloramento em estrada apresentando estratificação plano-paralela preservada no sentido norte-sul, com mergulho subvertical. (B) Afloramento em estrada muito intemperizado, indicando bandas composicionais e o truncamento das mesmas. Bandas de cores laranja representam a porção mais resistente empobrecida em feldspato. Os níveis de cor amarelo-pálidos se estão mais intemperizadas e ricas em caulim.

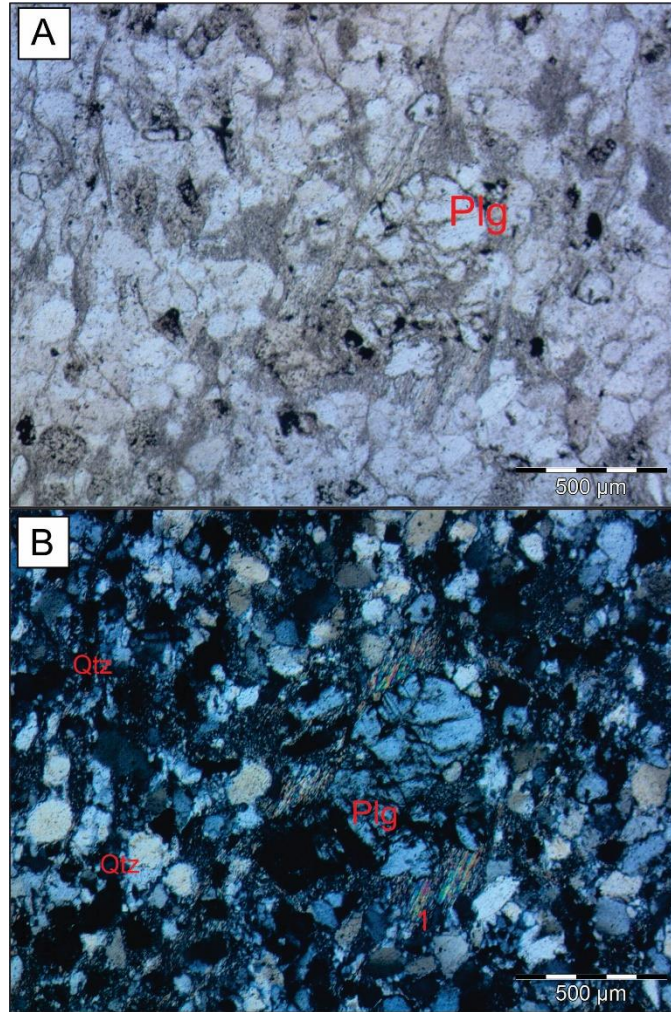


Figura 4.11: (A) Fotomicrografia da amostra TF 21 - I - 39 em lâmina a nicóis paralelos, com auxílio de objetiva de 4x; (B) Mesma amostra observada em A com a mesma objetiva a nicóis cruzados. Indicado feldspato em sua forma melhor preservada, a maior parte se encontra sericitizada e são encontrados como indicados em I. Quartzo apresentam contatos suturados.

4.3.1.4 Meta-quartzito arenito com intraclastos (PP4aqi)

A unidade PP4aqi representa unidade litológica menos abundante da subárea I, correspondendo a 3 % da área. Encontra-se no limite leste, entre os granitos da Suíte Aurumina e os conglomerados do Grupo Araí. A transição da unidade PP4acg para esta unidade (PP4aqi) é marcada pela presença de meta quartzito arenitos de textura microconglomerática (Figura 4.12-B).

As rochas dessa unidade apresentam dois domínios principais (Figura 4.12-A): (i) domínio de cor cinza claro, composto predominantemente por quartzo, caracterizado por granulometria média a grossa, com clastos e seixos argilosos proeminentes, com maior

proporção de óxidos; (ii) domínio de cor rosa claro, de formato irregular, no interior do domínio anterior e com menor proporção de opacos. Ambos os domínios apresentam foliação incipiente e a mesma composição mineralógica.

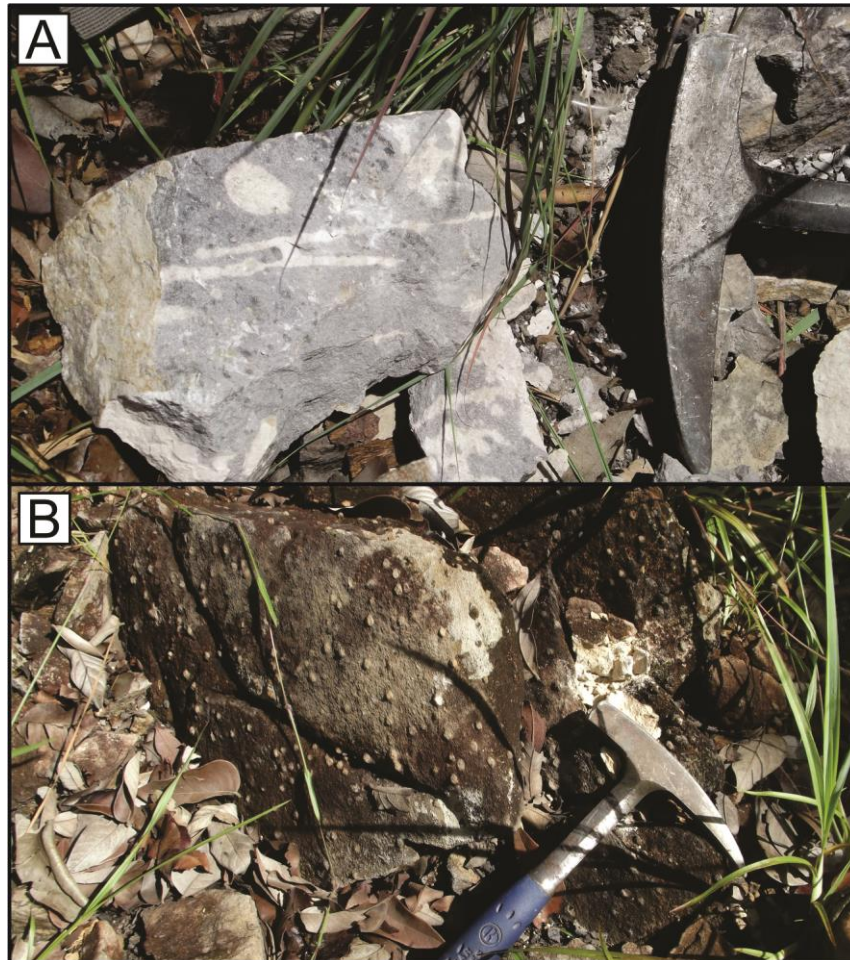


Figura 4.12: (A) Meta-quartzo arenito com intraclastos, apresentando domínios de cor branca com formatos irregulares; (B) Meta-quartzo arenito microconglomerático, apresentando grãos de até 3 mm subarredondados, distribuídos de maneira heterogênea em escala de afloramento.

São rochas clasto suportadas (85-90% de grãos; Figura 4.13), de granulometria média – grossa (2mm – 3cm), mal selecionadas, com grãos subarredondados a angulosos. Constituída por grãos de quartzo, com marcante extinção ondulante e rara ocorrência de feldspato (bastante sericitizado). Estes grãos estão em contato côncavo-convexo (Figura 4.13), por vezes suturados e recristalizados, apresentando extinção ondulantes.

Os clastos estão envolvidos por matriz recristalizada (15-10%) de granulometria muito fina, constituídas por mica branca (sericita). Também são identificados cimento microcristalino e cimento de sobrecrecimento, que envolvem os grãos de quartzo (feição diagenética preservada; Figura 4.13-B e 4.13-D). Destacadamente, identificam-se intraclastos

argilosos, tanto em escala mesoscópica quanto em escala microscópica, geralmente, já alterados para argilominerais (Figura 4.13-C).

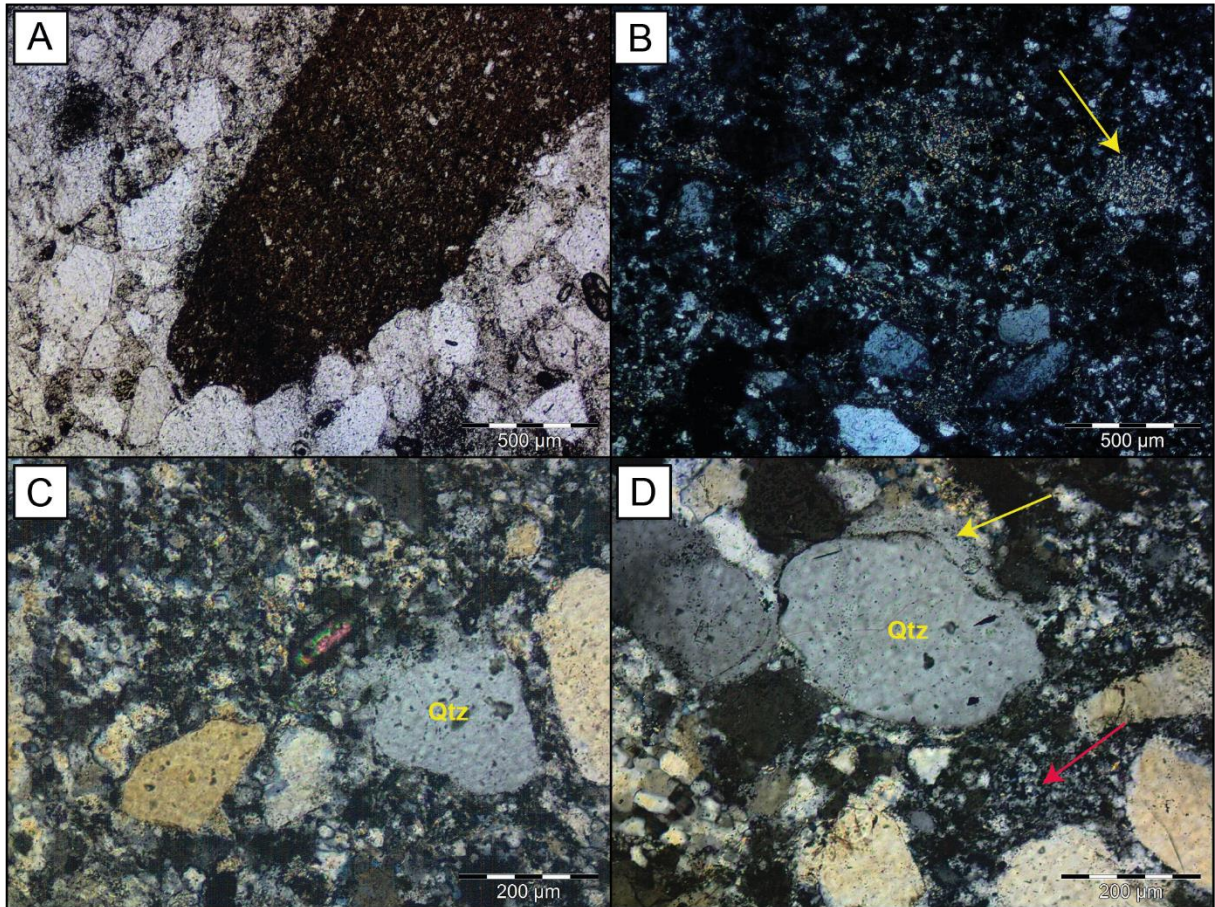


Figura 4.13: (A) Arcabouço das rochas da unidade PP4aqi, constituído por grãos de quartzo em contato côncavo-convexo, às vezes, suturados. E o contato suturado os grãos de quartzo e um intraclasto lamoso (NP; Objetiva de 4x). (B) Micrografia mostrando a menor proporção de matriz-pseudomatriz, seta em amarelo (NX; Objetiva de 4x). (C) Foto ilustrando o cimento quartzoso (seta em vermelho) e sua relação com os grãos de quartzo, além de raros grãos detríticos de zircão. (D) Foto mostrando o cimento quartzoso (seta em vermelho) e o cimento de sobrecrecimento que na borda de alguns os grãos de quartzo.

4.3.1.5 Meta lamito arenoso (PP4al)

Esta unidade ocupa a porção central da subárea I, correspondendo a aproximadamente 10% da área. Encontra-se em contato com as unidades meta quartzo arenito (PP4aqo) e meta vulcanoclásticas ácidas (PP4aα) do Grupo Araí. Ao Sul, na porção centro leste da área, está em contato tectônico com a Suíte Aurumina.

As rochas dessa unidade apresentam coloração cinza-rosada, contendo manchas brancas argilosas, com granulometria de areia fina a média. Apresentam foliação com direção preferencial NW e sentido de mergulho para SW e NE. (Figura 4.14).

São rochas matriz suportadas, constituído por grãos de quartzo (40-35%) imersos em matriz fina lamosa (55-60%). Os grãos de quartzo apresentam contatos côncavo-convexos e suturados (Figura 4.15), por vezes amalgamados, com orientação preferencial e extinção ondulante característica.

A matriz está recristalizada, constituída por finas lamelas de micas brancas (sericita), marcando a foliação identificada. Por fim, também são encontrados opacos e pouco cimento silicoso (2-4%).

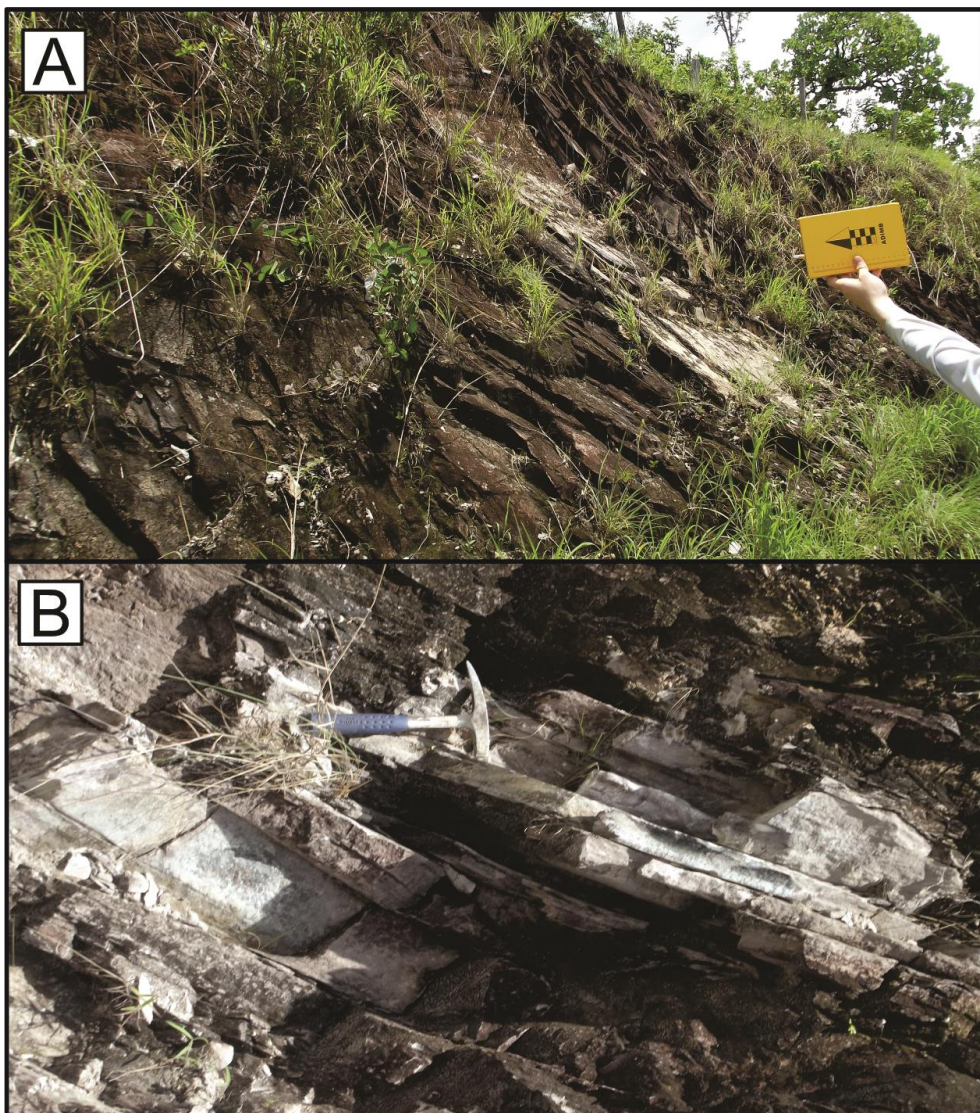


Figura 4.14: (A) Afloramento em corte de estrada da unidade Lamito arenosa; (B) Visão detalhada do afloramento, sendo possível observar a espessura das camadas de dimensões centimétricas, a foliação aparentemente é subparalela ao acamamento.

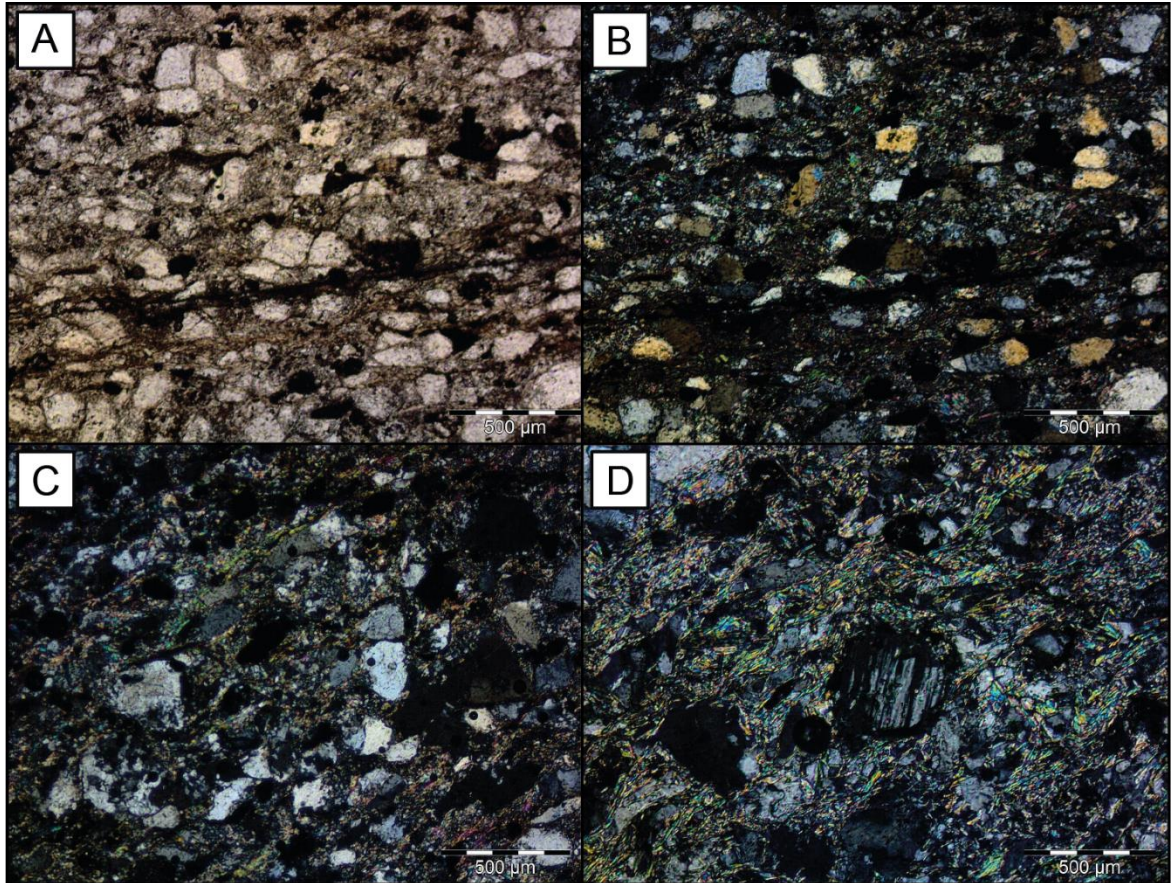


Figura 4.15: Micrografia das principais feições que constituem as rochas da unidade PP4a1. (A) e (B): grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos e suturados, envolvidos por uma matriz lamosa recristalizada, constituída por finas lamelas de mica branca (sericita). Há grãos levemente achatados e orientados (formato “amendoadado”), com a presença de minerais opacos (NX e NP, respectivamente). (C): Matriz recristalizada envolvendo os grãos de quartzo do arcabouço. (D): Cristal reliquiar de plagioclásio, sofrendo com o processo de sericitização. Amostra 151.

4.3.1.6 Meta Basaltos (PP4aβ)

Os Meta Basaltos (PP4aβ) são as representantes vulcânicas básicas da Fm. Arraias, ocorrem na porção norte da subárea I, correspondendo a aproximadamente 5% da área (Figura 4.16). Esta unidade está entre os Metarenitos subarcoseanos (PP4amas) e Metaconglomerados (PP4acg) de forma concordante formando sills, entretanto, o contato com as unidades justapostas não pode ser identificado. Sendo a única unidade do grupo que não está em contato com os granitos da Suíte Aurumina (PPγau1).

Essas rochas apresentam comumente uma textura afanítica, coloração cinza escura e, quando muito epidotizadas, com tons esverdeados. Possuem alta densidade em amostra de mão, são não magnéticas e apresentam nítida foliação (N02E/60SW).



Figura 4.16. Meta-basaltos em drenagem, as rochas neste ponto estão melhor preservadas e apresentam coloração cinza-esverdeada nas porções frescas.

Em amostra de lâmina, apresenta granulação muito fina, orientação preferencial incipiente (Figura 4.17-A). Se encontram fortemente cloritizadas e epidotizadas, apresentam paragênese metamórfica das fácies xisto verde, constituídas por actinolita, clorita, epidoto (\pm quartzo).

Além disso, é possível identificar texturas ígneas primárias preservadas: (i) textura subofítica reliquiária, marcada pelos finos cristais prismáticos ripiformes de plagioclásio e pseudomorfos de piroxênio substituídos por epidoto (Figura 4.17-C); (ii) restritos domínios de textura porfírica reliquiária, caracterizada por raros fenocristais reliquiários de plagioclásio (0,5-1,5mm) sericitizados, imersos em uma matriz fina cloritizada (Figura 4.17-B).

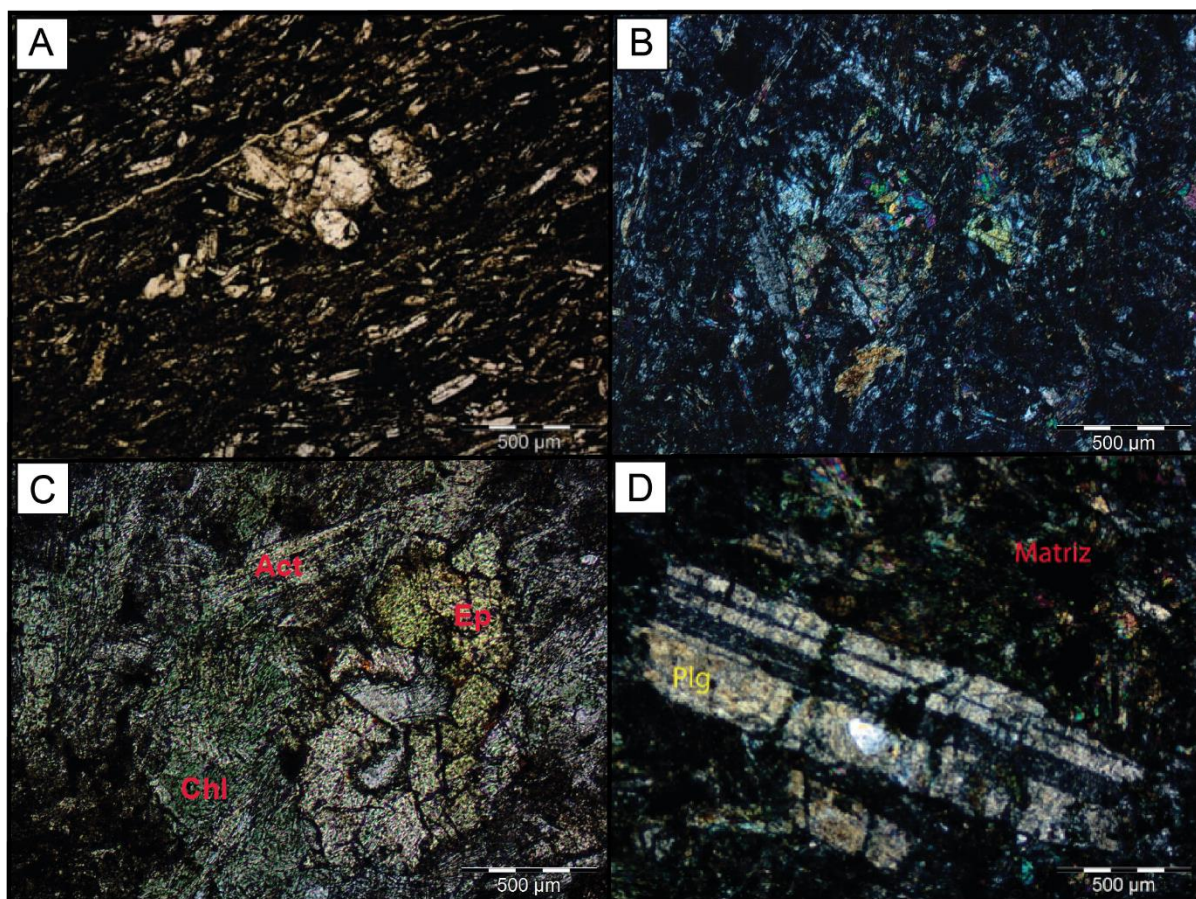


Figura 4.17: Aspectos gerais em lâminas das rochas da unidade PP4aβ. (A) e (B): cristais prismáticos de Plagioclásio, Actinolita, Clorita, Epidoto e Quartzo (NP e NX; Objetiva de 4x) e (C): Pseudomorfo de piroxênio quase inteiramente substituído por Epidoto (NX; Objetiva de 10X). Em volta, encontram-se os minerais de Actinolita e Clorita, em equilíbrio. (D): Cristal de Plagioclásio reliquiar, imerso na matriz fina de Actinolita, Epidoto, Plagioclásio e raro Quartzo (NX; Objetiva de 10x). Amostra 34.

4.3.1.7 Meta Vulcanoclásticas Ácidas (PP4aα)

A unidade Metavulcanoclástica ácida (PP4aα) compõem cerca de 12 % da subárea I e afloram na porção central da área, destacada pela forte cor verde no levantamento espectrométrico (Capítulo 3). Corresponde às regiões com relevo ondulado a plano, pouca vegetação nativa e ocorrem em contato concordante com as unidades Meta Quartzo arenitos (PP4aqo) e Meta Lamitos arenosos (PP4al).

As rochas dessa unidade foram classificadas como Tufos Ignimbríticos, fortemente alteradas, com coloração verde acinzentada e tons de branco a róseo, granulometria fina de cinza até lapili (0,5 – 2,1 mm) (Figura 4.18). Observa-se textura porfirítica, com fenocristais de plagioclásio e quartzo, fragmentos de púmice e *fiammes*, todos achatados e estirados segundo o plano da foliação. A matriz é fina (granulometria cinza) e envolve todos os

fenocristais (Figura 4.18).



Figura 4.18. Tufo Ignimbrítico foliado e fraturado. As fraturas atuam como planos de concentração da alteração pelo intemperismo.

Em lâmina (Figura 4.19), a unidade apresenta textura matriz-suportada, composta por cinza vulcânica recristalizada, consitufidas por micrólitos de mica branca (sericita). E textura eutaxítica, marcada por fragmentos de semelhantes a vidro vulcânico soldados e compactados.

Observam-se cristaloclastos (0,2 - 0,6 mm) de quartzo e plagioclásio com textura de golfos de corrosão (Figura 4.19-A e 4.19-D) e agregados de composição quartzo-feldspática (0,5 – 1,5 mm) achatados entre bandas piroclásticas, semelhantes a litoclástos (Figura 4.19-A). Os fragmentos pretos e achatados, são semelhantes a fiammes soldados e compactados, destacando a textura eutaxítica (Figura 4.19-A). Não é descartada a possível ocorrência de bandamento piroclástico (textura primária) preservado em meio matriz recristalizada.

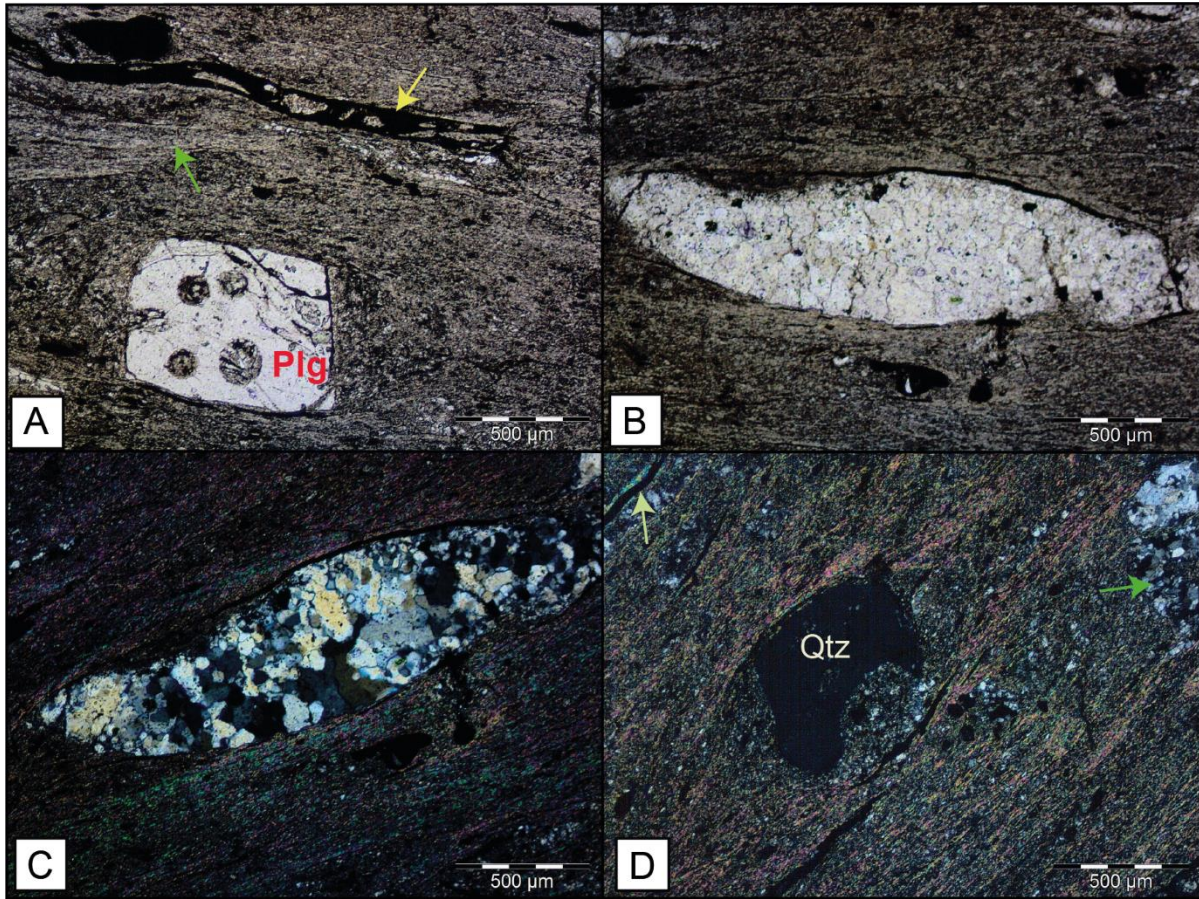


Figura 4.19: (A): Cristaloclástode plagioclásio subédrico com golfos de corrosão e inclusão de quartzo microcristalino (esferulito), imerso em uma matriz de cinza recristalizada, constituída por um conjunto de micrólitos de mica branca. Há feições semelhantes a fiammes (seta em amarelo). (B) e (C): Litoclásto achatado e estirado (NP e NX). Opacos também se destacam na matriz. (D): Cristaloclásto de quartzo apresentando golfos de corrosão, envolvido pela matriz recristalizada. Litoclásto (seta em verde), e fiammes (seta em amarelo). Amostra 53.

4.3.1.8 Associação de Fácies e Modelo Depositional

A sequência sedimentar de Arraias representa os sistemas deposicionais de leques aluviais, fluviais, eólicos e lacustres, acumulados durante a fase sin-rifte da Bacia Araí. Essa bacia marca a evolução do tectonismo extensional controlado por um regime de subsidência mecânica, caracterizada pelo desenvolvimento de sistemas de leques aluviais controlados por falhas normais, os quais evidenciam a ruptura da crosta superior com o desenvolvimento dos primeiros meio-grábens da Bacia Araí (Tanizaki *et al.* 2015). Na subárea I, foi realizada uma associação de fácies simplificada estimada (Tabela 4.1).

Neste contexto geral da Bacia Araí, os metaconglomerados podem corresponder a um sistema deposicional de leques aluviais relacionados diretamente ao desenvolvimento de falhas associadas à fase sin-rifte (Tanizaki *et al.* 2015; Figura 4.20). Assim como, o

magmatismo bimodal corrobora para a interpretação da deposição durante o estágio sin-rifte da Bacia Araí.

As fácies restantes encontradas na subárea I, em conjunto com as demais subáreas do Projeto Campos Belos, podem ser interpretadas como a evolução para um sistema fluvial em que ocorre um regime de fluxo inferior (Figura 4.21). Responsável pela formação de migrações de dunas com cristas sinuosas e processos de tração, gerando as estratificações cruzadas acanaladas e as ripples assimétricas (Subárea IV), respectivamente.

Tabela 4.1 - Associação de fácies identificadas na subárea I.

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES	GEOMETRIA ESTRUTURA	PROCESSO SEDIMENTAR	INTERPRETAÇÃO
Meta conglomerado polimíticos e oligomíticos	Camadas lenticulares e maciças	Fluxo de detritos	Leques aluviais proximais
Meta-arenito subarcoseano	Camadas tabulares com laminações plano paralelas	Fluxo laminar	Ambiente de sedimentação fluvial
Meta-quartzo arenito (subárea IV)	ripples assimétricas	Fluxo de corrente	
Meta-quartzo arenito	Camadas tabulares com estratificações cruzadas acanaladas.	Fluxo de corrente gerando dunas e migração de cristas sinuosas	

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

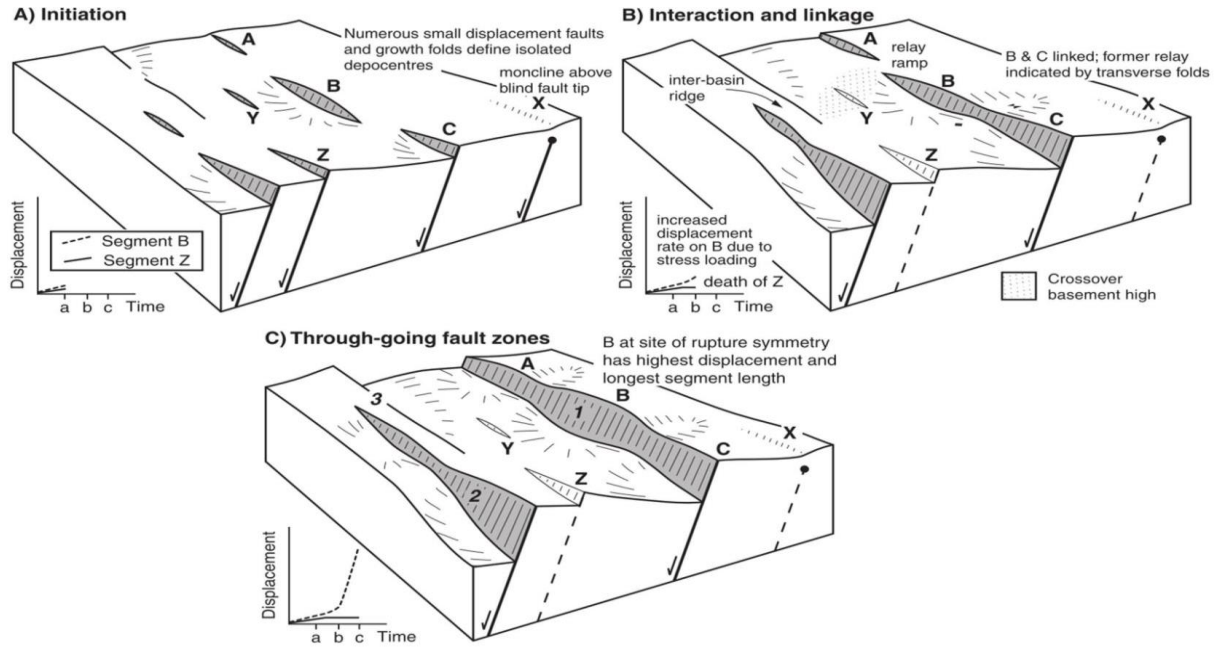


Figura 4.20: Source-to-sink analysis of rift basin tectonics and sedimentation. Smith, J. (2014).

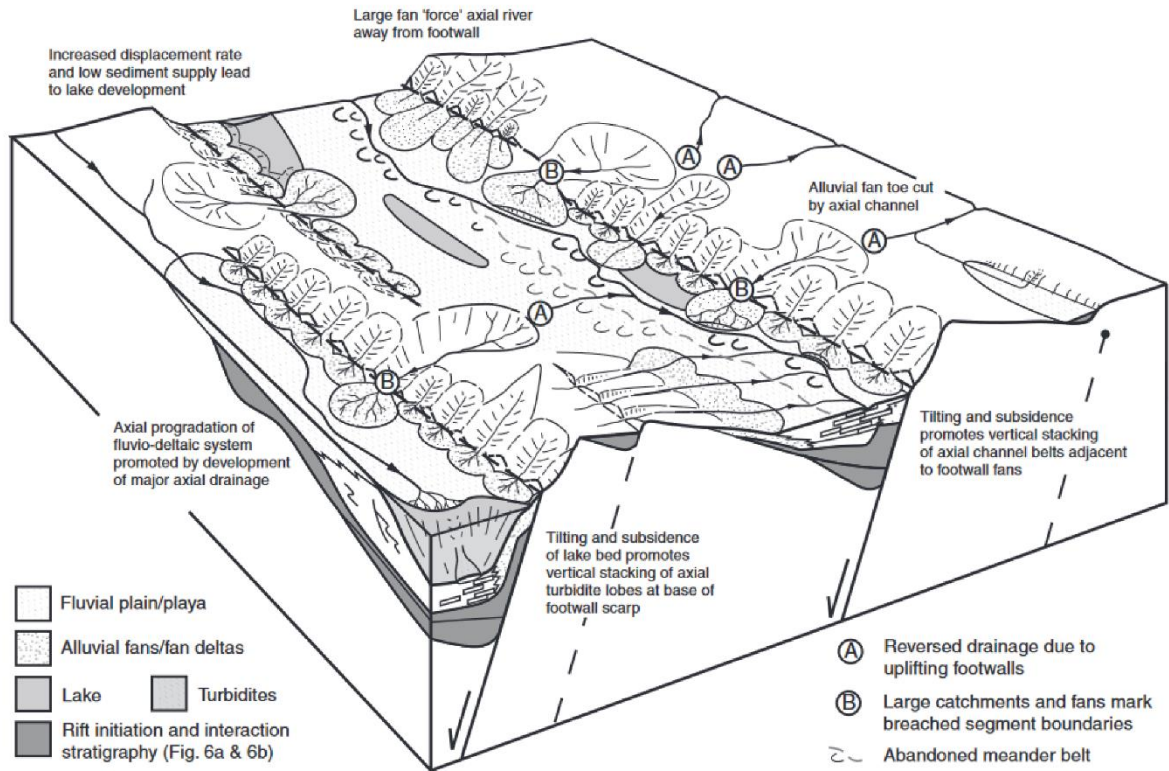


Figura 4.21: Modelo simplificado ilustrando os sistemas deposicionais em um ambiente de rifte intracontinental. Gawthorpe e Leeder (2000).

Capítulo 5

5 Geologia Estrutural

Apresenta o contexto estrutural do Projeto Campos Belos e da subárea I.

5.1 Introdução

Este capítulo tem como objetivo descrever e interpretar o arcabouço estrutural que caracteriza a área em estudo, com base nos dados coletados durante o mapeamento geológico (Figura 5.1). Os dados da subárea I são tratados em conjunto com os das demais áreas do projeto, de forma que as informações locais contribuam para o melhor entendimento do contexto tectônico regional. Foram confeccionados: um mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (Figura 5.2); um mapa de domínios estruturais da subárea I (Figura 5.3) com estereogramas das medidas associadas a cada domínio; e um mapa estrutural integrado do Projeto Campos Belos (Anexo C).

Mapa Geológico - Subárea I - Projeto Campos Belos

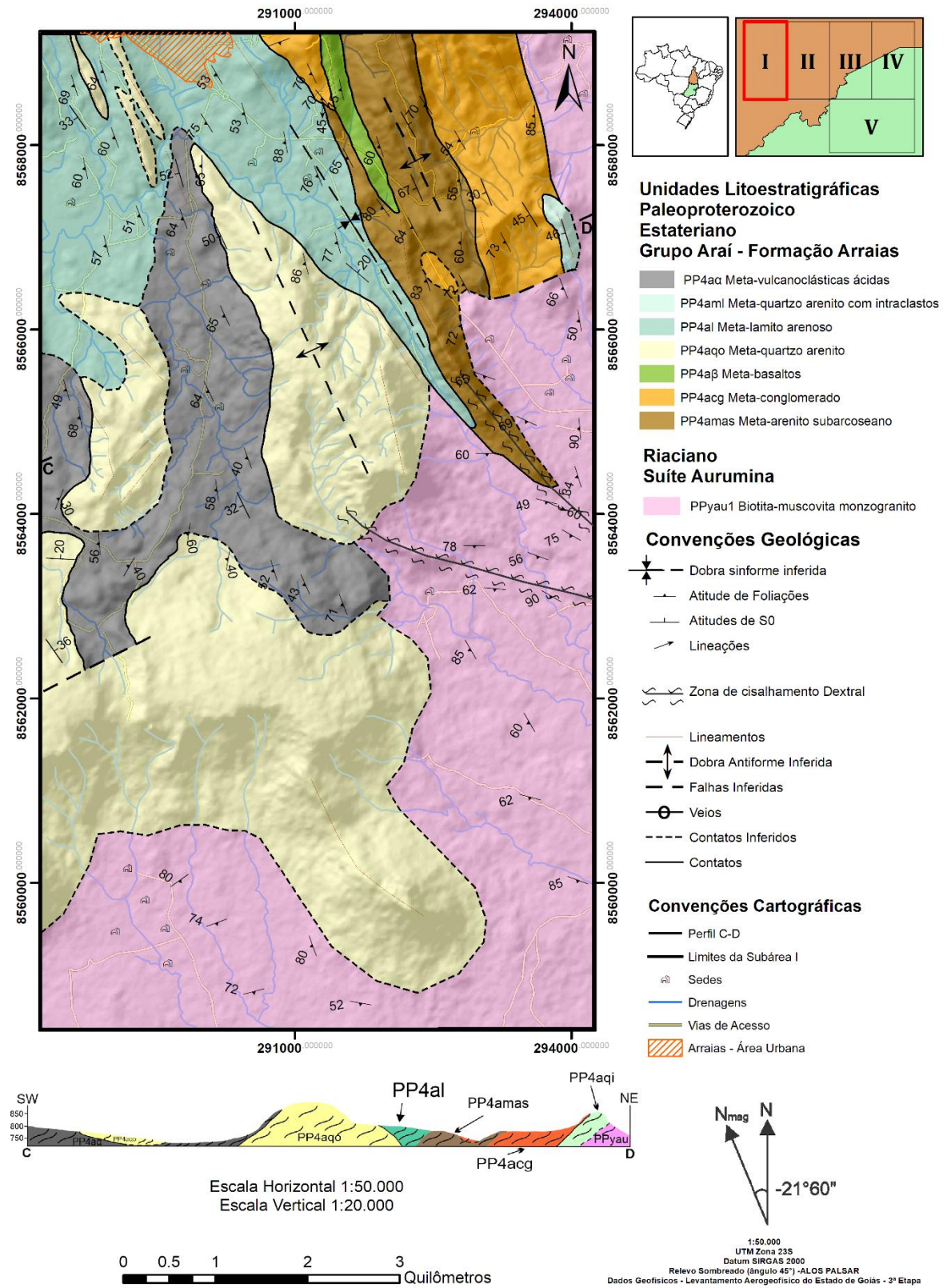


Figura 5.1: Mapa Geológico da Subárea I.

Mapa de Domínios Estruturais - Projeto Campos Belos (GO)

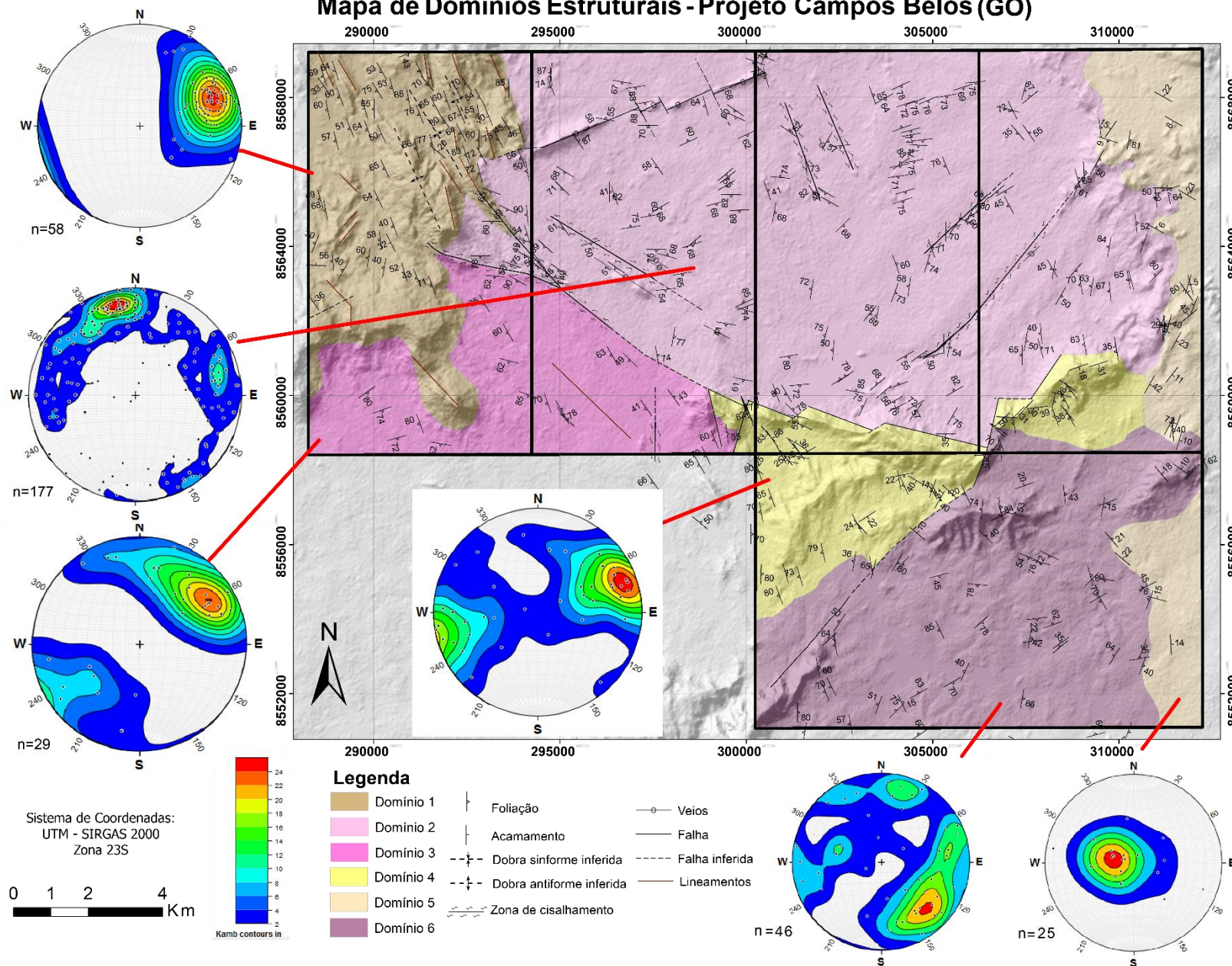


Figura 5.2: Mapa de domínios estruturais, Projeto Campos Belos. Medidas estruturais: S_{n+1}

Mapa de Domínios Estruturais - Subárea I

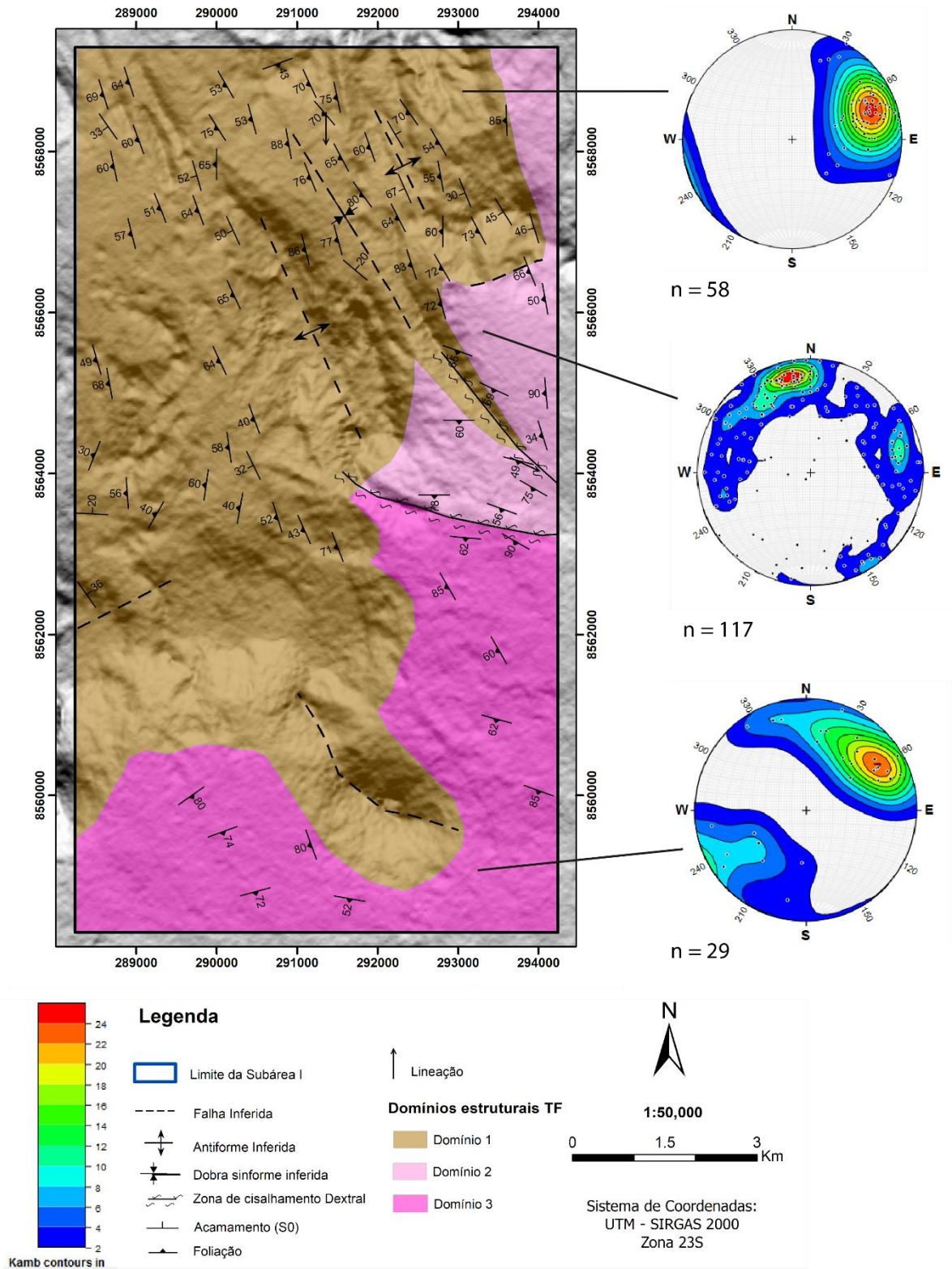


Figura 5.3: Mapa de domínios estruturais, subárea I. Medidas estruturais: S_{n+1} .

5.2 Arcabouço Estrutura Regional

O Projeto Campos Belos está inserido na porção norte da Zona Externa da Faixa Brasília, numa região que apresenta uma ampla variedade de estruturas e compartimentos tectônicos relacionados aos eventos Brasileiro e anteriores. Neste contexto, o Ciclo Brasileiro (0,8 – 0,5 Ga) afetou as rochas representantes do Grupo Araí (cobertura sedimentar), da Suíte Aurumina e da Formação Ticunzal, muitas vezes se sobrepondo à deformação causada pelo evento mais antigo Riaciano-Orosiriano (2,16 – 1,8 Ga) que afetou o embasamento.

Na região, simplificada, ocorreram três grandes eventos tectônicos de caráter regional. Um evento mais antigo de idade paleoproterozóica (2,16 – 1,8 Ga), aqui referido como Evento Riaciano-Orosiriano, que afetou os granitóides referentes à Suíte Aurumina e as rochas supracrustais da Formação Ticunzal.

Em seguida, dados publicados por Marini *et al* 1984; Pimentel *et al.* 1991; Martins 1999; Dardenne 2000; Alvarenga *et.al* 2007 permitem inferir que o próximo evento ocorreu no Paleo/Mesoproterozoico (1,71- 1,55 Ga) referente ao evento extensivo rúptil correspondente ao rifteamento continental e consequente formação da Bacia Araí, caracterizado por grandes falhamentos normais, acompanhados de subsidência mecânica, e seguido por uma ampla deposição de sedimentos continentais e vulcanismo bimodal. A próxima fase de subsidência da bacia permitiu a sedimentação transicional e marinha.

Por fim, o Ciclo Brasileiro mais recente, neoproterozóico (0,8 – 0,5 Ga) que imprimiu marcas mais expressivas na região, afetando tanto as rochas paleoproterozóicas do embasamento quanto as rochas metassedimentares paleo/mesoproterozóicas do Grupo Araí. Em menor intensidade, também afetou as rochas neoproterozóicas do Grupo Bambuí.

Associados ao Ciclo Brasileiro, ocorrem na região grandes falhas reversas de alto ângulo decorrentes da reativação de planos de fraquezas gerados durante os eventos Riaciano-Orosiriano e Riftamento Araí. Esses falhamentos estão relacionados às extensas zonas de cisalhamento da região que afetam as rochas do embasamento e também do Grupo Araí.

5.3 Arcabouço Estrutural do Projeto Campos Belos

Devido a sua proximidade com o Cráton do São Francisco, a área mapeada se apresenta menos afetada pela orogênese Brasileira do que as regiões que ocupam a zona interna da Faixa Brasília. De maneira que, a menor intensidade da deformação é decorrente da função de anteparo exercida pelo cráton durante o evento tectônico.

5.4 Arcabouço Estrutural da Subárea I

Na subárea I, são encontrados dobramentos e falhas transcorrentes associadas a grandes zonas de cisalhamento identificadas de sentido dextral. Para uma melhor compreensão da compartimentação geotectônica do Projeto Campos Belos, optou-se por dividir a área em 6 domínios estruturais distintos a partir das atitudes das foliações S_n e S_{n+1} .

5.4.1 Domínio 1

Este domínio apresenta um *trend* definido por uma foliação S_{n+1} de direção principal NNW-SSE, com mergulhos de médio a alto ângulo para sudoeste (SW). Esse domínio é constituído pelas rochas do Grupo Araí, com deformações características do evento compressivo da Orogênese Brasileira (0,8 – 0,5 Ga) (Alvarenga *et al.*, 2007).

5.4.2 Domínio 2

Este domínio preserva feições de mais de um evento deformacional e apresenta dois *trends* principais. O *trend* mais evidente é definido por foliações S_{n+1} orientadas segundo a direção E-W e ENE, interpretado neste trabalho como produto do evento deformacional Riacciano-Orosiriano. O segundo *trend* possui orientação N-S e NW-SE, associado ao evento da Orogênese Brasileira.

Também é levado em consideração o reaproveitamento de planos e direções preferenciais originadas no evento mais antigo Riacciano-Orosiriano, que atuou sobre a Suíte Arumina e a Formação Tincunzal (Alvarenga *et al.*, 2007), pelo evento Brasileiro. Além disso, a Zona de Cisalhamento Arraias atravessa todo este domínio e foi utilizada para delimitar o limite entre os Domínios 3 e 4.

5.4.3 Domínio 3

Corresponde a porção marcada pelo *trend* NW da foliação S_{n+1} , com mergulhos de médio a alto ângulo, predominantemente orientados para SW. Entretanto, por vezes há mudança de orientação para ENE. O domínio ocupa a porção sudoeste do embasamento, constituído pela Suíte Aurumina, na região sul das subáreas I e II do Projeto Campos Belos.

5.4.4 Domínio 4

Este domínio é definido pelo Grupo Araí e tem forte semelhança com o Domínio 1, com *trend* marquante segundo à direção NNW e mergulho de médio a alto ângulo preferencialmente para SW, por vezes para NE.

5.4.5 Domínio 5

O Domínio 5 é inserido majoritariamente em contexto indeformado ou incipiente do Grupo Bambuí, apresentando poucas medidas de foliação S_{n+1} , sendo composto na grande maioria pelo acamamento S_0 disposto com orientação próxima a N-S, e mergulhos de baixo ângulo.

5.4.6 Domínio 6

Orientações com forte dispersão, predominantemente segundo a direção NE, com mergulho para NW. Este domínio inclui as rochas da Suíte Aurumina e da Formação Ticunzal, a sul da área do projeto.

5.5 Arcabouço Estrutural do Subárea I

Os domínios e principais feições identificadas na subárea I estão representadas no Mapa de Domínios Estruturais (Figura 5.3), acompanhado do perfil C-D que corta a área de SW-NE.

De forma geral, as rochas inseridas na subárea I se apresentam deformadas, com foliações (S_n), dobramentos e zonas de cisalhamento distribuídos pela região. Entretanto, ainda estão preservadas as texturas primárias vulcânicas e sedimentares das rochas pertencentes ao Grupo Araí, permitindo a identificação do acamamento (S_0). A maior

intensidade da deformação está concentrada principalmente nas zonas de cisalhamento e nas rochas do embasamento (Suíte Aurumina).

Os domínios estruturais estabelecidos para o contexto da Subárea I foram definidos com base em critérios de direção preferencial das foliações (S_{n+1}), acamamento (S_0) indicadores cinemáticos, caracterização do tipo de deformação dominante (Rúptil e/ou Dúctil) e lineamentos estruturais extraídos do produto da primeira derivada vertical (Dz) e imagens de satélite e relevo sombreado (Capítulo 3).

Fortemente destacada no mapa (Figura 5.2), há uma grande zona de cisalhamento, aqui denominada como Zona de Cisalhamento Arraias (ZCA), que se subdivide em duas porções na região centro-leste da área em estudo. Com início no embasamento (Suíte Aurumina) da subárea I e orientação aproximadamente E-W (levemente NW), a zona se estende para as demais áreas deste projeto segundo a orientação NW, com curvaturas orientando a zona de cisalhamento segundo a direção NE. Dessa forma, a Zona de Cisalhamento Arraias (ZCA) se comporta como importante elemento estrutural que associa diversas falhas paralelas entre si ao longo do eixo em toda região do projeto, além de diversas famílias de fraturas e pares conjugados, com orientações predominantemente NW.

Portanto, tais feições foram utilizadas para correlacionar os domínios com seus respectivos eventos deformacionais.

5.5.1 Domínio 1 (D1)

Corresponde a aproximadamente 70% da subárea I, contemplando toda a região de ocorrência das rochas do Grupo Araí. Nesse domínio predomina deformação rúptil-dúctil, com foliações (S_{n+1}) que apresentam direção preferencial para NW, com mergulho para SW e médio até alto ângulo de mergulho ($40^\circ - 86^\circ$). Também se observa o acamamento (S_0) com direção NW, com mergulhos para SW e NE, e raras ocorrências com direção preferencial E-W restritas ao sul do D1 (Figura 5.4-A). Esse dobramento é identificado em escalas de afloramento, mas também em escala de mapeamento geológico da Projeto Campos Belos (GO).

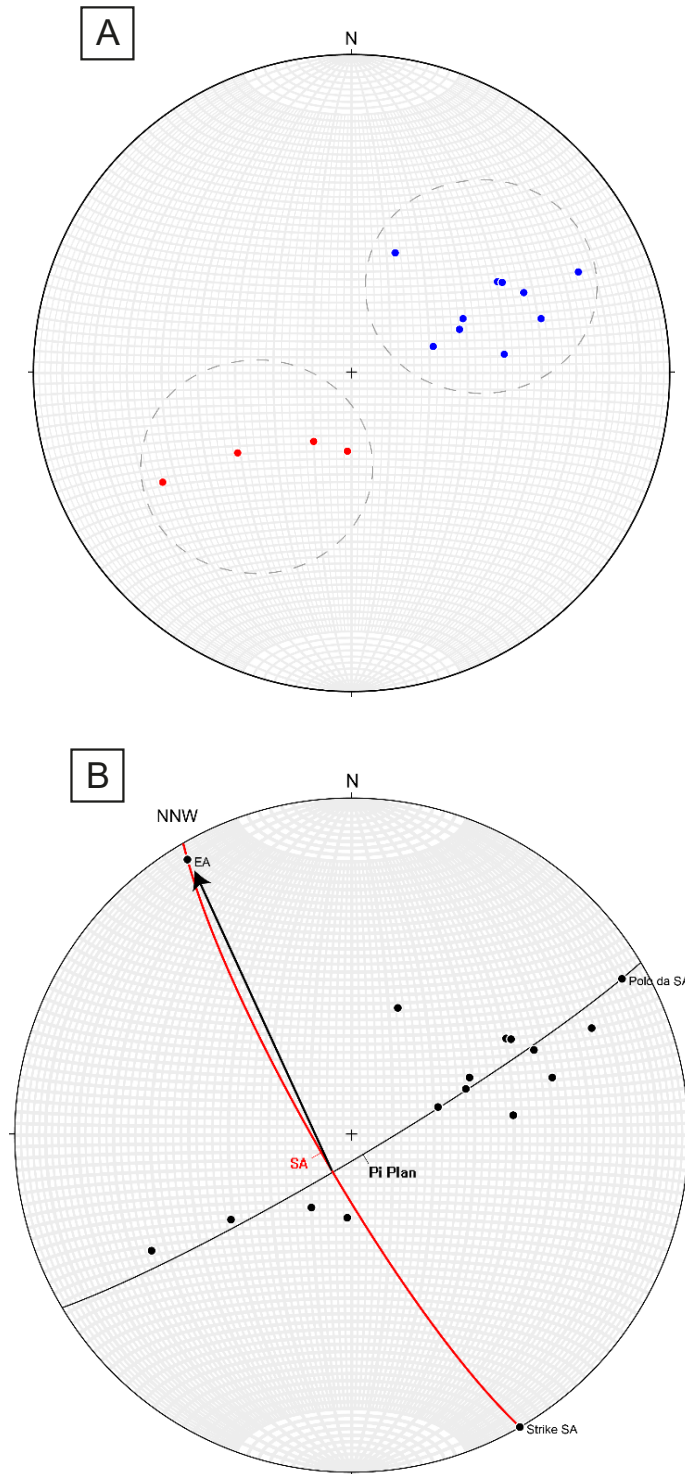


Figura 5.4. Estereograma simplificado das atitudes de S0 em que todos os polos possuem um trend para NW. (A) Os polos em azul representam o sentido do mergulho para SW; os polos em vermelho representam sentido do mergulho para NE. (B) Representação aproximada do plano axial de direção NNW para as dobras indicados pelas atitudes de S0. SA: Plano Axial; EA: eixo axial.

Ao observar o comportamento das atitudes de S_0 e sua distribuição ao longo da subárea I, interpreta-se que as rochas deste domínio estão dobradas, sendo dobras em escala de afloramento e também regionais. Sendo possível identificar um dobramento com eixo axial aproximado com direção N30W/10NW, por meio da intersecção dos planos de S_0 medidos (Figura 5.4-B).

Essa interpretação é corroborada, ainda, pela presença de pequenas dobras com vergência para NE (Figura 5.5) e pela identificação de uma charneira de dobra na porção norte da subárea I (Figura 5.6).



Figura 5.5. Veios de quartzo dobrados com vergência para NE, inseridos nas rochas metavulcanoclásticas básicas.



Figura 5.6. Charneira de dobra encontrada nos Meta Arenitos Subarcoseanos. Eixo axial em direção a N30W (Ponto 147).

Apesar da deformação, as rochas do Grupo Araí preservam suas estruturas primárias, indicando uma deformação menos intensa nessas rochas. A deformação no D1 atinge todas as rochas do Grupo Araí, em que cada litologia reage de maneira distinta a deformação.

As rochas metavulcânicas ácidas apresentam foliação bem desenvolvida e permitem identificar claramente os regimes dúctil-rúptil atuantes sobre as rochas do grupo (Figura 5.7), enquanto que a litologia metavulcânica básica não permite enxergar essas feições com clareza.

As rochas metassedimentares preservam suas texturas primárias, mas já apresentam claras feições de deformação em escala de afloramento, foliadas (S_{n+1}) e, por vezes apresentam par de fraturas conjugadas, perpendiculares e frequente ocorrência de veios de quartzo (Figura 5.8 e 5.9).



Figura 5.7. Rocha Metavulcanoclástica (Tufo ignimbrítico) com foliação bem desenvolvida. Foliação Sn: linha tracejada de cor preta. (Foto do afloramento do ponto 53).



Figura 5.8. Foliação (Sn) bem desenvolvida em Meta Lâmitos Arenosos. Foliação Sn: linha tracejada em amarelo. Foto de afloramento, ponto 133.



Figura 5.9. Par de fraturas conjugadas em Meta Quartzite Arenitos (Ponto 135).

Em escala microscópica, observam-se grãos de quartzo com marcante extinção ondulante, mudança gradual do formato dos grãos originais para formas achatadas e alongada ou até mesmo sigmodais, recristalização de quartzo nas bordas dos grãos conferindo uma textura “serrilhada”. Além disso, o conjunto de finas lamelas de micas brancas e quartzo recristalizado estão alinhados segundo a direção preferencial da foliação (Figura 5.10).

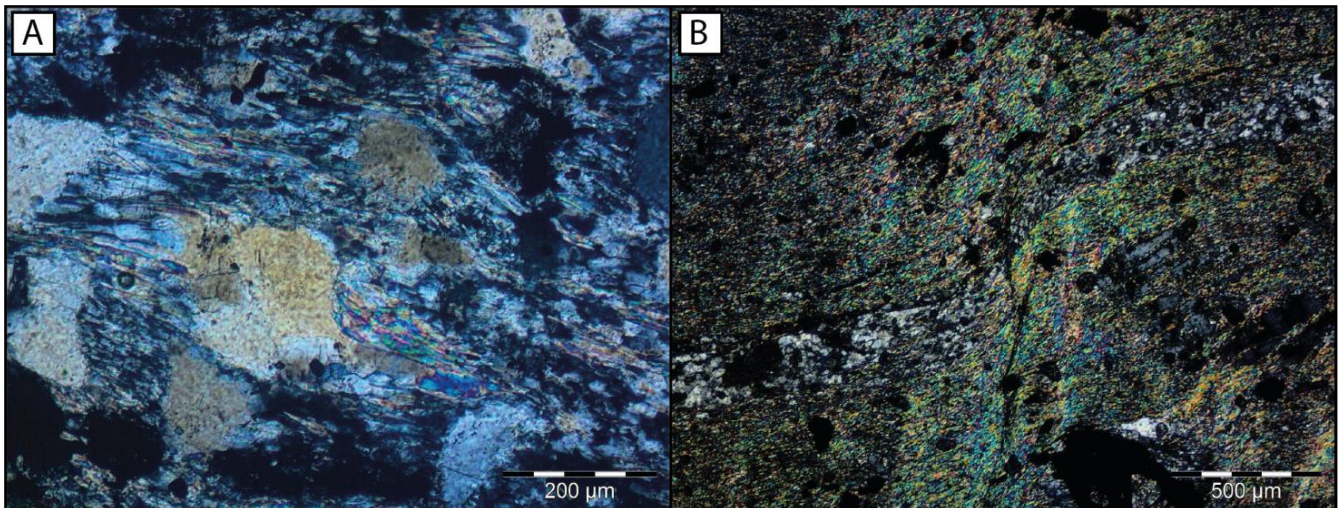


Figura 5.10. Micrografias ilustrando as evidências deformacionais em microescala. (A) Grãos de quartzo deformados e estirados, com sinais de recristalização, envolvidos por uma matriz recristalizada também orientada. Objetiva de 10x, nicóis cruzados. (B) Agregado de quartzo microcristalino (semelhante a um fragmento de púmice devitrificado) achatado e estirado segundo a direção da foliação, em meio a uma matriz fina recristalizada, constituída por finas lamelas de mica branca também orientadas. Objetiva de 4x, nicóis cruzados.

5.5.2 Domínio 2 (D2)

Este domínio engloba aproximadamente 10% da subárea I, nas porções norte e centro-leste da subárea, delimitado ao sul pela Zona de Cisalhamento Arraias (ZCA) a oeste pelo contato tectônico com as rochas do Grupo Araí (D1). Na presente subárea (Fig. 5.3), o D2 está restrito as rochas da Suíte Aurumina em que a deformação foi mais intensa quando comparado com o D1, apresentando feições miloníticas, foliações S-C. O domínio abrange as porções afetadas pela ZCA.

O D2 é caracterizado por dois trend principais: um trend de foliações NNW, com sentido de mergulho para SW e de médio a alto ângulo de mergulho (60° - subvertical); e um trend de foliações aproximadamente E-W, com sentido de mergulho para sul e médio a alto ângulo de mergulho (59° - subvertical) orientado segundo a ZCA (Figura 5.2).

A mudança na direção preferencial das foliações evidencia a existência da ZCA que se estende para a subárea II. A lineação e as foliações S-C encontradas neste domínio indicam uma cinemática dextral (Figura 5.11). Além da deformação dúctil, este domínio também apresenta diversas fraturas e veios de quartzo de tamanho centimétrico até grandes veios de extensão métrica encaixados ao longo da zona de cisalhamento (Figura 5.12).



Figura 5.11. Foto de afloramento expondo a foliação S-C indicativa de cinemática dextral, em milonitos da unidade PPYauI.



Figura 5.12. Foto de afloramento evidenciando a presença de veios e fraturas sobre a foliação S_n em milonitos da unidade PPyau1.

Além de preservar feições deformacionais que caracterizam uma deformação mais intensa, o D2 também é diferenciado de outros domínios pelo contato tectônico com as rochas do Grupo Araí (interface com o D1).

5.5.3 Domínio 3 (D3)

O D3 corresponde a cerca de 20% da subárea I, abrangendo grande parte da porção sul da subárea (Figura 3) e restrito a à Suíte Aurumina. É delimitado, ao norte, pela ZCA que atravessa a subárea em sentido E-W, em direção a subárea II, e pelas rochas do Grupo Araí (interface com o D1). O D3 é caracterizado por uma deformação dúctil-rúptil em que a foliação S_{n+1} é cortada por um evento rúptil posterior F_{n+1} (Figura 5.13).



Figura 5.13. Foto de afloramento ilustrando a deformação dúctil-rúptil em que a foliação em milonitos e veios de quartzo são cortados por um vento rúptil posterior F_{n+1} .

Em geral, apresenta um *trend* de foliação (S_n) NW, com médio a alto ângulo de mergulho ($60^\circ - 85^\circ$). Mas por vezes, apresenta foliação em sentido N-S com mergulho para SW e foliações em sentido NE (quase E-W) que variam de acordo com a posição do embasamento em contato com as rochas meta vulcanossedimentares do Grupo Araí. Também se observa mudança de direção da foliação na proximidade com uma zona de cisalhamento de extensão restrita que atinge a porção extrema sul do D1.

5.6 Fraturas

As fraturas e veios encontrados na subárea I possuem uma ampla orientação, mas são dominantes na direção NW, seguido por pelas direções N-S e E-W (Figura 5.14). Algumas fraturas conjugadas podem ser encontradas na região (Figura 5.15), mas devido à pouca quantidade de medidas dessas estruturas, a direção dos vetores não é representativa para reconstruir o campo de esforços.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

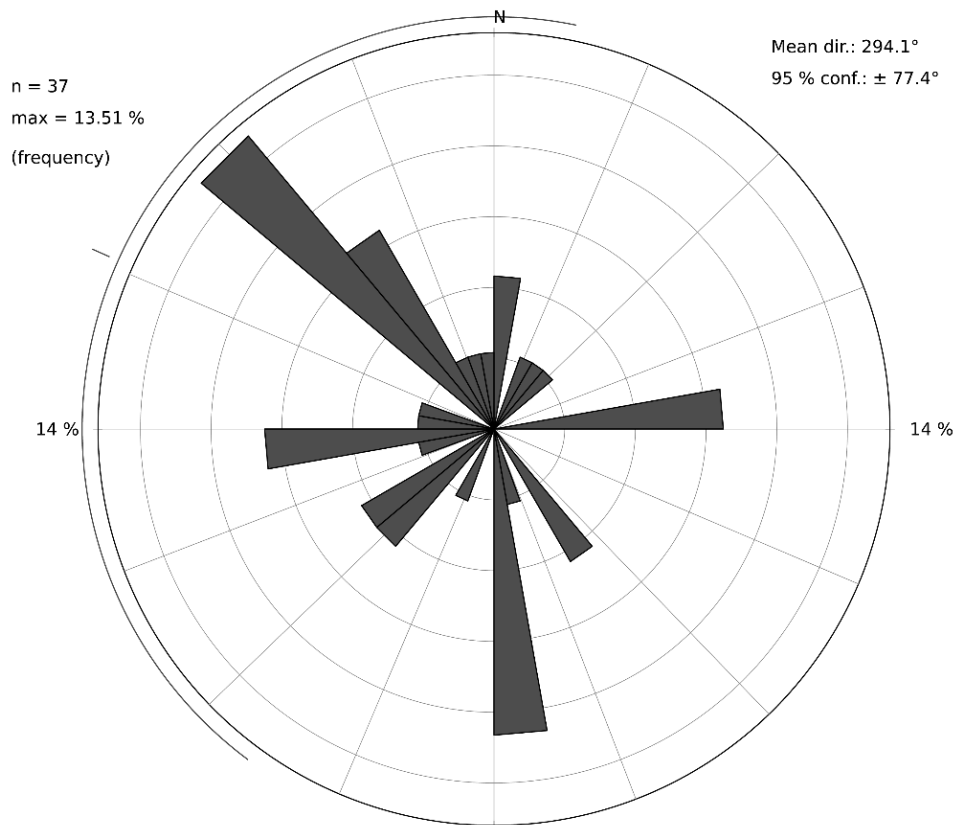


Figura 5.14. Diagrama de rosetas contendo as a direções preferencial das fraturas reconhecidas.

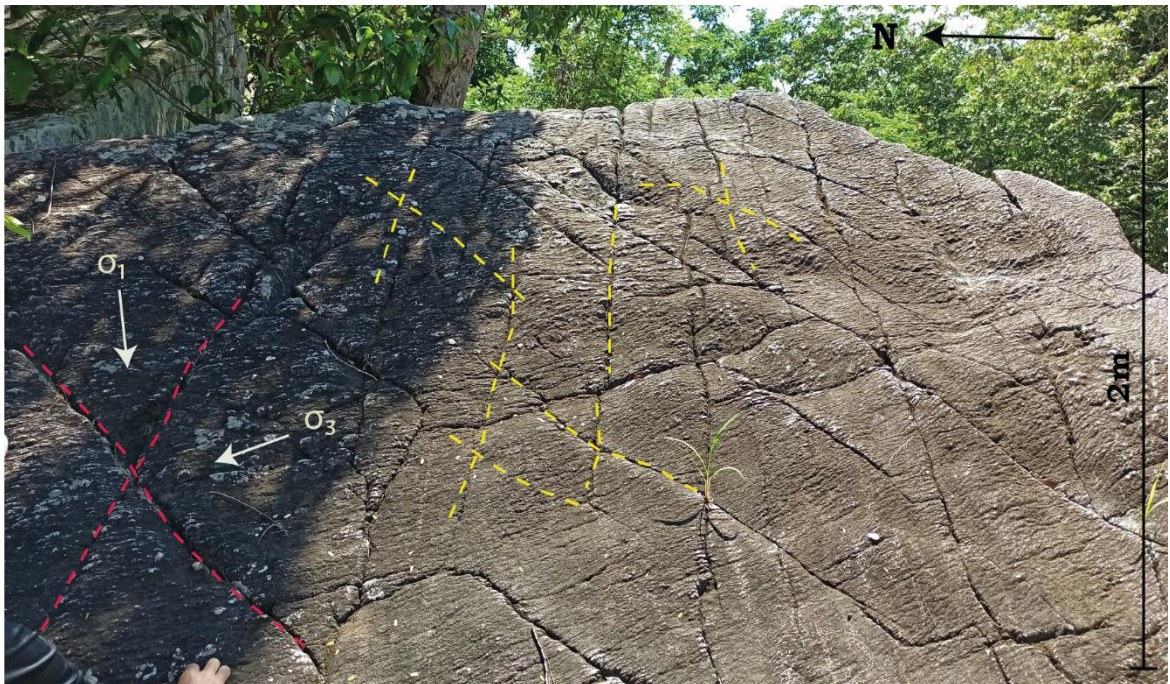


Figura 5.15: Foto de afloramento com marcantes pares de fraturas conjugadas em Meta Quartzo Arenito conglomerático com raros poucos seixos.

5.7 Análise da Deformação

A análise estrutural realizada neste projeto tem a finalidade de definir os eventos deformacionais com base nas fases deformacionais que afetaram a região, pelo contexto reológico e pelos mecanismos de deformação, além das diferentes idades de geração.

5.7.1 Evento 1 (E1)

Corresponde ao evento compressional ocorrido no intervalo Riaciano-Orosiriano, de caráter compressivo dúctil (Alvarenga *et al.*, 2007). Encontra-se impresso e pouco preservado nas rochas da Suíte Aurumina, e seus elementos estruturais foram retrabalhadas no evento posterior Brasileiro (Orogênese Brasileira). Esse evento foi interpretado como o responsável pela foliação (S_n) de alto ângulo, com direção predominante E-W com mergulho preferencial para sul, observado principalmente no D2 e, por vezes, no D3.

5.7.2 Evento 2 (E2)

O segundo evento deformacional está associado à abertura do Rifte do Araí, durante o Estateriano, marcado por uma deformação extensional. Este evento é o responsável pela geração do acamamento S_0 (Figura 5.16) e formação de diversas falhas que limitam pacotes de rochas deste grupo, em escala de mapa. Este evento também atinge as rochas da Suíte Aurumina, gerando fraturas e veios de quartzo em várias escalas, desde escala de afloramento até escala de mapa. Os elementos estruturais do E2 são posteriormente sobrepostos e reaproveitados pelo Evento 3.



Figura 5.16: Foto de afloramento exibindo estruturas sedimentares primárias deposicionais (S0). (A) Laminação em Meta Quartzo Arenitos. (B) Estratificação cruzada acanalada na mesma litologia.

5.7.3 Evento 3 (E3)

As rochas na região assumem, de forma geral, uma trama dúctil-rúptil que exibe zonas milonitizadas e sistemas de fraturas e veios, de forma que, essa trama é interpretada como a última fase de deformação na região, associada à Orogênese Brasileira. Nessa trama, o *trend* geral da foliação S_{n+1} assume direção NW, como observado nos domínios D1 e D3, e em algumas regiões do D2. Neste trabalho, interpretou-se que o E3 se sobrepõe ao E2 (Figura 5.17) e reaproveita os planos preferenciais e de fraqueza já existentes.

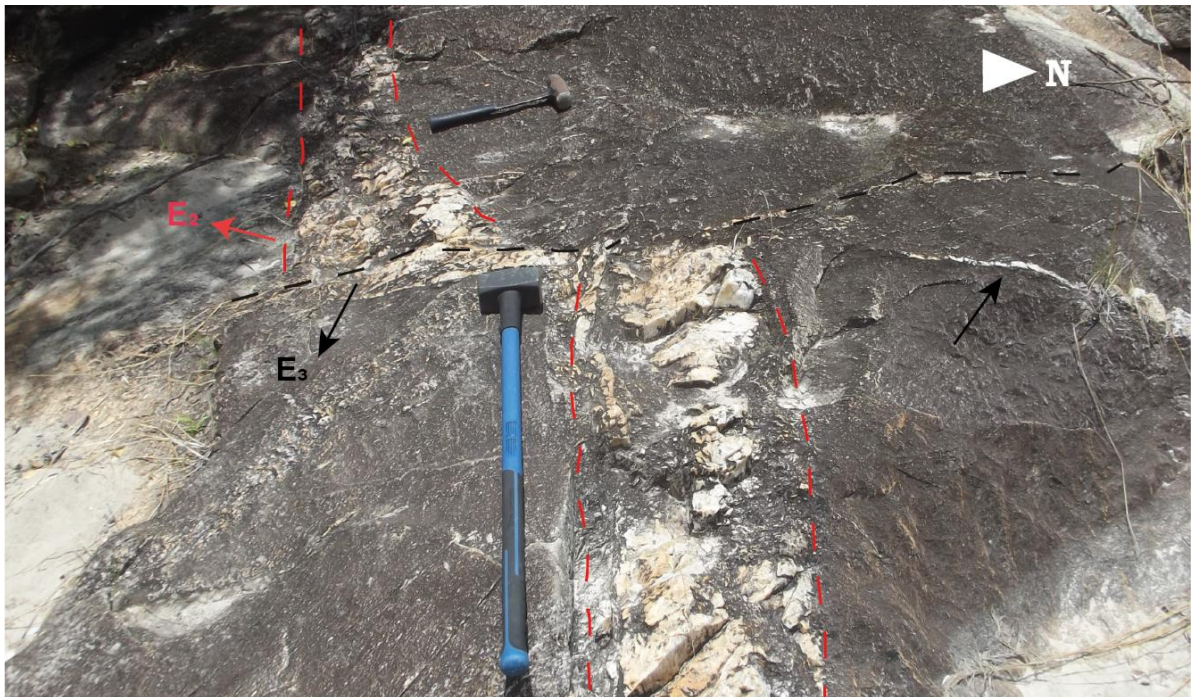


Figura 5.17: Evidência do critério de campo para definir a relação cronológica entre o Evento 3 e o Evento 2. Esta imagem exibe um grande veio de quartzo referente ao Evento 2, sendo cortado e deslocado pelo Evento 3, em milonitos da unidade PP_{Yau1}.

Durante o E3, ocorrem duas diferentes fases deformacionais, sendo a primeira (F_1) relacionada às feições de deformação dúctil e cisalhante com cinemática dextral (Figura 5.18), responsável pela geração da foliação S_{n+1} , dobramentos do acamamento S_0 nas Rochas do Grupo Araí e pela formação da ZCA.

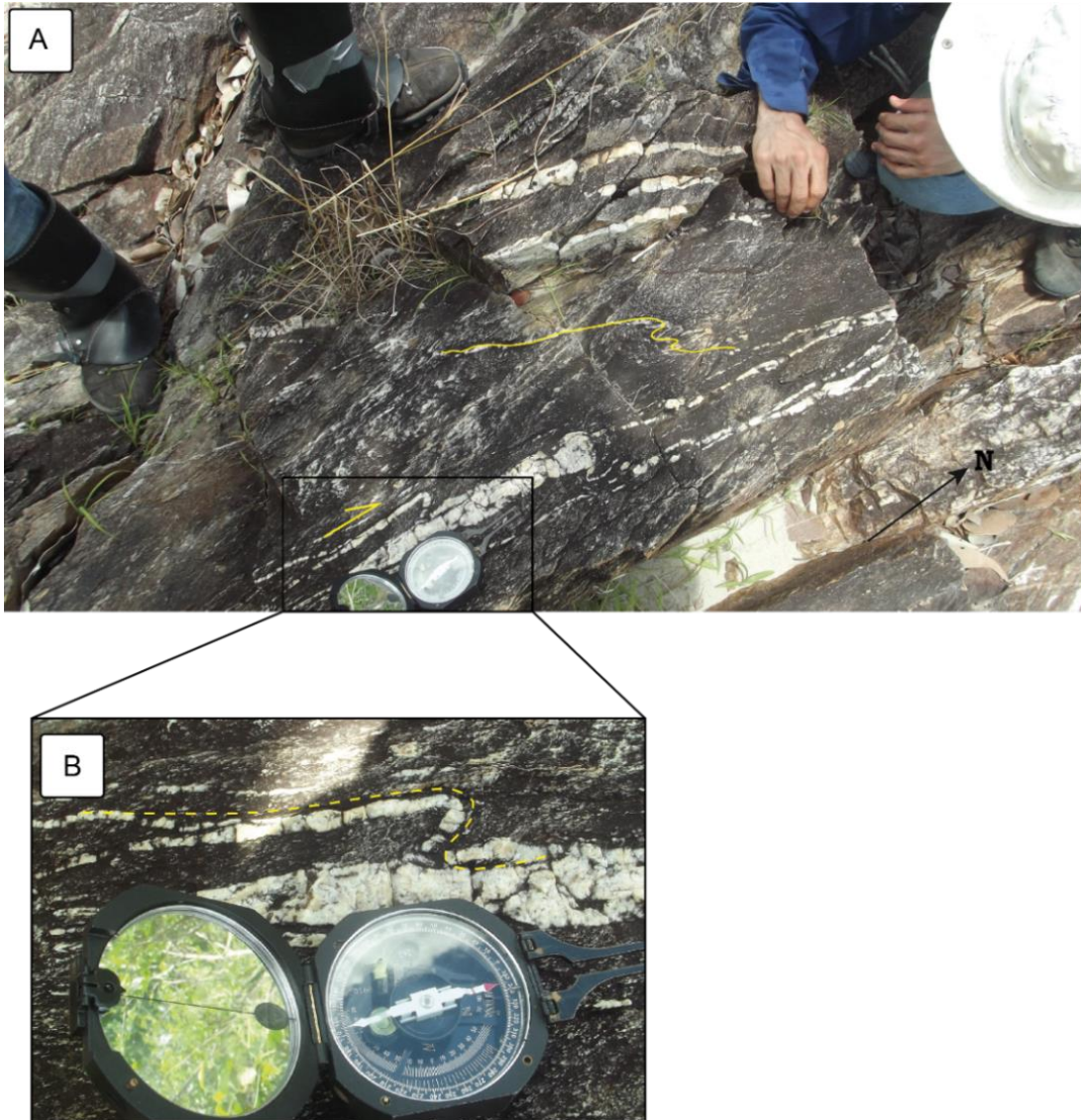


Figura 5.18: Evidência da F_1 , caracteristicamente dúctil, nos milonitos da unidade PPyau I. Dobras parasíticas em "Z", indicando cinemática dextral.

Nesta fase, também ocorre a marcante milonitização dos granitos da Suíte Aurumina, aflorantes na porção leste-sul da subárea I, principalmente no domínio D3, e em menor grau no D2. É notável a concentração da deformação ao longo da zona de cisalhamento, marcada pelo alto grau de milonitização dos granitos nas subáreas II e III onde ocorrem ultramilonitos de forma localizada.

A segunda fase deformacional (F_2) é caracterizada pela trama rúptil, sobrepondo a F_1 (Figura 5.17). Em microescala, estas fases deformacionais também são visíveis, marcadas pela recristalização, fraturamento e, por vezes, partição de minerais (Figura 5.19).

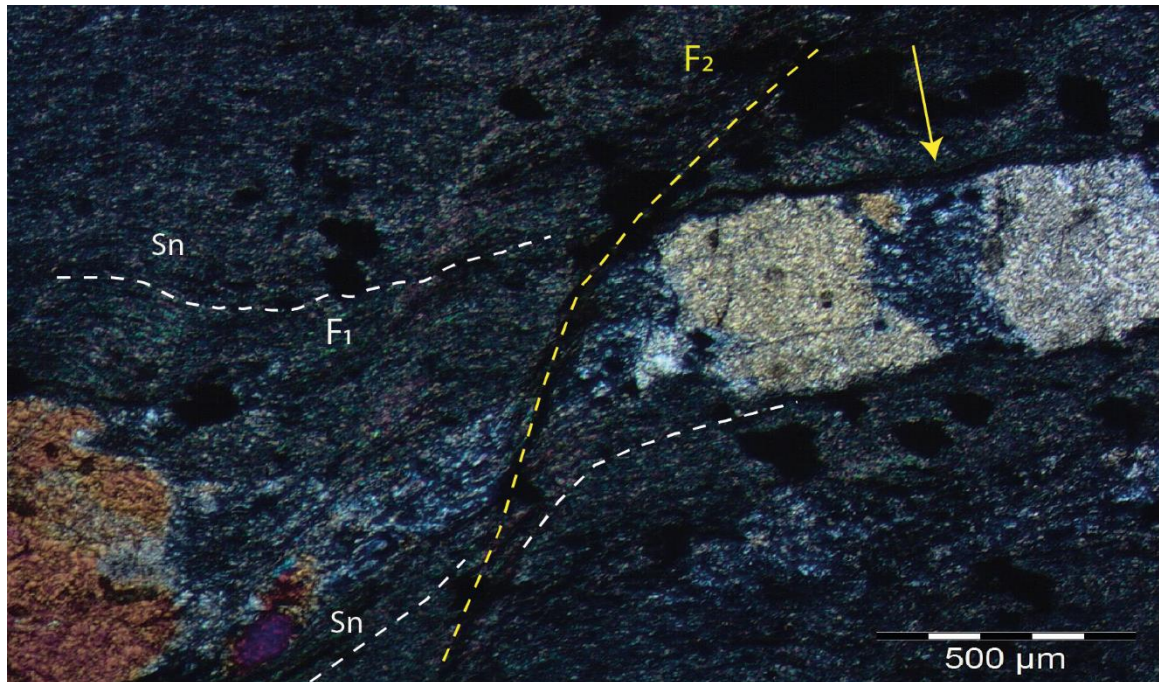


Figura 5.19: Micrografia evidenciando as fases deformacionais do E3 em microescala. Seção correspondente a um tufo ignimbrítico da unidade PP4aa (vulcanoclásticas ácidas).

Essa fase também é observada em escala regional, na forma de falhas com movimentação dextral que deslocam os veios localizados na porção norte da subárea II, como observado no mapa estrutural (Figura 5.3), e cujas feições são observadas predominantemente no domínio D2 e D4. O fato dessas fases deformacionais ocorrerem nas rochas do Grupo Araí e na da Suíte Aurumina, corrobora para que este seja o último evento mais recente na região.

Capítulo 6

6 Potencialidade Econômica

Apresenta o potencial econômico da área do Projeto Campos Belos e arredores.

6.1 Introdução

A região do Projeto Campos Belos possui histórico de exploração de ouro, desde o início do século XVIII, perdurando por muitos anos a mineração como sua principal atividade econômica (Filho, 2018). Porém a região possui a sua atividade econômica atual baseada na pecuária e agricultura de subsistência, a mineração também é existente, porém voltada para a exploração do fosfato e materiais de construção como areia e cascalho.

A região é explorada desde 1975, em que as primeiras minas de Urânio foram exploradas pela Nuclebrás. Em 1981, os depósitos de fosforitos da região começaram a ser minerados pela Metago S/A, atualmente já pelo consórcio canadense-brasileiro do grupo Itafós Mineração LTDA, além da empresa Gefoscal, que atua na produção de fertilizantes.

Na região do Projeto Campos Belos, foram encontradas ocorrências de fosfato, urânio e extração de matéria prima voltada para a construção civil.

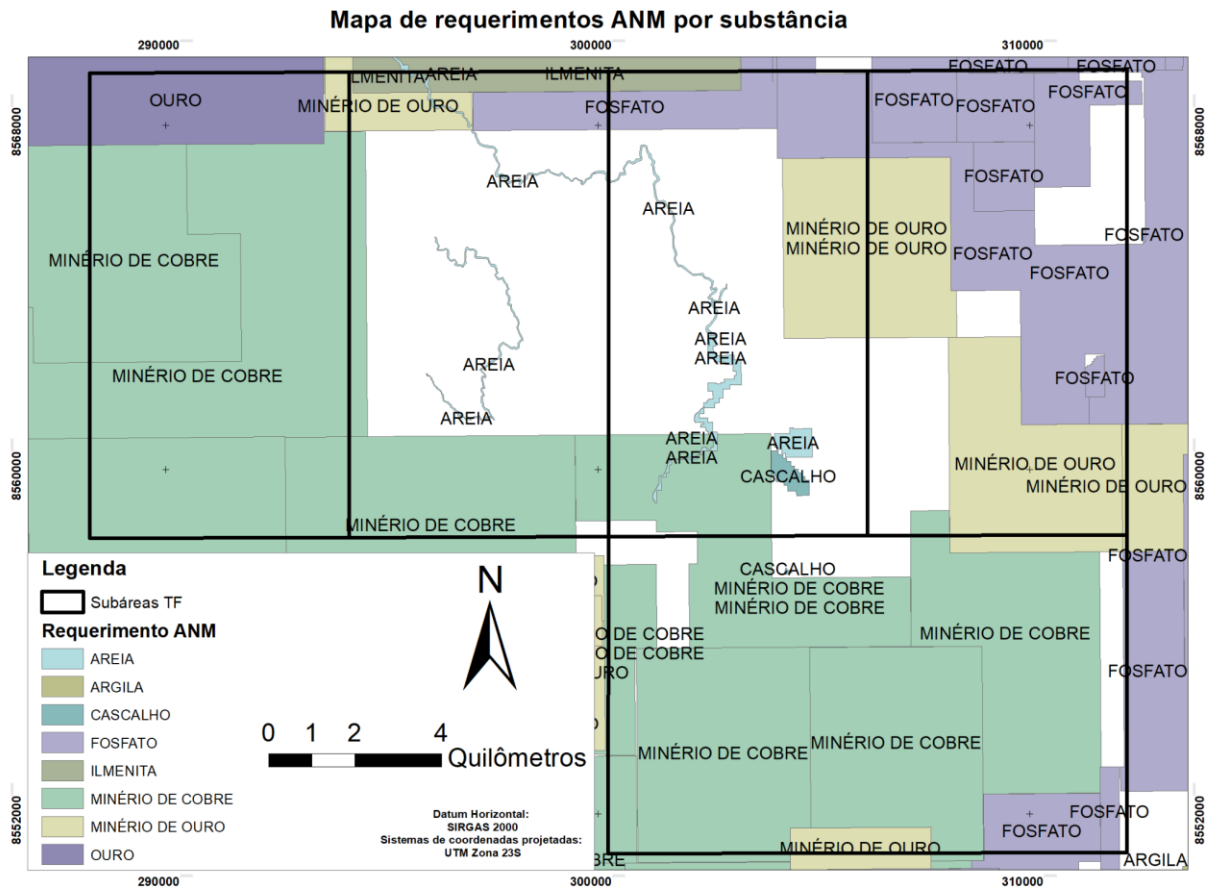


Figura 6.1. Áreas de requerimento disponibilizados pela ANM (fonte: SIGMINE/ANM). Áreas de cobre são todas voltadas para pesquisa, não foram encontrados indícios ou depósitos desse tipo de minério.

6.2 Areia e Cascalho

A exploração de areia na região ocorre geralmente em pequenas áreas localizadas em meandros de rios, ou por camadas superficiais de cascalho. A extração se dá pela utilização de dragas de areia ou escavadeiras, executadas por pequenos proprietários de terra. Os produtos obtidos são utilizados para a área de construção civil, assim sendo utilizados como matéria prima na formulação de cimento, argamassa ou até mesmo na mistura com outros materiais para construção. O cascalho é utilizado para o calçamento de vias de acesso que não é devidamente pavimentada, como em fazendas ou pequenas propriedades nas áreas rurais. Quartzitos e meta quartzo arenitos também são utilizados na área de construção civil, quando extraídos a partir dos seus planos preservados de estratificação, tendo produto em forma de placas (Figura 6.2).

Na Área I essas evidências ocorrem em pequenas áreas, longe de qualquer drenagem ou meandro de rio, variando a sua área escavada de poucos metros a várias dezenas de metros. Este tipo de depósito foi o único identificado nos trabalhos de campo dentro dos limites da subárea I.



Figura 6.2. Meta quartzo arenito laminado, exposto por vaca entro de uma pequena propriedade. Os planos de estratificação indicam os planos para o corte para formar placas.

6.3 Ouro

Os granitos pertencentes à Suíte Aurumina (Botelho et al. 1999) são hospedeiros de tipos variados de depósitos/ocorrências minerais, geralmente nas proximidades do contato com a Formação Ticunzal, entre eles, o ouro. Localmente essas rochas podem conter mineralizações de ouro, urânio, paládio, platina, estanho e tântalo (Marini e Botelho, 1986; Botelho et al., 1999; 2006b; Menez, 2016).

Os granitos da Suíte Aurumina hospedam várias ocorrências e depósitos de ouro, hospedados em veios de quartzo, associados a zonas de cisalhamento, como em Cavalcante (Alvarenga, 2007). Essas ocorrências possibilitaram a pesquisa da mineralização aurífera na região de Campos Belos, onde constam requerimentos de pesquisa para minério de ouro.

Porém na área I as áreas de requerimento para pesquisa de ouro registrado pela ANM, encontram-se na porção norte da subárea, justamente onde se encontram as unidades do

Grupo Araí. Justamente a área onde foram registrados os conglomerados, que é o tipo de litologia em que são obtidos esses elementos na Formação Arraias. Durante o trabalho de campo foi informado sobre apenas uma área onde ocorria o garimpo de ouro, localizado na porção norte da subárea I, a região logo não pôde ser acessada por estar fechada.

6.3 Urânio

Na região de Campos Belos uma série de anomalias de urânio foram descobertas e investigadas pela NUCLEBRÁS (Andrade et al. 1985; Figueiredo & Oesterlen, 1981). São relacionadas à sequência metassedimentar da Formação Ticunzal e a granitos da Suíte Aurumina. As mineralizações uraníferas mais importantes estão situadas a sul e sudoeste da cidade de Campos Belos, onde mais de 100 anomalias de urânio foram registradas (Figueiredo & Oesterlen, 1981).

Essas mineralizações estão relacionadas a estruturas tectônicas orientadas nos sentidos NS, N50E e N40W. Estão associadas a quartzo-sericita xistos, grafita xistos e granito-gnaisses milonitizados. São constituídas por minerais de urânio de origem secundária, principalmente fosfatos de urânio, como autunita, torbernita e renardita. Durante o trabalho de campo do Projeto Campos Belos, foram identificadas diversas anomalias de urânio e tório, relacionadas aos granitos da Suíte Aurumina, no caso da área I, o biotita-muscovita monzogranito (PPyau1). Em toda a área do projeto podem também ser encontradas anomalias relacionadas à Formação Ticunzal em torbenitas, logo essas litologias não ocorrem nos domínios da subárea I.

6.4 Fosfato

Registros de pesquisa de fosforitos renderam descobertas na década de 70, nas unidades basais da Formação Sete Lagoas perto das cidades de Nova Roma, Monte Alegre e Campos Belos, pesquisas executadas pela METAGO (METAGO,1979). O teor médio do minério de fosforito fica compreendido entre 15 e 17% P₂O₅, com um valor máximo de 22% P₂O₅. O mineral dos fosforitos é a fluorapatita, essas ocorrências foram depositadas em depressões do embasamento num ambiente calmo, por águas provavelmente frias provendo da deglaciação (Dardenne et al.1986).

Como citado anteriormente, esses minérios são explorados pela Gefoscal e Itafos, voltados para a fabricação de fertilizantes, que não se encontram dentro dos domínios da subárea I.

6.5 Cobre

São informados pelo SIGMINE que existem áreas de requerimento para pesquisa de possíveis minérios pela CODELCO do Brasil Mineração, na região de Campos Belos (GO) e Arraias (TO). A porção Norte do Orógeno Brasília expõe diversos complexos graníticos, sendo a Suíte Aurumina o representante destes na área do Projeto Campos Belos.

A porção Norte do Orógeno Brasília expõe diversos complexos graníticos, sendo a Suíte Aurumina o representante destes na área do Projeto Campos Belos. Complexos orogênicos são fortemente associados a episódios de metamorfismos hidrotermais, formadores de depósitos de cobre e ouro, pórfiros e hidrotermais. Análises multielementares mostraram uma relação do urânio com Cu (Alvarenga et al., 2007), também podem ser extraídos da torbenita, mesma rocha de interesse quando se quer encontrar urânio.

Isso justifica o interesse em pesquisas minerais dos granitos da região, que apesar de não constarem nos volumes de Geologia e Recursos Minerais das Folhas Arraias e Monte Alegre, são de possível ocorrência devido ao contexto tectônico ao qual a região está inserida.

6.6 Ilmenita

Assim como o cobre, consta apenas como área de requerimento para pesquisas informadas pela ANM (Figura), abrangendo o extremo norte dos limites da área do Projeto Campos Belos, requerido pela Edem Mineração Ltda. No Projeto Sudeste do Tocantins, Geologia e Recursos Minerais da Folha Arraias SD.23-V-A da CPRM A ilmenita é citada como marcador geoquímico com ocorrência na maioria das drenagens. Isso indica as potencialidades econômicas de complexos minerais de metais pesados e ouro. Nesse mesmo trabalho é citado também a relação de ilmenitas com bandas escuras de paragneisses da Formação Ticunzal. Seu uso está associado a revestimentos em ligas metálicas e pigmentação.

Capítulo 7

7 Evolução Geológica

Apresenta a evolução geológica regional com base nos dados do Projeto Campos Belos.

7.1 Introdução

O presente capítulo tem como objetivo propor um modelo de evolução geológica que se adeque às informações coletadas em campo, bem como aos 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, foram importantes para a determinação do ambiente tectônico de formação de cada unidade.

A região de Campos Belos - Arraias, para a região do projeto do TF-2021, foi subdividido em seis domínios, 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 qual a região foi submetida, encontram-se na subárea I e na divisa com a subárea II.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Na região do Projeto Campos Belos, as rochas representadas pela Formação Ticunzal e Suíte Aurumina são afetadas pela Orogenia Riacciana-Orosiriana, e posteriormente pelo evento Brasileiro. O Grupo Araí por sua vez, é afetado pelo evento ao qual foi originado, o rifteamento do Araí, de idade Estateriana, e encontra-se deformado também pelo evento Brasileiro. Por fim, as rochas do Grupo Bambuí, que apesar de serem contemporâneas ao evento Brasileiro, não são fortemente afetadas por pela Orogênese Brasileira, e encontram-se, em parte, preservadas.

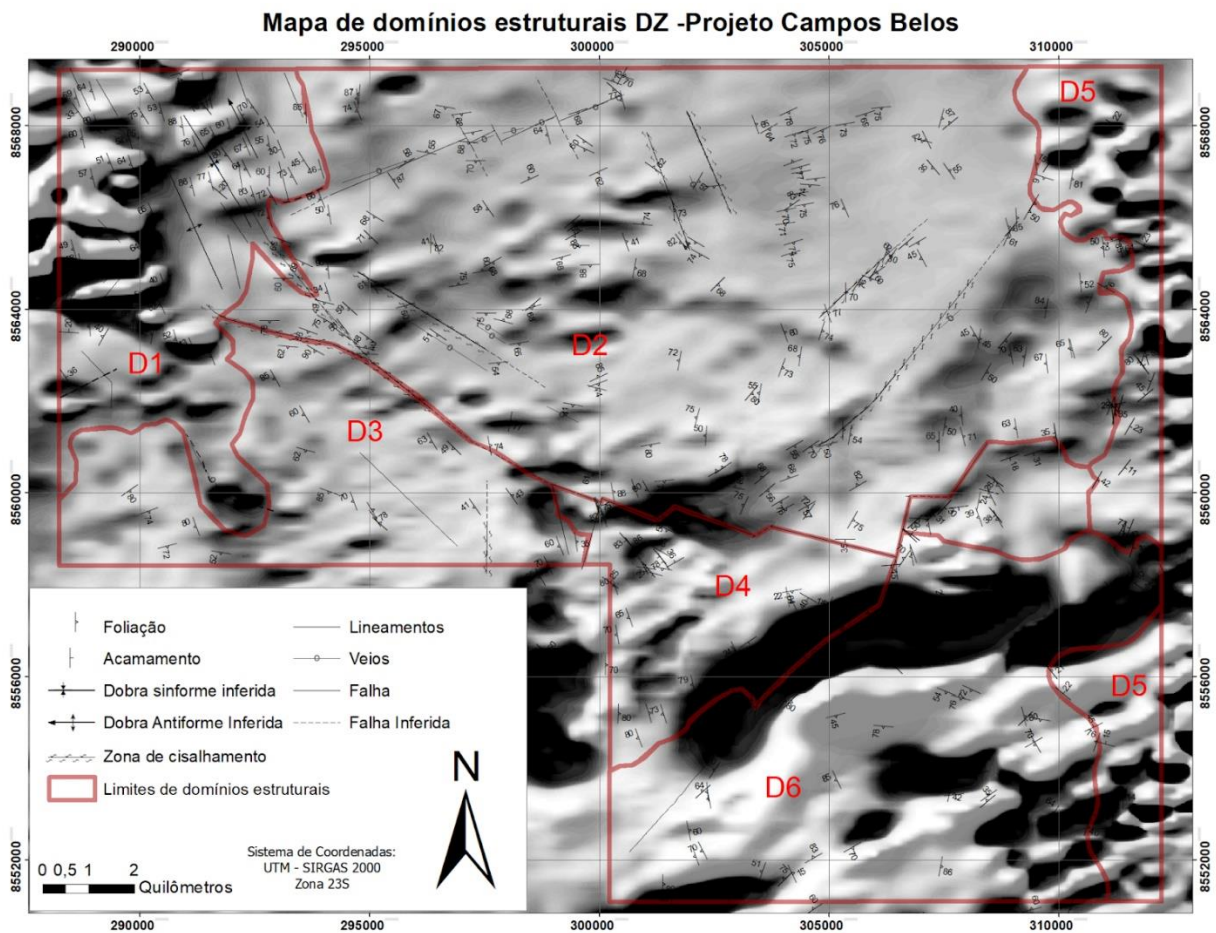


Figura 7.1. Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ª Dz.

7.2 História Evolutiva

7.2.1 Pré-Colagem Riacciana

7.2.1.1 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 um 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., 2017a). A Formação Ticunzal compõe-se de xistos grafitosos, mica xistos e paragneisses.

Estudos anteriores (Cuadros et. al., 2017a) sugerem que os sedimentos precursores da Formação Ticunzal foram depositados em uma bacia peri-cratônica relacionada a um 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 é identificado de curto período, com interrupção em função do tectonismo que estabelece o magmatismo da Suíte Aurumina e gera um 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 (em função do caráter restrito da bacia, a matéria orgânica tende a ser preservada).

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

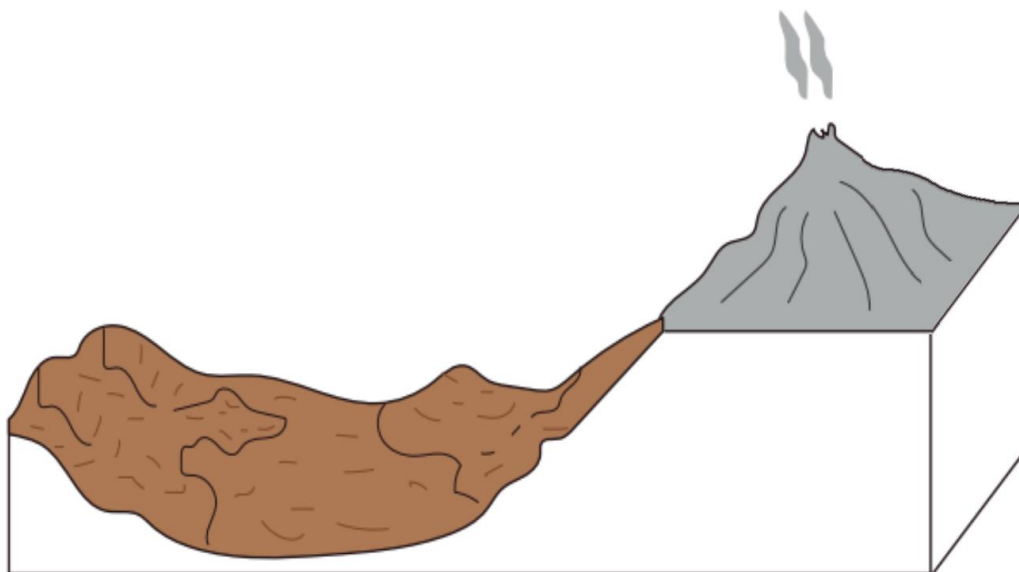


Figura 7.2: Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.

7.2.2 Colagem Riacciana

7.2.2.1 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%, $ISA > 1$) de granito peraluminoso, podendo ser interpretados como sin- a pós-colisionais (Figura 7.3), derivados de fusão crustal.

Cuadros et. al. (2017a), por meio de datações com o método U-Pb em zircão, infere idades de cristalização magmática entre 2.11 e 2.16 Ga para esta unidade e sugere que a Formação Ticunzal tenha influenciado as rochas da Suíte Aurumina mediante processos de assimilação. E sugere que uma possível fonte para os granitos seja a crosta antiga retrabalhada, a qual 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 grande fracionamento das terras raras (La/Yb) $N > 50$ (Botelho et. al., 2006b).

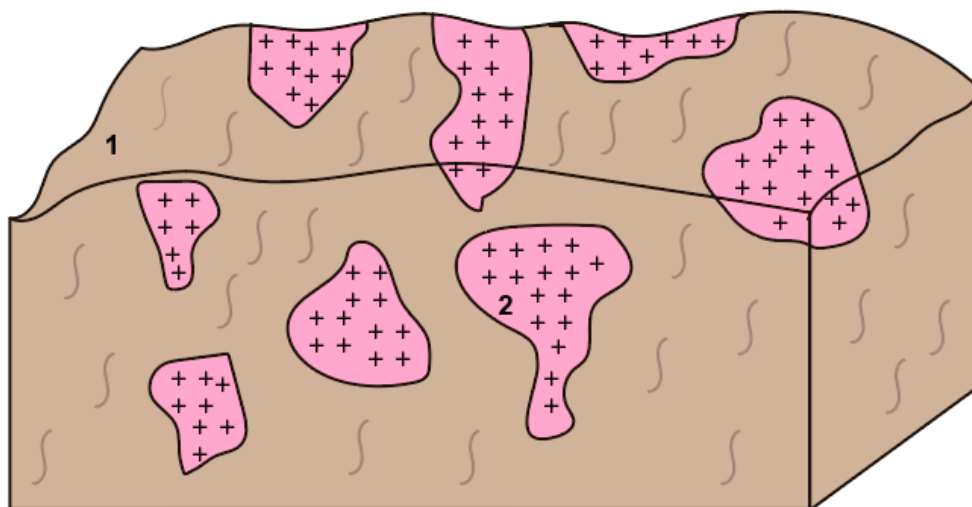


Figura 7.3: Bloco diagrama esquemático para retrabalhamento da bacia em função da Orogenia Riacciana-Orosiriana, que originou os grafita xistos, mica xistos e paragneisses da Formação Ticunzal (1), e a intrusão sin-colisional da Suíte Aurumina (2).

7.2.3 Rifteamento Estateriano

7.2.3.1 Rift 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 (Figura 7.4). A deposição do Grupo Araí é acompanhada por magmatismo durante a fase rifte, originado 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 zircões de metariolitos que ocorreram na sucessão basalt (Pimentel et al., 1991). Apresenta afinidades geoquímicas e isotópicas (Sm-Nd e Sr-Sr) que sugerem um grau de fusão de crosta sílica na paleoproterozoica na geração desses magmas (Silva et al., 2020).

Os episódios vulcânicos são marcados por sequências intercaladas de rochas efusivas, como basaltos e riolitos, e piroclásticas. 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 uma alta razão de depósitos terrígenos em equilíbrio com as taxas de subsidência geradas, que deram origem às Formações Arraias e Traíras.

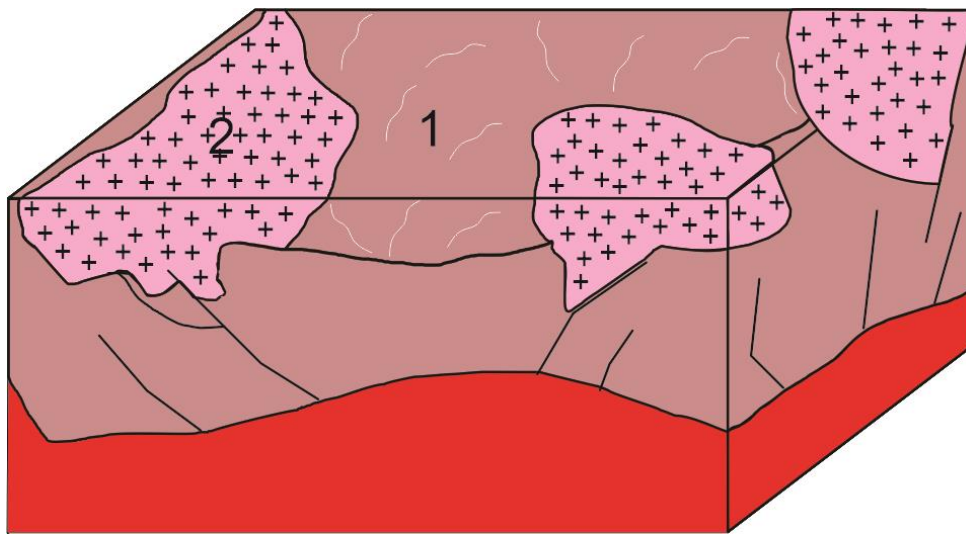


Figura 7.4: Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos. Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada.

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 se implantaram depósitos marinhos superpostos, relacionados à Formação Traíras (Silva et. al., 2020).

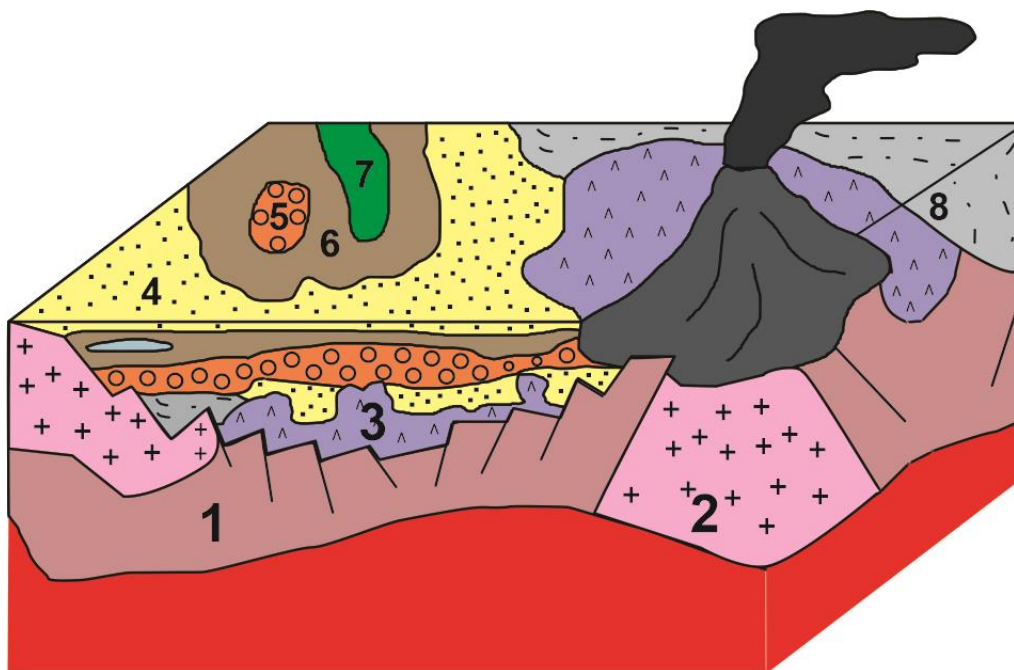


Figura 7.5: Bloco diagrama esquemático para a fase sin-rifte, contando com atividade vulcânica possibilitada pela aproximação da astenosfera (em vermelho) devido ao afinamento da crosta. Também são formadas falhas normais. A sedimentação dentro da bacia, é contemporânea ao vulcanismo bimodal, e forma as sequências (3) meta-lamito arenoso, (4) meta-quartzo arenoso, (5) meta-conglomerados, (6) meta-arenito subarcoseano, (7) meta-basaltos, e (8) meta-sedimentares indiferenciadas.

7.2.4 Eventos Neoproterozoicos

7.2.4.1 Deposição do Grupo Bambuí e Formação Jequitaiá

A Formação Jequitaiá 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).

Após a fase rifte, a deformação tectônica da Faixa Brasília originou a subsidência da borda cratônica, onde possibilitou-se a instalação de um sistema de bacia de ante-país (foreland basin) (Figura 7.6), onde ocorreu a sedimentação do Grupo Bambuí (Martins Neto et al., 2001; Dardenne, 2000; Reis & Alkmim, 2015, Dardenne, 2000). 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 et al., 1978).

Alternativamente, Caxito et. al., (2012) e Alvarenga et. al., (2014) indicam que os dolomitos de capa apresentam aspectos lito-químioestratigráficos muito similares aos relacionados com a glaciação Marinoana.

O Grupo Bambuí foi individualizado em ciclos mistos transgressivos-regressivos de sequências de 2ª ordem em um ambiente forebulge, ou seja, uma grande flexura litosférica marcada pelo baixo aporte siliciclástico e baixa taxa de subsidência em um sistema de bacia de antepaís (Reis & Alkmim, 2015; Reis & Suss, 2016; Reis et al., 2017).

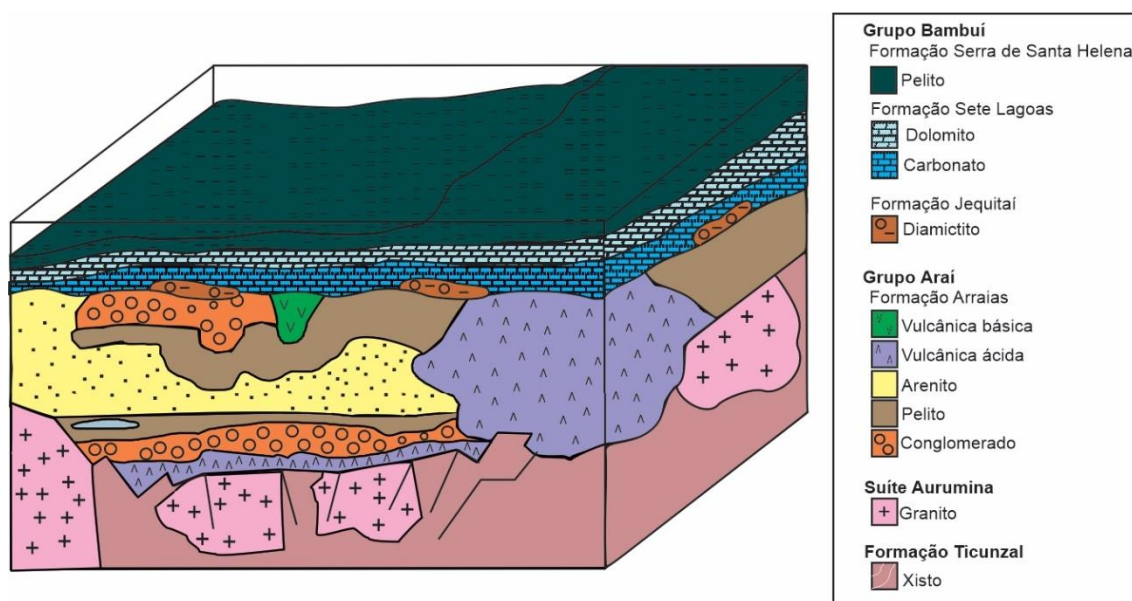


Figura 7.6: Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí para a região do projeto.

7.2.4.2 Orogenia Brasiliana

O evento compressional do Brasiliano, para a região do projeto (Figura 7.7), causou um 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.

Projeto Campos Belos – Goiás – Área I

Nas estruturas mais antigas, com *trend* principal EW ou ENE, ao serem submetidas ao evento compressional, são defletadas e ou deformadas, de forma a causar desmembramento, deslocamento, ou curvamento, em alguns casos, com a cinemática dextral, conforme ocorrem os veios dextrais na porção norte da subárea II.

Associado a esse encurtamento crustal, em ambiente de borda de cráton ocorreu um basculamento das seqüências de rochas do Grupo Bambuí, deixando seu acamamento com atitude sub-horizontal.

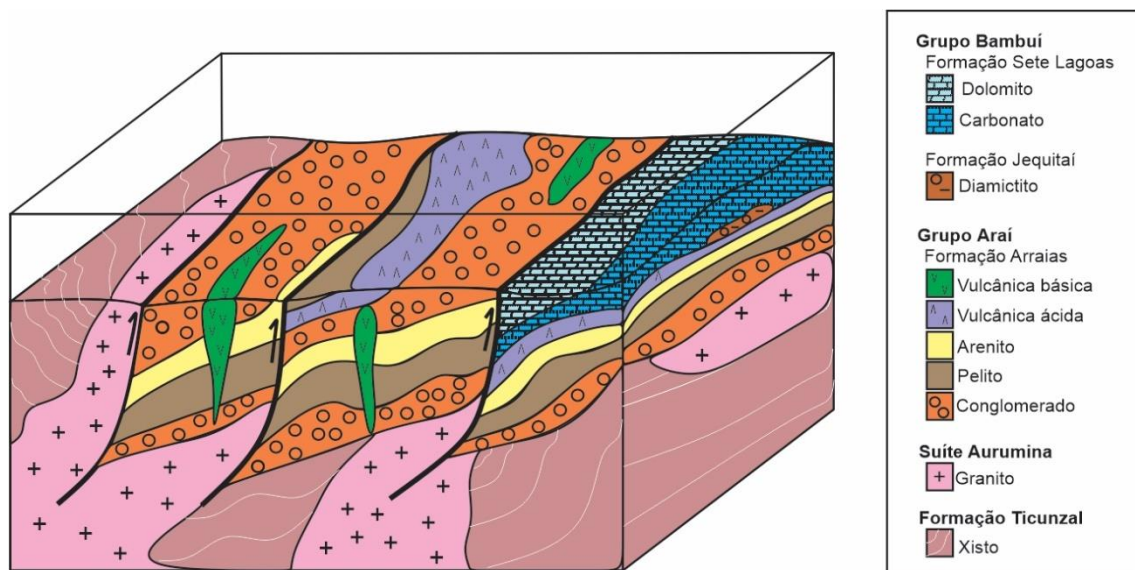


Figura 7.7: Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasileira na região do Projeto Campos Belos.

Capítulo 8

8 Conclusões e Recomendações

O resultado das atividades realizadas nas etapas pré-campo, campo e pós-campo está evidenciado no mapa geológico em escala de semi-detalhe 1:50.000 (Anexo C).

As principais mudanças resultantes do Projeto foram:

- Confirmada a ocorrência do membro muscovita-biotita monzogranito (PP γ au2) da Suíte Aurumina na região de Campos Belos (Subárea V);
- Redução do número de fácies na parte indiferenciada do Grupo Araí;
- Alteração de unidades e contatos litológicos (Meta-quartzo arenito, Meta basaltos, Meta-conglomerado polimítico e oligomítico, meta-arenito subarcozeano, Meta-vulcanoclásticas ácidas, Meta-quartzo arenito com intraclastos, Meta-lamito arenoso);
- Definição da Zona de Cisalhamento Arraias;
- Aumento da área de ocorrência da Formação Ticunzal (Subáreas III, IV e V);
- Aumento da área de ocorrência do membro PP γ au1 da Suíte Aurumina para todas as áreas do projeto;
- Redução da área de ocorrência da unidade quartzito (PP4aqa) (Subárea IV)
- Redução da área de ocorrência da unidade metaconglomerado (Subáreas I e IV)
- Redução da área de ocorrência e diferenciação das unidades do Grupo Bambuí em siltitos e carbonatos da formação Sete Lagoas (subáreas IV e V)
- Ocorrência pontual da Formação Jequitaí (subárea IV), porém fora de escala cartografável para o contexto do projeto.

- Individualização de subunidades na Formação Arraias:
 - Meta quartzo arenito com intraclastos (PP4aqi);
 - Meta quartzo arenito (PP4aqo);
 - Metassedimentares indiferenciadas (PP4a);
 - Lamito arenoso (PP4al)

O principal resultado do Projeto Campos Belos foi o aprimoramento da constituição litoestratigráfica da região. A cartografia deste projeto alterou algumas das unidades e contatos litológicos estabelecidos durante o Projeto Arraias (2001) e detalhou significativamente o mapeamento prévio da Folha de Arraias. Foram identificadas feições de dobramento locais que refletem um regime regional compressivo, anteriormente não especificado ou identificado. Além disso, este projeto trouxe um refinamento na posição das zonas de cisalhamento, sua extensão e cinemática.

O arcabouço estrutural da subárea I se mostra complexo, alvo de 3 grandes eventos tectônicos: (E1) Evento compressional ocorrido no intervalo Riáciano-Orosiriano; (E2) Abertura do Rife do Araí, durante o Estateriano, marcado por uma deformação extensional; e (E3) Último evento deformacional da região, associado à Orogênese Brasileira. Importante salientar que é provável o aproveitamento e/ou sobreposição das feições estruturais mais antigas pelos eventos mais recentes.

Porém, devido à complexidade estrutural, ainda restam incertezas sobre caracterização de planos de falhas, indicadores cinemáticos, e a identificação e detalhamento dos dobramentos que afetam as rochas deste trabalho.

Quanto ao arcabouço geológico, é encontrada uma considerável variedade litológica na região, não foi realizado um levantamento na região do projeto que permita a identificação detalhada e sistemática de fácies, de forma que seja possível definir com certeza os ambientes deposicionais correspondentes a cada litofácies. Entretanto, foi realizada uma breve análise das fácies identificadas, considerando as estruturas primárias preservadas e o ambiente deposicional citado em trabalhos anteriores.

Assim, o Grupo Araí é marcado por uma sedimentação continental em que as rochas da base do grupo, associadas à Formação Arraias, correspondem possivelmente

às sequências pré-rifte (metassedimentares) até sin-rifte (metavulcanoclásticas e vulcânicas bimodais). Neste contexto, as unidades Subarcoreanas (PP4amas), Metaconglomeráticas (PP4acg) e meta Quartzo Areníticas (PP4aqo) de estratificação cruzada ou laminada, estão relacionadas a um ambiente deposicional continental de origem fluvial. As unidades metaconglomeráticas podem ser associadas a um sistema de leques aluviais de alta energia, com grande aporte de detritos grossos a sedimentos finos.

Ademais, devido à falta de estudo geoquímico nas rochas do Grupo Araí, este trabalho não tem dados suficientes para confirmar a composição química das unidades litológicas reconhecidas. Em contrapartida, o relatório do Projeto Arraias (2001) concluiu, por análise química, que as rochas metassedimentares da região têm como provável fonte o embasamento e/ou os próprios metassedimentos do Grupo Araí. Entretanto, a contribuição ou origem vulcânica nos sedimentos não pode ser descartada. Dessa forma, as rochas das unidades PP4acg, PP4aqi, PP4amas e PP4al carecem de informações para afirmar se são de origem restritamente siliclásticas sedimentares, ou se correspondem a rochas formadas por material vulcanossedimentar retrabalhado (rochas epivulcanoclásticas).

Os eventos tectônicos estão impressos em todas as rochas na extensão do projeto, sendo melhor preservados nas rochas da Suíte Aurumina e Fm. Ticunzal, principalmente nas zonas de cisalhamento. Mas ainda, estão preservadas as texturas de deposição sedimentares da Fm. Arraias (estratificação cruzada acanalada, planar e laminações plano paralelas).

Em relação ao metamorfismo, foram identificados dois episódios principais: um primeiro episódio que afetou apenas as rochas da Suíte Aurumina e a Formação Ticunzal, e um segundo episódio que afetou novamente as rochas do embasamento e também as rochas supracrustais do Grupo Araí. O primeiro episódio, relacionado à Orogênese Riacciana-Orosiriana, elevou as condições de temperatura até a fácies anfíbolito (Cuadros et. al., 2017a), caracterizadas pela ocorrência de grafita em xistos da Fm. Ticunzal (subárea IV e V).

O segundo episódio metamórfico é relacionado à Orogênese Brasileira, e afetou de forma mais branda as rochas a Suíte Aurumina e também as rochas

metassedimentares dos grupos Araí e Bambuí. Esse episódio atingiu a fácies xisto verde, como evidenciado pela análise petrográfica das rochas metavulcânicas básicas (PP4aβ) encontradas na Subárea I, pertencentes ao Grupo Araí.

Em outras rochas do Grupo Araí, esse metamorfismo provocou leve recristalização, silicificação e sericitização/saussuritização dos feldspatos, permitindo a preservação das texturas primárias nas rochas (cimento, arcabouço, matriz recristalizada, matriz vulcânica recristalizada e cristaloclastos preservados). As rochas do Grupo Bambuí também foram pouco afetadas por esse episódio, apresentando apenas leve recristalização mineral (Subárea IV).

De forma geral, as unidades litológicas, descritas no Projeto Campos Belos, foram divididas em três grandes conjuntos:

- (i) Embasamento da região, constituído por rochas da Formação Tincunzal e pelas rochas da Suíte Aurumina.
- (ii) Sequência metavulcanossedimentar do Grupo Araí
- (iii) Sequência pelito-carbonática do Grupo Bambuí.

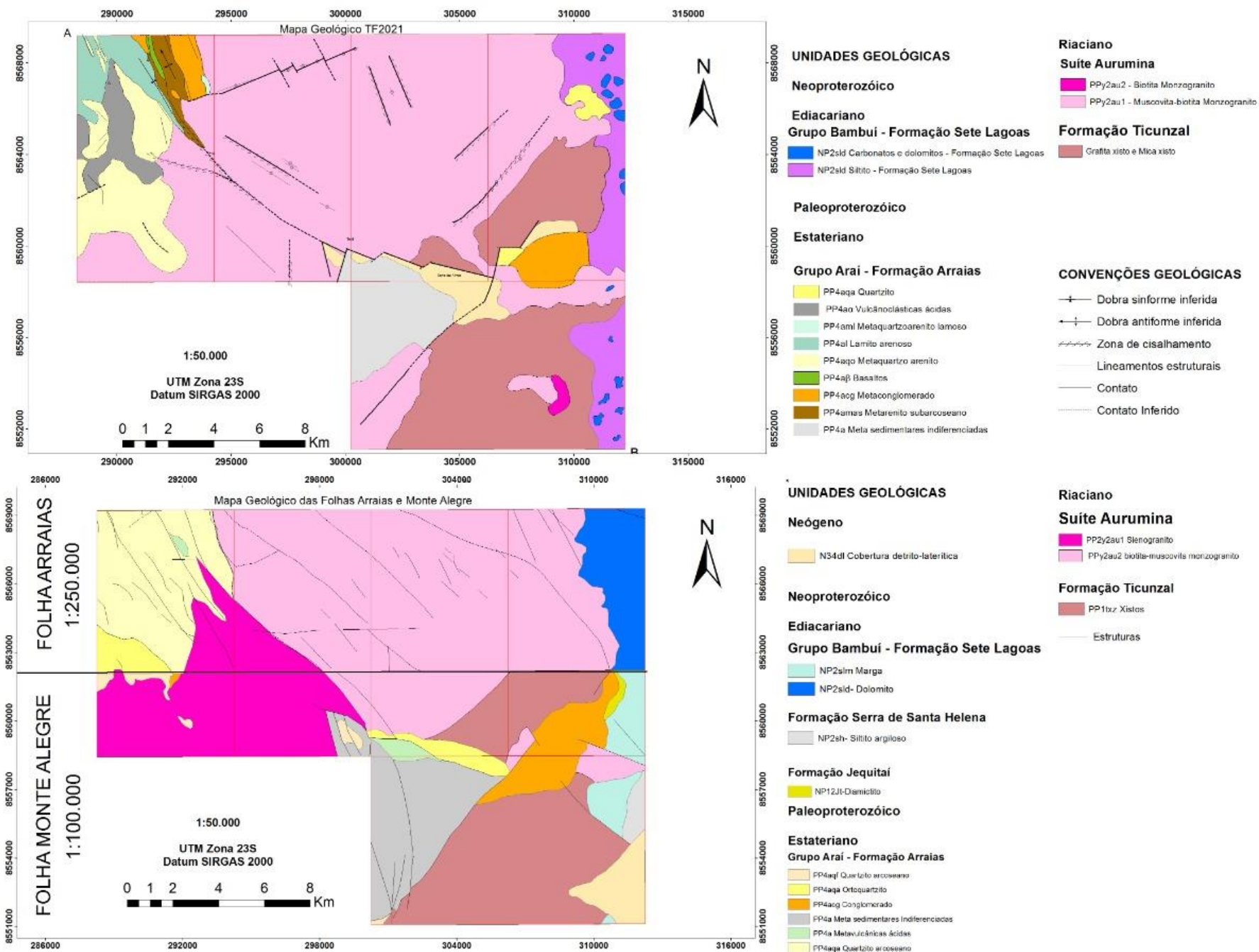


Figura 8.1: Comparativo entre unidades mapeadas do Projeto Campos Belos - GO (mapa superior) e Folhas Monte Alegre e Arraias (mapa inferior).

8.1 Recomendações

Recomenda-se a continuação do trabalho de cartografia nesta região, porém, com maior detalhamento, a fim de: (i) definir com maior clareza a complexidade dos contatos geológicos entre as rochas vulcanossedimentares; (ii) realizar a descrição sistemática das fácies sedimentares preservadas; e (iii) entender as relações estruturais e tectônicas das rochas da Formação Arraias.

Sugerem-se a realização de análises geoquímicas e geocronológicas das rochas vulcanossedimentares do Grupo Araí, pois devido à sua variedade composicional, é necessário conhecer suas idades de deposição para definir os ciclos discretos ou contínuos de sedimentação. Ainda sobre as rochas sedimentares, um estudo sobre a evolução tectono-termal é necessário, visto que as características do metamorfismo nessas rochas variam, sendo então necessário definir se tal heterogeneidade é devida à atuação de diferentes eventos de aquecimento metamórfico, ou se é reflexo da resposta individual de cada litotipo, causada pela variação composicional observada nas rochas.

Sobre a geologia estrutural, são necessários levantamentos de detalhe adicionais para identificar a idade de atividade das grandes estruturas, mediante a aplicação integrada de análises radiométricas e estruturais, tanto para as estruturas mais antigas quanto para as recentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLAH, S.; MENEGHINI, P. F. V. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Arraias, SD.23-V-A: estado do Tocantins. Relatório Final – CPRM.** Goiânia, 2017. 211 p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17783>

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Superintendência de Planejamento de Recurso Hídricos. **Plano estratégico de recurso hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese.** Brasília, Distrito Federal, 2009. 258 p.

ALMEIDA, F. F. M. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., 1977, Campina Grande. Campina Grande: SBG. P.363-391.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. **Brazilian Structural Provinces: An Introduction.** Earth Sci. Rev., n.17, p.1-29, 1981.

ALVARENGA, C. J. S. et al. **Magmatic and stratigraphic evolution of a Paleo/Mesoproterozoic syn-rift basin: example of the Araí Group** In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SGB, 2000. v. 1.

ALVARENGA, C.J.S., DARDENNE, M.A., VIEIRA, L.C., MARTINHO, C.T., GUIMARÃES E.M., SANTOS, R.V., SANTANA, R.O., 2012. **Estratigrafia da borda ocidental da Bacia do São Francisco.** B. Geoci. Petrobras, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1/2, p. 145-164, nov.2011/nov.2012

ALKMIM, F. F. & MARTINS-NETO, M. A. 2001. **A bacia intracratônica do São Francisco: Arcabouço Estrutural e cenários evolutivos.** In: Pinto, C. P. & Martins Neto, M. A Bacia do São Francisco geologia e recursos naturais. SBG, Belo Horizonte, 9-30.

ALMEIDA, F. F. M. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras.** In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., 1977, Campina Grande. Campina Grande: SBG. P.363-391.

ALVARENGA, C.J.S., BOTELHO, N.F., DARDENNE, M.A., CAMPOS, J.E.G. **Mapa Geológico (1:25.000) da Região de Cavalcante, Goiás.** Universidade de Brasília, Brasília, 1998.

ALVARENGA, C.J.S, BOTELHO N.F., DARDENNE M.A., LIMA O.N.B, MACHADO M.A. 2007. **Geologia das folhas Monte Alegre de Goiás (SD.23-V-C-III), Cavalcante (SD.23-V-C-V) e Nova Roma (SD.23-V-C-VI), Escala 1:100.000.** CPRM-UnB.

BRITO NEVES, B.B., FUCK, R.A., PIMENTEL, M.M., 2014. **The Brasiliano collage in SouthAmerica: a review.** Braz. J. Genet. 44, 493–518. <https://doi.org/10.5327/Z2317-4889201400030010>.

BOTELHO, N. F.; ALVARENGA, C. J. S.; MENEZES, P. R.; D'EL REY SILVA, L. J. H. **Suíte Aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminosos e sintectônicos na Faixa Brasília.** In: SBG, Simpósio de Geologia do Centro-Oeste, 7, 1999, Brasília. Resumos Expandidos. 1999. p. 17.

BOTELHO, N. F. et al. **Granitogênese peraluminosa Transamazônica no embasamento da Faixa Brasília e seu significado tectônico.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., Anais...2002, p. 436.

CORDANI U.G., BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A.; PORTO, R. FILHO, A. T.; CUNHA, F. M. B. **Estudo preliminar de integração do Pré-Cambriano com os eventos tectônicos das bacias sedimentares brasileiras (Republicação).** Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 137-204, 2009.

CAMPOS, J.E.G., BOTELHO, N. F.; ALVARENGA, C. J. S.; MENESES, P. R.; MOURA, M. A.; DARDENNE, M. A. NOGUEIRA, C; SOUZA, V. S. **Mapa Geológico da Região de Arraias (1:50.000), Tocantins.** Universidade de Brasília, Brasília, 2001.

CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A., FREITAS-SILVA, F.H., MARTINS-FERREIRA, M.A.C., 2013. **Geologia do Grupo Paranoá na porção externa da Faixa Brasília.** Brazilian J. Geol. 43, 461–475.

CHIAVEGATTO, J. R. S. **Análise estratigráfica das sequências tempestíticas da Formação Três Marias (proterozóico superior), na porção meridional da Bacia do São Francisco.** 1992. 216 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1992.

CHIAVEGATTO, J. R. S.; GOMES, N. S.; DARDENNE, M. A. **Conglomerados oligomíticos da Formação Três Marias na Serra do Gurutuba, norte de Minas Gerais.** Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, Belo Horizonte, v. 14, p. 83-84, 1997.

CLOUD, P. AND DARDENNE, M.A. (1973). **Proterozoic age of Bambuí Group in Brazil.** Geological Society of America Bulletin, 84(5), 1673-1676.

CORDEIRO, P.F.O., OLIVEIRA, C.G., 2017. **The Goiás Massif: implications for a pre-Columbia 2.2–2.0 Ga continent-wide amalgamation cycle in central Brazil.** Precambrian Res. 298, 403–420.

CORREIA FILHO, F. C. L.; SÁ, A. M. **Projeto Natalidade. Relatório Final – Convênio DNPM/CPRM.** Goiânia, 1980. 120p. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/9916>

COSTA, J. B. S. 1984. **Geologia da Região de Porto Nacional, GO.** Revista Brasileira De Geociências, São Paulo: SBG, V.14, N.1, P.3-11, Il.

CUADROS, F.A., BOTELHO, N.F., FUCK, R.A., DANTAS, E.L., 2017A. **The peraluminous aurumina granite suite in central Brazil: an example of mantle-continental crust interaction in a Paleoproterozoic cordilleran hinterland setting** Precambrian Res. 299, 75–100.

CUADROS, F.A., BOTELHO, N.F., FUCK, R.A., DANTAS, E.L., 2017b. **The Ticunzal formation in central Brazil: record of Rhyacian sedimentation and metamorphism in the western border of the São Francisco Craton.** J. S. Am. Earth Sci. 79, 307–325. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2017.08.014>.

CRUZ, E. L. C. C. **Geologia e mineralizações auríferas do terreno granitoide-greenstone belt de Almas- Dianópolis, Tocantins.** Orientador: Raul Minas Kyuymjian. 1993.152 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Prospecção) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 1993.

CRUZ, E. L. C. C.; KUYUMJIAN, R. M. **The geology and tectonic evolution of the Tocantins granite-greenstone terrane: Almas-Dianópolis region, Tocantins state, central**

Brazil. Revista Brasileira de Geociências, v. 28, n. 2, p. 173-182, 1998. Disponível em: <https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11208/10670>

CRUZ, E. L. C. C. **A gênese e o contexto tectônico da mina Córrego Paiol, terro Almas-Conceição: Um depósito de ouro hospedado em anfibolito do embasamento da Faixa e Dobramento Brasília.** Orientador: Raul Minas Kyuymjian. 2001. 183 f. Tese (Doutorado em Geologia Econômica e Prospecção) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 2001.

IDE TOCANTINS. **Catálogo de Metadados.** Disponível em: <https://geoportal.to.gov.br/geonetwork/srv/eng/catalog.search#/home>

COHEN, K.M., FINNEY, S.C., GIBBARD, P.L. & FAN, J.-X. **The ICS International Chronostratigraphic Chart 2021/10.** Internacional Commission on Stratigraphy, IUGS, 2021. Disponível em: <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2021-10.pdf>

CUADROS JIMÉNEZ, Federico Alberto. **Relações petrogenéticas entre a Suíte granítica Aurumina e sua encaixante, a Formação Ticunzal, no setor setentrional da zona externa da Faixa Brasília.** 2017. vi, 101 f., il. Tese (Doutorado em Geologia). Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

DARDENNE, M. A. et al. **O tilito da base do Grupo Bambuí na borda ocidental do Cráton do São Francisco.** Boletim informativo SBG-CO, Goiânia, n. 7/8, p. 85-97, 1978a.

DARDENNE, M. A.; MAGALHÃES, L. F.; SOARES, L. A. **Geologia do Grupo Bambuí no vale do Rio Paraná.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., Recife, 1978b. Anais... Recife: SBG, 1978. v. 2, p. 611-621.

DARDENNE, M. A. **Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. Anais... Recife: SBG, 1978. v. 2, p.597-610.

DARDENNE, M. A. **The Brasília fold belt**. In: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro: SGB, 2000. p. 231-263.6q

DELLA GIUSTINA, M. E. S.; PIMENTEL, M. M.; FERREIRA FIHO, C. F.; HOLLANDA, M. H. B. M. **Dating coeal mafic magmatism and ultra-high temperature matamorphismo in the Anápolis-Itaçu Complex, Central Brazil**. Lithos, v. 124, p. 82-102, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3301/IJG.2011.15>

DYER, R.C. **Grupo Araí: Um Grupo de metamorfitos do Centro-Leste de Goiás.** Revista da Escola de Minas. Ouro Preto (MG), 1970. 28 (2), 55–63.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mapa de solos do Estado de Tocantins**. EMBRAPA, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Mapa de solos do Estado do Brasil**. Escala 1:5.000.000. EMBRAPA, 2020.

FERNANDES, P. E. C. A. et al. **Formação Ticunzal**. In: **MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA**. Projeto Radam Brasil, Folha SD-23. Brasília, 1982. p. 61-63.

FERREIRA, Marco Antonio Caçador. Martins. **Evolução tectônica das bacias Araí, Traíras e Paranoá na Faixa Brasília Norte**. 2017. xvii, 202 f., il. Tese (Doutorado em Geologia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

FETTES, D.J.; DESMONS, F.; ÁRKAI, P. **Metamorphic rocks: a classification and glossary of terms, recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Metamorphic Rocks**. Cambridge University Press, 2007. 258 p.

FISHER R.V. & SCHMINCKE H.U. **Pyroclastic Rocks**. Springer-Verlag, New York, 1984. 472 pp. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-74864-6>

FUCK, R. A. et al. **Coberturas metassedimentares do Proterozóico Médio: os grupos Araí e Paranoá na região de Niquelândia – Colinas, Goiás**. Revista Brasileira de Geociências, n. 18, p. 54-62. 1988.

FUCK, R. A. et al. **Crosta continental paleoproterozóica no embasamento da porção norte da Faixa Brasília: novos dados Sm-Nd e U-Pb.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 41., 2002, João Pessoa. Anais. João Pessoa: SBG-NE, 2002. p. 308.

FUCK, R.A., Dantas, E.L., Pimentel, M.M., Botelho, N.F., Armstrong, R., Laux, J.H., Junges, S.L., Soares, J.E., Praxedes, I.F., 2014. **Paleoproterozoic crust-formation and reworking events in the Tocantins Province, central Brazil: a contribution for Atlantica supercontinent reconstruction.** Precambrian Res. 244, 53–74.

FUCK, R.A., PIMENTEL, M.M., ALVARENGA, C.J.S., DANTAS, E.L. **The northern Brasília belt.** In: Heilbron, M., Cordani, U., Alkmim, F. (Eds.), São Francisco Craton, Eastern Brazil. Regional Geology Reviews. Springer, 2017. pp. 205–220. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-01715-0-11>

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Geomorfologia do estado de Tocantins.** Escala 1.1000.000. Rio de Janeiro; IBGE, 2007.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Geologia do Estado do Tocantins.** Escala 1:1.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007b.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Unidades de Relevo do Brasil.** Escala 1:5.000.000. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

GAWTHORPE, R.L., LEEDER, M.R., 2000. **Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins.** Basin Research. 12, 195–208. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2117.2000.00121.x>

GORAYEB, P.S.S., COSTA, J.B.S., LEMOS, R.L., GAMA Jr. T., BEMERGUY, R.L., HASUI, Y., 1988. **O Pré- Cambriano da Região de Natividade, GO.** Rev. Bras. Geoc., 18: 391-397.

Isles, D. J.; Rankin, L. R., 2013. **Geological Interpretation of Aeromagnetic.** Australian Society of Exploration Geophysicists. Disponível em: [ebook-ASEG-eBook-Geo-Interpretation-of-Aeromagnetic-Data-Opt-for-user-1621.pdf](#)

LAUX, J. H. **Evolução do Arco Magmático de Goiás com base em dados geocronológicos U-Pb e Sm-Nd**. Orientador: Márcio Margins Pimental. 2004. 113f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2004. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/196>

LE BAS, M J.; STRECKEISEN, A. L. The IUGS systematics of igneous rocks. **Journarl of the Geological Society**, v. 148, p. 825-833. 1991. DOI: <https://doi.org/10.1144/gsjgs.148.5.0825>

LIMA, O. N. B. **Grupo Bambuí: estratiografia regional no Alto Rio São Francisco e geologia dos depósitos fosfáticos da Serra da Saudade - MG. 2005**. 142 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

MARINI, O. J. et al. **Nova unidade litostratigráfica do Pré-Cambriano do estado de Goiás**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. Boletim Especial... Recife: SBG, 1978. v. 1, p. 126-127.

MARINI, O.J., FUCK, R.A., DANNI, J.C., DARDENNE, M.A., LOGUERCIO, S.O., RAMALHO, R. **As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu e Paraguai- Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás**. In: Schobbenhaus, C., Diógenes, A.C., Derge, G.R., Asmos, M.G. (Coord.) 1984. Geologia do Brasil. Brasília. DNPM. p. 251-303, 1984b.

MARQUES G.C. 2009. **Geologia dos grupos Araí e Serra da Mesa e seu embasamento no sul do Tocantins**. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 116 p.

MARTINS, F. A. L. **Análise faciológica e estratigráfica do Paleoproterozóico: sequência Araí no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás. 1999**. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

MARTINS, M.; LEMOS, V. B. **Análise estratigráfica das sequências neoproterozoicas da Bacia do São Francisco**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 156-167, dez. 2007. Suplemento.

MARTINS-FERREIRA, M.A.C., CHEMALE JR., F., DIAS, A.N.C., CAMPOS, J.E.G., 2018. **Proterozoic intracontinental basin succession in the western margin of the São Francisco Craton: constraints from detrital zircon geochronology.** J. S. Am. Earth Sci. 81, 165–176.

MATTEINI, M.; Dantas, E.L.; Pimentel, M. M.; Alvarenga, C.J.S.; Dardenne, M.A. **U-Pb and Hf isotope study on detrital zircons from the Paranoá Group, Brasília Belt, Brazil: constraints on depositional age at Mesoproterozoic-Neoproterozoic transition and tectono-magmatic events in the San Francisco craton.** Precambrian Research, Amsterdam, v. 206-207, p. 168-181, June 2012.

MORAES, R.; BROWN, M.; FUCK, R. A.; CAMARGO, M. A.; LIMA, T. M. **Characterization and P-T Evolution of Melt-bearing Ultrahigh-temperature Granulites: Na Example from the Anápolis-Itaçu Complex of the Brasília Fold Belt, Brazil.** Journal of Petrology, v. 43, n. 9, p. 1673-1705, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1093/petrology/43.9.1673>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. Conselho Regional de Recursos Hídricos. **Resolução nº 32/2003, de 15 de outubro de 2003: Dispõe sobre a Divisão Hidrográfica Nacional.** Brasília, Distrito Federal, 2003. 3 p.

OLIVEIRA, C. G.; VIDOTTI, R. M.; DANTAS, E. L.; SOUZA, V. S.; CHEMALE, F. J. **Mapa Geológico do Projeto Natividade (1:50.000), Tocantins.** Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

PADILHA, J. L. **Prospecção de ouro na região nordeste de Goiás – Projeto Pindorama – Docegeo.** In: SBG, Encontro Regional do Ouro de Goiás, 1, 1984, Anais, 1984.

PIMENTEL M.M., HEAMAN L., FUCK R.A., MARINI O.J. 1991. **U-Pb zircon geochronology of Precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central Brazil.** Precambrian Research, 52:321-335.

PIMENTEL, M. M.; JOST, H.; FUCK, R. A. **O embasamento da Faixa Brasília e o arco Magmático de Goiás.** In: Mantesso-Neto, V. et al. Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques. São Paulo: Beca, p.355-370. 2004.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; GIOIA, S. M. C. L. **The neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Central Brazil: a review and new Sm–Nd isotopic data.** Revista Brasileira de Geociências, n.30, p.35-39, 2000.

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, v. 73, p. 263-276, 2001.

PIMENTEL, M.M., 2016. **The tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil: a geochronological and isotopic approach.** Braz. J. Genet. 46, 67–82. <https://doi.org/10.1590/2317-4889201620150004>. Tanizaki, M.L.N., Campos, J. E. G., Dardenne, M. A., 2015. Estratigrafia do Grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil Central. Braz. J. Genet. 45, 95–108.

PIUZANA D., PIMENTEL M.M., FUCK R.A., ARMSTRONG R. 2003A. **SHRIMP U-Pb and Sm-Nd data for the Araxá Group and associated rocks: Constraints for the age of sedimentation and geodynamic contexto of the southern Brasília Belt, central Brazil.** Precambrian Research, 125:139-160.

PRAXEDES, Igor Fernandes. **Lineamento transbrasiliano, contribuição aerogeofísica, tectônica e geocronológica no setor nordeste da faixa Brasília.** 2015. xviii, 104 f., il. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

QUEIROZ, C. A.; JOST, H.; SILVA, L. C.; MACNAUGHTON, N. J. **U-Pb SHRIMP and Sm-Nd geochronology of granite-gneiss complexes and implications for the Evolution of the Central Brazil Archean Terrain.** Journal of South America Earth Sciences, v. 26, n. 1, p. 100-124, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2007.07.007>

RODRIGUES, J. E.; LIU, C. C. **A geometria da iluminação solar e sua influência na observação de estruturas geológicas em imagens orbitais.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 5. (SBSR)., 11-15 outubro 1988, Natal. Anais... São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1988. p. 294–302. Acesso em: 04 mar. 2022.

ROLDÃO, A. F., & FERREIRA, V. O. (2019). **Climatologia do Estado do Tocantins - Brasil**. Caderno de Geografia, 29(59), 1161-1181. DOI: <https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n59p1161>

RUGENSKI, A.2006. **Investigação geofísica dos complexos alcalinos do sul e sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, USP. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-261X2006000400014>.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO – SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Palmas, 2009.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO – SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Base de Dados Geográficos do Mapeamento das Regiões Fitoecológicas e Inventário Florestal do Estado do Tocantins**. Palmas, 2013.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO – SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Mapa de solos do Estado do Tocantins (1:250.000)**. Palmas, 2015.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO – SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins**. Palmas, 2017. 522 p.

SECRETARIA DA FAZENDA E PLANEJAMENTO – SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Orçamento do Estado do Tocantins. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins**. Palmas, 2020. 468 p.

SOARES, J. E. S.; BERROCAL, J.; FUCK, R. A.; MOONEY, W. D.; VENTURA, D. B. R. **Seismic characteristics of central Brazil crust and Upper mantle: A deep seismic refraction study**. Journal of Geophysics Research, v. 111, n. 23, p. 1-31, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1029/2005JB003769>

SOUZA FILHO, C. R.; CRÓSTA, A. P. **Geotecnologias aplicadas à Geologia**. Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n. 2, p. 1-4, 2016. Disponível em:

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS À GEOLOGIA | SOUZA FILHO | Revista Brasileira de Geociências (usp.br).

TANIZAKI, M.L.N., CAMPOS, J.E.G., DARDENNE, M.A., 2015. **Estratigrafia do Grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil Central.** Brazil. J. Genet. 45, 95–108.

THOMAZ FILHO A.; KAWASHITA K.; CORDANI U. G. **A origem do grupo Bambuí no contexto da evolução geotectônica e de idades radiométricas.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v. 70, n. 3, p. 527-548, 1998.

UHLEIN, A. **Transição Cráton – faixa dobrada: exemplo do cráton do São Francisco e da Faixa Araçuaí (Ciclo Brasileiro) no estado de Minas Gerais: aspectos estratigráficos e estruturais.** 1991. 245 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1991.

VALERIANO, C.M., 2017. **The southern Brasília belt.** In: Heilbron, M., Cordani, U., Alkmim, F. (Eds.), São Francisco Craton, Eastern Brazil. Regional Geology Reviews. Springer, pp. 189–203.

ANEXOS



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Anexo A

Descrições Petrográficas

PROJETO CAMPOS BELOS – GO

SUBÁREA I

Ariel de Almeida Horst Gamba

Lucas da Silva Dias

Brasília, abril de 2022

Sumário

Lâminas Petrográficas . . . . .	.2
TF21 - I - 08 . . . . .	.3
TF21 - I - 34 . . . . .	.5
TF21 - I - 39 . . . . .	.7
TF21 - I - 53 . . . . .	.9
TF21 - I - 75 . . . . .	.11
TF21 - I - 105 . . . . .	.13
TF21 - I - 112 . . . . .	.15
TF21 - I - 118 . . . . .	.17
TF21 - I - 127 . . . . .	.19
TF21 - I - 143 . . . . .	.21
TF21 - I - 151 . . . . .	.23

Foram selecionadas as 11 amostras mais representativas de cada subárea, sendo confeccionadas ao total 60 lâminas petrográficas para o Projeto Campos Belos (GO) As amostras descritas pela subárea I são apresentadas abaixo (Tabela 1).

Amostra	Rocha	Unidade	X	Y
TF21 - I - 08	Biotita-Muscovita Monzogranito	Suit. Arumina (Au1)	293300	8564241
TF21 - I - 34	Meta Basalto	Fm. Arraias (Gr. Araí)	292246	8558178
TF21 - I - 39	Meta Arenito subarchoseano	Fm. Arraias (Gr. Araí)	292876	8568152
TF21 - I - 53	Tufo ignimbrítico	Fm. Arraias (Gr. Araí)	288765	8563730
TF21 - I - 75	Meta quartzo arenito	Fm. Arraias (Gr. Araí)	291277	8568589
TF21 - I - 105	Meta Quartzo Arenito Feldspático	Fm. Arraias (Gr. Araí)	288467	8563294
TF21 - I - 112	Meta Conglomerado monomítico	Fm. Arraias (Gr. Araí)	293047	8567480
TF21 - I - 118	Meta Quartzo Arenito com Intraclastos	Fm. Arraias (Gr. Araí)	293989	8566939
TF21 - I - 127	Muscovita Monzogranito	Suit. Arumina (Au1)	293344	8565254
TF21 - I - 143	Tufo ignimbrítico	Fm. Arraias (Gr. Araí)	288549	8565276
TF21 - I - 151	Lamito arenoso	Fm. Arraias (Gr. Araí)	289000	8567466

Amostra

TF 21 - I - 08

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 293300 N 8564241

Unidade Litológica

Aurumina 1 (Suíte Aurumina) - Biotita-muscovita Monzogranito (PP4yau1)

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração branca-acinzentada, de granulação média a grossa, exibindo foliação. A foliação é destacada por minerais de composição quartzo-feldspática, contornadas por minerais micáceos de forma anastomosada, desenhando padrão do tipo milonítico.

Descrição Microscópica

Demonstra arranjo grano-lepidoblástico, ressaltado por fração quartzo-feldspática, contornado por de micas. As Frações compostas por quartzo, plagioclásio e K-feldspato (microclínio) são as dominantes. Quartzo exhibe extinção ondulante e se encontra em geral bastante fraturado, enquanto o plagioclásio está parcialmente substituído por micas brancas (sericitização) e argilominerais. Plagioclásios apresentam por vezes microfaturas, inclusões de quartzo e K-F. Feldspatos, localmente, demonstram inclusões de mimequitas sob forma de gotas (vermiformes). Há cristais de feldspatos demonstrando estrutura de exsolução (Feldspato sódico em formato de bandas em massa de K-F). Muscovitas formam agregados granoblásticos em conjunto com quartzo e feldspato, porém a sua presença se dá principalmente como cristais orientados, contornando os agregados, formando sombras de pressão e marcando a foliação milonítica. Minerais opacos ocorrem em baixa proporção, muitas vezes relacionados com a oxidação de muscovitas, em forma de massas escuras nos planos de clivagem dessas micas. Cloritas também ocorrem por alteração de micas. Apatitas são muito finas, e não possuem orientação preferencial. Biotitas aparecem em proporção muito baixa (<1%).

Composição Mineral

Quartzo	40-45%
Plagioclásio	25-20%
Microclínio	20-10%
Muscovita	15- 25%
Minerais acessórios	<1%

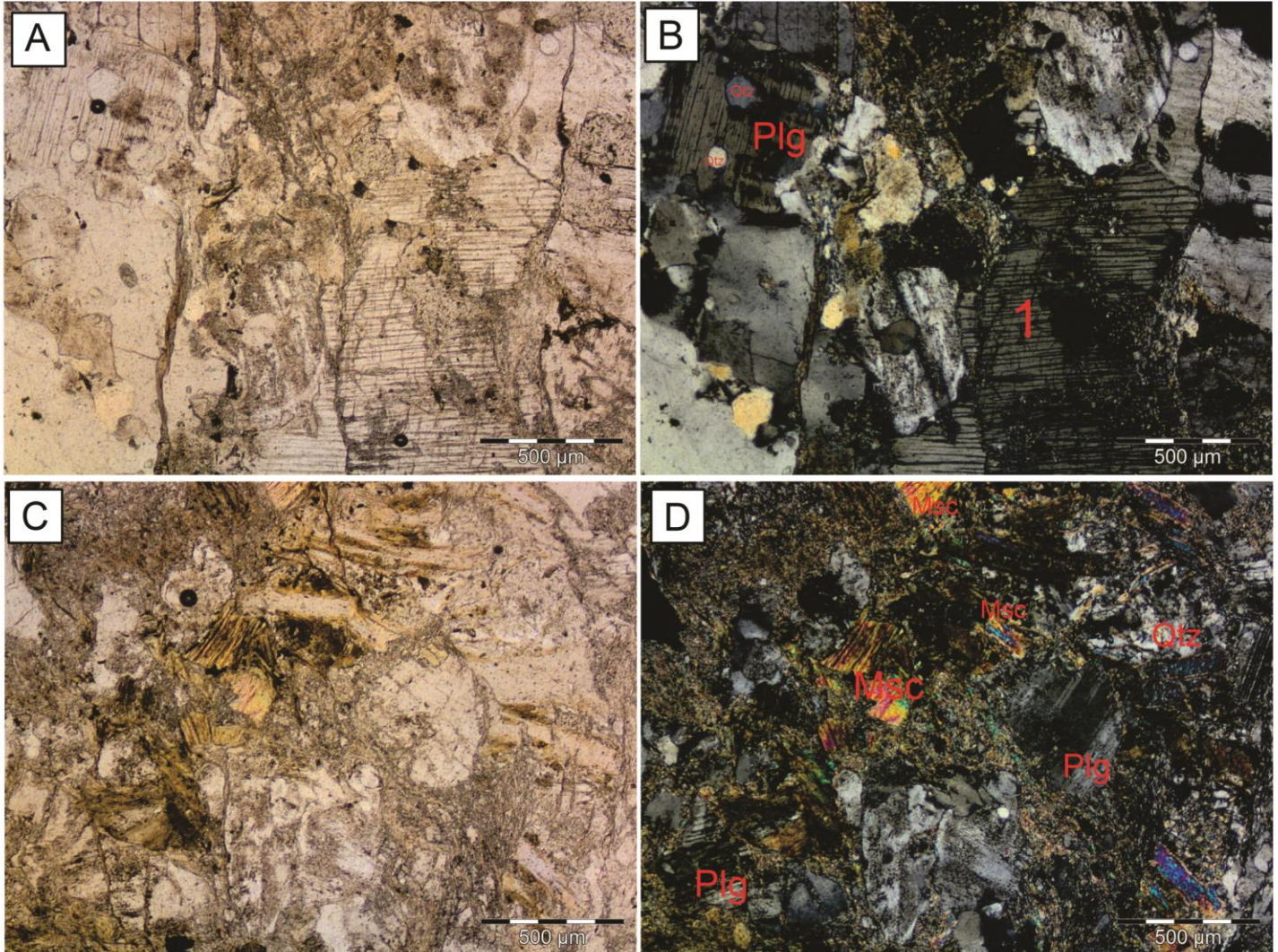
Fotomicrografia



Classificação estimada

Tendo como referência a classificação de rochas ígneas de Streckeisen (1976), e estimando a composição modal da amostra, a rocha é classificada como biotita-muscovita monzogranito

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



Fotomicrografia da amostra TF-21-I-08. A- Em nicóis paralelos; B-Mesma secção de A, porém à nicóis cruzados, destacando em 1-Pertitas, quartzo (qtz) no interior de feldspato (Plg); C-Secção à nicóis paralelos de outra região da lâmina, contendo maior quantidade de micas; D-Seção de C à nicóis cruzados destacando: muscovitas (msc), plagioclásio (plg) e quartzo (qtz).

Amostra

TF 21 - I - 34

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 292246 N 8558178

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Araí) - Meta Basalto (PP4aβ)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor verde escuro à quase preta, de granulação muito fina, afanítica. A rocha é densa, em amostra de mão é maciça e não magnética.

Descrição Microscópica

A rocha é microcristalina de granulação fina (<1 mm), hipocristalina e inequigranular em que predomina a microtextura subofítica reliquiar, representada cristais finos e alongados de Plagioclásio (Plg) associados a pseudomorfos de piroxênio substituídos por epidoto. Locamente, exibe textura microporfírica reliquiar com raros fenocristais reliquiar de plagioclásio (0,5 – 1,5 mm) sericitizados, imersos na matriz muito fina esverdeada. Apesar de preservar feições da textura ígnea primária, está fortemente cloritizada. A matriz está recristalizada, constituída pela assembleia mineral metamórfica: Clorita (Chl), Epidoto (Ep), e Actinolita (Act), de fácies xisto verde. Eventualmente, observam-se minerais de Quartzo (Qtz), além de opacos não identificados em luz transmitida.

Composição Mineral

Mineral	Porcentagem
Clorita	60%
Epidoto	20%
Plagioclásio	15%
Quartzo	4%
Opacos	1%

Fotomacrografia



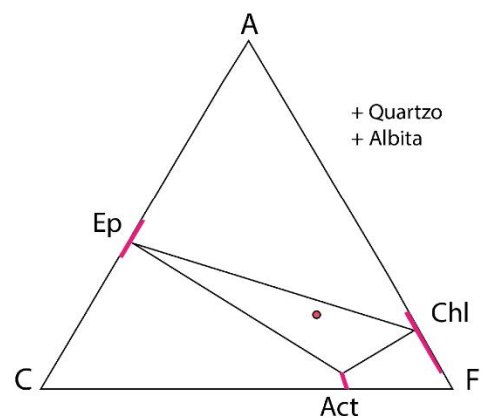
Classificação

Paragênese: Chl + Ep + Act + Qtz + Plagioclásio

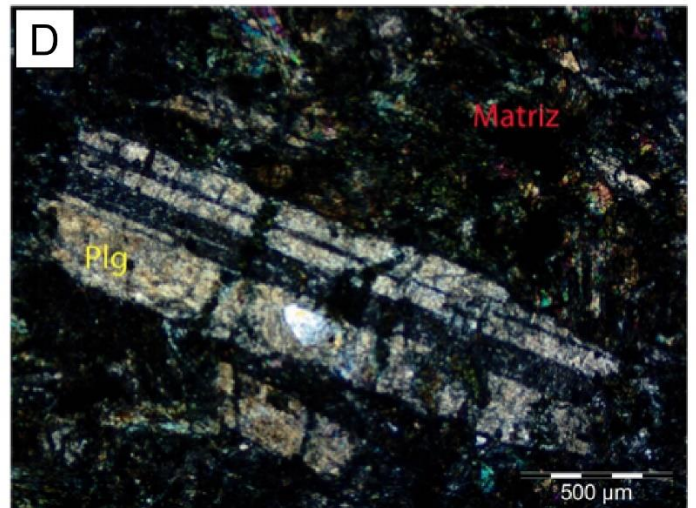
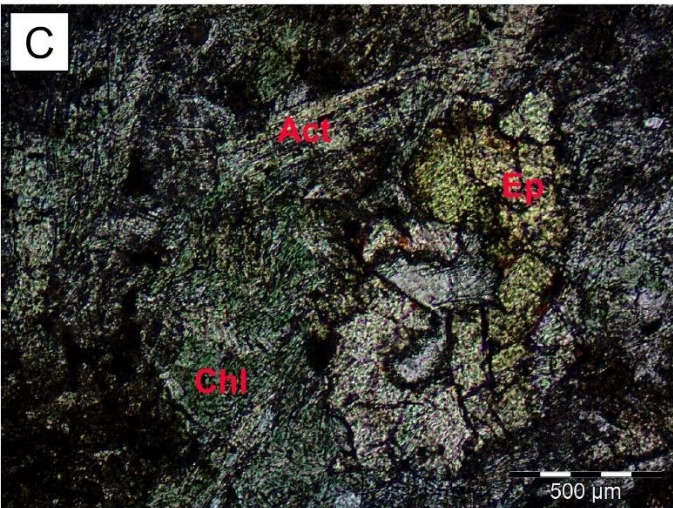
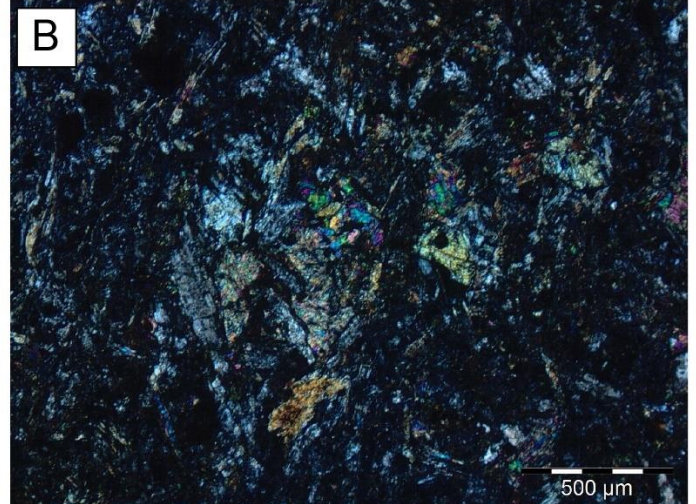
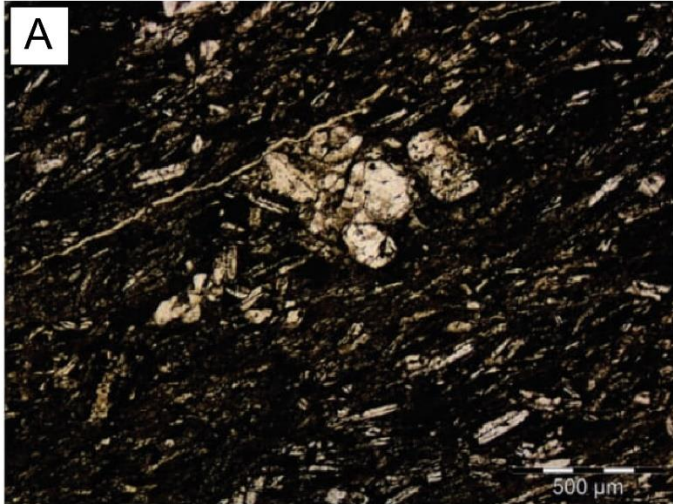
Fácies Metamórfica: Baixo Xisto Verde

Protólito: Vulcânica Básica

Classificação: Meta Basalto



Fotomicrografia NX, 4.0x e 10x



A e B: Aspecto geral da lâmina, com cristais de prismáticos de Plagioclásio, Actinolita, Clorita, Epidoto e Quartzo (NP e NX ; Objetiva de 4x) e C: Pseudomorfo de piroxênio quase inteiramente substituído por Epidoto (NX; Objetiva e 10X). Em volta, encontram-se os minerais de Actinolita e Clorita, em equilíbrio. D: Cristal de Plagioclásio reliquiar, imerso na matriz fina de Actinolita, Epidoto, Plagioclásio e raro Quartzo (NX; Objetiva de 10x).

Amostra

TF 21 - I - 39

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 292876 N 8568152

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Araí) - Meta-arenito subarcoseano (PP4amas)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor branca-acinzentada, composta grãos de quartzo moderadamente selecionados, anedrais, de granulação fina, brilho vítreo, imersos em matriz branca de brilho sedoso. Há dois planos penetrativos: o de acamamento preservado e o de foliação, posicionado em direção oblíqua ao do acamamento. Mineraiis muito finos, de cor branca e brilho nacarado destacam a foliação da rocha. A estratificação é marcada alternância de níveis compostos por grãos muito finos de cor branca, e finos de cor branca acinzentada.

Descrição Microscópica

Fração detrítica é de composição quartzo-feldspática, está bastante alterada por processos de sericitização e cloritização. Domínios constituídos por micas subeudrais, incluindo muscovita, clorita e mica branca, contornam agregados de quartzo e feldspatos, além de grãos isolados destes mesmos mineraiis. Grãos de quartzo e feldspatos são finos a grossos, apresenta trama clasto-suportada. Ambos os feldspatos (microclínio e plagioclásio), se encontram muito sericitizados, deixando as suas maclas pouco preservadas, sendo possível serem identificadas em poucos cristais. Há grãos de quartzo e feldspatos fraturados em restritos domínios, além de ocorrer extinção ondulante em todos os cristais de quartzo. A amostra ainda conta com zircões subeudrais a eudrais.

São observados cristais eudrais de apatita, sem orientação preferencial e ocorrem como mineraiis acessórios. A amostra apresenta muito pouca matriz e o cimento é composto por quartzo recristalizado. Aglomerados de quartzo indicam sombras de pressão e contatos suturados entre os grãos. Sombras de pressão também podem ser observadas em grãos isolados. Mineraiis opacos também não possuem orientação preferencial assim como as apatitas, mas se apresentam de forma anedral.

Composição Mineral

Matriz	5 - <1%
Clástos	85 - 80%
Cimento	10 - 15%
Acessórios	<1%

Fotomacrografia



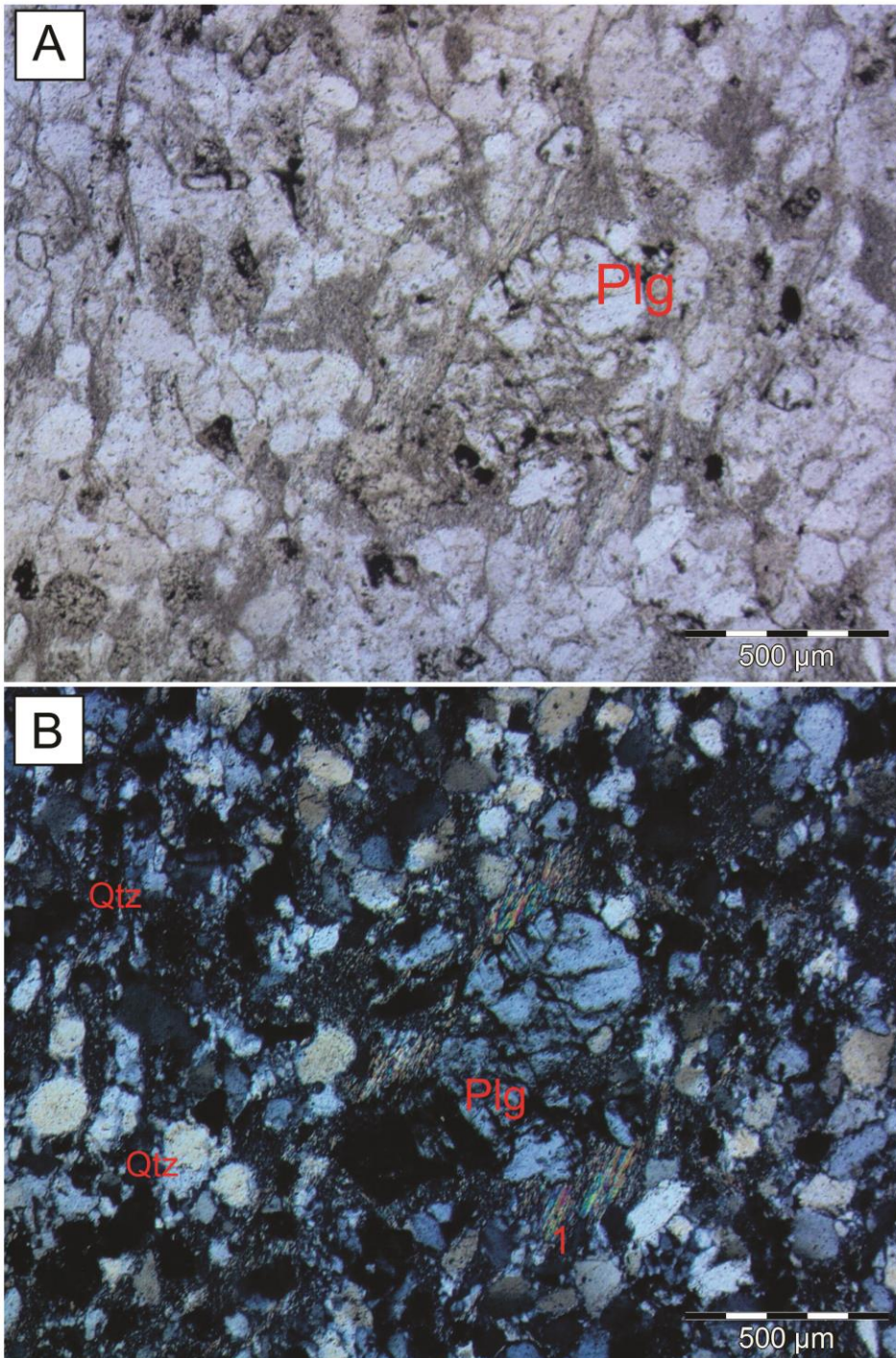
Classificação estimada

Segundo a classificação de Folk (1968), a proporção de matriz, cimento e a composição do arcabouço, nos leva a classificar a rocha como meta-arenito subarcoseano.

Interpretação e Discussão

A maturidade textural e composicional são ambas submaturas, levantam a hipótese de que os sedimentos foram depositados não muito distantes da rocha-mãe, visto que os grãos do arcabouço subarredondados e de moderada seleção. A recristalização da matriz, combinada com a orientação de grãos levemente achatados, muscovitas que contornam os agregados de quartzo e grãos isolados, levam a conclusão de que a amostra passou por metamorfismo de baixo grau.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



A - Fotomicrografia da amostra TF 21 - I - 39 em lâmina a nicóis paralelos, com auxílio de objetiva de 4x;
B - Mesma amostra observada em A com a mesma objetiva a nicóis cruzados. Indicado feldspato em sua forma melhor preservada, a maior parte se encontra sericitizada e são encontrados como indicados em 1. Quartzo indicado está com contatos côncavo-convexo e suturados;

Amostra

TF 21 - I - 53

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 288765 N 8563730

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Arai) -Tufo Ignimbrítico (PP4aa)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza esverdeada, com foliação bem desenvolvida e friável. Com aspecto visual semelhante a uma rocha piroclásticas. É constituída por fragmentos de tamanho médio-grosso, esbranquiçados, achatados e estirados, orientados segundo o plano da foliação, porém, a composição é incerta. Mas possuem aspecto semelhante a litoclástos ou a fragmentos indiscriminados. Esses fragmentos são envolvidos por uma matriz fina de cor verde-acinzentada de difícil identificação composicional.

Descrição Microscópica

A rocha é matriz suportada, formada por uma matriz fina recristalizada, constituída por micrólitos de mica branca (sericita). Envolvidos pela matriz estão cristaloclastos (0,2 -0,6 mm) de quartzo, e raros cristais de plagioclásio, geralmente euédricos ou subédricos, fraturados. Ambos geralmente apresentam golfos de corrosão.

Esta rocha apresenta textura eutaxítica e um alto grau de soldagem, o que torna mais difícil o reconhecimento e individualização de fragmentos de púmice, fiammes e opacos envolvidos pela matriz. É possível identificar fragmentos pretos achatados, semelhantes a fragmentos de vidro vulcânico ou a fiammes (0,5 - 1,2 mm) fortemente soldadas e compactados. Por vezes, há agregados de quartzo-feldspato (0,5 – 1,5 mm) achatados entre as bandas piroclásticas, correspondentes a litoclástos. Há rocha apresenta foliação marcada pelos micrólitos de mica branca. que envolvem os cristaloclástos, além de de formarem pequenas sombras de pressão em torno cristaloclástos, indicando a rotação desses cristais. Na sombras de pressão se encontram agregados de quartzo recristalizado. Também é possível observar finas faixas paralelas ao bandamento, possivelmente constituídas por sericita e argilomineerais, mais óxidos.

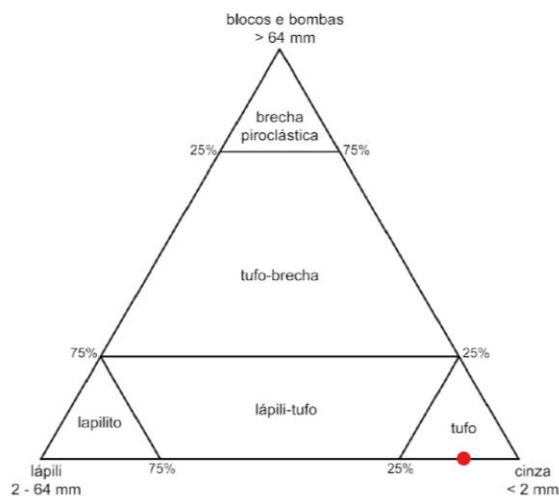
Fotomicrografia



Classificação Estimada

Classificação: Tufo ignimbrítico (Fisher, 1996)

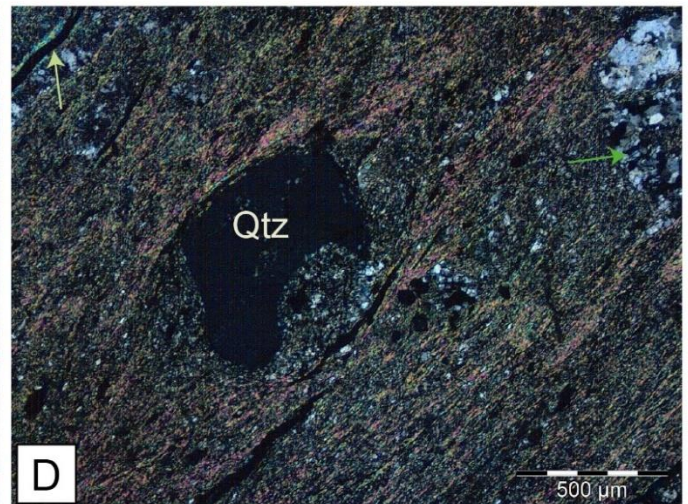
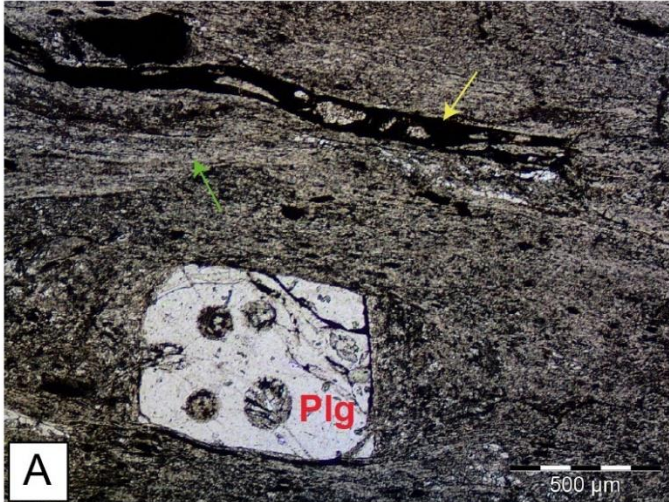
Classificação granulométrica para depósitos piroclásticos primários (modificado de Fisher, 1966 b).



Composição Mineral

Matriz	60%
Cristaloclastos	15%
Fragmentos/vidro/fiammes	20%
Opacos	5%

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



(A): Cristaloclástode plagioclásio subédrico com golfos de corrosão e inclusão de quartzo microcristalino (esferulito), imerso em uma matriz de cinza recristalizada, constituída por um conjunto de micrólitos de mica branca. Há feições semelhantes a fiammes (seta em amarelo). (B) e (C): Litoclásto achatado e estirado (NP e NX). Opacos também se destacam na matriz. (D): Cristaloclásto de quartzo apresentando golfos de corrosão, envolvido pela matriz recristalizada. Litoclásto (seta em verde), e fiammes (seta em amarelo).

Amostra

TF 21 - I - 75

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 291277 N 8568589

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Arai) - Lamito Arenoso (PP4al)

Descrição Macroscópica

Rocha de coloração branca acinzentada, possui arcabouço composto por quartzo, de arranjo clasto-suportado, contendo grãos médios a finos, subangulosos, incolores, moderadamente selecionados, fazendo parte de cerca de 80% da amostra. Os 20 % restantes é composta por matriz, que dá a cor da rocha. Os minerais que a compõem a matriz são muito finos, não sendo possível ver grãos. Caulim é pouco coeso, e destaca a foliação. Minerais de cor preta também se dispõem segundo os planos de foliação.

Descrição Microscópica

Composta majoritariamente por quartzo, seguido por opacos, muscovitas, biotita e clorita. Os grãos de quartzo apresentam relação de contato côncavo-convexo e suturas, tendo seus interstícios preenchidos por micas brancas. Arcabouço forma trama clasto-suportada. Cristais de quartzo são finos a médios, moderadamente selecionados, subeudrais a anedrais, subarredondados, apresentam extinção ondulante. Muscovitas e biotitas são muito finas, de hábitos tabulares e extinção picotada, são os principais componentes da matriz, formando segmentos orientados que refletem a foliação.

O cimento é oriundo da precipitação de quartzo recristalizado. A amostra se encontra muito alterada, podendo ser identificado mica branca, indicando que a rocha possuía feldspatos, mas que foram totalmente sericitizados. São identificadas muscovitas detríticas, que apresentam orientação preferencial. Minerais opacos são anedrais, são abundantes na amostra e preenchem interstícios segundo o plano de foliação.

Fotomicrografia



Classificação estimada

Segundo o diagrama de Folk - "ASA" (1989), e levando em consideração as frações estimadas de matriz e arcabouço, a amostra é classificada como meta-arenito lamoso.

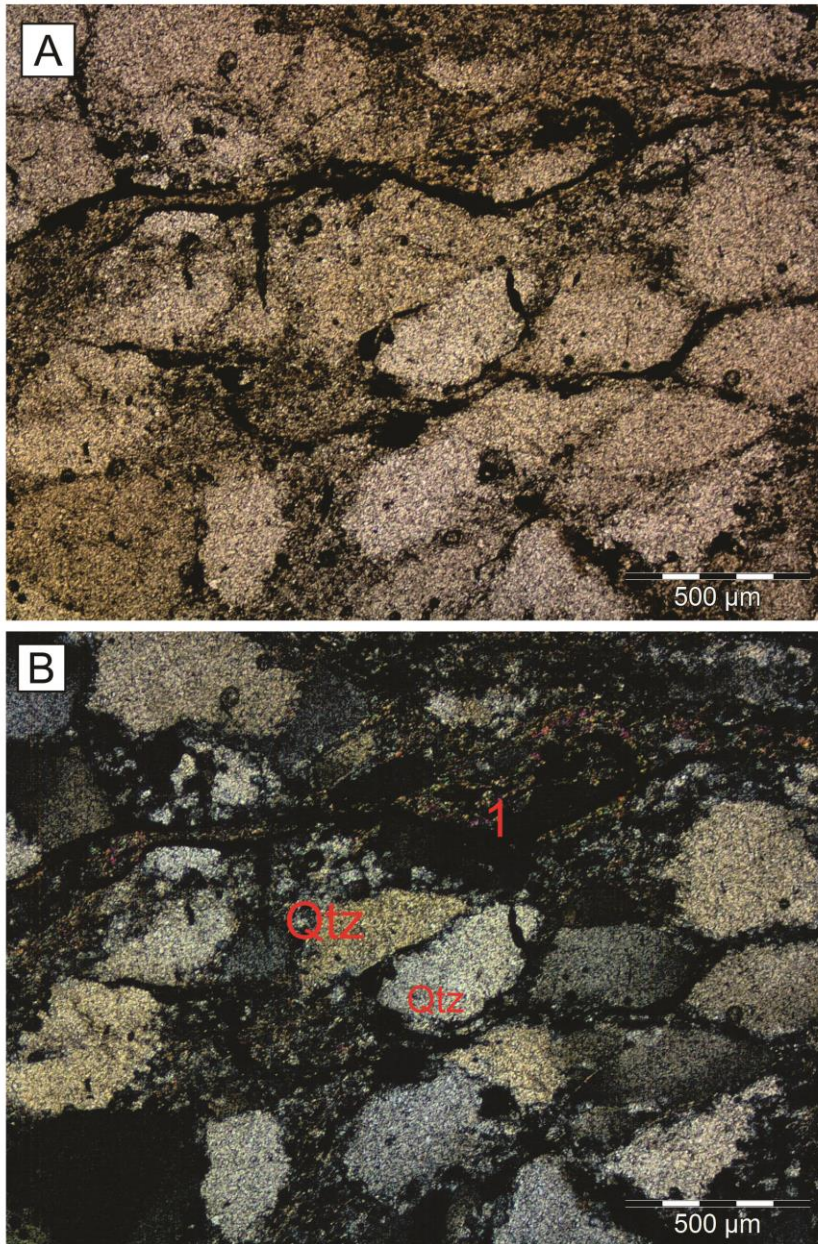
Interpretações e Discussões

Os contatos suturados entre os grãos de quartzo junto com as relações de contato côncavo-convexo, dissolução e recristalização indicam processo de compactação. A maturidade composicional e textural são submaturas. A rocha encontra-se em meio a unidade que indica maior proporção de matriz, o que pode sugerir que a proporção matriz-arcabouço não é homogênea em sua totalidade.

Composição Mineral

Matriz	25 - 30%
Clastos	70 - 65%
Cimento	5- <1%
Minerais acessórios	<1 - 5%

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



A - Lâmina da amostra TF 21-I-75 observada sob auxílio de objetiva de 4x a nicóis paralelos. B- Mesma lâmina observada sob mesma ampliação, destacando em: 1-Cristais recristalizados da matriz e minerais de alteração orientados, compondo o cimento da amostra. É indicado também grãos de quartzo (qtz) deformados e em contato.

Amostra

TF 21 - I - 105

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 288467 N 8563294

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Araí) - Meta Quartzo Arenito Feldspático (PP4aqo)

Descrição Macroscópica

Rocha apresenta cor branca, por vezes alaranjada, coesa, textura clástica e granulometria areia fina até areia grossa. Apresenta laminação horizontal planar, constituída majoritariamente por grãos de quartzo, sendo clasto-suportada.

Descrição Microscópica

A rocha possui textura clástica, clasto-suportada, com pseudomatrix e matriz recristalizadas. O arcabouço é composto por grãos de quartzo, com granulometria desde de areia fina até areia grossa, e notável extinção ondulante. E poucos grãos de feldspato sericitizados. Esta rocha é mal selecionada, com clastos angulosos a subarredondados, em contato côncavo-convexo, por vezes em contato suturado. Localmente, observa-se a presença de cimento de sobrecrecimento e alguns grãos de quartzo policristalino. A matriz está bastante sericitizada e possui cimento subordinado.

Composição Mineral

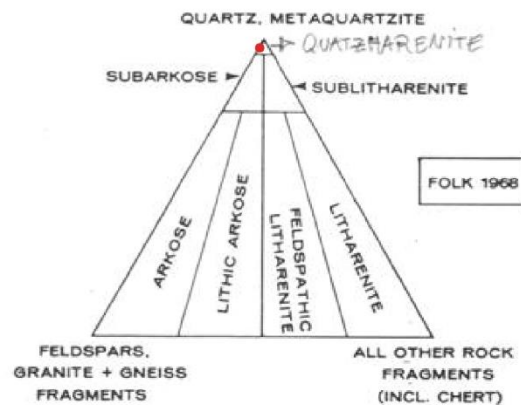
Clastos	85%
Matriz	5%
Pseudomatrix	10%
Cimento	<1%
Mineral	
Quartzo	95%
Plagioclásio	5%

Fotomicrografia

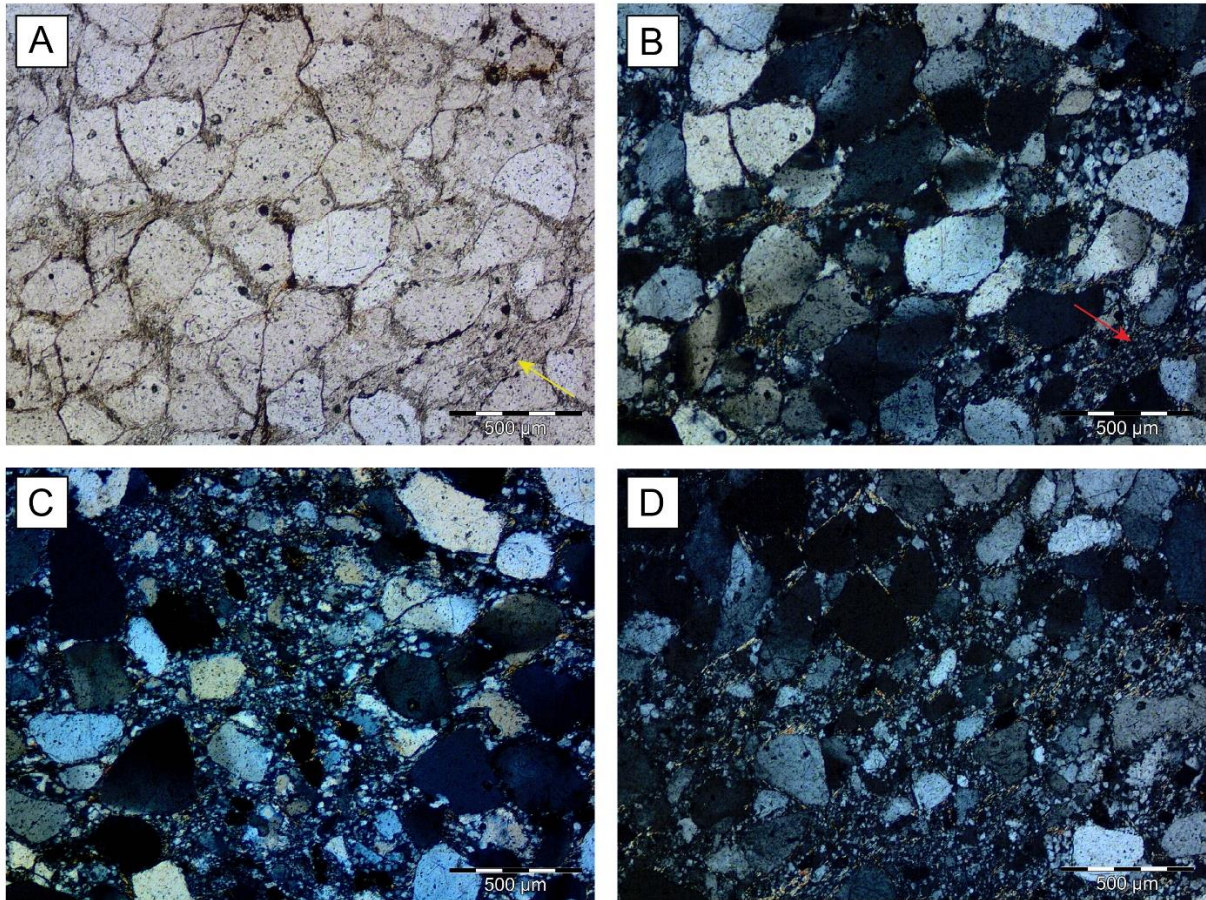


Classificação Estimada

Classificação: Meta Quartzo Arenito Feldspático

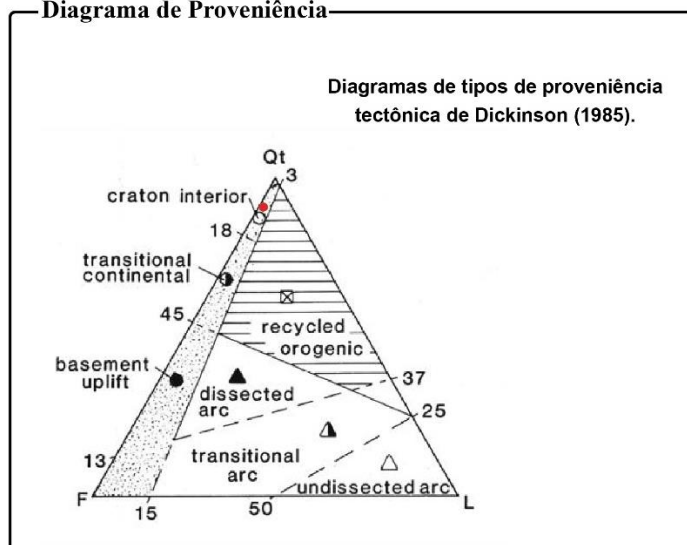


Fotomicrografia N// e NX, 4.0x



(A) Grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos, contatos suturados e pseudo-matriz (seta em amarelo) (NP, objetiva de 4x). Nota-se que os grãos de quartzo estão levemente estirados, chegando a apresentar bordas “serrilhadas”. (B) Micrografia anterior a nicóis cruzados, mostrando a fração de pseudo-matriz (setas em vermelho), pouco cimento microcristalino silicoso e grãos de quartzo policristalinos. (C) Destaque para a bimodalidade de tamanho dos grãos e quartzo. (D) Bimodalidade de grãos, matriz e pseudo-matriz.

Diagrama de Proveniência



Amostra

TF 21 - I - 112

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 293047 N 8567480

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Araí) - Meta Conglomerados (PP4acg)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza-clara, apresenta grãos muito mal selecionados, em que a granulação varia de seixo até argila. Composta por grãos de quartzo incolores, subarredondados. Possui feldspatos brancos grossos e muscovitas lamelares brancas finas. Seixos são compostos por quartzo. A foliação se destaca pela orientação das muscovitas, que contornam os grãos de quartzo e feldspato. Amostra se encontra alterada, apresentando caulim pouco coeso.

Descrição Microscópica

Arcabouço clasto-suportado contém grãos muito mal selecionados, em que a granulação varia de grossa a muito fina, indica recristalização em aglomerados quartzo-feldspáticos e matriz. Amostra composta em sua maioria por quartzo, de granulometria grossa a fina, exibindo extinção ondulante, em que domínios de aglomerados desse mineral mostram contatos suturados entre grãos. Feldspatos são grossos, anedrais a subedrais, ocorrem como aglomerados em conjunto com quartzo, também como cristais isolados contornados por micas. Possui litoclastos em fase inicial de segregação, assim como nos agregados, nota-se a presença de minerais da matriz entre os grãos que compõem esses domínios. A matriz restante são segregações, representada pelos cristais de muscovita, biotita e clorita, esta última ocorrendo como mineral secundário. Feldspatos estão bastantes alterados (sericitizados). Opacos estão em baixa proporção (aprox. 1%) e possuem formatos anedrais.

Composição Mineral

Matriz	5 - 10%
Clastos	70 - 60%
Cimento	25 - 30%
Opacos	<1%

Fotomicrografia



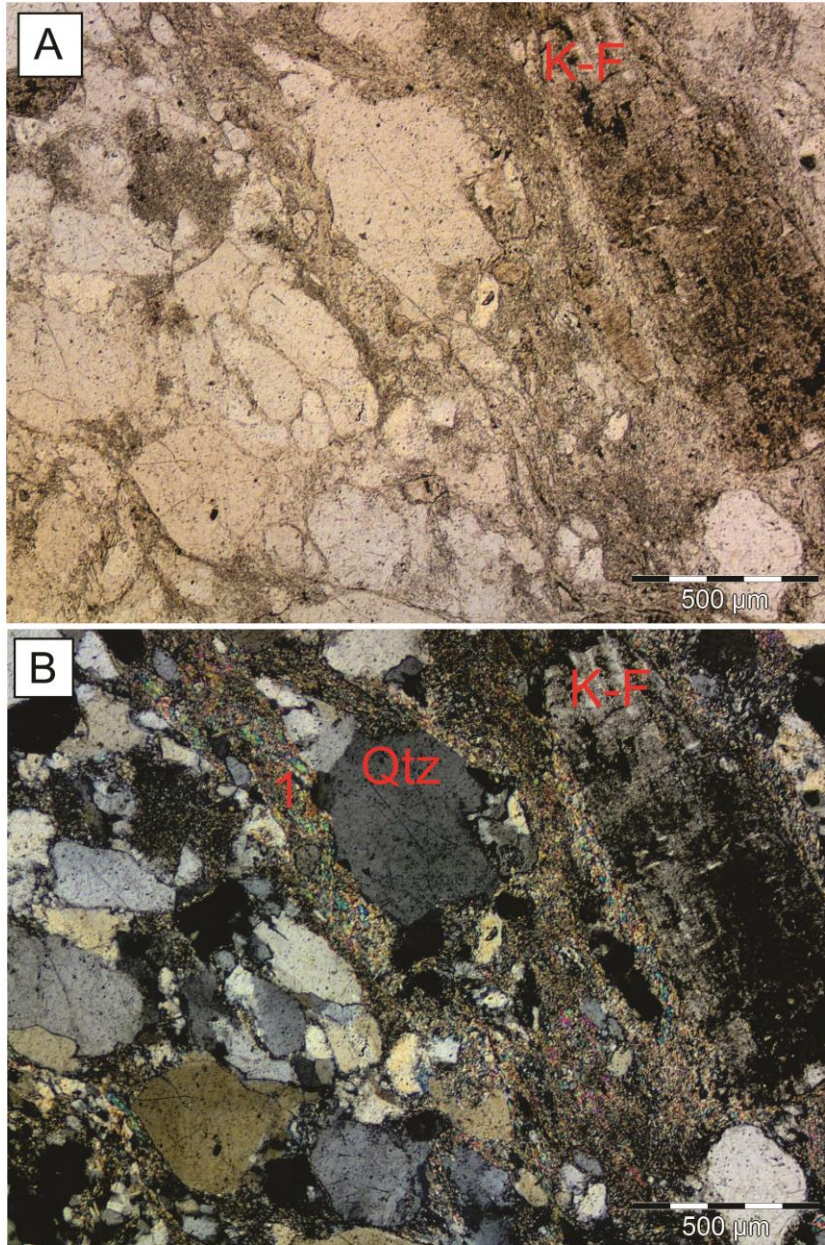
Classificação Estimada

Para a classificação dessa amostra foi utilizado como referência a classificação de conglomerados modificado de Pettijohn (1975). Levando em consideração aspectos composicionais e texturais das amostras meso e microscópicas, a rocha é classificada como meta-conglomerado oligomítico

Interpretação e Discussão

A variação granulométrica e composicional indica que o regime de transporte dos sedimentos foi de elevada energia. A secção observada e lâmina se trata da fração que compõe a matriz da rocha, visto que na amostra mesoscópica são possíveis notar seixos muito maiores do que os observados na amostra micro.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



A- Amostra I-112 observada com auxílio de objetiva de aumento 4x a nicóis paralelos. Aspecto “sujo” no grande grão de microclínio (K-F) na parte superior a direita, ocorre por alteração do mineral para mica branca. B- Amostra observada a nicóis cruzadas destacando: Grão de microclínio (K-F) com sua geminação tartan pouco notável devido ao nível de alteração do mineral; Grãos de quartzo (Qtz) em contato suturado, contornados por cristais de muscovida, gerando o formato de sombras de pressão; 1- Domínio micas recristalizadas da matriz e por alteração dos feldspatos.

Amostra

TF 21 - I - 118

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 293989 N 8566939

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Araí) - Meta Quartzo Arenito com Intraclastos (PP4aqi)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza com tons de rosa, de textura maciça e aspecto irregular. Formada por grãos de tamanho areia fina até granulo (<3mm), em que os grãos maiores estão envolvidos por uma matriz fina. Estes grãos são com-postos predominantemente por quartzo, mas há fragmentos centimétricos de material argiloso semelhantes a intraclastos. Macroscopicamente, não é possível identificar diferenças composicionais ou texturas entre os domínios de cor cinza e os domínios irregulares de cor rosada.

Descrição Microscópica

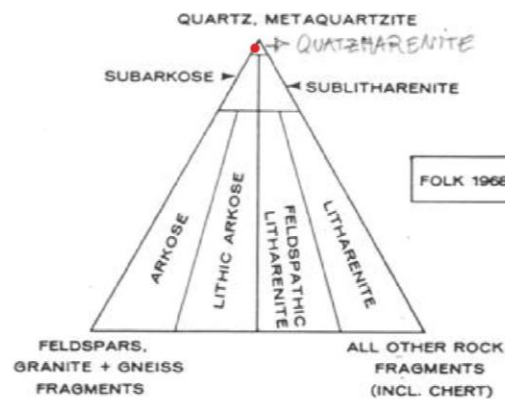
A rocha apresenta uma textura clástica, clasto-suportada, constituída de grãos tamanho areia média – grossa. O restante da rocha é constituído por matriz e pseudomatriz sericitizadas, cimento e intraclastos lamosos (1,5 – 3 mm) em contatos côncavo-convexos com o arcabouço. Os grãos de quartzo são mal selecionados, angulosos a subarredondados e predominantemente de baixa esfericidade, mas grãos de maior esfericidade também ocorrem de forma restrita. Há contatos côncavo-convexos e contatos suturados, além de extinção ondulante característica. Grãos policristalinos também são observados. Raramente, são encontrados grãos de feldspato que se encontram sericitizados (<1%). A matriz e pseudo-matriz são dominantes nesta rocha, mas também há cimento de sobrecrescimento. Ainda, observam-se óxidos localizados nos espaços intergranulares e poucos opacos.

Fotomacrografia



Classificação Estimada

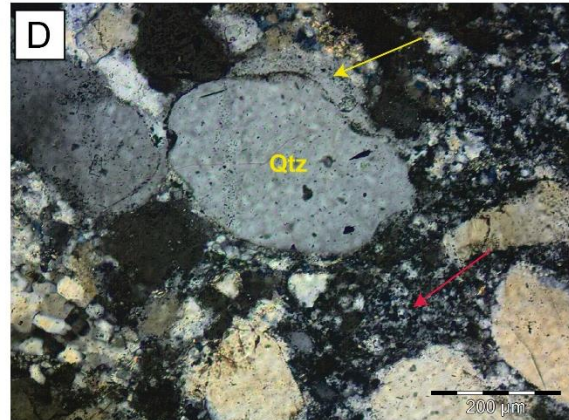
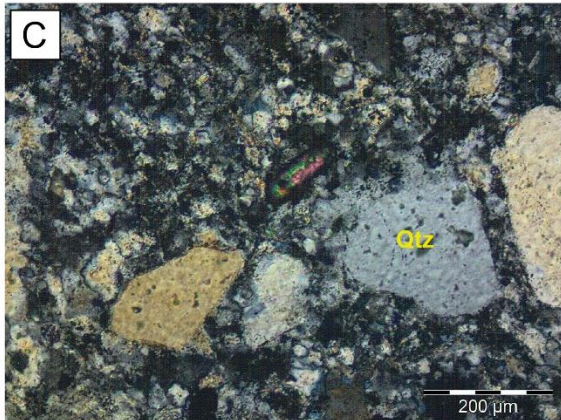
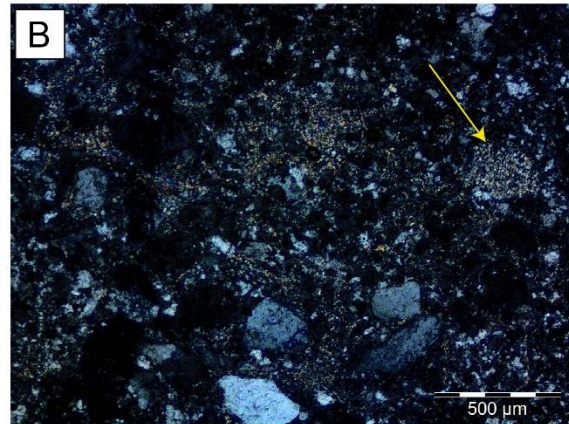
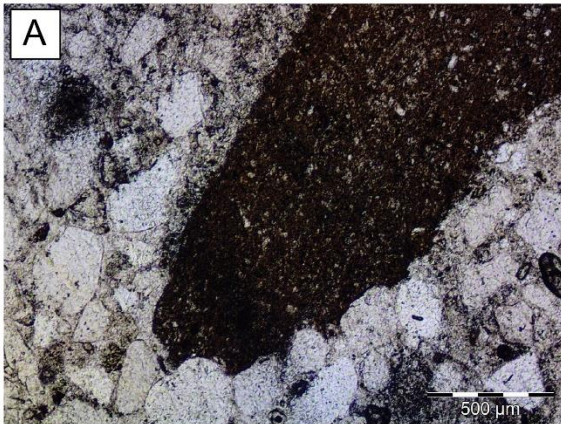
Classificação: Meta Quartzo Arenito com Intraclastos



Composição Mineral

Clastos	80%
Cimento	3%
Matriz	10 %
Pseudomatriz	5 %
Intraclastos	1%
Opacos	<1%
Mineral	%
Quartzo	95%
Plagioclásio	5%

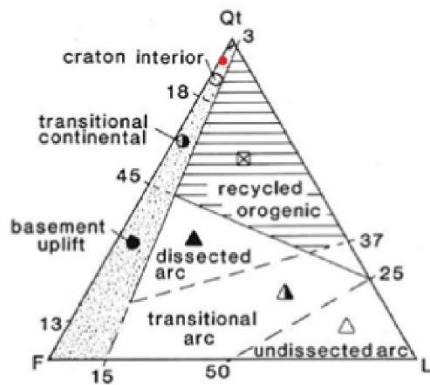
Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



(A) Grãos de quartzo em contato côncavo-convexo, às vezes, suturados. E o contato suturado os grãos de quartzo e um intraclasto lamoso (NP; Objetiva de 4x). B) Micrografia mostrando a menor proporção de matriz-pseudomatrix, seta em amarelo (NX; Objetiva de 4x). (C) cimento quartzoso (seta em vermelho) e sua relação com os grãos de quartzo, além de raros grãos detríticos de zircão. (D) Foto mostrando o cimento quartzoso (seta em vermelho) e o cimento de sobrecrecimento que na borda de alguns os grãos de quartzo.

Diagrama de Proveniência

Diagramas de tipos de proveniência tectônica de Dickinson (1985)



Amostra

TF 21 - I - 127

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 293344 N 8565254

Unidade Litológica

Aurumina 1 (Suite Aurumina) - Biotita-muscovita Monzogranito (PP4yau1)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor cinza-clara, de granulação média a grossa, de composição quartzo-feldspática, exibindo foliação destacada por minerais micáceos, que contornam os minerais quartzo-feldspáticos, desenhando textura milonítica. Cristais de quartzo são incolores, granulares, de granulação média. Feldspatos são anédricos a subédricos, médios a grossos, de brilho subvitreo. Muscovitas possuem granulação fina a média, cor branca, brilho nacarado e hábito lamelar. Feldspatos por vezes apresentam superfícies de cor verde-clara e de baixa dureza, sinalizando alteração.

Descrição Microscópica

Apresenta textura grano-lepidoblástica, ressaltada por agregados granoblásticos de composição quartzo-feldspática, contornados pelo domínio lepidoblástico, composto por micas. Quartzo e muscovitas apresentam extinção ondulante. Feldspatos estão bastante sericitizados, demonstram microfraturas, e inclusões de quartzo são encontrados eventualmente em plagioclásio. Muscovitas finas a médias por vezes formam aglomerados. O teor de anortita da amostra em sua maioria está abaixo de 10%, ou seja, no campo de composição da Albita, mas ocorrem plagioclásios com teores um pouco maiores de Anortita, entrando na faixa do Oligoclásio.

Minerais acessórios estão restritos a menos de 1% da composição modal, sendo representados por apatitas eudrais, minerais opacos e cloritas, estas que surgem por alteração de micas primárias.

Fotomacrografia



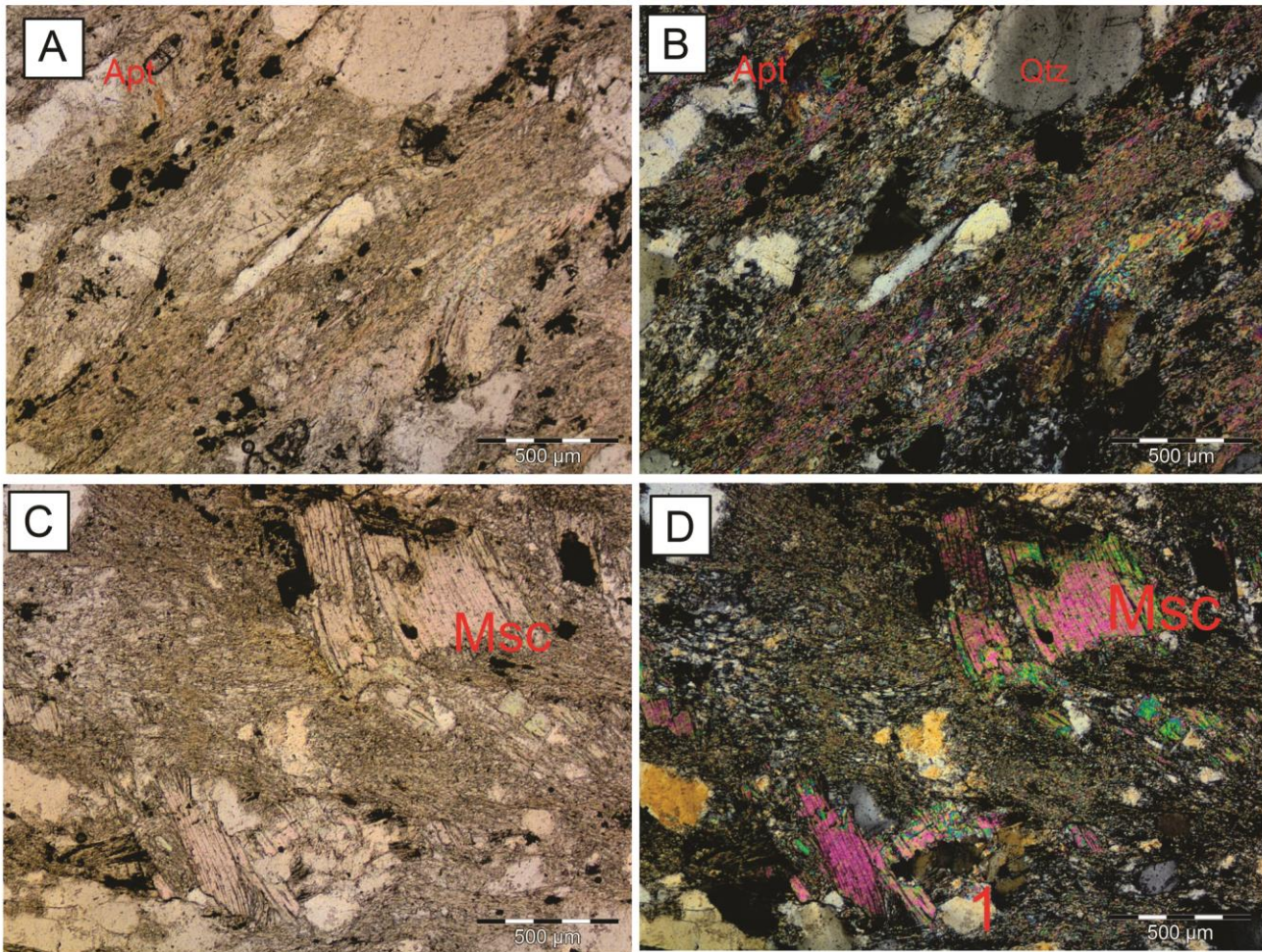
Classificação estimada

Tendo como referência a classificação de Streckeisen (1976) para rochas ígneas, e estimando a composição modal de quartzo, plagioclásio e KF da amostra, a rocha é nomeada como biotita-muscovita monzogranito

Composição Mineral

Quartzo	40-45%
Plagioclásio	25-20 %
Microclínio	20-25%
Muscovita	15-10%

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x e 10x



A- Fotomicroscopia sob auxílio da objetiva de aumento de 4x, com nicóis paralelos, indicando patita (apt) subeudral. B-Mesma secção de A, porém à nicóis cruzados, destacando novamente a apatita e quartzo (Qtz). C-Secção a nicóis paralelos de outra região da lâmina, com muscovitas de granulação média. D- Seção de C à nicóis cruzados, destacando muscovitas (msc), e em 1 – aglomerado composto por quartzo e muscovitas

Amostra

TF 21 - I - 143

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 288549 N 8565276

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Arai) - Tufo ignimbrítico (PP4aqa)

Descrição Macroscópica

Rocha de cor branca acinzentada, com feições de alteração, pouco friável, não magnética e com foliação bem desenvolvida. Composta, em sua maior parte, por cinza e fragmentos de lapilli envolvidos pela fração mais fina. Apresenta fragmentos esbranquiçados e pretos achatados e estirados (textura eutaxítica) segundo uma direção preferencial, semelhantes a litoclásticos ou fragmentos de púmices.

Descrição Microscópica

A rocha é matriz suportada, formada por uma fina matriz de cinza vulcânica bastante alterada para filossilicatos (sericitização), já apresentando alguns micrólitos de mica branca. Envolvidos pela matriz estão cristaloclastos de quartzo, geralmente com golfos de corrosão. Além disso, observa-se uma orientação preferencial. Esta rocha apresenta textura eutaxítica e um alto grau de soldagem, o que torna mais difícil o reconhecimento e individualização de fragmentos de púmice, fiammes e opacos envolvidos pela matriz.

É possível identificar fragmentos pretos achatados, semelhantes a fragmentos de vidro vulcânico ou a fiammes (0,5 - 1,2 mm) fortemente soldadas e compactados, que caracterizam uma textura eutaxítica. Além disso, são observados cristaloclastos (0,2 - 0,6 mm), geralmente euédricos ou euédricos quebrados, constituídos predominantemente por quartzo, mas raramente há plagioclásio subordinado. Muitos desses cristais apresentam golfos de corrosão e alguns se apresentam arredondados. Por vezes, há agregados de quartzo-feldspato (0,5 - 1,5 mm) achatados entre as bandas piroclásticas, os quais são semelhantes a fragmentos de vidro devitrificados ou a fragmentos reliquiais de púmice devitrificados.

Também se observam camadas com mudanças de espessura, descontínuas, semelhantes às estruturas de fluxo primária, correspondendo ao bandamento piroclástico (estrutura reomórfica). Entretanto, também se nota a presença de pequenas sombras de pressão em cristaloclastos, em que, há pequenos agregados de quartzo recristalizado (pode indicar rotação de alguns cristais). Também é possível observar finas faixas paralelas ao bandamento, possivelmente constituídas por sericita, argilominerais e mais óxidos.

Composição Mineral

Matriz	60%
Cristaloclastos	15%
Fragmentos/vidro/fiammes	20%
Opacos	5%

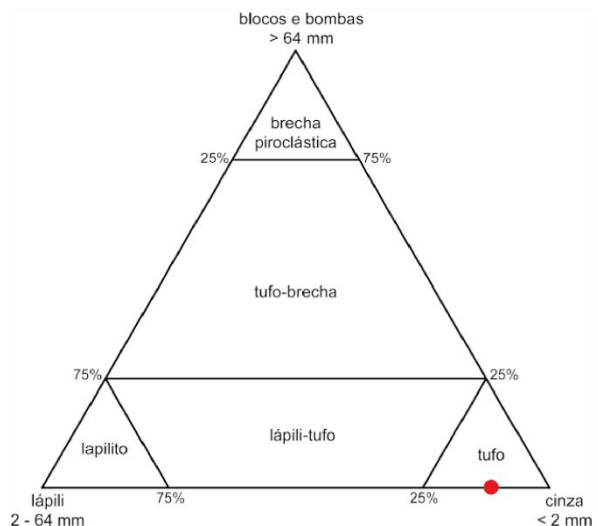
Fotomicrografia



Classificação

Classificação: Tufo ignimbrítico (Fisher, 1996)

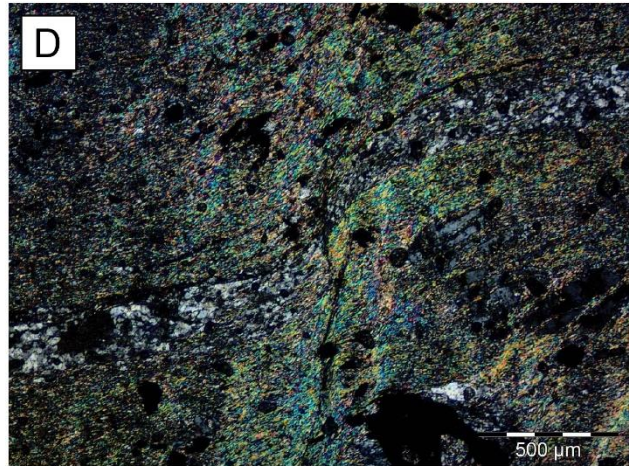
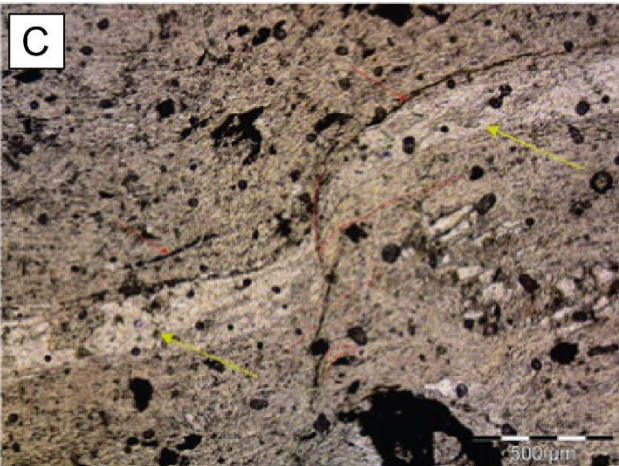
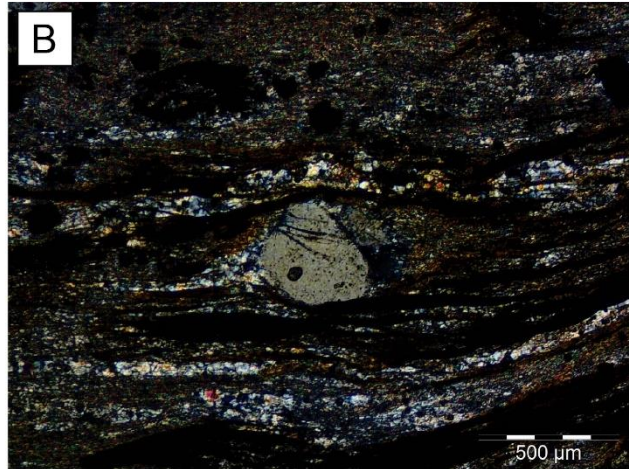
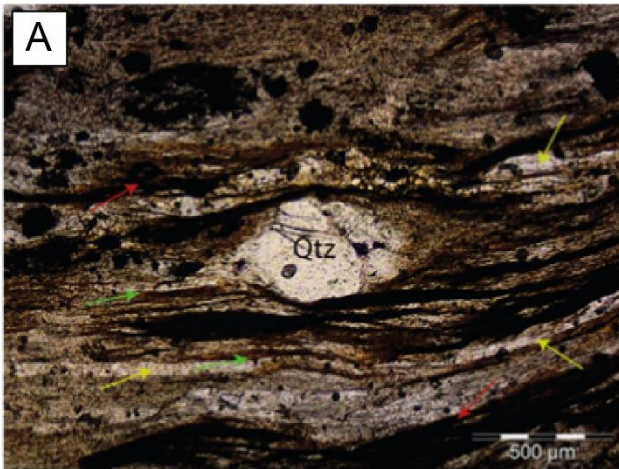
Classificação granulométrica para depósitos piroclásticos primários (modificado de Fisher, 1966 b).



Interpretação e Discussão

A amostra possui características semelhantes a uma rocha piroclástica, com dominância da matriz fina em relação aos cristaloclastos e fiammes. A reabsorção do quartzo (golfos de corrosão) faz com que alguns deles se tornem mais arredondados, evidenciando a relação entre a matriz e os cristaloclastos. Em relação à orientação preferencial, a estrutura de fluxo primária (bandas piroclásticas) aparenta estar preservada nesta rocha, entretanto, a presença de sombras de pressão em cristaloclastos rotacionados e de micro partições por deformação dútil sugere influência tectônica.

Fotomicrografia N// e NX, 4.0x



(A) e (B): Principais feições observadas neste tufo ignimbrítico soldado. Setas amarelas apontam para feições de cor preta achatadas, semelhantes a fragmentos de composição quartzo–feldspática. Setas vermelhas apontam para feições fortemente achatadas semelhantes a fiammes que caracterizam a textura eutaxítica. Os fiammes alterados para filossilicatos possuem extremidades em forma de chama (flame-like ends) e são deformados em torno do cristaloclástos de quartzo. (C) e (D) Setas amarelas apontam para feição semelhante a um fiamme. Nesse exemplo, o fragmento está fortemente estirado, rompendo-se no meio, envolvido pela matriz recristalizada, constituída por micrólitos de mica branca (sericita), marcando foliação (setas tracejadas em rosa) que é interrompido por outra direção preferencial (setas tracejadas em branco).

Amostra

TF 21 - I - 151 A / B

Localização - coordenadas UTM

Arraias/TO - SIRGAS 2000 23S E 289000 N 8567466

Unidade Litológica

Fm. Arraias (Gr. Arai) - Lamito arenoso (PP4al)

Descrição Macroscópica

A rocha possui acinzentada, com tons de rosa e roxo, granulometria areia fina a média e com foliação bem desenvolvida. Há domínios achatadas e estirados de material argiloso de cor branca dispersos por toda a rocha. Não magnética e possui foliação bem desenvolvida. É constituída majoritariamente por quartzo, mas também há minerais pequenos opacos dispersos por toda a rocha.

Descrição Microscópica

A rocha apresenta textura clástica, matriz suportada, em que o arcabouço é composto por grãos de quartzo de tamanho areia fina a média. Os grãos de quartzo se apresentam de forma heterogênea, alguns estão envolvidos pela matriz sem contato direto com outros grãos, enquanto que também são observados contatos suturados e côncavo-convexos. Observa-se que alguns grãos estão amalgamados, orientados em uma direção preferencial e apresentam extinção ondulante. É moderadamente selecionada, com grãos subangulosos a angulosos, e esfericidade variável. Pontualmente, é possível encontrar grãos de plagioclásio reliquias, sofrendo com o processo de sericitização. A matriz está recristalizada, bastante sericitizada, de forma que a foliação é marcada pelo conjunto de lamelas de micas brancas. Nota-se também a presença de cimento constituído por quartzo. Como acessórios, são identificados grãos detríticos de zircão, além de opacos.

Composição Mineral

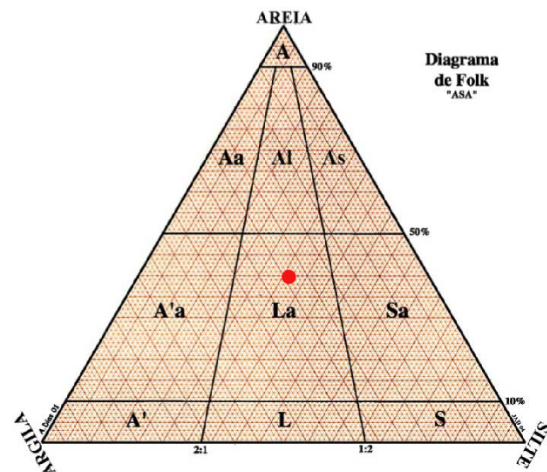
Matriz	55%
Clastos	40%
Cimento	2%
Opacos	3%
Mineral	%
Quartzo	92%
Plagioclásio	8%

Fotomacrografia

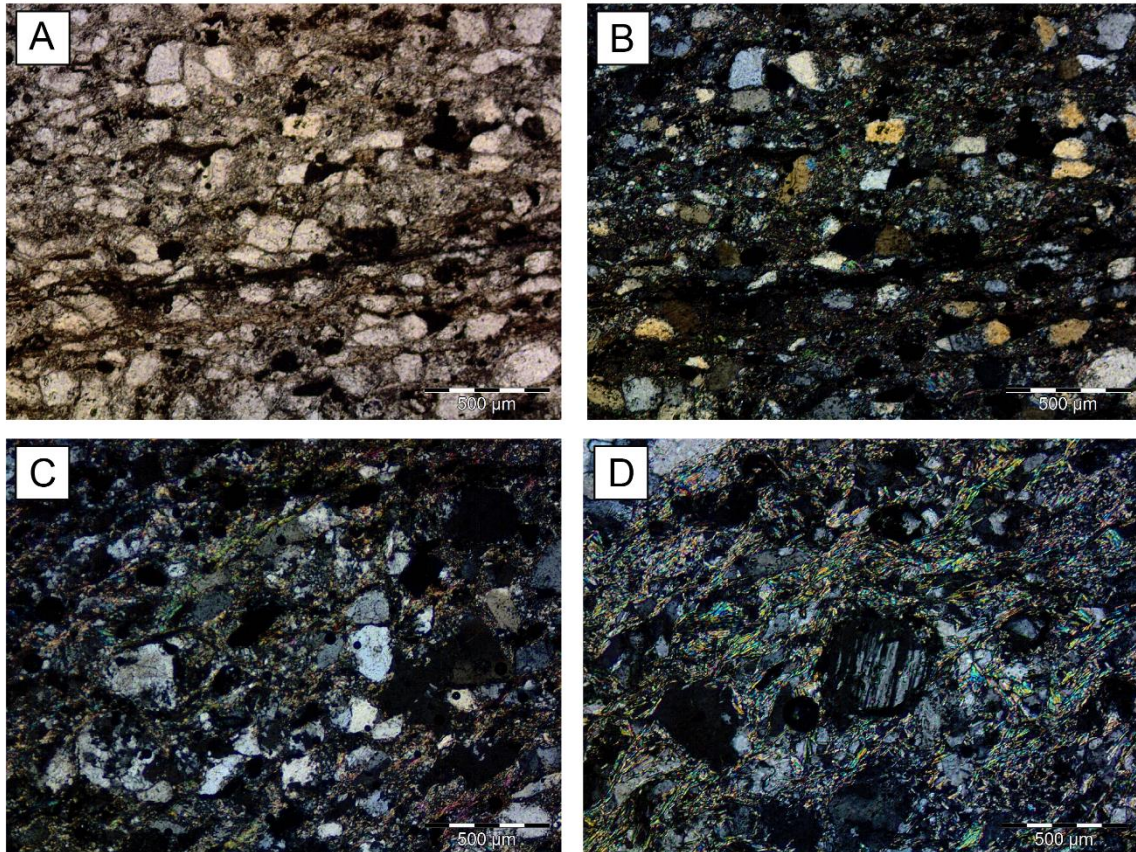


Classificação Estimada

Classificação: Lamito arenoso (La)



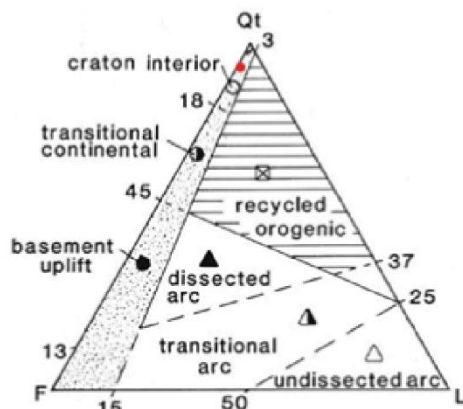
Fotomicrografia N// e NX, 4.0x



(A) e (B): grãos de quartzo em contatos côncavo-convexos e suturados, envolvidos por uma matriz lamosa recristalizada, constituída por finas lamelas de mica branca (sericita). Há grãos levemente achatados e orientados (formato “amendoado”), com a presença de minerais opacos. (C): Matriz recristalizada envolvendo os grãos de quartzo do arcabouço. (D): Cristal reliquiar de plagioclásio, sofrendo com o processo de sericitização.

Diagrama de Proveniência

Diagramas de tipos de proveniência tectônica de Dickinson (1985)





**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Anexo B

Tabela de Pontos

PROJETO CAMPOS BELOS – GO

SUBÁREA I

Ariel de Almeida Horst Gamba

Lucas da Silva Dias

Brasília, abril de 2022

Ponto	Coordenada N	Coordenada E	Elevação (m)	Unidade	Subunidade	Litologia	Estruturas
I-1	8564868	293901	649	Suíte Aurumina	AU1	Tonalito Leucocrático	Foliação: 253/34
I-2	8564630	294091	638	Suíte Aurumina	AU1	Tonalito Leucocrático	Foliação 265/subvertical
I-3	8564098	294091	633	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliações: 222/59, 194/49; Foliação S: 223/63, 190/55; Foliação C 056/63; Lineação 075/60
I-4	8563678	294334		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 232/56, 230/52
I-5	8563869	293925	659	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 220/80, 210/75
I-6	8564162	293677	674	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-7	8564639	293023	689	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação: 180/60
I-8	8564241	293300	655	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-9	8563853	293295		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-10	8563610	293264	641	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 210/subvertical

I-11	8563548	293132		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-12	8563237	292520		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-13	8563288	292670	656	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 240/85
I-14	8563052	293018	619	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-15	8562754	293331	613	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-16	8562656	293351	604	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 233/55, 240/60
I-17	8562375	293468	595	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 185/62; Fratura 170/84
I-18	8557998	290467	559	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-19	8558478	290116		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-20	8558426	289970	554	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-21	8559160	289863	569	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-22	8559830	289670	509	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	

I-23	8559830	289837	583	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-24	8559750	289842	581	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 145/80
I-25	8559527	290096	573	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 160/74
I-26	8559348	290283	568	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 165/72
I-27	8558995	290761	561	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 250/80, 232/60
I-28	8559020	290942		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-29	8558854	291082		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-30	8558707	291380	567	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-31	8558691	291653	570	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 190/52, 080/56, 084/85
I-32	8558566	291748	564	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-33	8558366	291963	562	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-34	8558178	292246	551	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	

I-35	8558189	292332		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 192/85
I-36	8558118	292659		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-37	8559137	293448		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-38	8560032	294161		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-39	8568152	292876	728	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	Fratura (plano) 050/58; Plano Horizontal 005/73; Plano de fratura 082/54; Plano de fratura 320/88;
I-40	8568293	293287	715	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	
I-41	8568631	293534	679	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	
I-42	8568304	293317	684	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-43	8568630	293713	693	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-44	8568479	293478	689	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	
I-45	8568406	293440	710	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	

I-46	8568414	293369	730	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	
I-47	8568039	292791	746	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	
I-48	8567902	292684	757	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-49	8567839	292637	767	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	Faturas 330/85, 315/77, 320/80
I-50	8567591	292756	764	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-51	8567437	292693		Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-52	8567405	292479		Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-53	8563730	288765	793	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-54	8563490	289213	781	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-55	8563529	289439	776	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-56	8563712	289546	777	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Faturas: EW/Subvertical, N40W/Subvertical, 278/54
I-57	8564408	289878	734	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	

I-58	8565384	290021	685	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-59	8565582	290198	732	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-60	8566098	290080	668	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-61	8566438	289991	652	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-62	8566593	289943	664	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-63	8567165	289906	657	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-64	8567227	289914	663	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-65	8567308	289936	663	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-66	8567507	289788	676	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-67	8567819	289830	673	Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-68	8568136	289720		Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-vulcanoclástica ácida
I-69	8568282	289993		Grupo Araí	Formação Arraías	Meta-lamito arenoso

I-70	8568087	291402	731	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-71	8569032	291103	872	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	Foliação: 260/60, 250/62, 220/72, 270/33
I-72	8569153	291308	841	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-basalto	
I-73	8569013	291338	836	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-basalto	
I-74	8568843	291306	789	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-basalto	Foliação: 235/subvertical
I-75	8568589	291277	758	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	Foliações: 255/60, 258/75, 242/60, 275/29. Lineação 180/45
I-76	8568526	291234	766	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-conglomerado	Foliação: 245/70
I-77	8568392	291206	740	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliação 230/70
I-78	8568087	290870	722	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliação: 260/88
I-79	8568500	290354	734	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliação: 255/53
I-80	8568815	290103	723	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliação:240/53

I-81	8569262	290996	825	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-conglomerado	
I-82	8569243	290877	794	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-conglomerado	Foliação: 150/45, 160/43
I-83	8569225	290753		Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-conglomerado	
I-84	8569190	290643		Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-conglomerado	
I-85	8569079	290516	767	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	
I-86	8568622	290060	718	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	Veio: 170/38
I-87	8567801	291887	765	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-basalto	
I-88	8566707	292398	726	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	Foliação: 252/83
I-89	8566484	292630	715	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	Foliações: 253/68, 255/72
I-90	8567074	291473	715	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	Foliação: 255/77
I-91	8566834	291176	764	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	
I-92	8566770	291080	809	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-quartzito arenoso	Foliação: 256/86

I-93	8567234	291650	725	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-94	8567206	291759	740	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	Foliação: 234/80
I-95	8567184	292031	753	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-96	8567304	292075	735	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-basalto	Foliações: 320/40, 315/37
I-97	8567362	292386	774	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-98	8567133	292251	757	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	Foliação: 243/64
I-99	8567088	292288	755	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	Estratificação: 029/20. Foliações: 232/71, 232/72
I-100	8566538	292787	732	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Foliação: 240/72, 236/60
I-101	8566137	292859		Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	
I-102	8567902	291200	682	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Foliação: 248/76
I-103	8567265	291517	722	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Foliação: 134/50
I-104	8563517	288682	800	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzito arenito	Estratificação 003/20. Foliação 334/35

I-105	8563294	288467	811	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito	Foliações: 257/65, 295/16. Estratificações: 055/36, 050/35
I-106	8563338	288220	809	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito	Estratificação: 252/22
I-107	8562687	288683	873	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-108	8562472	288941	867	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-109	8562564	289119	843	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-110	8563847	289838	745	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação 278/60
I-111	8563693	290097	723	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito	
I-112	8567480	293047	803	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Estratificação: 248/30. Foliação: 242/76. Foliação S: 090/80, Foliação C: 054/89
I-113	8567327	293242	870	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Foliações: 242/73, 249/subvertical.
I-114	8567233	293529	885	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-Conglomerado	Estratificação:238/45

I-115	8567219	293775	893	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	
I-116	8567132	293924	926	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	
I-117	8567045	293910	909	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	Estratificação: 263/40, 253/46
I-118	8566939	293989	875	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	Estratificação: 239/46
I-119	8566804	293909	864	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	
I-120	8566733	293919	812	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-quartzo arenito com intraclastos	
I-121	8566651	293986	769	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-122	8566499	294109	760	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-123	8566486	294129	746	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 260/50
I-124	8566380	294124	737	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliações 240/45, 248/66, 243/subvertical, 243/64, 246/70
I-125	8565904	293996	666	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	

I-126	8565462	293882	657	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-127	8565254	293344	669	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 200/65
I-128	8565224	293184	715	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação 205/69
I-129	8565159	293142	786	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-arenito subarcoseano	
I-130	8565086	293373		Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-131	8567511	288735	659	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliações 234/45, 250/46, 256/57.
I-132	8567804	288697	650	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliação:258/60
I-133	8568124	288809	660	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-134	8568200	288839	654	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliações: 247/55, 250/60
I-135	8568222	288953	679	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-136	8568341	288686	668	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliações: 236/75. Estratificações:200/33
I-137	8568699	288568	679	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliações:252/65, 253/69

I-138	8568851	288703	700	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-quartzo arenito	Foliações: 210/45, 252/64
I-139	8569111	288794	700	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-lamito arenoso	
I-140	8564185	288305	744	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliações: 292/20, 292/30
I-141	8564509	288165	755	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-vulcanoclástica ácida	
I-142	8565400	288460	702	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação:254/49
I-143	8565276	288549	703	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliações: 250/30, 260/68
I-144	8563481	292731	664	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	
I-145	8563551	292728	659	Suíte Aurumina	AU1	Biotita-muscovita monzogranito	Foliação:180/78
I-146	8559140	293451	586	Suíte Aurumina	AU2	Biotita-muscovita monzogranito	
I-147	8567696	292385	825	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-arenito subarcoseano	
I-148	8567442	292509	780	Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-arenito subarcoseano	Foliações: 243/38, 251/60
I-149	8567405	292479		Grupo Araí	Formação Arraiais	Meta-arenito subarcoseano	

I-150	8567435	288881	632	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-151	8567466	289000	638	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	Foliações: 248/51, 243/54
I-152	8567488	289377	668	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-lamito arenoso	
I-153	290077	8564134	718	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliações: 262/58, 256/58, 255/64
I-154	290362	8564132	697	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliações: 233/30, 231/40, 280/40
I-155	290420	8564085	717	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Estratificação: 244/32
I-156	290317	8564004	720	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação:250/40
I-157	290635	8563656	758	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação:253/52
I-158	291069	8563284	810	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação:246/43
I-159	291264	8563136	831	Grupo Araí	Formação Arraias	Meta-vulcanoclástica ácida	Foliação:249/71



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

Anexo C

Cartografia

PROJETO CAMPOS BELOS – GO

SUBÁREA I

Ariel de Almeida Horst Gamba

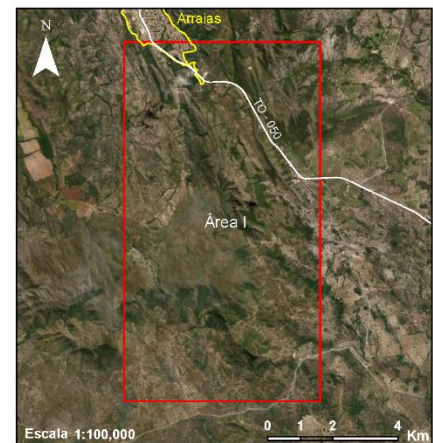
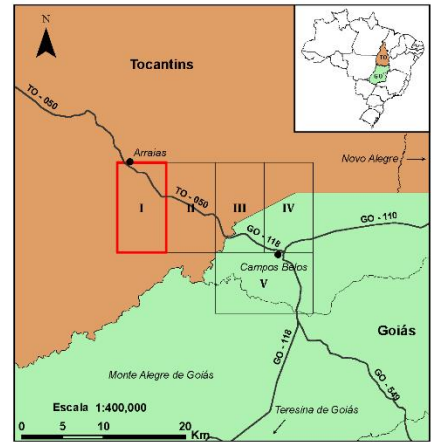
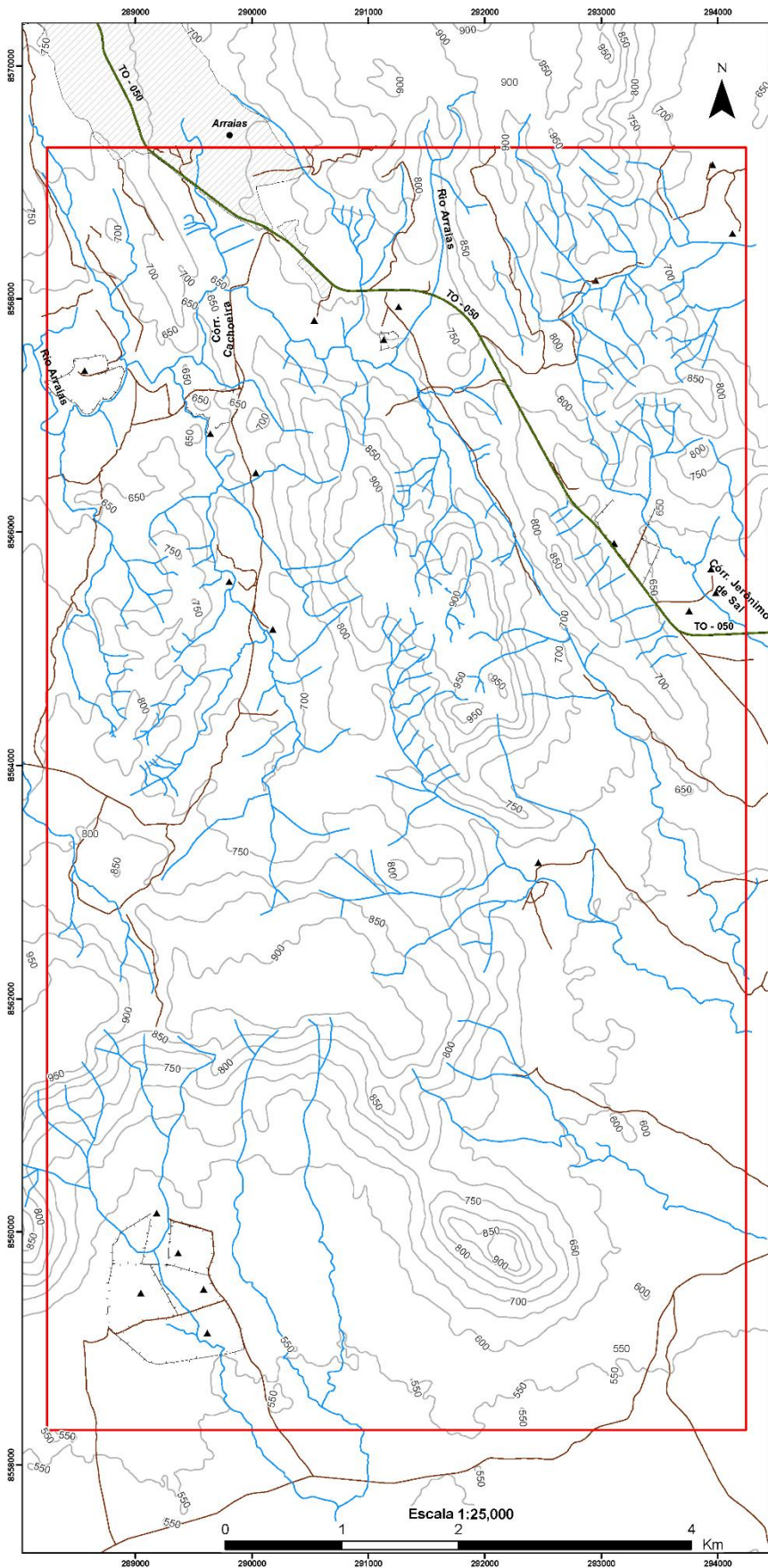
Lucas da Silva Dias

Brasília, abril de 2022

Sumário - Anexo C

Mapa Base Subárea I	2
Mapa Base Integrado	3
Mapa de Pontos Subárea I	4
Mapa Geológico Subárea I	5
Mapa Geológico Integrado	6
Mapa de Domínios Estruturais Integrado	7
Mapa de Domínios Estruturais Subárea I	8
Mapa de Estrutural Integrado	9

Mapa Base - Área I - TF 2021



Legenda

- Área I
- Cidade de Arraias
- Curvas de Nível
- Drenagens

Fazendas

- Cercas
- Sede da Propriedade Rural

Estradas

- Pavimentadas
- Não Pavimentadas

Dados Técnicos

Escala 1:25,000

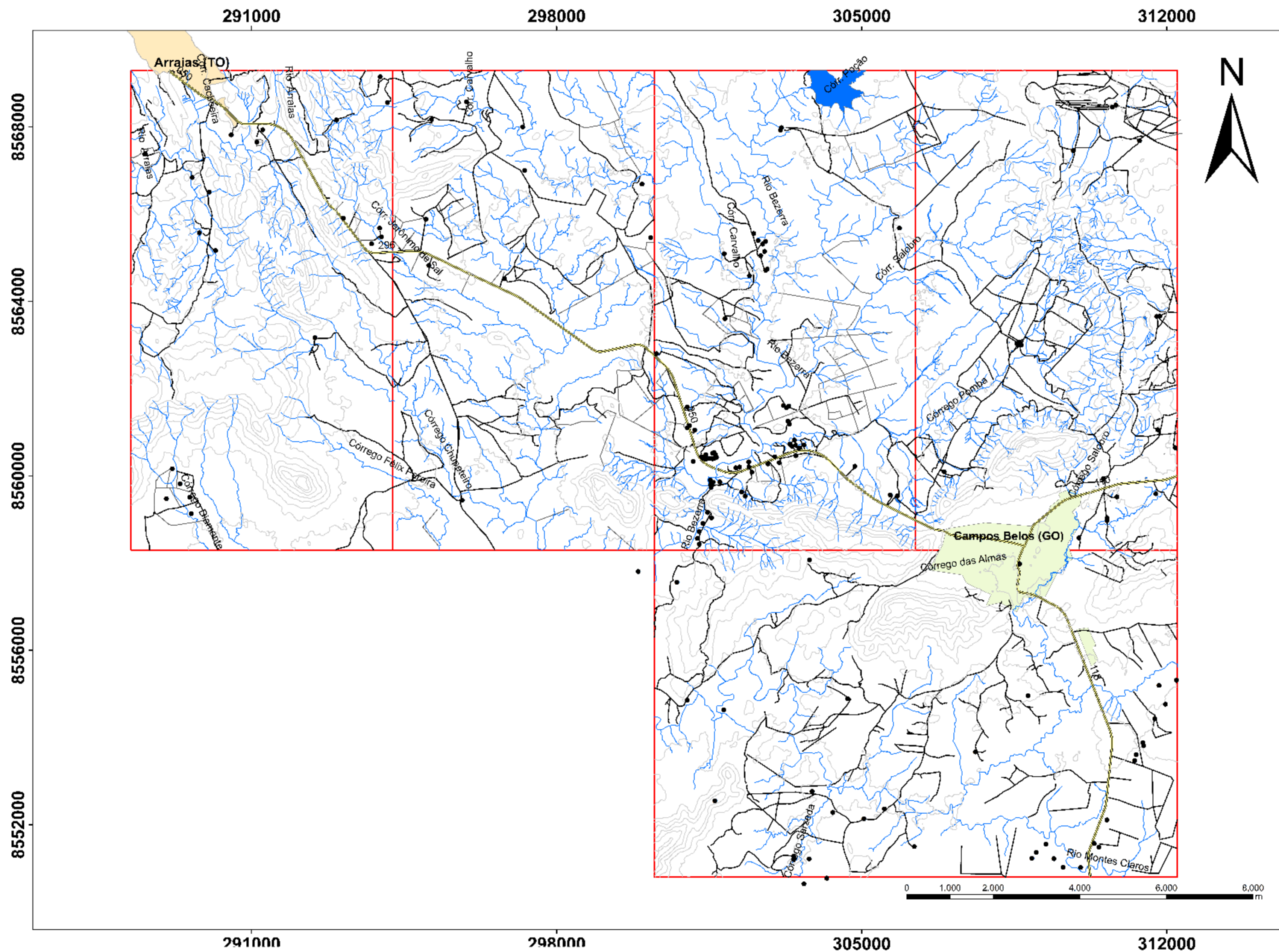
Datum Horizontal: SIRGAS 2000
 Sistema de Coordenadas Projetadas:
 Universal Transversa de Mercator Zona 23S

Imagem de satélite - Source: Esri, Maxar, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User

Trabalho de Mapeamento Final da Graduação em Geologia - Universidade de Brasília (UnB) 2021

Equipe: Ariel de Almeida Horst Gamba
 Lucas da Silva Dias

Mapa Base Integrado - Projeto Campos Belos - TF 21



Legenda

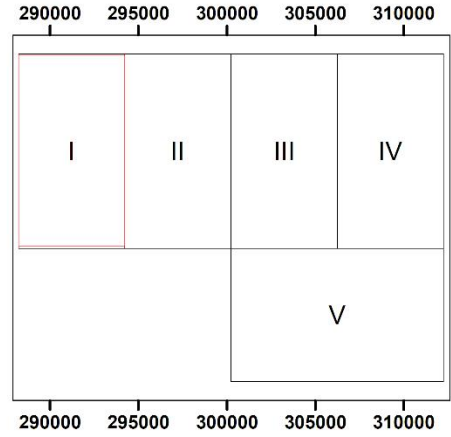
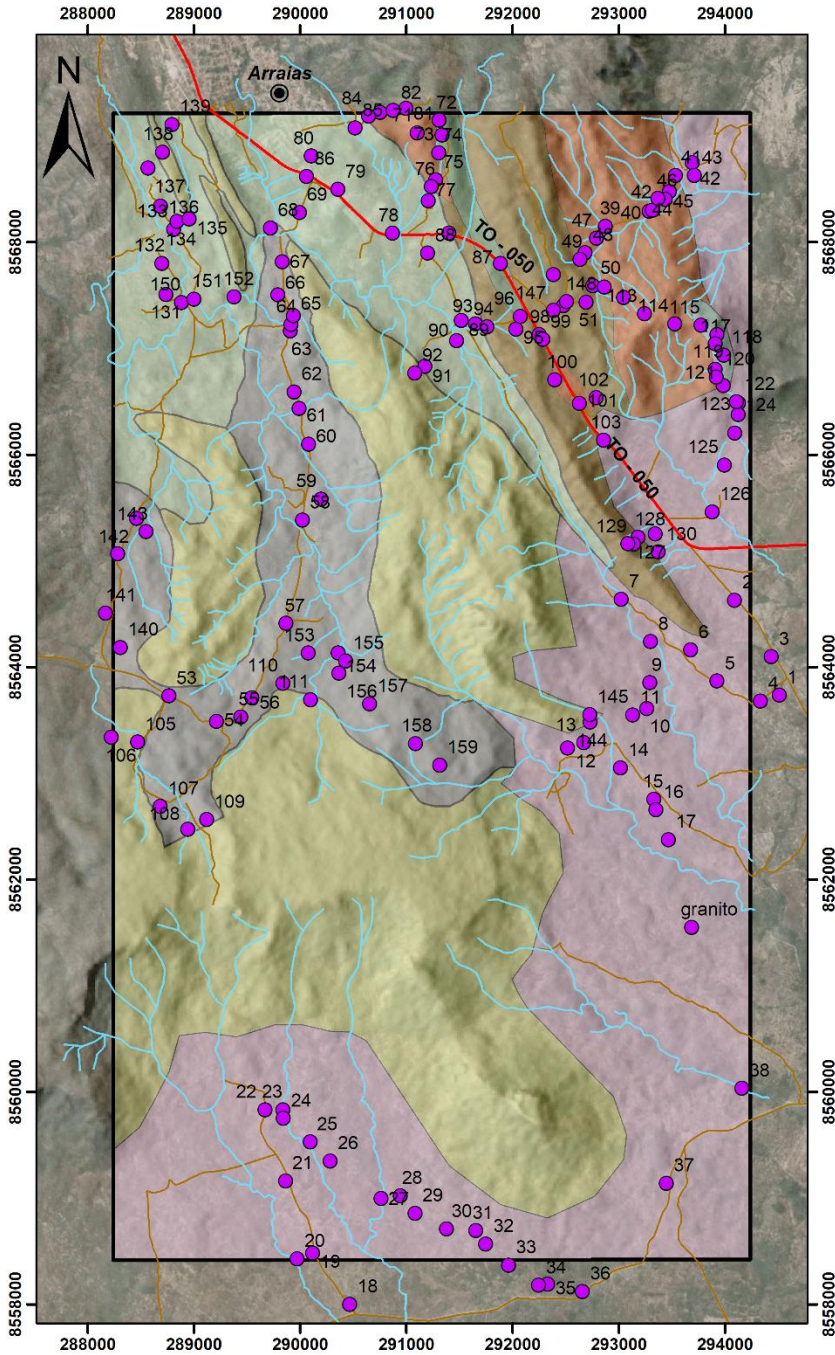
- Subáreas
- Rodovias
- Acessos não pavimentados
- Curvas de Nível
- Drenagens
- Corpos D'água
- Sedes de Fazendas
- Cercas
- Campos Belos (GO)
- Arraias (TO)

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 de Pontos Subárea I - Projeto Campos Belos



Legenda

- Pontos
- Arraias (TO)
- Limite Subárea I
- Drenagens

Vias de Acesso

- Pavimentadas
- Não Pavimentadas

Unidades Litológicas

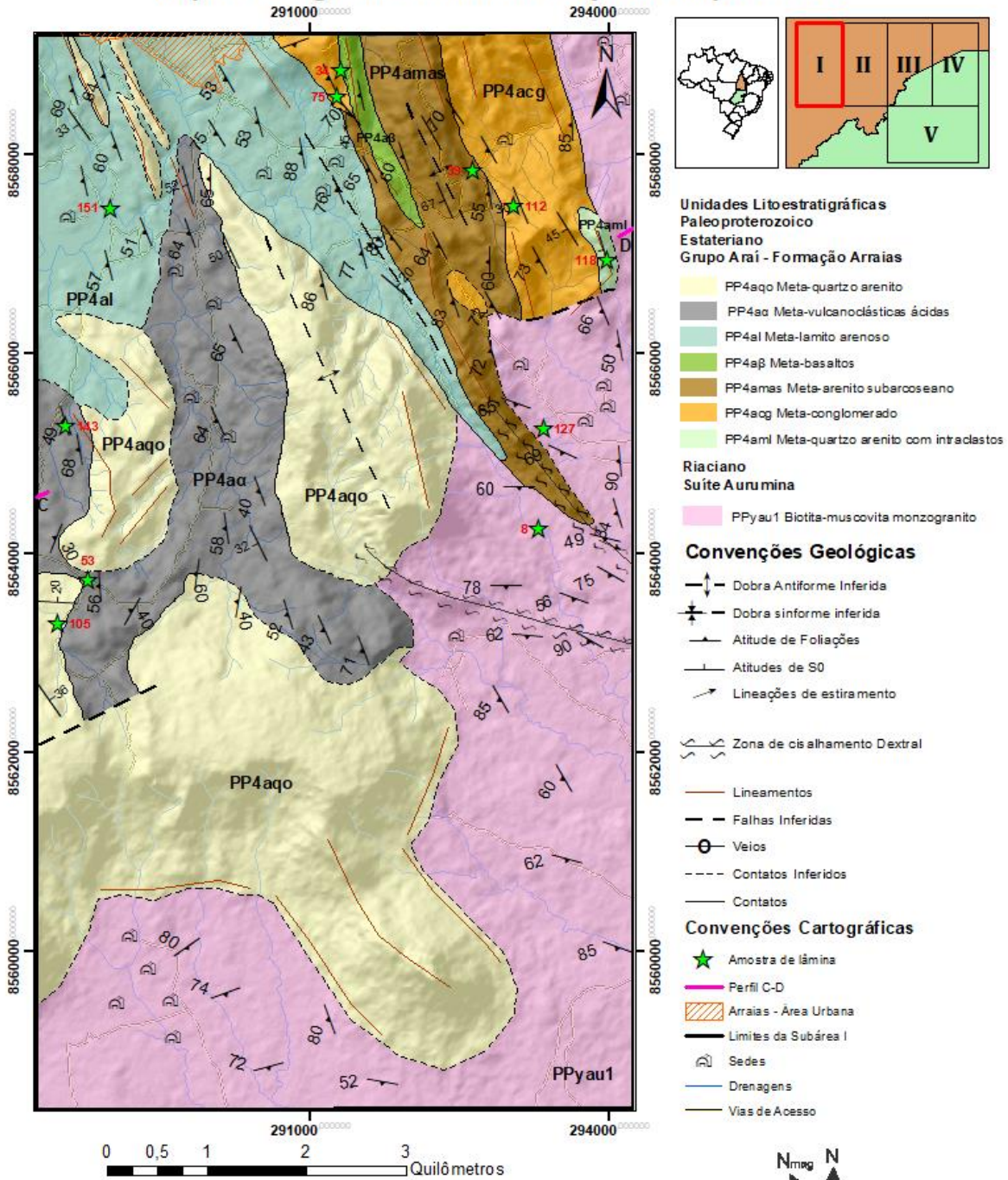
- PP4au1 biotita-muscovita monzogranito
- PP4aα Vulcânoclásticas ácidas
- PP4am1 Metaquartzoarenito com Intraclastos
- PP4al Lamito arenoso
- PP4aqo Meta Quartzo Arenito fino
- PP4acg Metaconglomerado
- PP4amas Metarenito subarcoseano
- PP4aβ Basaltos

1:50,000

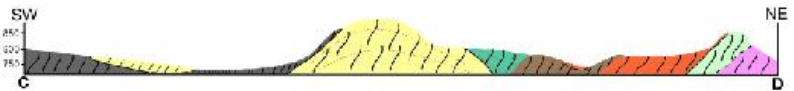


SIRGAS 2000
 Universal Transversa de Mercator Zona 23S
 Hillshade ALOS/PALSAR

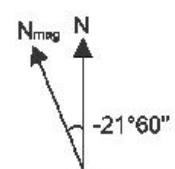
Mapa Geológico - Subárea I - Projeto Campos Belos



0 0,5 1 2 3 Quilômetros

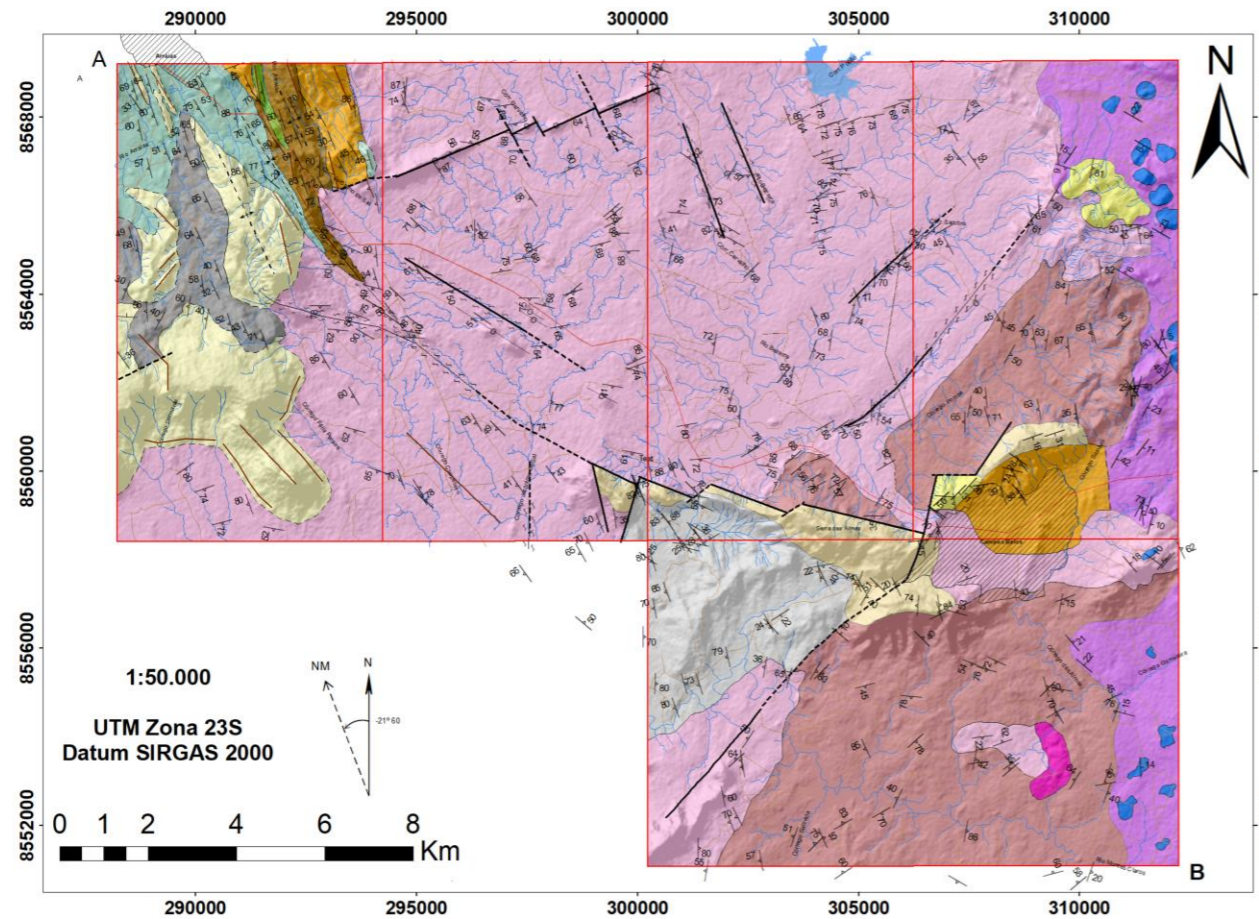


Escala Horizontal 1:50.000
 Escala Vertical 1:20.000



1:50.000
 UTM Zona 22S
 Datum SIRGAS 2000
 Relievo Sombreado (ângulo 45°) -ALD S PAL SAR
 Dados Geofísicos - Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - 3ª Etapa

Mapa Integrado - Projeto Campos Belos - TF2021



UNIDADES GEOLÓGICAS

Neoproterozóico

Ediacariano

Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas

- NP2sld - Calcário
- NP2sld - Siltito

Paleoproterozóico

Estateriano

Grupo Araí - Formação Arraiais

- PP4aqa - Quartzito
- PP4aqo - Meta-quartzo arenito
- PP4aα - Meta-vulcanoclásticas ácidas
- PP4al - Meta-lamito arenoso
- PP4aβ - Meta-basaltos
- PP4amas - Meta-arenito subarcoseano
- PP4acg - Meta-conglomerado
- PP4aml - Meta-quartzo arenito com intraclastos
- PP4a - Rochas metassedimentares indiferenciadas

Riaciono

Suíte Aurumina

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

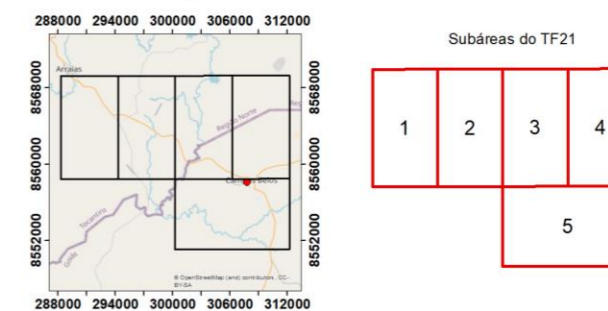
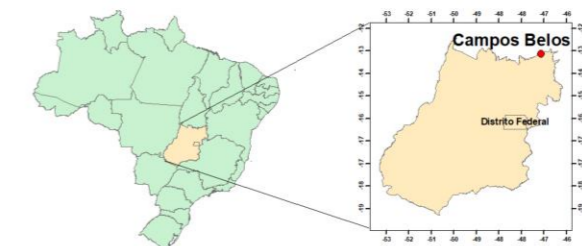
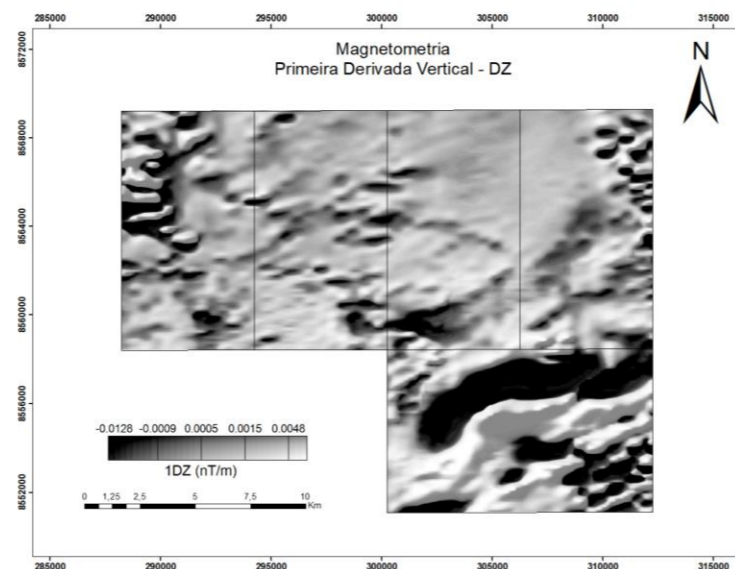
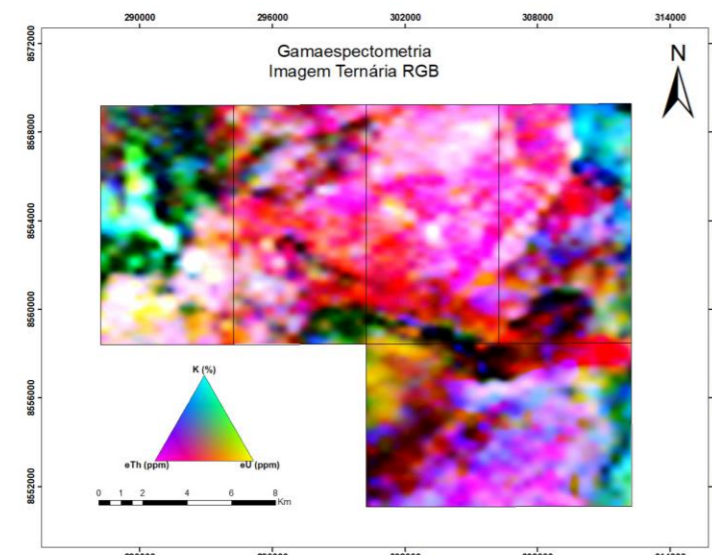
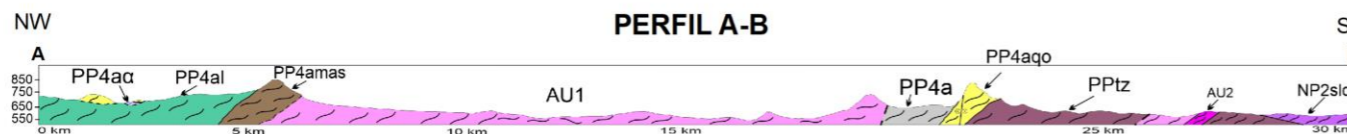
- Área urbana
- Limite subárea
- Rodovia
- Drenagens
- Corpos hídricos
- Estradas

Projeto Campos Belos TF2021 - Mapa Geológico Integrado

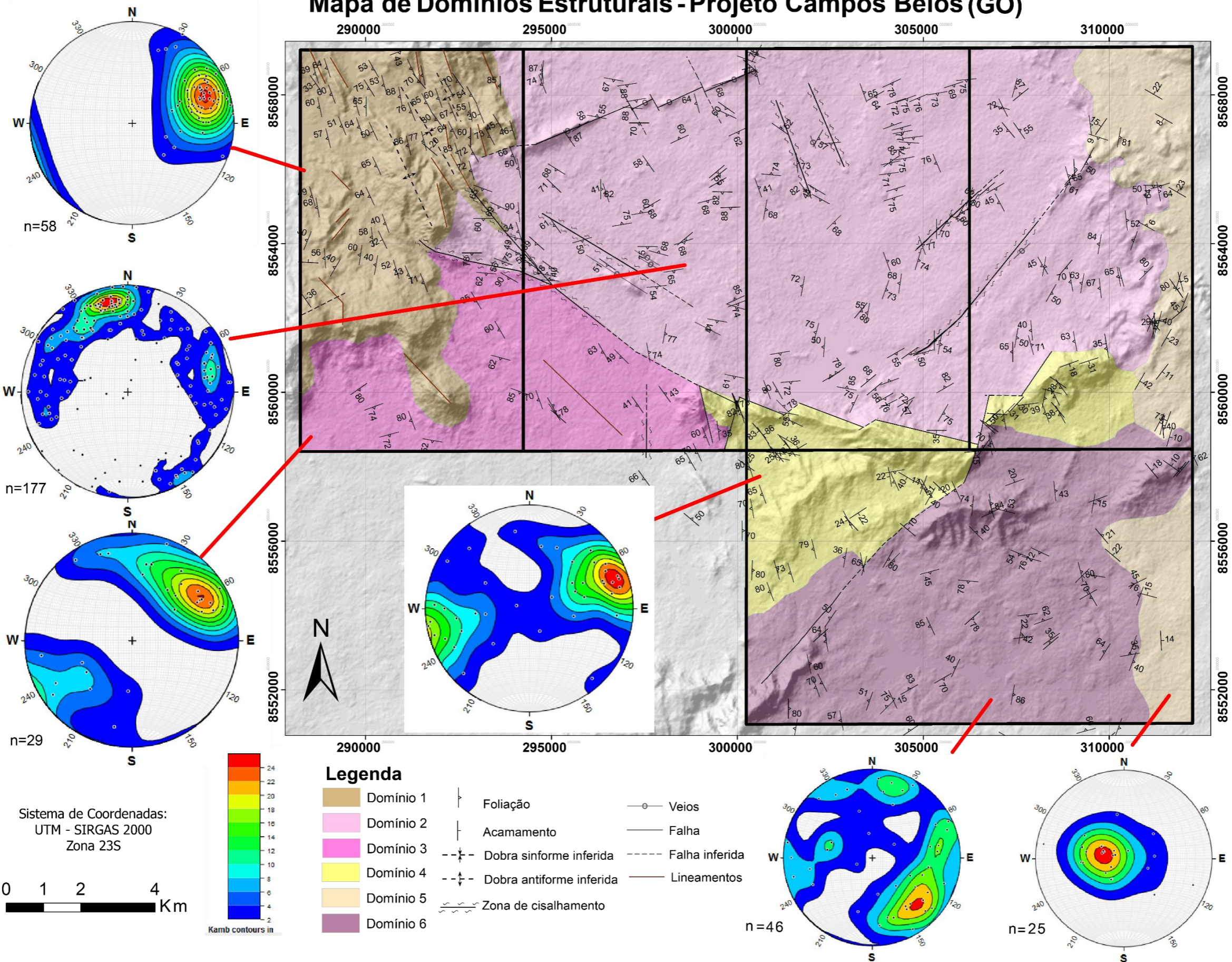
Coordenador
Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros Jiménez

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

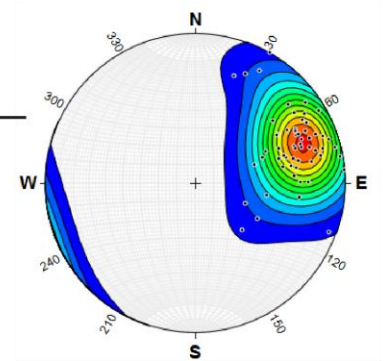
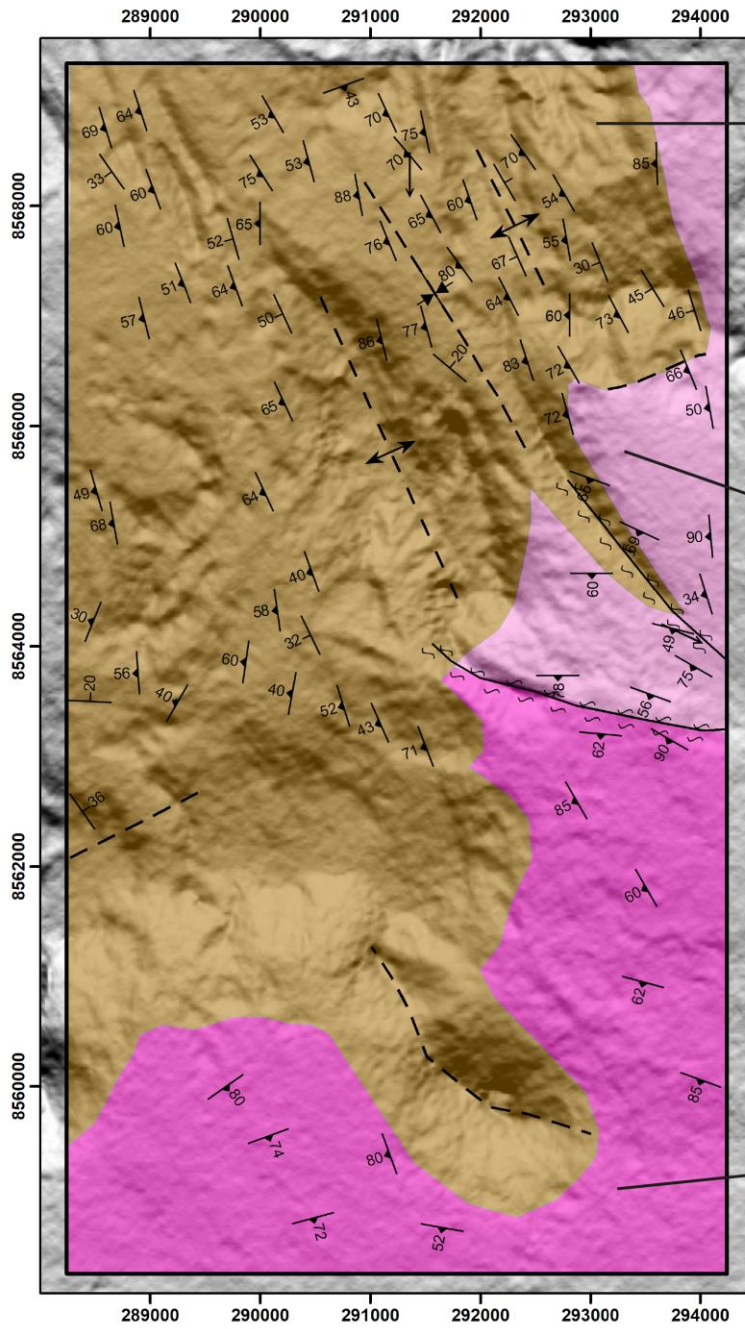
Estudantes
Área I: Ariel de Almeida Horst Gamba e Lucas da Silva Dias
Área II: Raissa da Silva Carvalho e Luis Henrique Prates Lima
Área III: Guilherme Griesi Piovesan e Gabriel Fernandes Silva Araújo
Área IV: João Marcus de Moraes Sousa França, Francisco Luis Toni e Marina Ribeiro da Silva
Área V: Chiara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



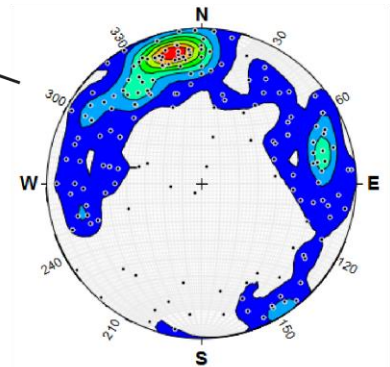
Mapa de Domínios Estruturais - Projeto Campos Belos (GO)



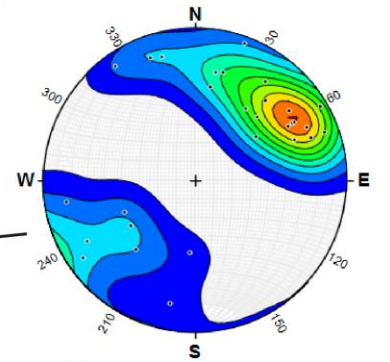
Mapa de Domínios Estruturais - Subárea I



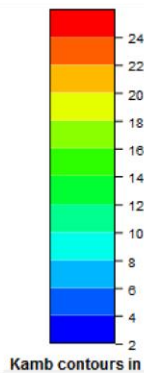
n = 58



n = 117



n = 29



Legenda

Limite da Subárea I

Falha Inferida

Antiforme Inferida

Dobra sinforme inferida

Zona de cisalhamento Dextral

Acamamento (S0)

Foliação

↑ Lineação

Domínios estruturais TF

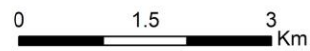
Domínio 1

Domínio 2

Domínio 3



1:50,000



Sistema de Coordenadas:
UTM - SIRGAS 2000
Zona 23S

Mapa Estrutural - Projeto Campos Belos (GO)

