



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG**

## **PROJETO CAMPOS BELOS – GO**

**Subárea IV**

**Francisco Toni**  
**João Marcus**  
**Marina Ribeiro da Silva**

**TCC – Trabalho de Conclusão de Curso**

**Brasília/DF**  
**2022**

**FRANCISCO TONI  
JOÃO MARCUS  
MARINA RIBEIRO DA SILVA**

**PROJETO CAMPOS BELOS – GO**  
**Subárea IV**

Monografia referente ao Mapeamento Geológico Final do curso de graduação em Geologia apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geologia.

**Coordenadores:**

Prof. Dr. Federico Alberto Cuadros Jiménez  
Prof. Dr. Martino Giorgioni

**Equipe:**

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

Orientador: Prof. Dr. Martino Giorgioni  
Área de Concentração: Mapeamento Geológico Final

Brasília/DF  
2022

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

FRANCISCO TONI  
JOÃO MARCUS  
MARINA RIBEIRO DA SILVA

### **PROJETO CAMPOS BELOS – GOIÁS**

Mapeamento Geológico Final

Monografia do Trabalho de Mapeamento Geológico Final apresentado ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geologia.

#### **Comissão Examinadora:**

---

Prof. Dr. Martino Giorgioni (Orientador)

---

Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos (Banca Examinadora)

---

Prof. Dr. Claudinei Gouveia de Oliveira (Banca Examinadora)

Brasília, 9 de maio de 2022

## Agradecimentos

Dedico esse trabalho à minha mãe Neida Suzana e ao meu pai Gilmar Alberto e os agradeço a todo carinho amor e apoio que tive durante a graduação.

A minha namorada por toda paciência e suporte mesmo durante os dias difíceis (que não foram poucos que surgiram).

Aos meus colegas João e Marina, parceiros de longas noite e boas risadas por tornar esta jornada um tanto mais fácil.

A todos os colegas do Projeto, pela ajuda mútua e incansável, bem como aos amigos de graduação por transformar estes anos em memórias inesquecíveis.

Aos professores e coordenadores, em especial ao professor Martino, Federico, Nilson e Eloi, por nos guiar e ajudar de forma assídua e diligente.

Ao Instituto de Geociências da UnB, agradeço pela colaboração com o fornecimento de materiais, laboratórios e serviços prestados durante todo o meu processo de formação, bem como aos colaboradores, em especial ao nosso querido Mendes, pelo altruísmo que vi pessoalmente durante esses anos.

Finalmente a todos que contribuíram de alguma forma e foram cúmplices desta jornada o meu mais sincero muito obrigado.

*Francisco Luís Toni.*

Agradeço primeiramente a Deus, aos meus pais Alberto e Ivone pelo apoio e suporte incondicional em todos os momentos, aos meus irmãos Pedro e Matheus, à Carleide minha segunda mãe, à minha namorada que sempre esteve em momentos difíceis, aos meus amigos do grupo calvos, ao pessoal do TF2021 pelas discussões de vida e questionamentos que certamente me fizeram evoluir como pessoa.

Agradeço aos professores que fizeram parte do trabalho final, especialmente ao professor Martino por toda a disponibilidade para ajudar e discutir para ajudar e discutir o trabalho, em especial, agradeço aos parceiros Chiquinho e Marina, e também aos irmãos da subárea II, Luís e Raissa.

*João Marcus*

Agradeço a Deus que apesar das lutas sempre colocou pessoas certas na minha vida que me ajudaram e apoiaram.

Aos meus pais Gedeon Vital da Silva (In memória), Teodolina Ribeiro da Silva pelos cuidados e por toda lição de vida.

Aos meus irmãos consanguíneos e minhas duas irmãs que estão in memória.

Ao Adair, por ter me apoiado sempre nessa jornada, e cuidou dos meus cachorros durante o período que estive em campo de graduação em Geologia da UnB.

Aos professores do IG, especialmente ao professor Martino Giorgioni que sempre me deu atenção no ensino, pela sua paciência e dedicação.

Também a professora Natalia Hauser que me apoiou muito e aos conselhos sábios da professora Catarina e aqueles que passaram por mim na graduação e me deram oportunidade de bolsa e estágio: Prof. Marco Ianniruberto e o Prof. Roberto Ventura Santos.

E a toda a equipe do Projeto Campos Belos (GO), que tornou esse trabalho possível de ser realizado, especialmente os meus integrantes do grupo IV, João e Toni, principalmente o João por toda sua atenção e ao Mendes.

*Marina Ribeiro*

## Resumo

Ao final do ano de 2021 e início de 2022 foi realizado o Trabalho final de Graduação pelos discentes do curso de Geologia da Universidade de Brasília da turma 1/2021. Ao trabalho em questão se deu o nome de Projeto Campos Belos, e foi realizado na região nordeste entre o limite do estado de Goiás e Tocantins, mais precisamente entre os municípios de Arraias (TO) e Campos Belos (GO), localizado num contexto geológico na porção norte da Zona Externa da Faixa Brasília e inserida na Província Tocantins. O projeto se estendeu por uma área de 352 Km<sup>2</sup>, dividida em cinco subáreas, as quais foram atribuídas as duplas e trios da turma. A intenção do projeto vai além de um trabalho final de graduação, sendo o real objetivo um maior detalhamento das estruturas e unidades geológicas da região escolhida. A correlação e interpretação dos produtos e dos dados obtidos em campo, permitiu à proposição de hipótese e sugestões a cerca do metamorfismo, eventos deformacionais, potencial econômico da região, evolução e geotectônica. O produto final do projeto foi a elaboração do mapa geológico integrado em escala de 1:50.000, e também do presente relatório, que contém a descrição dos aspectos geológicos da área, suas litologias, feições geológicas e estruturais, potencialidade econômica além de um modelo de evolução.

## Sumário

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMO</b> <b>VI</b>	
<b>SUMÁRIO</b> <b>VII</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>XVIII</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	<b>20</b>
1.1. Justificativa .....	20
1.2. Objetivos .....	20
1.3. Localização e vias de acesso .....	21
1.4. Etapas da Cartografia .....	21
1.4.1. Etapa Pré-campo .....	21
1.4.2. Etapa Campo .....	23
1.4.3. Etapa pós-campo .....	23
1.5. Aspectos fisiográficos .....	23
1.5.1. Clima e vegetação .....	23
1.5.2. Relevo .....	24
1.5.3. Solos .....	28
1.5.4. Hidrografia .....	29
<b>CAPÍTULO 2 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL</b> .....	<b>30</b>
2.1. Geologia Regional .....	30
2.1.1. A Província Tocantins .....	30
2.1.2. A Faixa de Dobramentos Brasília .....	30
2.1.3. O Bloco Crustal Cavalcante-Natividade .....	32
2.1.4. Geologia Regional da Região de Campos Belos (GO) e Arraias (TO) ...	33
2.1.5. Unidades Litoestratigráficas da região do Bloco Crustal Cavalcante- Natividade .....	34
2.1.5.1. Formação Ticunzal .....	35
2.1.5.2. Grupo Riachão do Ouro .....	39
2.1.5.3. Complexo Almas-Cavalcante .....	40
2.1.5.4. Suíte Aurumina .....	40
2.1.5.5. Suíte Pedra Branca .....	42
2.1.5.6. Grupo Araí .....	42
2.1.5.7. As litofácies da Formação Traíras: .....	44
2.1.5.8. Formação Jequitáí - NP12jt .....	44
2.1.5.9. Grupo Bambuí .....	45

2.1.5.10. Grupo Urucuia .....	47
2.1.5.11. Depósitos Neogênicos .....	47
<b>CAPÍTULO 3 - GEOTECNOLOGIAS.....</b>	<b>48</b>
3.1. Sensoriamento Remoto .....	48
3.1.1. Aquisição de dados .....	48
3.1.2. Google Earth Pro.....	48
3.1.3. Modelo digital de elevação.....	49
3.1.4. Fotografias Aéreas .....	49
3.1.5. Processamento de dados.....	50
3.1.6. Interpretação de dados .....	51
3.1.6.1. Mapa de Zonas Homólogas de Drenagens .....	51
3.1.6.2. Mapa de Zonas Homólogas de Relevo.....	52
3.1.6.3. Mapa de Lineamentos Morfoestruturais.....	54
3.2. Aerogeofísica.....	54
3.2.1. Aquisição de dados .....	54
3.2.2. Processamento de dados.....	56
3.2.3. Interpretação dos dados.....	60
3.2.3.1. Magnetometria.....	60
3.2.3.2. Gamaespectrometria .....	62
<b>CAPÍTULO 4 - ESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA.....</b>	<b>64</b>
4.1. Introdução.....	64
4.1.1. Coluna Litoestratigráfica.....	64
4.2. Formação Ticunzal (PP1tz) .....	65
4.2.1. Mica Xistos (PP1tz) .....	66
4.2.2. Grafita Xisto (PP1tz).....	67
4.2.3. Sillimanita Xisto (PP1tz) .....	69
4.3. Suíte Aurumina .....	70
4.3.1. PPγau1.....	71
4.4. Grupo Araí .....	73
4.4.1. Formação Arraias.....	73
4.4.1.1. Fácies Co - Conglomerados Oligomíticos.....	73
4.4.1.2. Fácies Al - Arcósio laminado .....	74
4.4.1.3. Fácies Ac - Meta-quartzo arenito com estruturas de corrente .....	75
4.4.1.4. Fácies Qm - Quartzitos maciços:.....	76
4.4.2. Associações Fácies e modelo deposicional .....	77
4.5. Grupo Bambuí .....	79
4.5.1. Formação Jequitaí.....	80
4.5.1.1. Diamictitos .....	80
4.5.1.2. Interpretação e modelo deposicional .....	81
4.5.2. Formação Sete Lagoas .....	82
4.5.2.1. Fácies S - Siltito:.....	82
4.5.2.2. Fácies Cm - Calcilito Maciço:.....	83

4.5.3. Fácies CI - Calcilutito Laminado:.....	83
4.5.3.1. Fácies Cac - Calcarenito com lentes de calcilutito:.....	84
4.5.3.2. Fácies Ca - Calcilutitos com lâminas argilosas:.....	84
4.5.3.3. Fácies Do – Dololutito:.....	85
4.5.3.4. Fácies Ch - Calcarenito com laminação Hummocky: .....	87
4.5.3.5. Fácies Es - Estromatólito:.....	87
4.5.4. Associações Fácies e modelo deposicional .....	89
<b>CAPÍTULO 5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL .....</b>	<b>91</b>
5.1. Introdução.....	91
5.2. Arcabouço Estrutural .....	91
5.3. Domínios Estruturais do Projeto Campos Belos (GO) .....	93
5.4. Mapa de domínios estruturais da subárea IV. ....	94
5.4.1. Domínio 1 - Aurumina-Ticunzal .....	94
5.4.2. Domínio 2 – Bambuí.....	97
5.4.3. Domínio 3 – Gr. Araí .....	98
5.5. Análise de deformação .....	99
5.5.1. Evento E1 .....	99
5.5.2. Evento E2.....	100
5.5.3. Evento E3.....	100
<b>CAPÍTULO 6 - POTENCIAL ECONÔMICO .....</b>	<b>102</b>
6.1. Introdução.....	102
6.2. Polo Aurífero de Arraias .....	104
6.3. Depósitos de Urânio da Região de Campos Belos.....	105
6.4. Mineralizações de Manganês (Pirolusita – Óxido de Manganês) .....	105
6.5. Estanho e Tântalo.....	106
6.6. Dolomitos e Calcários.....	107
6.7. Materiais Para Construção .....	107
6.8. Fosfatos.....	107
6.8.1. Visita a Mineradora Fosfática Itafós .....	108
6.8.2. Unidade Fosfática .....	112
6.8.3. Petrografia da Brecha Fosforítica ou Intrafosforudito .....	114
6.8.4. Gênese dos depósitos fosfáticos de Campos Belos-GO e Arraias-TO	116
<b>CAPÍTULO 7 - EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA.....</b>	<b>119</b>
7.1. Introdução.....	119
7.2. Pré Colagem Riacciana.....	120
7.2.1. Deposição da Formação Ticunzal .....	120
7.3. Colagem Riacciana .....	121
7.3.1. Intrusão da Suíte Aurumina.....	121
7.4. Riftingamento Estateriano .....	122
7.4.1. Rifte do Araí .....	122
7.5. Eventos Neoproterozoicos.....	123

7.5.1. Deposição do Grupo Bambuí e Formação Jequitaí.....	123
7.5.2. Orogenia Brasileira.....	124
<b>CAPÍTULO 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>126</b>
8.1. Conclusões.....	126
8.1.1. Mudanças Cartográficas .....	126
8.2. Recomendações.....	128
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>129</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>134</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>160</b>

## Índice de Figuras

Figura 1-1 – Mapa de localização da área do projeto, com destaque para a subárea IV.....	21
Figura 1-2 – Precipitação e temperatura de Campos Belos ao longo do ano de 2021. Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br">https://www.climatempo.com.br</a> . ....	24
Figura 1-3 – Precipitação e temperatura de Arraias ao longo do ano de 2021. Fonte: <a href="https://www.climatempo.com.br">https://www.climatempo.com.br</a> . ....	24
Figura 1-4 – Mapa com o modelo digital de elevação da subárea IV.....	26
Figura 1-5 – Mapa de declividade da subárea IV.....	27
Figura 1-6 – Mapa de solos da área do projeto na escala 1:100.000.....	28
Figura 1-7 – (A) Solo lateralizado. (B) Solo coluvionar apresentando vários fragmentos de rochas distintas (Fotografia feita pela equipe IV). ....	29
Figura 1-8 – Mapa Hidrográfico do Projeto Campos Belo (GO) – TF.....	29
Figura 2-1 – Mapa geológico da Faixa Brasília, modificado de Pimentel <i>et al.</i> (2004). ....	31
Figura 2-2 – Bloco Crustal Cavalcante-Natividade destacando os dois domínios: Almas-Conceição do Tocantins ao norte e Cavalcante-Arraias ao sul.....	33
Figura 2-3 – Mapa geológico regional simplificado compreendendo as relações de contatos das unidades litoestratigráficas sudeste de Tocantins (modificado de Botelho & Silva, 2004).....	36
Figura 2-4 – Carta estratigráfica das unidades geológicas presentes nas folhas Monte Alegre de Goiás, Cavalcante e Nova Roma. (Alvarenga <i>et al.</i> , 2006).....	37
Figura 2-5 – Coluna estratigráfica retirada da folha Arraias (SD. 23-V-A). Fonte: Abdallah & Meneghini, 2017. ....	38
Figura 2-6 – Relações de contatos em campo, entre as unidades: Formação Ticunzal, Suíte Pedra Branca, e Grupos Araí e Bambuí. Vista a partir da estrada não pavimentada, que faz ligação entre a cidade Nova Roma (estrada - GO 118). Fonte: Monteiro 2009. ....	39
Figura 2-7 – Relações de contato entre a Suíte Aurumina com a Suíte Pedra Branca e a Formação Ticunzal na área-tipo, Folha Cavalcante, mostrando o Maciço Pedra Branca ao fundo, pequeno corpo de biotita-muscovita granito (au2) intrudindo na fácies au1 e na Formação Ticunzal.....	41
Figura 2-8 – Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região referida nas folhas Monte Alegre de Goiás e Nova Roma (Alvarenga <i>et al.</i> , 2006).....	46
Figura 3-1 – Mapa com o World Imagery da subárea IV.....	49
Figura 3-2 – Fluxograma dos métodos para a geração do mapa base. ....	50
Figura 3-3 – Fluxograma dos métodos para a geração do mapa base e Mapa de lineamento morfoestrutural.....	50
Figura 3-4 – Fluxograma dos produtos gerados pela fotointerpretação. ....	51
Figura 3-5 – Mapa de zonas homólogas de drenagem da subárea IV definidas pela estereoscopia digital. ....	51

Figura 3-6 – Mapa de zonas fotolitológicas de relevo da subárea IV definidas pela estereoscopia digital. ....	52
Figura 3-7 – Mapa de lineamentos morfoestruturais da subárea IV.....	54
Figura 3-8 – Área do Levantamento 1071 do Projeto Aerogeofísico Complemento do Tocantins.....	55
Figura 3-9 – Área do Levantamento do Projeto Geofísico do Estado de Goiás .....	56
Figura 3-10 – Fluxograma do processamento de dados executado pela empresa LASA Engenharia e Prospecções.....	57
Figura 3-11 – Fluxograma do processamento de dados executado pela empresa AGP-LA.....	58
Figura 3-12 – Fluxograma do processamento dos dados magnetométricos e dos produtos gerados após cada etapa.....	59
Figura 3-13 – Fluxograma do processamento dos dados gamaespectrométricos e dos produtos gerados após cada etapa. ....	60
Figura 3-14 – Mapa de anomalias magnéticas do Projeto Campos Belos separadas em domínios.....	61
Figura 3-15 – Mapa ternário de gamaespectrometria do Projeto Campos Belos separadas em domínios.....	62
Figura 4-1 – Mapa geológico da subárea IV .....	64
Figura 4-2 – Coluna estratigráfica do Projeto Campos Belos.....	65
Figura 4-3 – Foto do afloramento exibindo mica xisto. Em ‘A’ é possível observar a rocha deformada e apresentando foliação. Em ‘B’ observa-se uma rocha menos alterada onde é possível visualizar xistosidade. ....	66
Figura 4-4 – Fotomicrografia de mica xistos da Fm. Ticunzal. Com nicóis cruzados observam-se minerais de mica orientados marcando a foliação observada na amostra mesoscópicas, além de domínios com sericita e grãos de quartzo estirados.....	67
Figura 4-5 – Afloramento de Grafita xisto. Na imagem ‘A’ observa-se o afloramento fortemente alterado no qual foi encontrado a grafita xisto. Em ‘B’ observa-se uma pequena amostra coletada no local, que pelo tato untuoso e por deixar resíduo acinzentado constatou-se ser grafita.....	68
Figura 4-6 – Fotomicrografia da grafita xisto. Na imagem da esquerda, com nicóis paralelos, observa-se a grafita como mineral opaco e hábito alongado. Na imagem da direita, sob nicóis cruzados, são visíveis os cristais de aspecto granular e baixa cor de interferência de quartzo, bem como domínios de sericita com extinção picotada e muscovita com clivagens bem definidas.....	68
Figura 4-7 – Afloramento de sillimanita xisto, evidenciando anomalia radiométrica. Com o auxílio de um gamaespectrômetro foi possível localizar o ponto anômalo onde foi encontrado o sillimanita xisto.....	69
Figura 4-8 – Fotomicrografia da Sillimanita Xisto da Fm. Ticunzal. À direita, em nicóis paralelos, cristais prismáticos com clivagens bem definidas (010) de sillimanita, apresentando feições de crenulação. Na imagem á esquerda, sob nicóis cruzados, são visíveis domínios ricos em sericita, caracterizados pela alta cor de interferência e extinção picotada.....	70

Figura 4-9 – Fácies monzogranítica da Suíte Aurumina. Em ‘A’, granito milonitizado localizado próximo à zona de cisalhamento, apresentando foliação penetrativa subvertical. Em ‘B’, granito alterado apresentando foliação subvertical e cristais de quartzo estirados segundo a foliação.....	70
Figura 4-10 – Monzogranito da Suíte Aurumina. Na seção observa-se quartzo anedral, apresentando contatos lobados e extinções ondulantes, os cristais de plagioclásio apresentam geminação albita e o microclínio albita e periclina, formando feições em xadrez. Entre os grãos se observa agregados de sericita e muscovita. ....	71
Figura 4-11 – Monzogranito com cristais mais desenvolvidos. Os cristais de quartzo apresentam contatos lobados e granulações mais desenvolvidas, bem como o feldspato. O plagioclásio apresenta geminação albita e os domínios com agregados de sericita são maiores. ....	72
Figura 4-12 – Domínios apresentando cristais de granada com hábitos esqueléticos preenchidos por quartzo.....	72
Figura 4-13 – Afloramento conglomerático típico do Gr. Araí encontrado na zona urbana de Campos Belos, com granulometria variando de grânulo a matacões em sua maioria apresentando média-alta esfericidade.....	74
Figura 4-14 – Arcósio Laminado. Com laminações planas paralelas milimétricas a centimétricas com intercalações de coloração vermelha possivelmente em decorrência da oxidação de minerais.....	74
Figura 4-15 – Arcósio em seção delgada apresenta grãos de quartzo e feldspato com contatos grão-grão e presença de minerais de mica pontualmente espalhados.....	75
Figura 4-16 – Meta quartzo arenito. Estruturas sedimentares do tipo ripple assimétricas. ....	75
Figura 4-17 – Meta quartzo arenito com estratificação cruzada. Em ‘A’, estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzadas observadas no limite sudoeste da área indicam direção de fluxo deposicional. Em ‘B’, há estratificações observadas na escarpa no Morro Serra Geral, próximo à cidade de Campos Belos. ....	76
Figura 4-18 – Quartzitos maciços. Em ‘A’ Exposição de quartzitos maciços em um morro. Em ‘B’ quartzito maciço. Em ‘C’, quartzito maciço de granulometria areia média. Em ‘D’, observa-se bloco rolado de silicite. ....	77
Figura 4-19 – Tectônica de Sedimentação da bacia do tipo rifte, Smith, J. (2014). ..	78
Figura 4-20 – Modelo de evolução de um rifte, Gawthorpe e Leeder (2000). ....	79
Figura 4-21 – Vista panorâmica do relevo cárstico, exibindo vegetação exuberante localizada na Formação Sete Lagoas. ....	79
Figura 4-22 – Diamictitos da Fm. Jequitaiá. Em ‘A’ observa-se clastos variando de areia grossa até seixos, entre angulosos a arredondados, provenientes de variadas rochas como granitos, paragnaisses, xistos e quartzitos. Na imagem abaixo ‘B’, em outra porção do afloramento, é possível perceber a existência de clastos com maior granulometria, desde seixos até blocos. ....	80

Figura 4-23 – Diamictitos da Fm Jequitaí. Vista sob nicóis cruzados, os principais minerais observados dispersos pela matriz. A presença de feldspato indica uma baixa maturidade composicional. ....	81
Figura 4-24 – Siltitos da Fm. Sete Lagoas. Em ‘A’, estrada na parte norte da área, os siltitos formam degraus similares a uma escadaria. Na imagem ‘B’, rocha pelítica formada de lâminas alternadas de material siltoso e argiloso. ‘C’, contato entre camada de siltitos (avermelhado) e dolomititos (claro). ....	82
Figura 4-25 – Calcilutitos maciços da Fm. Sete Lagoas. Em ‘A’, contato observado em calcilutito e pelitos na parte sudeste da subárea. Em ‘B’, aspecto cinza claro com granulometria muito fina da rocha, com forte reação ao HCl. ....	83
Figura 4-26 – Calcilutito laminado da Fm. Sete Lagoas. Laminações plano paralelas bem definidas e com forte reação ao HCl ....	84
Figura 4-27 – Calcilutito laminado em seção delgada. Sob nicóis paralelos a seção apresenta domínios mais cristalinos próximos aos estilólitos e também domínios de micrita.....	84
Figura 4-28 – Calcarenito com lentes de Calcilutito da Fm Sete Lagoas. Em ‘A’ e ‘B’ é visível a ocorrência de lentes de calcilutito em calcarenitos finos.....	85
Figura 4-29 – Calcilutito com lâminas argilosas. Afloramento apresentando laminações plano paralelas e moderada reação ao HCl observado no limite leste da subárea. ....	85
Figura 4-30 – Dololutitos da Fm. Sete Lagoas. Em ‘A’, rocha dolomítica com estruturas de sinérese e coloração cinza observada em campo. Em ‘B’, contato entre rocha dolomítica (porção clara superior) e silito (porção avermelhada inferior). ....	86
Figura 4-31 – Seção delgada do dololutito da Fm. Sete Lagoas. Na seção delgada a rocha apresenta aspecto muito fino, sendo necessário um aumento de 10x para observar os minerais que apareciam como extraclastos dispersos numa matriz micrítica.....	87
Figura 4-32 – Calcarenito com laminação hummocky da Fm. Sete Lagoas. Estruturas sedimentares estratificadas do tipo hummocky.....	87
Figura 4-33 – Estromatólitos da Fm. Sete Lagoas. Estruturas sedimentares colunares bioconstruídas conhecidas como estromatólitos. ....	88
Figura 5-1 – Mapa de elementos estruturais do Projeto Campos Belos. ....	92
Figura 5-2 – Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos. ....	93
Figura 5-3 – Mapa de domínios estruturais da subárea IV.....	95
Figura 5-4 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 1. Podem-se observar dois trends de fraturas, um com direção NW-SE e outro com direção NE-SW. ....	95
Figura 5-5 – Em ‘A’ e ‘B’, direção regional do veio de quartzo N50E observado dentro do Domínio 1.....	96
Figura 5-6 – Brecha de falha observada próxima à zona de cisalhamento Córrego do Pombal.....	96
Figura 5-7 – Cristais porfiríticos de KFs em granito Au1, com foliação N40E, e sigmóide dextral. ....	97

Figura 5-8 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 2. Pode-se observar um trend com fraturas de direção SE e também SW. ....	97
Figura 5-9 – Em ‘A’, calcário apresentando estrutura S0 com atitude 215/06. Em ‘B’, Siltito com atitude 291/73. ....	98
Figura 5-10 – Siltitos sub-horizontais e fraturados. Em ‘A’, são observadas camadas de siltitos sub-horizontais. Em ‘B’, sistemas de fraturas apresentando pares conjugados subverticais com orientações NW-SE e W-E. ....	98
Figura 5-11 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 3. As rochas do Grupo registram poucos eventos deformacionais e, portanto, poucas medidas de fraturas foram obtidas de modo que a roseta é pouco significativa. ....	98
Figura 5-12 – Atitude das rochas do Gr. Araí pertencentes ao domínio estrutural 3. Em ‘A1, meta-quartzo arenito com estruturas S0 de atitude 195/24. Em ‘B’, meta-quartzo arenito com foliação com atitude 244/71. ....	99
Figura 5-13 – Milonitos com foliação subvertical apresentando par S-C. ....	101
Figura 6-1 – Requerimentos de exploração mineral na região do projeto Campos Belos. Fonte: SIGMINE/ANM. ....	102
Figura 6-2 – Siltitos fortemente fraturados e cristais de pirolusita. Fotos A e B, solos lateríticos, fortemente fraturados de colorações, marrom, laranja e rosa composicionalmente distintos. Foto C solo laterítico de coloração amarelada com impregnações de óxidos. Foto D, cristais de óxidos de pirolusita. ....	106
Figura 6-3 – Complexo Industrial da mineradora Itafós na porção norte próximo à subárea IV. Coordenadas da mineradora: 310829m E e 8657348m S. Datum Sirgas 2000, Zona 23S. ....	109
Figura 6-4 – Extração mineral feita pela Itafós Mineração, pela Itafós Mineração S.A. A: Operação de lavra; B: Ilustração da deposição do material estéril e recuperação de áreas da mineração. Fonte: RIMA 2010. ....	110
Figura 6-5 – Barragens de águas e rejeitos projetadas pela mineradora Itafós. Em "C", barragem de rejeitos construída à montante do rio Bezerra. Fonte das figuras RIMA 2010. ....	111
Figura 6-6 – Foto da barragem tirada pela equipe IV do Projeto Campos Belos (GO) na mineradora desativada pela Itafós. Notar a localização e os rejeitos de siltitos que são colocados na cava na mesma sequência em que foram retirados. Ao fundo as Serras Gerais e os morros de dolomitos à direita. Localização da desta foto: 309716m L e 8569253m S Datum Sirgas 2000, Zona 23S. ....	111
Figura 6-7 – Mapa de ocorrências e mineradoras de fosfatos das regiões de Campos Belos (GO) e Arraias (TO). Fonte: Monteiro 2009. ....	113
Figura 6-8 – Perfil W-E elaborado entre as Serras das Gerais, passando por cava próxima a lavra São Bento, até os paredões de dolomitos. O perfil evidencia a posição dos fosforitos em relação ao paleo-embasamento e a sucessão de fácies siltíticas composicionalmente distintas: 1- siltito bege, 2- siltito rosados, 3- siltito marrom, 4- siltito amarelo. F- fosforitos estratificados brechados. A foto à direita ilustra as relações de contatos entre o embasamento granítico, os	

dolomitos siltitos e fosforitos localizados em paleo-vales do embasamento. Fonte de Cimara Francisca Monteiro, 2009. ....	114
Figura 6-9 – Fosforito Brechado com matriz siltica de colofana. As brechas vão se fragmentando, porém ainda permanecem preservadas as fácies siltica e areníticas. Localização do afloramento: 309530m E 8569334m S Datum Sirgas 2000, zona 23S.....	115
Figura 6-10 – Brecha fosforítica laminada passando por um estado de retrabalhamento dos intraclastos fosfáticos imersos numa matriz colofanítica. Pode ser uma fácies amorfa. Localização do afloramento: 309530m E 8569334m S Datum Sirgas 2000, zona 23 S. ....	115
Figura 6-11 – Imagem da brecha fosforítica ou Intrafosforuditos em lâmina delgada. Em luz paralela em marrom claro são intraclastos de fósforoarenito, em marrom esverdeado são intraclastos de Fosforoluto. Na porção inferior à direita aparece a matriz colofanítica substituindo a sílica. A imagem à direita está em luz polarizada, a mesma da anterior, evidenciando os cristais de mica e quartzo preenchendo uma cavidade da brecha retrabalhada. ....	116
Figura 6-12 – Fonte de Campos & Dardenne: Modelo Metalogenético apropriado para os depósitos fosforíticos do Grupo Bambuí na Formação Sete Lagoas nas regiões de Campos Belos e Arraias. ....	117
Figura 6-13 – Métodos construtivos de barragens de rejeito (Araújo, 2006). Observe que no alteamento a montante o tapete drenante fica apenas no dique de partida não dando sustentação à base dos outros degraus à montante. Os outros dois alteamentos contém um tapete drenante com área maior dando sustentação à base. Link de Animação: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=A8D0BRVpD6w">https://www.youtube.com/watch?v=A8D0BRVpD6w</a> .....	118
Figura 7-1 – Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ªDZ. ....	119
Figura 7-2 – Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.....	120
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). ....	121
Figura 7-4 – Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos: (1) Formação Ticunzal, (2) Suíte Aurumina. Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada. ....	122
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.....	123

Figura 7-6 – Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí para a região do projeto.....	124
Figura 7-7 – Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasiliana na região do Projeto Campos Belos. ....	125
Figura 8-1 – Comparativo entre as folhas Arraias (SD.23-V-A) e Campos Belos (SD.23-V-C), em escala 1:100.000, com o mapa realizado no projeto Campos Belos, TF-21, em escala 1:50.000. ....	127
<b>Figura 20:</b> Amostras mesoscópica da brecha fosforítica. Em "A" A brecha fosforítica laminada sendo uma fácies amorfa. Em "B", brecha fosforítica com matriz síltica de colofana.....	157

## Índice de Tabelas

Tabela 1-1 – Cronograma de atividades. ....	22
Tabela 3-1 – Tabela de fotointerpretação das zonas homólogas de drenagens referentes ao mapa da Figura 3-5.....	52
Tabela 3-2 – Fotointerpretação das zonas fotolitológicas de relevo, referente o mapa da Figura 3-6.....	53
Tabela 4-1 – Associações de fácies e Modelos deposicionais do Gr. Araí na Fm. Arraias da Região de Campos Belos (GO). ....	78
Tabela 4-2 – Associações de fácies e modelos deposicionais da Fm. Sete Lagoas do Gr. Bambuí na região de Campos Belos (GO).....	88
Tabela 6-1 – Jazimentos Minerais com parte dos dados retirados das Folhas Arraias e Monte Alegre, e adaptado para o Projeto Campos Belos – GO.....	103
Tabela 6-2 – Produção de fosfatos e produtos para beneficiamento dos fosfatos. Dados do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Itafós Mineração LTDA. ...	109

## **Lista de Abreviaturas e Siglas**

ANM: Agência Nacional de Mineração  
FBM: Faixa Brasília Meridional  
FBS: Faixa Brasília Setentrional  
FDB: Faixa de dobramentos Brasília  
Fds: Feldspatos  
Fm.: Formação  
Gr: Grupo  
K-Fs: Feldspatos potássicos  
Musc: Muscovita  
Plg: Plagioclásio  
Qtz: Quartzo  
RIMA: Relatório de Impacto Ambiental  
Seminfo: Sem informação  
SSP: Produção de Superfosfato Simples  
TS: Tectônica Sedimentar

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

O Projeto Campos Belos-Arraias abrange as atividades desenvolvidas no âmbito das disciplinas Preparação do Mapeamento Geológico Final (cód. 112470) e Trabalho de Mapeamento Geológico Final (cód. 112941), referente ao curso de graduação em Geologia da Universidade de Brasília. A área do projeto é inserida na Folha SD.23-V-A Arraias e parte da Folha Monte Alegre de Goiás, SD.23-V-C-III, e fica próximo à cidade de Campos Belos e perto do limite estadual entre Goiás e Tocantins. O trabalho final de graduação corresponde ao mapeamento geológico, em escala de semi-detalhe 1:50.000, de uma área total de 349 km<sup>2</sup> divididas em 5 subáreas, sendo quatro delas com 66 km<sup>2</sup> (6x11 km) e uma com 84 km<sup>2</sup> (8x10.5 km).

A região de Campos Belos - GO e Arraias - TO está situada ao sul do bloco crustal Cavalcante-Natividade, mais precisamente no domínio Cavalcante – Arraias, na Faixa Brasília Setentrional. Esta região é compreendida por rochas supracrustais da Formação Ticunzal sendo intrudida pelos granitos peraluminosos da Suíte Aurumina, de idade Arqueano-Paleoproterozoico e pela formação do Rifte Araí de idade paleoproterozoica, que posteriormente foi recoberto pela Formação Jequitaí e pelo embasamento do Grupo Bambuí, que é a Formação Sete Lagoas. Essas duas últimas formações são de idades fanerozoicas e pertencem a Bacia do Supergrupo São Francisco.

### **1.1. Justificativa**

Os trabalhos finais de graduação em Geologia da Universidade de Brasília, diferentemente dos elaborados em outras universidades federais, tem como finalidade refinar a cartografia de diversas regiões do Brasil central. A região da província do Tocantins selecionada para o projeto é localizada numa faixa que forma um hiato entre dois trabalhos de conclusão anteriormente realizados nos anos de 1999 (Monte Alegre) e 2001 (Arraias).

### **1.2. Objetivos**

O trabalho final de graduação teve como finalidade a elaboração de um mapa geológico na escala de detalhe 1:50.000, assim como refinar os dados cartográficos existentes, e por meio das informações obtidas na etapa de pré-mapeamento e das coletadas em campo confeccionar a presente monografia caracterizando os mais diversos aspectos geológicos da área estudada, tais como: descrição de unidades litológicas, potencialidades econômicas do local, correlações e revisões das unidades, confirmação de dados obtidos por métodos aerogeofísicos, elaboração de perfis e colunas estratigráficas.

### 1.3. Localização e vias de acesso

A área do Projeto Campos Belos-Arraias fica localizada na região nordeste do estado de Goiás abrangendo também parte da porção sudeste do Tocantins. O polígono total do projeto tem 349 km<sup>2</sup>, e compreende os municípios de Arraias-TO e Campos Belos-GO. Para o local de estadia foi escolhida a cidade de Campos Belos, tendo em vista sua estrutura e proximidade com as subáreas III, IV e V (Figura 1-1).

A cidade de Campos Belos está localizada a 400 km de Brasília e 630 km de Goiânia, capital do estado, e seus principais acessos envolvem as rodovias BR-010 e GO-118 passando por São Gabriel de Goiás, São João d' Aliança, Alto Paraíso de Goiás, Teresina de Goiás, Porto Real e Monte Alegre de Goiás.

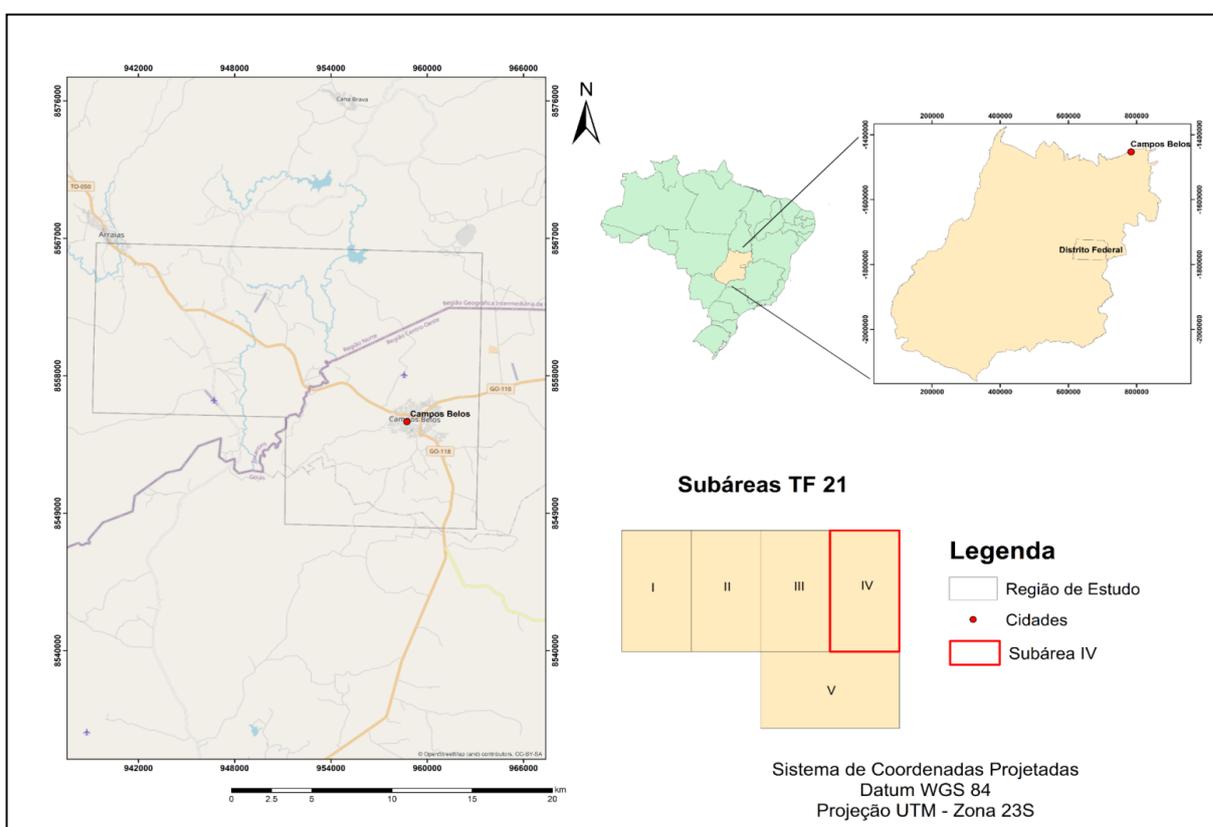


Figura 1-1 – Mapa de localização da área do projeto, com destaque para a subárea IV.

### 1.4. Etapas da Cartografia

#### 1.4.1. Etapa Pré-campo

Os trabalhos realizados nessa etapa começaram nos meses de agosto e se estenderam até o final de outubro (Tabela 1-1). O objetivo desse período foi o reconhecimento da geologia regional e local a partir das revisões bibliográficas da área a ser mapeada, vale destacar os trabalhos dos professores Nilson Botelho,

Federico Cuadros, da mestranda Cimara Monteiro e as Folhas: Arraias, Folhas Cavalcante, Monte Alegre de Goiás e Nova Roma.

O uso das geotecnologias para a geração de mapas bases possui a finalidade de traçar estratégias de caminhamento, identificar a extração de elementos geográficos e toponímicos como vias de acessos, sedes de fazendas, drenagens, área urbana e cercas. Os modelos digitais de elevação por meio do Arc Gis 10.8 e Google Earth Pro, com a finalidade de gerar um mapa base para o planejamento logístico.

Por meio de fotografias aéreas e o auxílio do software Stereo photo Maker Plus foi realizada a estereoscopia por anaglifs com o propósito de delimitar zonas homólogas.

O uso da aerogeofísica através dos levantamentos de gamaespectrometria e magnetometria processados no Geosoft Oasis Montaj possibilitou a interpretação prévia das unidades geológicas e elementos estruturais da região.

O produto gerado a partir de todas as informações coletadas nessa etapa foi a criação de um mapa base na escala 1:50.000 com o intuito de levar o máximo de conhecimento para a etapa campo.

Tabela 1-1 – Cronograma de atividades.

Atividades		AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI
Pré-Campo	Revisão Bibliográfica										
	Mapa Base										
	Mapa Fotointerpretado										
	Produtos Aerogeofísicos										
Trabalho de Campo	15 a 30 de novembro de 2021										
Pós-Campo	Capítulo 1 – Introdução										
	Capítulo 2 – Contexto Geológico Regional revisado										
	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										
	Defesa										

### **1.4.2. Etapa Campo**

A atividade de campo foi desenvolvida entre os dias 15 e 30 de novembro de 2021 na cidade de Campos Belos de Goiás, com objetivo coletar dados e amostras de rochas para posterior análise, além da confecção de um mapa preliminar integrado na escala 1:50.000 de todas as subáreas.

### **1.4.3. Etapa pós-campo**

Na etapa do pós-campo, partindo do mês dezembro de 2021 até maio de 2022, as atividades desenvolvidas consistiram em organizar, apurar e interpretar as informações obtidas tanto nas etapas de pré-campo como na etapa campo, tendo como produtos: um mapa geológico com descrição das unidades geológicas observadas em campo e também um mapa de domínios estruturais, nos quais são discutidos possíveis contextos evolutivos e episódios tectônicos que influenciaram a região.

A partir das amostras mais representativas das litologias observadas durante a etapa campo, foram feitas nove lâminas delgadas para a subárea IV e dez para as demais subáreas no Laboratório de Laminação (LABLAM/IG-UnB), e a análise petrográfica e caracterização das lâminas por meio de microscópio de luz transmitida foi realizada no Laboratório de Microscopia (IG-UnB).

## **1.5. Aspectos fisiográficos**

### **1.5.1. Clima e vegetação**

O clima dos municípios de Campos Belos e Arraias são bem característicos da região Centro-oeste, ou seja, tropical semiúmido que consiste em duas estações bem definidas diferentes: o período de seca bem marcada nos meses de maio a setembro, e uma estação chuvosa que se estende de outubro até abril. O índice de precipitação nos dois locais é semelhante, porém é possível observar uma relação maior de precipitação na região de Arraias (Figura 1-2 e Figura 1-3).

A vegetação dos municípios é caracterizada como típica do bioma cerrado, apresentando várias fitofisionomias, desde campos limpos até mata ciliar, entretanto é possível observar que nas áreas cartografadas com rochas do Grupo Bambuí a vegetação apresenta de forma mais exuberante, com a mata e árvores mais densas e maiores. Grande parte dessa vegetação na subárea IV foi desmatada para a pastagem e a mineração.

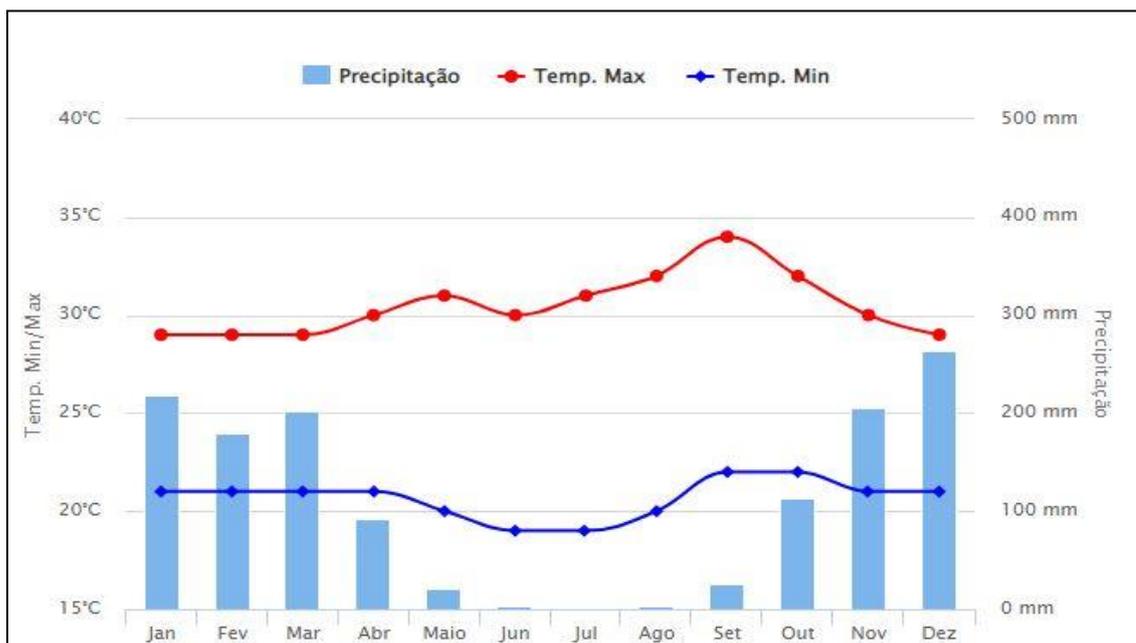


Figura 1-2 – Precipitação e temperatura de Campos Belos ao longo do ano de 2021. Fonte: <https://www.climatempo.com.br>.

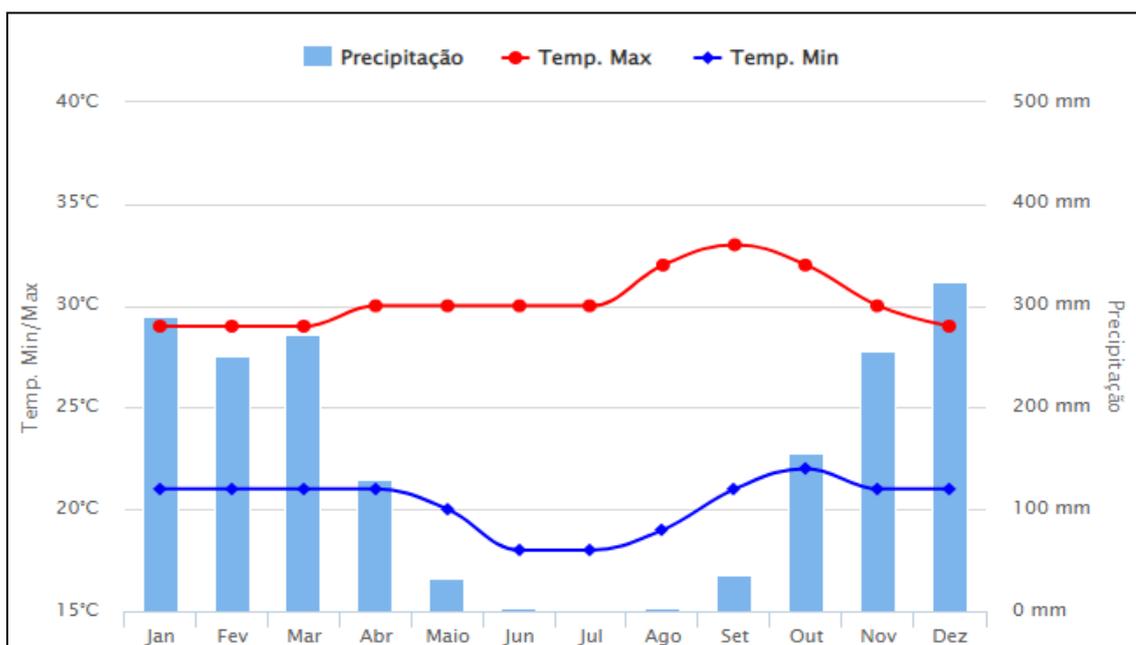


Figura 1-3 – Precipitação e temperatura de Arraias ao longo do ano de 2021. Fonte: <https://www.climatempo.com.br>.

### 1.5.2. Relevo

O relevo do estado do Tocantins apresenta depressões em grande parte do território, sendo que na parte sul e nordeste são observadas áreas de planaltos, com ocorrência de erosões, enquanto na parte central predominam extensas e belas planícies. As maiores altitudes localizam-se a leste e ao sul, onde se localizam as

Serras do Estrondo, Lajeado, do Carmo e do Paraíso, com altitude média entre 360 e 600 metros.

A maior parte da subárea IV está inserida no estado do Tocantins e mais ao sul possui uma porção localizada dentro do estado de Goiás, contendo relevo com cotas variando entre 600 a 950 metros de altitude (Figura 1-4).

Segundo a EMBRAPA (2006) propõe-se a utilização das seguintes classes de declividades: 0 – 3%, 3 – 8%, 8 – 20%, 20 – 45% e 45 – 75%, e acima de 75%, para a classificação de suave, suave-ondulado, ondulado, forte-ondulado montanhoso e forte-montanhoso respectivamente. A subárea IV é caracterizada principalmente por ser suave a ondulado com muitas porções fortemente onduladas e uma pequena parte montanhosa onde estão localizados principalmente os alinhamentos geológicos (Figura 1-4 e Figura 1-5). As maiores declividades dos terrenos estão associadas às paredes de carbonatos localizados na porção leste da área de estudo.

### Mapa Base - Área IV - TF2021

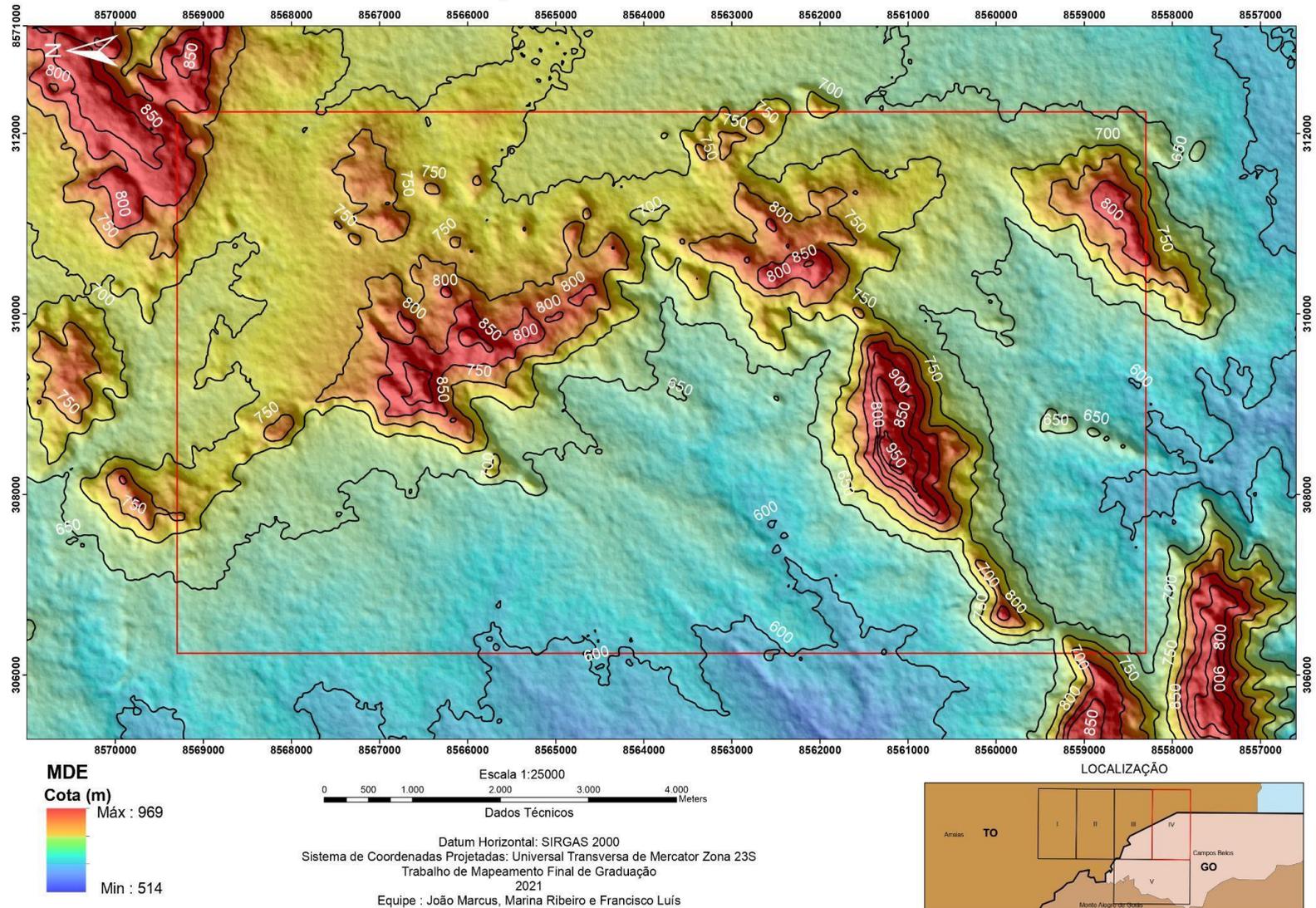


Figura 1-4 – Mapa com o modelo digital de elevação da subárea IV.

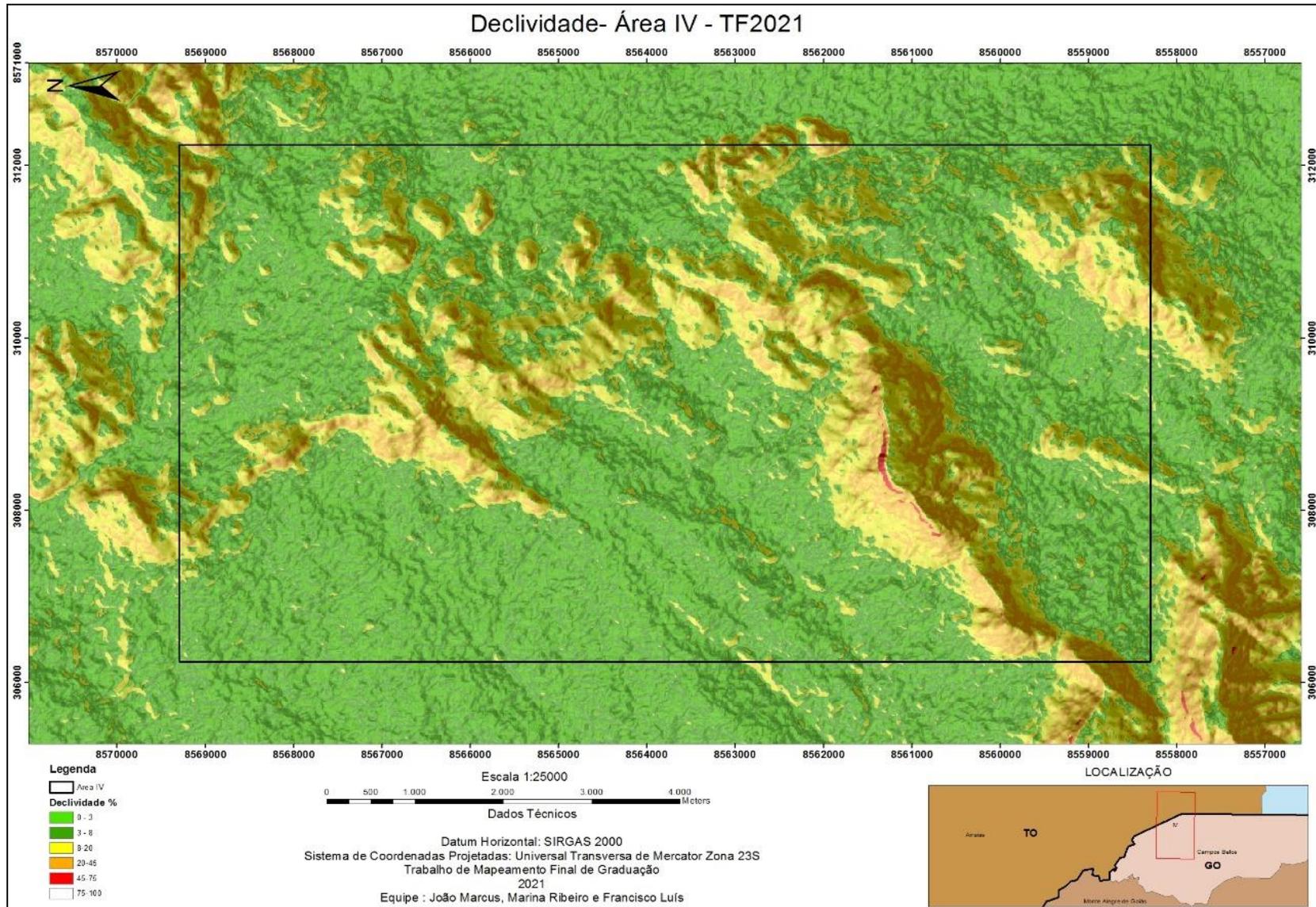


Figura 1-5 – Mapa de declividade da subárea IV.

### 1.5.3. Solos

A subárea IV é caracterizada por possuir principalmente neossolos litólicos que acontecem em um relevo mais fortemente ondulado e plintossolos que ocorrem geralmente em lugares mais planos (Santos *et al.*, 2018) porém acontece também em algumas regiões solos coluvionares e lateríticos (Figura 1-7).

As coberturas detrito-lateríticas representados por depósitos autóctones e raramente transportados, marcada por concreções lateríticas na porção leste nos domínios das coberturas do Grupo Bambuí (Figura 2-5) e a oeste, sobre os granitóides Paleoproterozóicos Aurumina e TTG'S. Esses depósitos são compostos de uma mistura de cascalhos, concreções ferruginosas e avermelhadas, amarronzadas e amareladas, e diversas matações e blocos de crostas lateríticas com dimensões e espessuras variáveis. Acompanham um perfil topográfico cobrindo todas as demais unidades.

Os depósitos aluvionares correspondem a uma sedimentação quaternária associada à rede de drenagem da região (Figura 2-5). São depósitos consolidados de areias, cascalho e lentes de material siltico-argiloso, são transportados como carga de fundo em canais e rios ou depositados nas barras de meandro. Na folha arraias esses depósitos estão representados pelos rios Paranã, Palma, Côco, Palmeiras e Conceição.

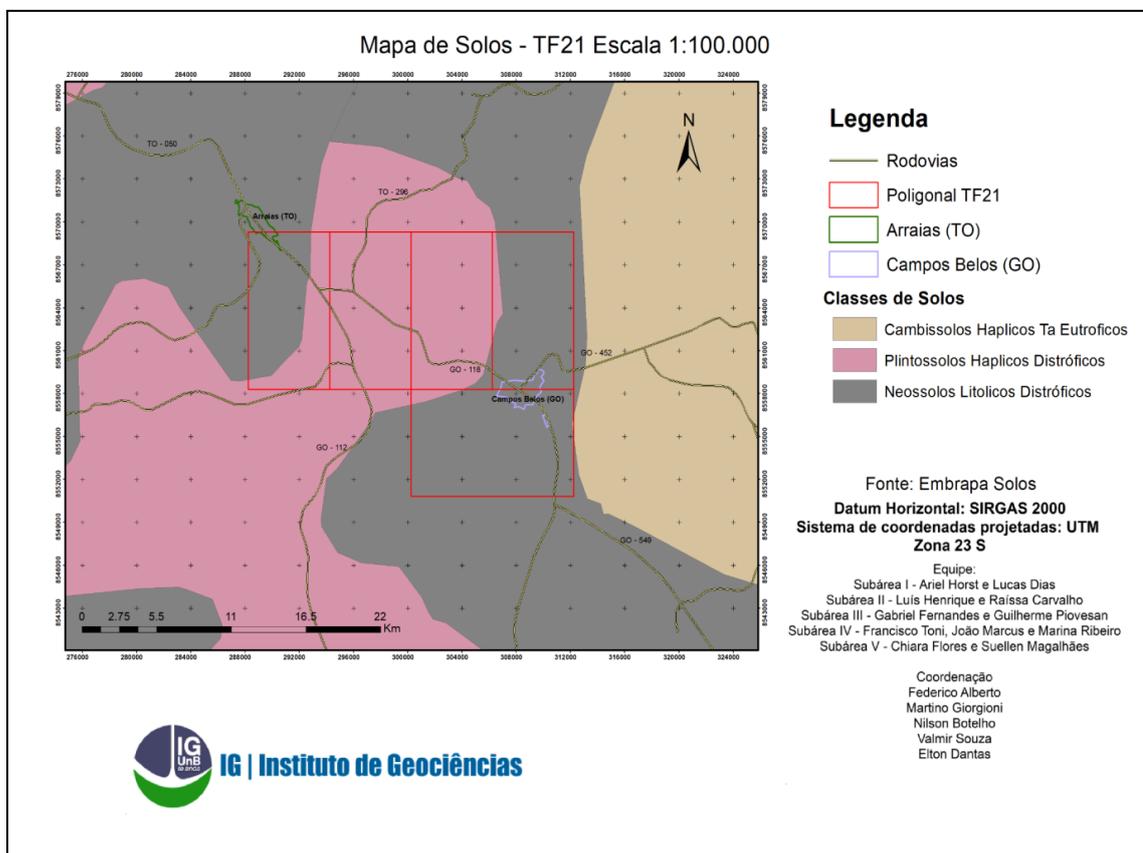


Figura 1-6 – Mapa de solos da área do projeto na escala 1:100.000.

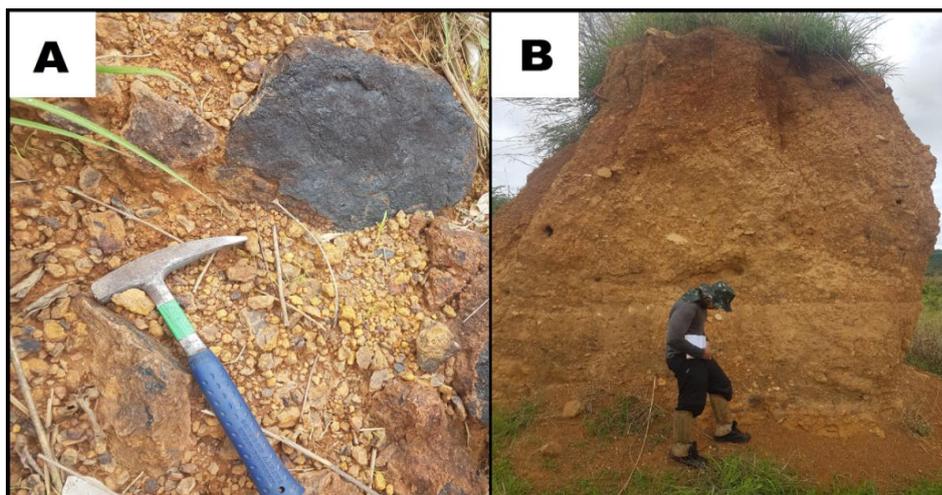


Figura 1-7 – (A) Solo lateralizado. (B) Solo coluvionar apresentando vários fragmentos de rochas distintas (Fotografia feita pela equipe IV).

#### 1.5.4. Hidrografia

A subárea IV está inserida em uma das principais bacias hidrográficas brasileiras, mais especificamente na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia, ocupa uma área com mais de 900 mil km<sup>2</sup> englobando diversos estados como Goiás, Tocantins, Mato Grosso, Maranhão, Pará e o Distrito Federal.

Na área do projeto vale destacar o Rio Bezerra, córrego Salobro e o córrego Pombal que alimentam as drenagens da subárea IV.

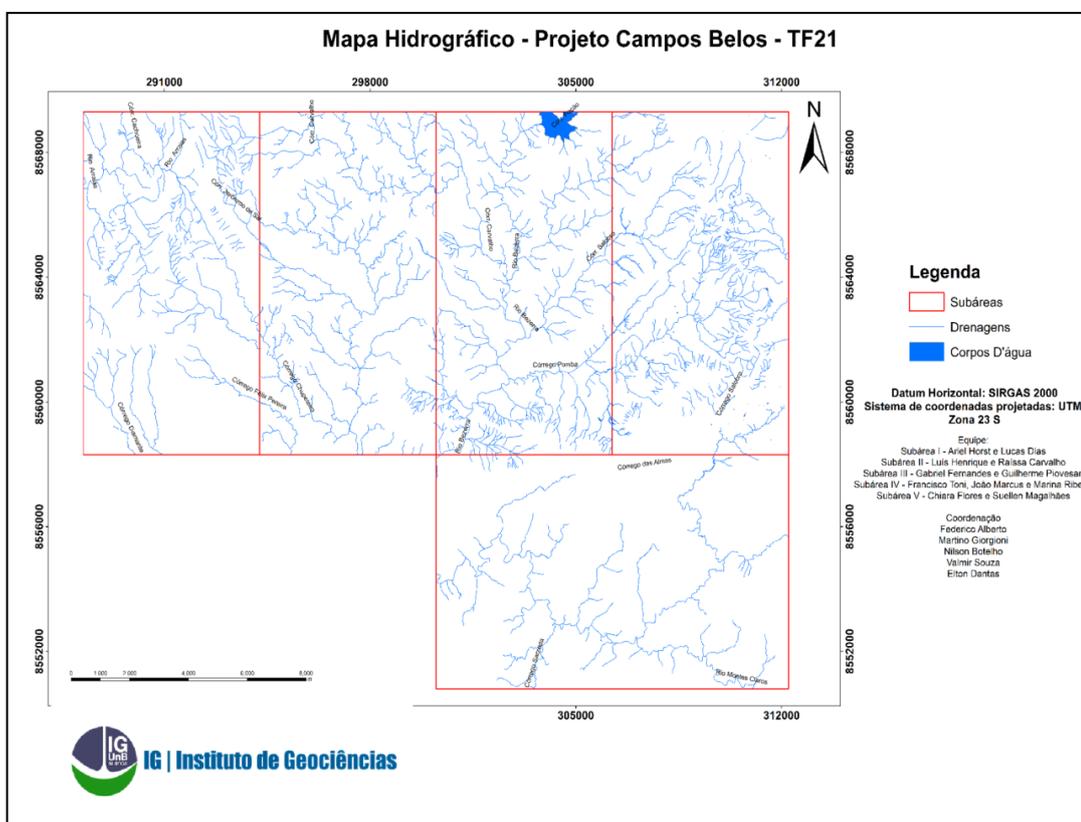


Figura 1-8 – Mapa Hidrográfico do Projeto Campos Belo (GO) – TF

## **CAPÍTULO 2 - CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL**

O Projeto Campos Belos de Goiás abrange a porção setentrional da Faixa Brasília, mais precisamente na Zona Externa onde fica o embasamento das rochas cristalinas mais antigas, esse embasamento é denominado o Bloco Cavalcante Natividade, na Província Tocantins. O Bloco Crustal Cavalcante Natividade está dividido em dois domínios: O Domínio Almas-Conceição do Tocantins, ao norte e o Domínio Cavalcante-Arraias, ao sul, sendo este onde está situado o referido projeto (Figura 2-1 e Figura 2-2). Os trabalhos pioneiros de reconhecimento destas unidades são atribuídos aos autores, dentre outros: Almeida *et al.*, 1981, estes contribuíram no reconhecimento da plataforma Sul-Americana; Trabalhos e contribuições feitas no Nordeste de Goiás e na região de Campos Belos pelos autores: Marini *et al.*, 1978; Botelho *et al.*, 1999; Marini & Botelho, 1986; Pimentel & Botelho, 2000; Dardenne *et al.*, 2003; Alvarenga *et al.*, 2006.

### **2.1. Geologia Regional**

#### **2.1.1. A Província Tocantins**

A Província Tocantins, é um sistema orogênico neoproterozóico desenvolvido durante a junção tríplice dos Crátons Amazônico, São Francisco-Congo (Almeida *et al.*, 1981), e a interveniência de um terceiro Bloco Crustal denominado de o Cráton do Paranapanema, hoje recoberto por sedimentos fanerozóicos da Bacia do Paraná (Brito Neves *et al.*, 1999). A província está situada no Brasil central, compondo de três faixas orogênicas formadas na junção tríplice: A Faixa Brasília, que é um cinturão de dobras e bordeja o Cráton do São Francisco (CSF), já as Faixas Araguaia e Paraguai bordejam o Cráton Amazônico, (Almeida *et al.*, 1981).

#### **2.1.2. A Faixa de Dobramentos Brasília**

A Faixa de Dobramentos Brasília (FDB) (Figura 2-1) tem uma extensão superior a 1.100 km na direção NS e ocupa os estados de Tocantins, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. Possui dois ramos distintos que compreende uma compartimentação tectônica em estilos metamórficos-deformacional: A Faixa Brasília Setentrional (FBS), de orientação NNE-SSW, e a Faixa Brasília Meridional (FBM), de orientação NNW-SSE. Esses dois ramos se encontram na altura do paralelo 16° de Brasília, formando a Megaflexura dos Pirineus (Costa & Angeiras, 1971), configurando a faixa Brasília em uma pronunciada concavidade voltada para leste, que caracteriza uma tendência estrutural (Araújo Filho, 1999). Fuck *et al.*, 1994, distinguem em zonas interna e externa da Faixa Brasília a oeste e a leste da Falha Rio Maranhão respectivamente.

Sua compartimentação Tectônica é definida, de leste para oeste, pelos terrenos que se acrescionaram à borda oeste do cráton do São Francisco: Metassedimentos parautoctones do grupo Bambuí na zona de antepaís (Dardenne, 2000); metassedimentos alóctones da margem passiva neoproterozóica a oeste, que caracteriza um empilhamento tectônico de vários terrenos, em sua maioria unidade litoestratigráfica metassedimentar, tais como os grupos: Vazante (inferior), Canastra, Ibiá, Paranoá e Araxá-Andrelândia (superior); Seu metamorfismo é progressivo em direção a oeste e a vergência tectônica de oeste para leste na direção do Cráton São Francisco (Simões & Valeriano 1990, Valeriano 1992, Valeriano *et al.* 2004).

A zona externa compõe-se de extensas seqüências metassedimentares, sendo que na porção centro-sul, há dobras e empurrões formados por rochas metassedimentares dos Grupos Paranoá, Canastra, Vazante, Ibiá e Bambuí, que são de ambientes de margem passiva. Ao Norte, os Grupos Araí, Serra da Mesa e Natividade representam as seqüências rifte e na extremidade norte o embasamento cristalino o Bloco Crustal Cavalcante-Natividade (Fuck *et al.*, 1994 e 2014; Dardenne, 2000).

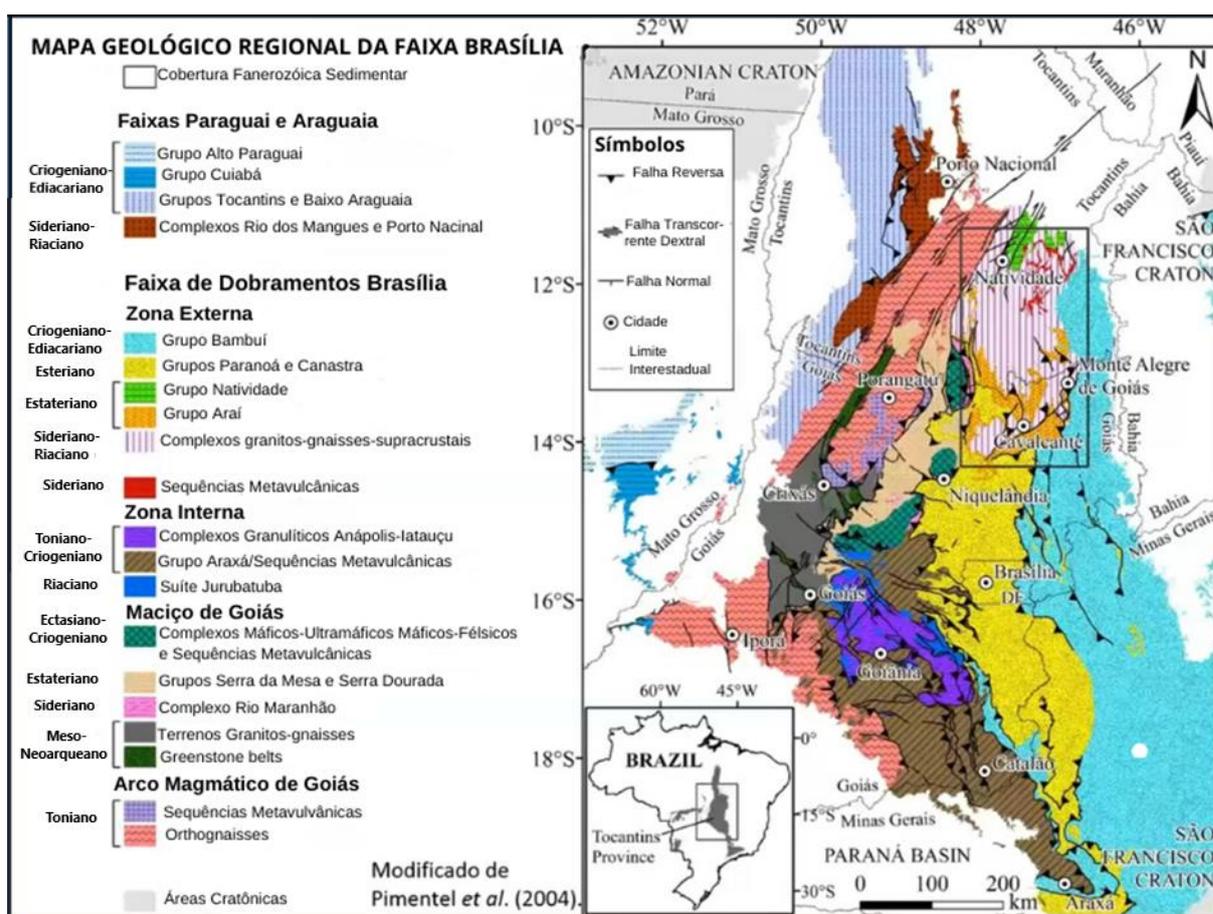


Figura 2-1 – Mapa geológico da Faixa Brasília, modificado de Pimentel *et al.* (2004).

A zona interna abrange as seqüências metassedimentares do Grupo Araxá, e suas melanges ofiolíticas e as seqüências metavulcânossedimentares além dos compartimentos:

- **Maciço de Goiás:** Formados por terrenos TTG Arqueanos e as sequências greenstone belts arqueano-paleoproterozóico (Queiroz *et al.*, 2008), e os complexos acamadados Barro Alto, Niquelândia, Cana Brava e suas metavulcanossedimentares associadas do Neoproterozoico (Ferreira Filho *et al.*, 2010).
- **Complexo Anápolis-Itauçu:** Um núcleo metamórfico de 680 e 670 Ma constituído por para- e ortogranulitos e intrusões máficas-ultramáficas graníticas (Moraes *et al.*, 2002; Piuzana *et al.*, Della Giustina *et al.*, 2011).
- **Arco Magmático de Goiás:** Constituído por sequências metavulcanossedimentares associadas a ortognaisses calci-alcalinos. É separado pelo Arco de Arenópolis ao sul, e o Arco Mara Rosa, ao norte. A evolução do arco consiste em dois eventos: O primeiro em arco de ilha a 890-860 Ma e o segundo em arco continental a 670-600 Ma, e estão associadas às intrusões bimodais gabro-dioritos e granitos tardi- a pós-tectônicos (Pimentel *et al.*, 2000, Laux, 2004; Fuck *et al.*, 2017).

### **2.1.3. O Bloco Crustal Cavalcante-Natividade**

O Bloco Crustal Cavalcante-Natividade (BCCN) representa uma exposição do embasamento síalico paleoproterozóico, a oeste do Cráton do São Francisco na porção nordeste da FDB. É limitado, a norte, pelo Grupo Natividade e por sedimentos Fanerozoicos da Bacia do Parnaíba; ao sul pelos Grupos Paranoá e Araí; a leste pelo Grupo Bambuí e a oeste pelo Maciço de Goiás e parte do Grupo Araí (Figura 2-1).

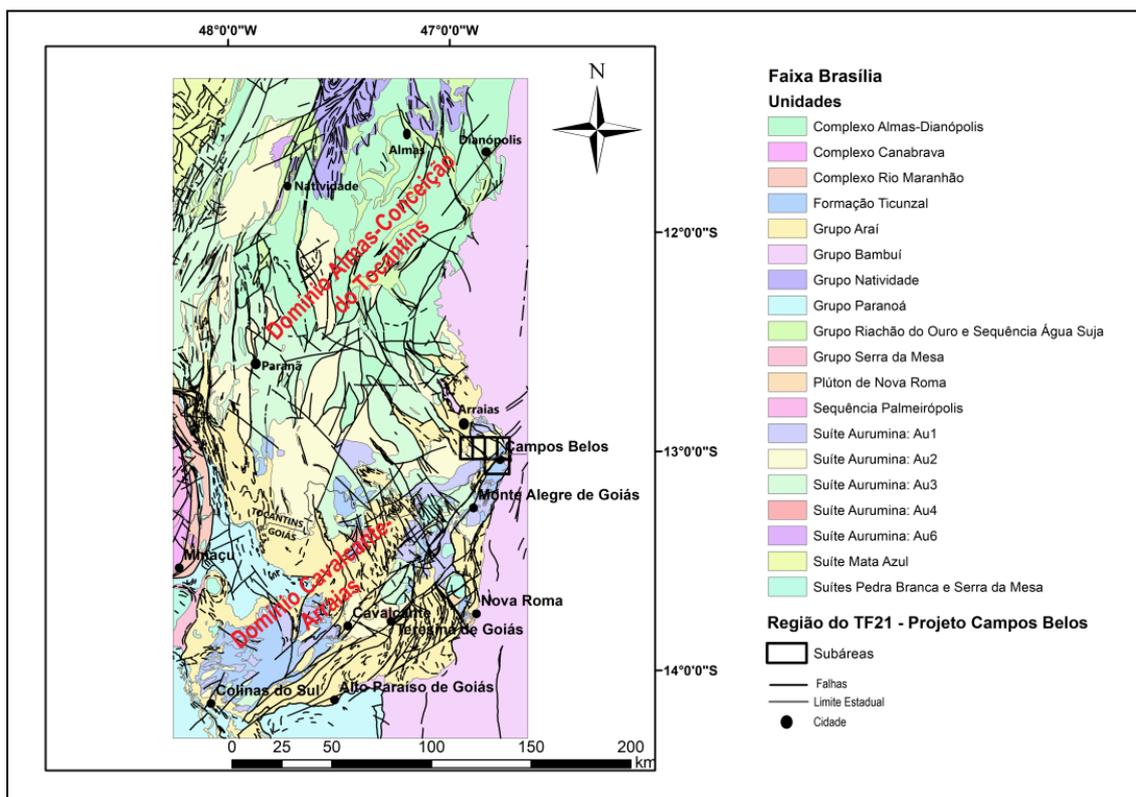


Figura 2-2 – Bloco Crustal Cavalcante-Natividade destacando os dois domínios: Almas-Conceição do Tocantins ao norte e Cavalcante-Araias ao sul

Este bloco foi submetido a um sistema de falhamentos regionais na direção NE-SW (e.g. Rio Maranhão e Rio dos Bois Soares *et al.*, 2006) e intensas zonas de cisalhamento transcorrentes (e.g. Cruz Almas; Praxedes 2015) associados ao Lineamento Transbrasiliano. Também houve um extenso retrabalhamento crustal durante o orogêno Brasileiro. É composto por dois domínios (Figura 2-2): O Domínio Almas-Conceição do Tocantins abrange as regiões Almas-Dianópolis-Conceição do Tocantins, é constituído por sequências supracrustais do Grupo Riachão do Ouro intrudido pelas rochas do Complexo Almas-Cavalcante. O Domínio Cavalcante-Araias na porção sul, o embasamento é constituído pelas rochas da Suíte Aurumina intrudidas nas rochas metassedimentares da Formação Ticunzal (Botelho, 1992).

#### 2.1.4. Geologia Regional da Região de Campos Belos (GO) e Arraias (TO)

As regiões de Campos Belos e Arraias estão situadas na porção Setentrional da Faixa Brasília, sendo Campos Belos a nordeste de Goiás e Arraias a sudoeste de Tocantins, no limite da zona externa e a zona cratônica da faixa (Dardenne, 2000; Fuck *et al.*, 1994). Esse limite é marcado por falhas longitudinais regionais com orientação vizinha de NS a N20E, extensas zonas de cisalhamento transpressivas dextrais. Um núcleo de embasamento Transamazônico aparece na zona externa FDB, composto por rochas metassedimentares da Formação Ticunzal (Marini *et al.*, 1978) e pela Suíte Granítica Aurumina (Botelho *et al.*, 1999), que marca o final do Ciclo Transamazônico em torno de 2,0 Ga, (Figura 2-3).

Este núcleo mais antigo foi afetado por processo de rifteamento continental, no final do Paleoproterozoico, no qual foi intrudido em cerca de 1,8 Ga (Pimentel *et al.*, 1991 & Botelho, 2000), pelos granitos intraplaca da Suíte Pedra Branca, na Subprovincia Estanífera do Rio Paranã (Marini & Botelho, 1986), pelo vulcanismo bimodal associado.

Após um longo período de intemperismo e de tectônica extensional, ocorreu à sedimentação da Formação Jequitaí na zona do CFS no Supergrupo Espinhaço, no Paleo-Mesoproterozoico (Chaves *et al.*, 2010) e a sedimentação do Grupo Bambuí na margem do CFS no Neoproterozoico. Essa sedimentação ocorreu de forma discordante sobre todas as unidades anteriores, transcendendo em alguns casos, o limite ocidental da zona externa (Alvarenga *et al.*, 2006).

No final do Neoproterozóico, toda região foi afetada pela deformação relacionada ao Evento Brasileiro, há 630 Ma (Dantas *et al.*, 2013), que se caracterizou na Faixa Brasília por dobramento, metamorfismo e transporte de oeste para leste em direção ao cráton do São Francisco.

O trabalho final de mapeamento de 2021, denominado Projeto Campos Belos - GO, situa-se na porção mais ao sul do BCCN (Figura 2-1 e Figura 2-2), no Domínio Cavalcante-Araias, e as unidades identificadas pela literatura, da base para o topo são as seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Ticunzal, Suíte Aurumina, Quartzo diorito Nova Roma, Suíte Pedra Branca, Grupo Araí, Formação Jequitaí e Grupo Bambuí; essas unidades são descritas na folha Monte Alegre de Goiás. Na folha Arraias – TO são descritas 9 unidades litoestratigráficas em 21 unidades litodêmicas, a saber: Grupo Riachão do Ouro, Intrusivas Máfico-Ultramáficas tipo Gameleira, Complexo Almas-Cavalcante, Suíte Aurumina, Grupo Araí, Formação Jequitaí, Grupo Bambuí, Suíte Mata Azul, Grupo Urucuia.

As unidades Suíte Pedra Branca e Quartzo diorito Nova Roma não afloram na área deste projeto, sendo que o Quartzo Diorito Nova Roma está descrito nas folhas Cavalcante e Nova Roma, na região situada entre a Serra da Pedra Branca e a Cidade de Nova Roma. Trata-se de uma rocha mesocrática com pouca deformação, associadas a terrenos medianamente arrasados de latossolos vermelhos, sua natureza é metaluminosa e não fornece relação petrogenética com os granitos da Suíte Aurumina. A Suíte Pedra Branca será mencionada por ter uma correlação petrogenética.

Também não serão mencionadas as unidades da Folha Arraias: as Intrusivas Máfico-Ultramáficas da Suíte Gameleira, Suíte Mata Azul, por não conter uma gênese semelhante.

As figuras 2.4 e 2.5 descrevem em colunas as unidades litoestratigráficas para as folhas Monte Alegre (Incluindo Cavalcante e Nova Roma) e Arraias, respectivamente, sendo descrita no tempo geológico, juntamente com sua evolução tectônica. Essas unidades serão descritas a seguir.

#### **2.1.5. Unidades Litoestratigráficas da região do Bloco Crustal Cavalcante-Natividade**

Essas unidades serão descritas considerando a região do Bloco Crustal Natividade-Cavalcante (Figura 2-2), de forma a mencionar as rochas com as correlações genéticas para as regiões de Campos Belos (GO) e Arraias (TO).

#### 2.1.5.1. Formação Ticunzal

A Formação Ticunzal foi preliminarmente descrita na área do Rio Preto a oeste de Cavalcante, Campos Belos e Monte Alegre de Goiás (Marini *et al.*, 1978; Danni & Fuck, 1981). Tendo sua área-tipo na região das Serra do Ticunzal e Tombador, no município de Cavalcante (Marini *et al.*, 1978; Fernandes *et al.*, 1982).

Sua distribuição na Faixa Brasília gera discussões, porém, trabalhos recentes têm demonstrado certas ocorrências em uma vasta área do nordeste de Goiás e sudeste de Tocantins (Botelho *et al.*, 2002; Botelho & Portela, 2005).

A Formação Ticunzal é formada essencialmente por xistos e paragneisses frequentemente grafitosos, além de quartzitos micáceos em menores proporções, e raras ocorrências de conglomerados. É uma paragênese retrometamórfica, com concentrações variáveis de quartzo, clorita, epidoto, carbonato e muscovita fina.

Da paragênese anterior, de mais alto grau metamórfico, somente persistem a grafita de cristalinidade alta, porfiroblastos de granada parcialmente preservadas e prováveis pseudomorfos de aluminossilicatos, os quais indicam que a sequência sedimentar foi minimamente submetida ao metamorfismo de fácies anfibolito média, (Marini *et al.*, 1978; Fuck *et al.* 1988). Essas rochas metassedimentares e alguns granitos intrusivos da Suíte Aurumina apresentam-se intensamente deformados, num domínio ductil-rúptil, com minerais de texturas miloníticas e foliação de crenulação.

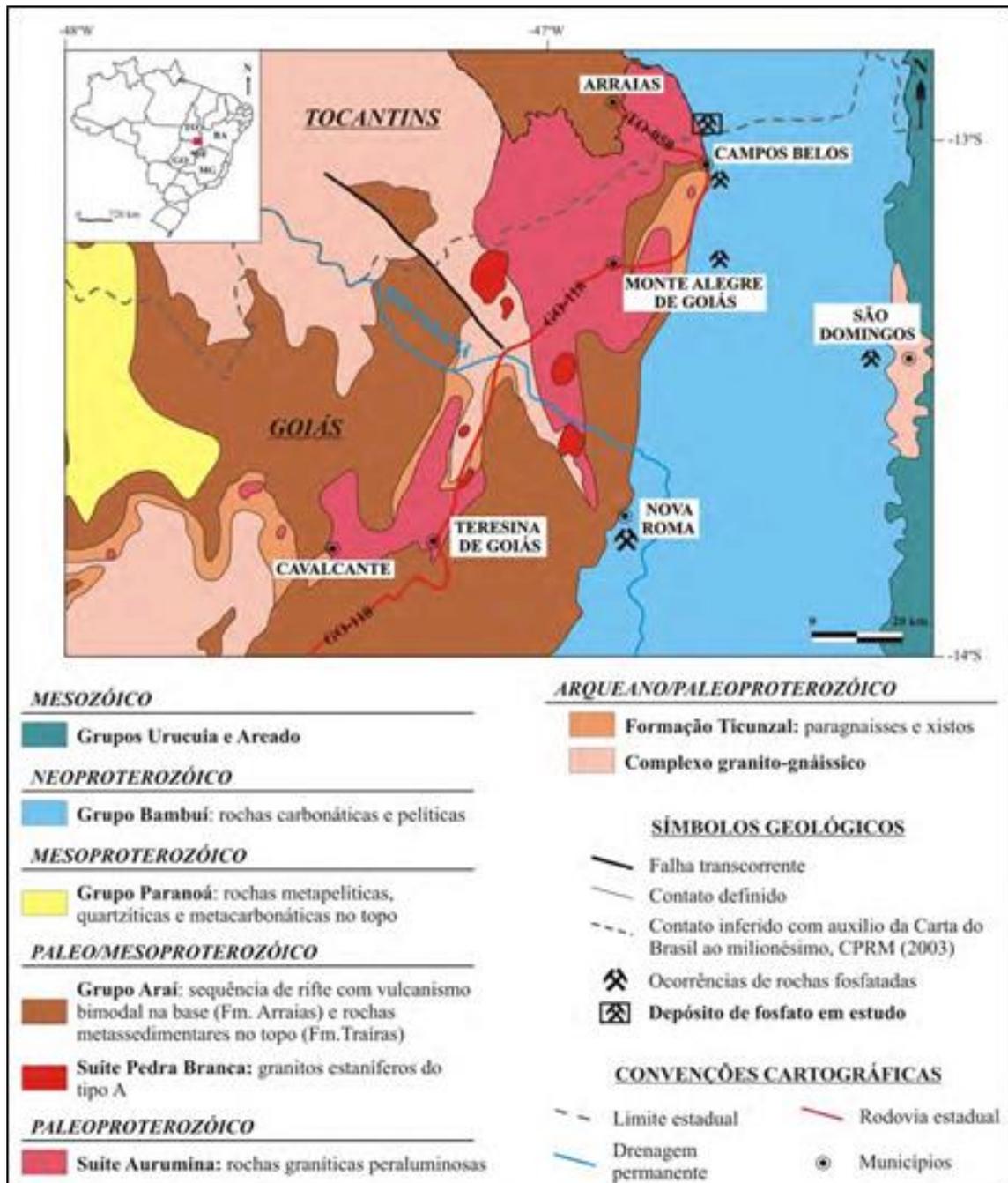


Figura 2-3 – Mapa geológico regional simplificado compreendendo as relações de contatos das unidades litoestratigráficas sudeste de Tocantins (modificado de Botelho & Silva, 2004).

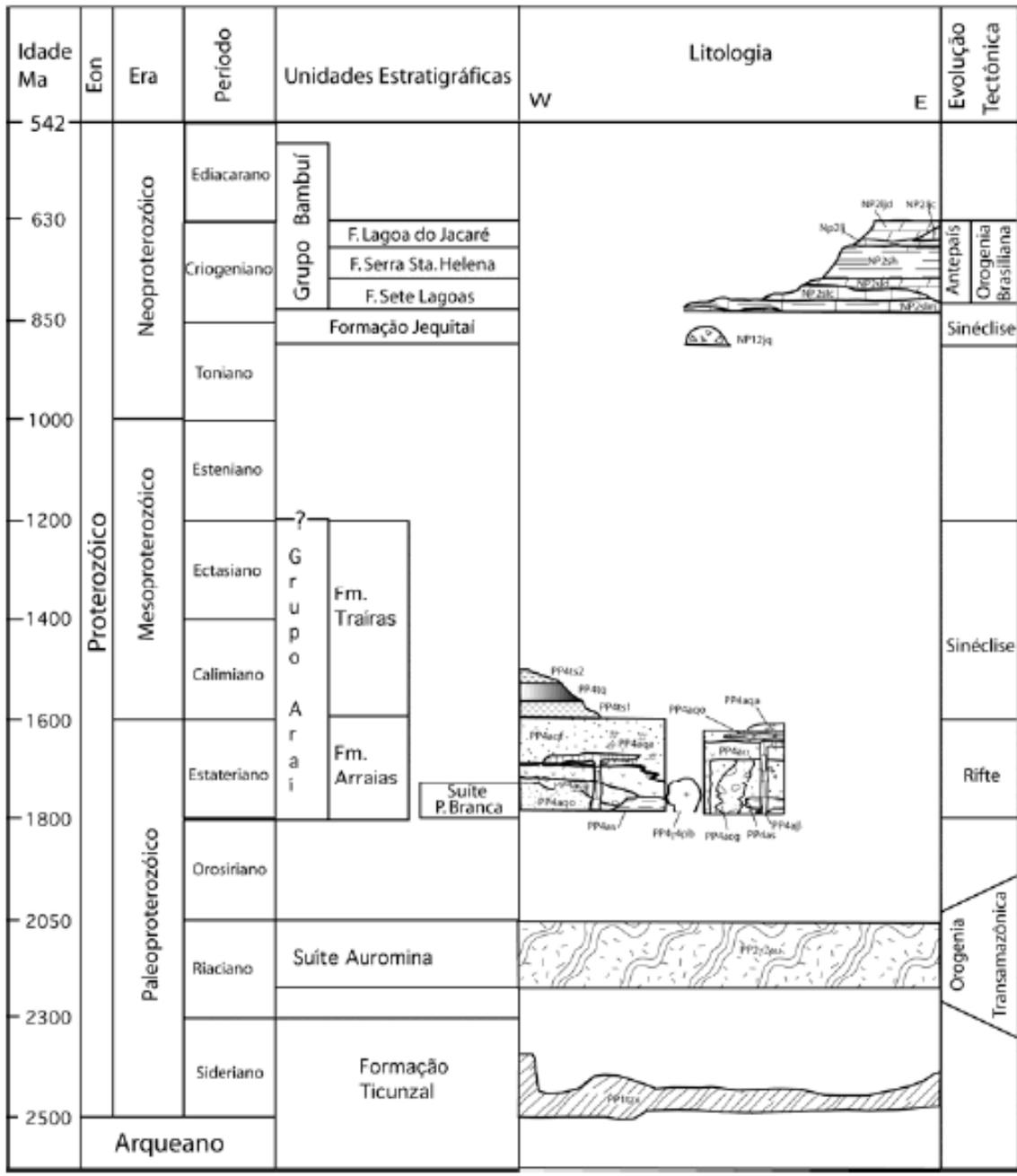


Figura 2-4 – Carta estratigráfica das unidades geológicas presentes nas folhas Monte Alegre de Goiás, Cavalcante e Nova Roma. (Alvarenga *et al.*, 2006).

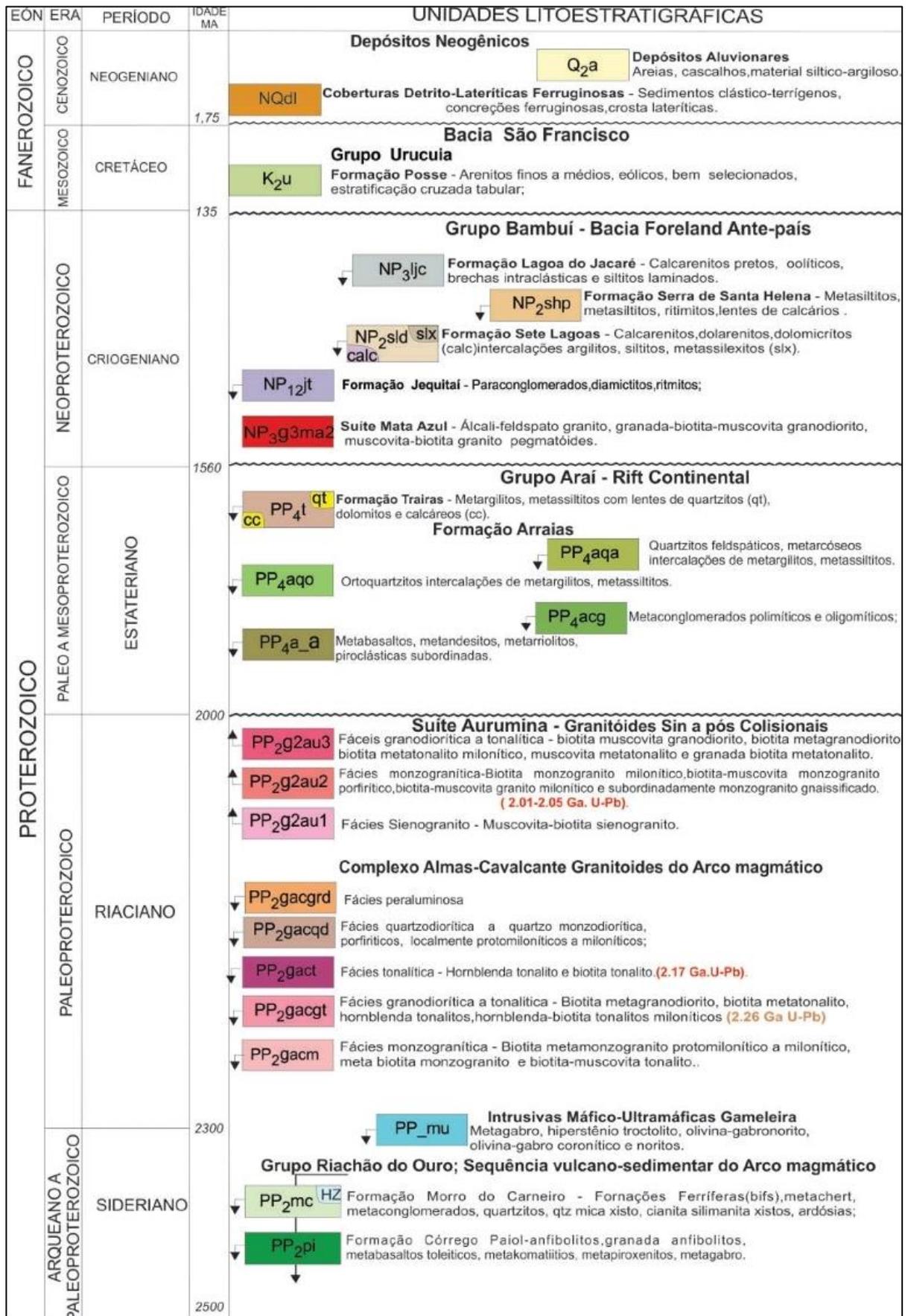


Figura 2-5 – Coluna estratigráfica retirada da folha Arraiais (SD. 23-V-A). Fonte: Abdallah & Meneghini, 2017.

A idade da Formação Ticunzal ainda não está bem definida, porém, é mais velha que 2,15 Ga, da idade mais antiga das intrusões graníticas da Suíte Aurumina. Dados iniciais de Sm-Nd mostram um TDM entre 2,6 e 2,8 Ga, indicando que os sedimentos da formação tiveram fonte preeminente arqueana (Fuck *et al.*, 2002).

Os dados geoquímicos das rochas metassedimentares da Formação Ticunzal indicam que os paragnaissees têm uma composição química semelhante à de grauvacas, o que permite distingui-los das rochas ortoderivadas (Botelho & Portela, 2005). Ocorrências localizadas de minerais de Urânio (*e. g.* torbernita), próximos aos contatos com a Suíte Aurumina podem associar com mineralizações de ouro e estanho.

A formação Ticunzal estabelece contatos com as Suítes Aurumina e Pedra Branca e grupos Araí e Bambuí (Figura 2-3 e Figura 2-6).

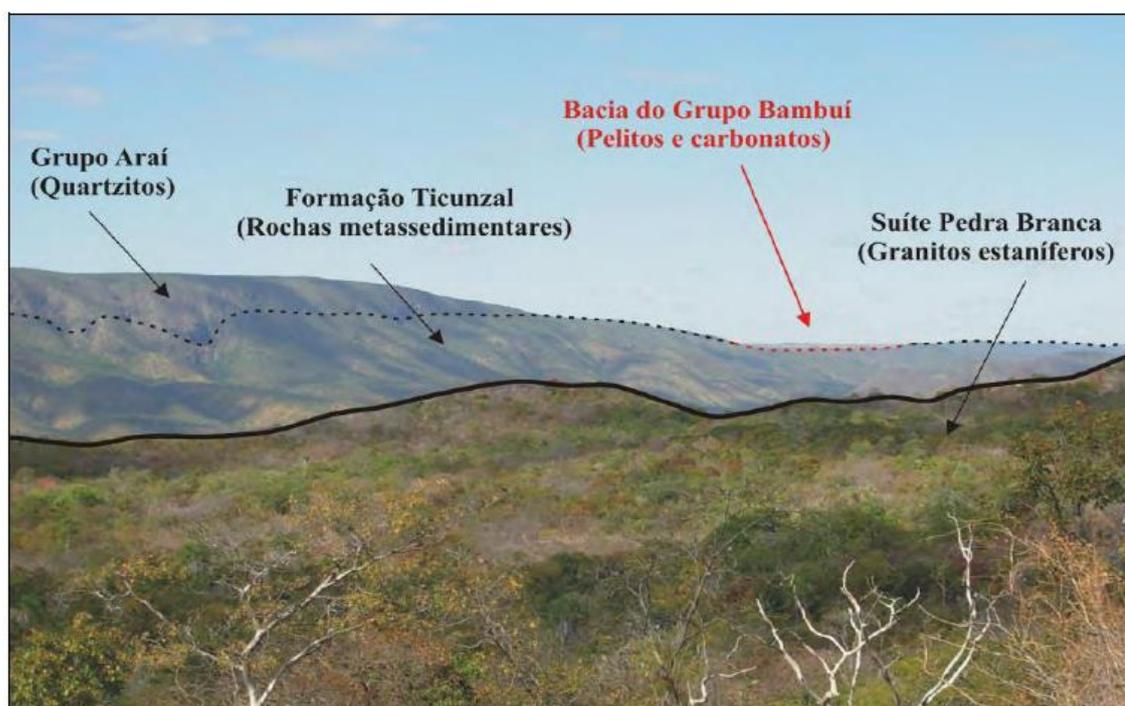


Figura 2-6 – Relações de contatos em campo, entre as unidades: Formação Ticunzal, Suíte Pedra Branca, e Grupos Araí e Bambuí. Vista a partir da estrada não pavimentada, que faz ligação entre a cidade Nova Roma (estrada - GO 118). Fonte: Monteiro 2009.

#### 2.1.5.2. Grupo Riachão do Ouro

Trata-se de uma sequência vulcanossedimentar, composta de duas formações denominadas de Formação Córrego Paiol formadas por rochas metavulcânicas e metaplutônicas máficas/ultramáficas (Figura 2-5) e a Formação Morro do Carneiro uma unidade metassedimentar química/detrítica situada na Faixa Conceição, predominantemente representada por BIF'S, metacherts ferríferos, hematita-quartzitos e metaconglomerados oligomíticos. O grau metamórfico varia

desde xisto-verde até anfíbolito e estão intercaladas com metavulcânicas máficas. É presente a deformação dúctil a ductil-rúptil indicando milonitização e acamadamento plano- paralelo ainda preservado.

#### 2.1.5.3. Complexo Almas-Cavalcante

Barbosa *et al.*, (1966) foram os pioneiros a referir sobre os granitóides polideformados paleoproterozoicos do embasamento das porções SSE de Tocantins e N de Goiás, que englobam paragneisses e intercalações de metabásicas e migmatitos do Pré-Cambriano indiferenciado.

O complexo Almas-Cavalcante abrange diversos plutons de rochas de composição tonalítica-trondhjemitica-granodiorítica e com afinidade calcialcalina (Cruz, 2001). A foliação dessas rochas é baixa na porção leste, com o aumento na intensidade progressivamente para oeste, apresentando estruturas bandadas (Cruz & Kuyumjian, 1998). Suas fácies estão descritas na tabela estratigráfica da figura 2.5

Cruz (1993) e Cruz e Kuyumjian (1996, 1998) individualizaram na porção sul de Tocantins três suítes de granitóides: (a) granitóides ricos em anfibólios de 2,2 Ga, predominantemente tonalitos e subordinadamente, granodioritos, trondhjemitos, quartzodioritos e quartzo-monozodioritos calci-alcálicos metaluminosos, de baixo K, corresponde a Suíte1 que está intrudida na supracrustais do Grupo Riachão do ouro; (b) Complexo Ribeirão das Areias, consiste de tonalitos, trondhjemitos (2,45Ga) e (c) Suíte2 (2,2 Ga), representada por tonalitos, trondhjemitos, granodioritos e subordinadamente, monzogranito, predominantemente cálcio-alcálicos peraluminosos, de médio a alto K, com a química semelhante a do arco magmático e classificado como suítes TTG de baixo e alto Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, respectivamente.

#### 2.1.5.4. Suíte Aurumina

Botelho *et al.* (1998), definiram os primeiros granitos aflorantes na região entre a cidade de Teresina de Goiás e o povoado de Aurumina, à Suíte Aurumina. Em Aurumina (área-tipo), a suíte está representada por um pequeno corpo de 4 km<sup>2</sup> de biotita-muscovita granito, milonitizado e alongado à uma direção N30W, e concordantemente intrudido em milonitos graníticos peraluminosos (Figura 2-7), de distribuição regional, e se estende para Cavalcante, Nova Roma, Monte Alegre de Goiás campos Belos e Arraias no Tocantins (Alvarenga *et al.*, 2006). Em todas essas regiões nota-se que a Suíte Aurumina é intrusiva na Formação Ticunzal. A Suíte Aurumina estabelece contatos com o Grupo Bambuí, com a Suíte Pedra Branca e Grupo Araí.

A Suíte Aurumina é subdividida em seis litofácies, das quais apenas quatro foram cartografadas pelas folhas Monte Alegre de Goiás, Cavalcante e Nova Roma:

- **Litofácies PP2y2au1:** representa muscovita monzogranito, a muscovita ocorre por grandes lamelas, sendo pré- e sin-tectônicos. Essa rocha tem intensa

deformação, com foliação milonítica na direção NNE e mergulho SSE. Ele é o mais antigo de todas as fácies.

- **Litofácies PP2y2au2:** São as intrusões de biotita monzogranito, sendo mais jovem que o muscovita granito. Apresenta a mesma deformação típica da fácies PP2y2au1, desse fato por serem sin-tectônicos. Ocorrências de ouro foram reconhecidas no contato entre essa litofácies e a Formação Ticunzal. Tem uma ampla distribuição espacial no nordeste do Goiás e sudeste do Tocantins.
- **Litofácies PP2y2au3:** Constituídos por intrusões de Biotita tonalito granodiorito, majoritariamente leucocrático. São rochas com menor intensidade de deformação em comparação aos anteriores, por serem intrudidas após o curso tectônico principal.
- **Litofácies PP2y2au4:** Compreendem as intrusões de Biotita sienogranitos, são mais tardias e com menos deformação ainda.



Figura 2-7 – Relações de contato entre a Suíte Aurumina com a Suíte Pedra Branca e a Formação Ticunzal na área-tipo, Folha Cavalcante, mostrando o Maciço Pedra Branca ao fundo, pequeno corpo de biotita-muscovita granito (au2) intrudindo na fácies au1 e na Formação Ticunzal.

Os granitos e tonalitos têm  $\epsilon Nd$  ( $T = 2,1$ ) entre -3 e -6 e TDM entre 2,4 e 2,7 Ga (Fuck *et al.* 2002), indicando que a fonte dos magmas da Suíte Aurumina é predominantemente arqueana, com pequeno retrabalhamento crustal.

A assinatura geoquímica dessas rochas é peraluminosas, e não desenvolvem anfibólio cálcico em sua mineralogia, e sim, são compostas por minerais

predominantes de micas e biotitas, às vezes granadas magmáticas e raramente lamelas ou nódulos de grafita. A muscovita dessas rochas é alta em TiO<sub>2</sub> (até 1,7 wt.%), indicando seu caráter magmático.

Ocorrem mineralizações de ouro em Cavalcante, e depósitos/ocorrências de estanho e tântalo associados a granitos e pegmatitos com turmalina nas fácies au6, turmalina-muscovita granito em Monte Alegre de Goiás.

#### 2.1.5.5. Suíte Pedra Branca

Essa Suíte foi anteriormente conhecida como granito estaníferos de Goiás (Marini & Botelho, 1986), esses granitos têm importantes depósitos de estanho. Sua composição varia de peraluminoso a metaluminoso, não tem muitos anfibóleos e tem bastante biotita, quartzo (aqui predomina o quartzo azul essa coloração é devido a inclusões de componentes extremamente pequenas de óxidos de ferro e titânio), Kfs e plagioclásios. Os granitos peraluminosos são as fácies mais evoluídas, provavelmente mais silicosos. Esta Suíte é representada na região nordeste de Goiás pelos Maciços: Pedra Branca, Mocombo, Mangabeira, Serra do Mendes, Sucuri e Soledade, bem como intrusões menores de diques porfíricos.

#### 2.1.5.6. Grupo Araí

O Grupo Araí constitui um conjunto de rochas metassedimentares e metavulcânicas de grau anquimetamórfico a um xisto verde baixo que recobrem os embasamentos da Formação Ticunzal e Suíte Aurumina, e é recoberto pelo Grupo Bambuí (Figura 2-3). Está situado na zona externa da Faixa Brasília, caracterizando uma região muito acidentada, com cotas que variam de 300 a 1650 metros. Aflora na porção setentrional da Chapada dos Veadeiros, passando por Alto Paraíso, Colinas de Goiás e Cavalcante se expondo para norte. Ocupa uma área de 11.000 km<sup>2</sup> na porção nordeste de Goiás e sudeste de Tocantins. É subdividido da base para o topo por duas grandes formações: A Formação Arraias com cerca de 1000 metros de espessura, constituída por sedimentos psamíticos depositados em ambiente fluvial, sendo depósitos continentais, essa formação foi depositada num momento distensivo/abertura, com a sedimentação de bacias tipo rift, essa distensão ocorreu por volta de 1,7 a 1,6 Ma no Centro Oeste do Brasil; e a Formação Traíras, com cerca de 1200 metros de espessura, composta essencialmente por sedimentos psamíticos e pelito-carbonáticos, depositadas no pós-rift, predominando um ambiente marinho (Barbosa *et al.*, 1969; Dyer, 1970; Alvarenga *et al.*, 2000; Dardenne *et al.*, 1998; Martins, 1999).

##### **2.1.5.6.1. A Formação Arraias é constituída por oito litofácies, a saber:**

- **Litofácies - PP4acg:** Representados por metaconglomerados suportados pelos seixos ou pela matriz, com seixos de granitos, riolitos, quartzo e quartzitos.

Em geral ocorrem em lentes de grandes variações de espessuras, onde as mais espessas estão nas bordas das falhas que limitam o rift, desenvolvendo um sistema de leques aluviais. Passam lateralmente a um sistema deposicional de rios entrelaçados, intercalados por sedimentos continentais de origem fluvial e eólica.

- **Litofácies - PP4as:** Metassiltitos e metarritmitos, compõem uma espessa sequência sedimentar situada na base das rochas metavulcânicas de espessuras de 200 a 300 metros, estão muito restritos nas regiões de Campos Belos e Arraias. Essa sequência é constituída pela alternância de horizontes de metassiltitos argilosos bastante alterados com níveis de quartzitos arcoseanos muito finos e resistentes à erosão. Tem uma foliação pronunciada, preservando traços das laminações de acamamento original.
- **Litofácies - PP4aa:** Metariolitos, metariodacitos, e metapiroclásticas, essas sequências vulcânicas ácidas estão intercaladas nas rochas metassedimentares. Tem uma distribuição irregular e descontínua, com variações de espessuras de centímetros a 100 metros muito rapidamente.
- **Litofácies - PP4aqs:** São representados por quartzitos feldspáticos com seixos, ou laminados, com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas, com seixos dispersos geralmente quartzo e quartzito. Localmente ocorrem lentes de verdadeiros conglomerados intraformacionais suportados pelos seixos de quartzo e quartzitos. Essa litofácies é muito característica da parte inferior a intermediária da Formação Arraias, intercalam-se com quartzitos sericíticos e também feldspáticos mas, desprovidos de seixos.
- **Litofácies - PP4aβ:** Compreendem os metabasaltos, por vezes com amígdalas, vesículas e disjunções colunares, que presume uma deposição subaérea, e estão intercaladas nas rochas metassedimentares da porção superior da formação Arraias.
- **Litofácies - PP4aqf:** São quartzitos arcoseanos com estratificações cruzadas, interpretadas de origem fluvial. Na Formação Arraias, não tem um empilhamento litoestratigráfico constante, mas ocorrem várias posições litoestratigráficas, não tendo correlações a grande distância.
- **Litofácies - PP4aqo:** São ortoquartzitos com estratificações cruzadas tabulares e acanaladas de grande porte e origem eólica com fácies de quartzitos conglomeráticos. As fácies acanaladas são depósitos fluviais de rios entrelaçados ou de leques aluviais e de chuvas torrenciais. Apresentam bimodalidade e são também intercaladas com fácies laminadas plano-paralelas, consideradas como depósitos interdunas.
- **Litofácies - PP4aqa:** São quartzitos arcoseanos com estratificações cruzadas interpretados como de origem fluvial.

Observação: As fácies quartzíticas da formação arraias não obedecem a um empilhamento litoestratigráfico constante. Essas fácies ocorrem em várias posições, impedindo correlações a grande distância e ilustrando imbricações e interdigitações das fácies continentais do ambiente de leques aluviais e de rios entrelaçados da fase sin-rifte.

#### 2.1.5.7. As litofácies da Formação Traíras:

- **Litofácies - PP4ts1:** São compostas por metassiltitos de cor cinza e não alterados, maciços e com raras estruturas de laminação fina, são frequentemente calcíferos. Há também metarritmitos, com alternância de níveis arenosos e pelíticos evidenciando estruturas sinsedimentares, como laminações cruzadas e plano-paralela, marcas onduladas e estruturas pós-deposicionais de soterramento e compactação como diques de areia, e chamas. Essas fácies foram depositadas em ambientes inframarés e por vezes fora da zona de influência das marés, calmas e profundas, sendo episodicamente alcançados por correntes de baixa energia.
- **Litofácies - PP4tq:** Quartzitos arcoseanos, dispostos em bancos com estratificações cruzadas de até 20cm e marcas de ondas, estão na porção superior da Formação Traíras. Esta unidade está coberta por discordância pela Formação Jequitaí e superposto pelos metassiltitos da litofácies PP4ts2. São depósitos sedimentares de ambiente marinho raso, sob influência das correntes de maré.
- **Litofácies PP4ts2:** Descrita apenas na parte oeste da folha de Cavalcante: São siltitos e quartzitos rítmicos, são identificadas apenas em alguns afloramentos, pois há uma extensa formação de solo sobre esta unidade.

A geoquímica das rochas metavulcânicas do Grupo Araí, o seu vulcanismo rift compõe um conjunto bimodal, típico de ambiente continental, onde as lavas félsicas tem assinatura de magmatismo intraplaca. Os basaltos presentes numa grande extensão do rift Araí têm composição química de basaltos toleíticos continentais, apesar de estarem frequentemente contaminados por sedimentos ricos em sílica da bacia Araí.

#### 2.1.5.8. Formação Jequitaí - NP12jt

É formada por diamictitos com raras intercalações de pelitos. Os diamictitos apresentam uma distribuição irregular e descontínua, mas sempre no contato entre as rochas do Grupo Bambuí e o embasamento paleoproterozóico. Essa descontinuidade lateral está relativa em alguns locais e falhamentos, mas majoritariamente está relacionada a processos erosivos que ocasionou devido ao reequilíbrio isostático da crosta, no final do período glacial, preservando algumas

porções basais da unidade. Os diamictitos são cobertos pelas rochas da Formação Sete Lagoas e recobrem por discordância as unidades do Grupo Araí e os granitos da Suíte Aurumina. Suas espessuras variam de 1-5 metros, mas pode chegar até 40m a sul na cidade de Nova Roma e nas proximidades da cidade de Campos Belos de Goiás. Seus fragmentos contidos variam de centímetros a métricos e são angulosos e de baixa esfericidade. Esses fragmentos são compostos por quartzitos, quartzo xistos, granitos, basaltos, sustentados por uma matriz siltosa com dispersos grãos de quartzos, feldspatos, anfibólios.

#### 2.1.5.9. Grupo Bambuí

Este grupo representa uma associação de litofácies siliciclásticas, químicas e bioquímicas, formado pelo acúmulo de sedimentos depositados sobre uma extensa plataforma epicontinental, onde o mar recobriu grande parte do paleocontinente São Francisco ao final do Neoproterozóico. Tem uma ampla e contínua distribuição geográfica, a uma extensa área de Minas Gerais, Bahia, Goiás e parte do Distrito Federal e Tocantins.

Sua estratigrafia foi definida por Dardenne em 1978 em seis formações: Fm. Jequitaí, Fm. Sete Lagoas, Fm. Serra de Santa Helena, Fm. Lagoa do Jacaré, Fm. Serra da Saudade e Fm. Três Marias. Atualmente a Fm. Jequitaí foi excluída do Grupo Bambuí e incorporou ao Supergrupo São Francisco (Pflug & Renger, 1973). Na região de Campos Belos o Grupo Bambuí encontra-se em discordância com as falhas, sobre os embasamentos da Formação Ticunzal e Suíte Aurumina e sobre o Grupo Araí (Figura 2-3).

No nordeste de Goiás e sudeste do Tocantins afloram apenas três das unidades do Grupo Bambuí, a saber: a Fm. Sete Lagoas, a Fm. Serra de Santa Helena e a Fm. Lagoa do Jacaré. A unidade basal Fm. Sete Lagoas é formada por fácies pelito-carbonáticas e siltitos, calcários laminados, calcários e dolomitos estromatolíticos, dolarenitos e brechas dolomíticas depositadas em ambientes de intermaré, inframaré e plataforma carbonática (Nobre-Lopes, 1995; Lima, 1997). A Fm. Serra de Santa Helena é composta provavelmente por fácies finas, sobretudo por folhelhos, siltitos e arenitos muito finos e impuros, depositados em plataforma dominada pela ação de ondas normais de tempestades. A Fm. Lagoa do Jacaré é caracterizada por associações de depósitos carbonáticos de retrabalhamento, especialmente calcarenitos oolíticos a pisolíticos, calciruditos e doloruditos, intercalados com níveis de espessura variável de siltitos e, raras, bioconstruções carbonáticas (Figura 2-8).

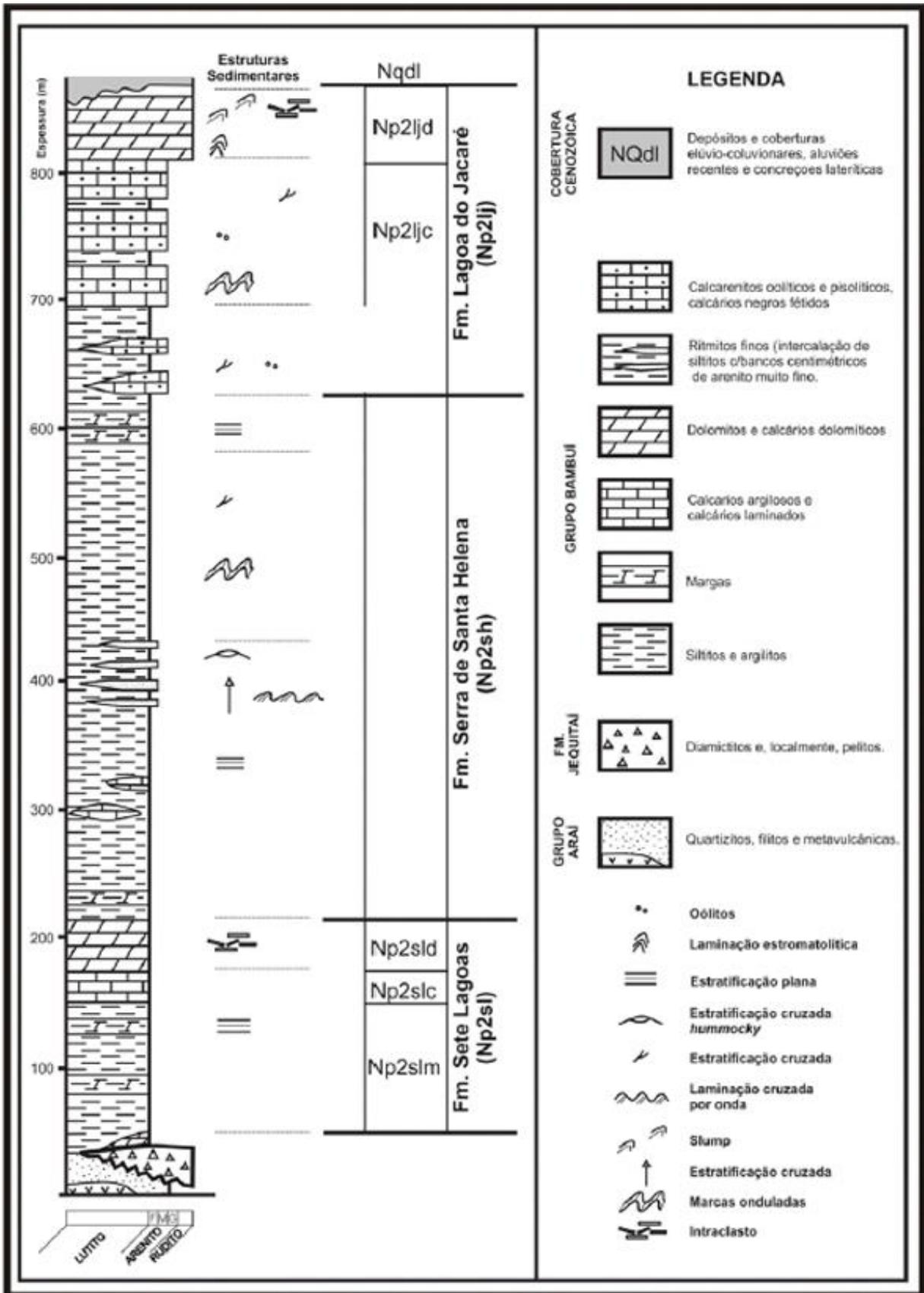


Figura 2-8 – Coluna estratigráfica do Grupo Bambuí na região referida nas folhas Monte Alegre de Goiás e Nova Roma (Alvarenga *et al.*, 2006).

#### 2.1.5.10. Grupo Urucuia

Esta unidade faz parte da Supersequência Bacia do São Francisco (Figura 2-5), é uma sedimentação psamo-pelítica cretácica, representada por pacotes de arenitos bem selecionados, conglomerados oligomíticos basais com seixos de quartzo ou quartzitos e arenitos argilosos (Fernandes *et al.*, 1981).

#### 2.1.5.11. Depósitos Neogênicos

São depósitos recentes e trata-se de concreções lateríticas e depósitos aluvionares do Quaternário. Não sendo unidades estratigráficas foram mencionadas no capítulo I na seção 1.5.3 na parte de solos.

## **CAPÍTULO 3 - GEOTECNOLOGIAS**

As geotecnologias podem ser definidas como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta, ao processamento, à análise e à disponibilização de dados e informações espaciais, que são usadas em diversas áreas do conhecimento, como foi usado neste trabalho de mapeamento geológico.

O emprego de geotecnologias aliado ao sensoriamento remoto, processamento de dados geofísicos no software Oasis Montaj e a cartografia digital com dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, foram obtidos produtos relevantes para a etapa de pré-campo e campo.

### **3.1. Sensoriamento Remoto**

#### **3.1.1. Aquisição de dados**

Para a criação do mapa base foram usadas principalmente imagens disponibilizadas pelo Google Earth Pro, onde foi possível observar feições importantes para uma primeira análise da fisionomia da área. Foram exploradas redes de drenagens, estradas, rodovias, massas de água, cercas, sedes de fazendas, áreas mineradas, áreas urbanas e por fim também foram utilizadas cartas topográficas de Arraias e Campos Belos, ambas na escala de 1: 250.000, disponibilizadas no site do IBGE para determinação da toponímia e verificação de feições extraídas manualmente pelas imagens de satélite.

Foram consultados dados disponíveis gratuitamente do Geobank no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), como os referentes as Projeto Monte Alegre de Goiás e Projeto Arraias (TO), no qual foram obtidas informações na escala 1: 1.000.000 de afloramentos, litologias, estruturas, hidrografia, dados geocronológicos e ocorrências minerais.

#### **3.1.2. Google Earth Pro**

A utilização do software para a aquisição das imagens se tornou uma ferramenta importante para a interpretação indireta da área. Com os dados de software Google Earth Pro e a ferramenta World Imagery do Arc Gis foi possível à criação de um layout (Figura 3-1) com a intenção de planejar os caminhamentos dos diversos dias de campo.

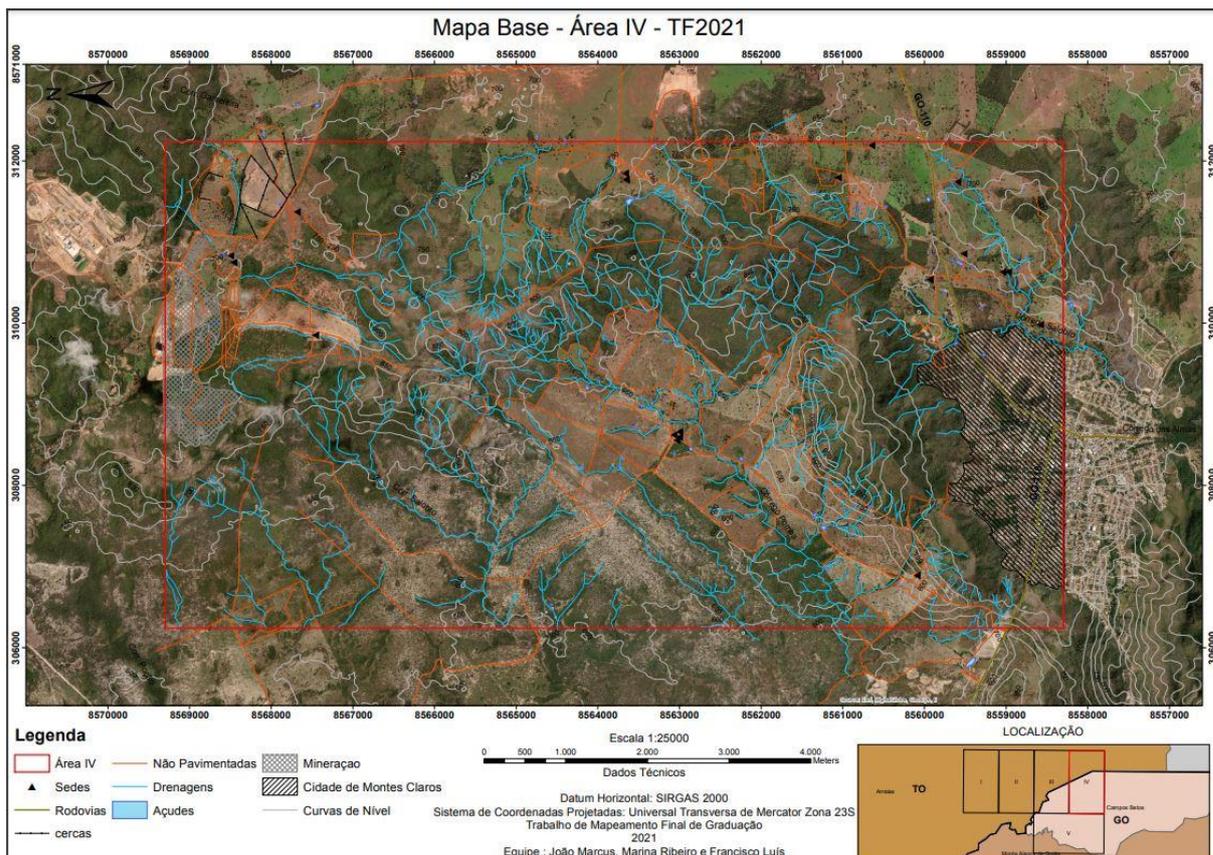


Figura 3-1 – Mapa com o World Imagery da subárea IV.

### 3.1.3. Modelo digital de elevação

O modelo de digital de elevação foi adquirido pelo satélite ALOS que teve seu ano de lançamento em janeiro de 2006 e finalizou a missão em 2011.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2013) o satélite ALOS entrou em órbita munido de três sensores: O Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping – PRISM, capaz de capturar imagens tridimensionais; O Advanced Visible and Near Infrared Radiometer-Type 2 – AVNIR-2 com foco no mapeamento do uso e cobertura do solo e o PALSAR, um sensor de micro-ondas que possibilita a aquisição de imagens diurnas e noturnas sem a interferência de nebulosidade. Ressalta-se que as imagens tridimensionais foram reamostradas para 30 m de resolução espacial, pois estas sofreram “down sampling” sendo reamostradas em seguida para a resolução espacial de 12,5 m “up sampling” (GISMO BRASIL, 2017). O MDE foi utilizado para gerar o mapa de lineamentos morfoestruturais, declividade e as curvas de níveis da área.

### 3.1.4. Fotografias Aéreas

O levantamento aéreo foi executado no ano de 1977 nos meses de junho e julho pela PROSPEC S.A disponível no site da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) para o Projeto Cavalcante SD.23-V-C-VI em uma escala

de 1:25.000 as fotos compreendidas no foto-índice 2040. As fotografias aéreas usadas para gerar os anaglifos na subárea IV foram as de código: 3232, 3233, 3234, 5854, 5883, 5882, 5881, 3100, 3099, 3098, 2574, 2575, 2576, 5406, 5405, 5404, 5403.

### 3.1.5. Processamento de dados

Os dados em formato KML gerados no software Google Earth Pro foram levados para O Arc Gis 10.5, foi utilizado à ferramenta “KML to Layer” que transforma o formato KML em Shape file, a partir dessa conversão foi possível à manipulação e a geração do Mapa base (Figura 3-2).

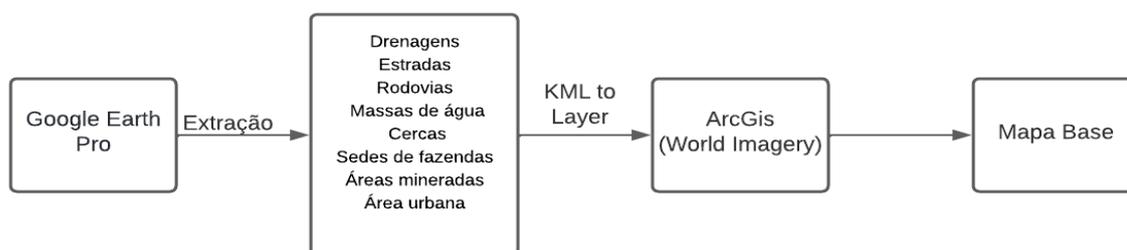


Figura 3-2 – Fluxograma dos métodos para a geração do mapa base.

O MDE adquirido pelo satélite ALOS e o sensor Palsar foi manipulado também no Arc Gis, com isso foi possível gerar as curvas de nível de 50 em 50 metros para o uso no mapa base e o relevo sombreado utilizado no mapa de lineamentos morfoestruturais com as ferramentas “Contour” e “hillshade” respectivamente (Figura 3-3).

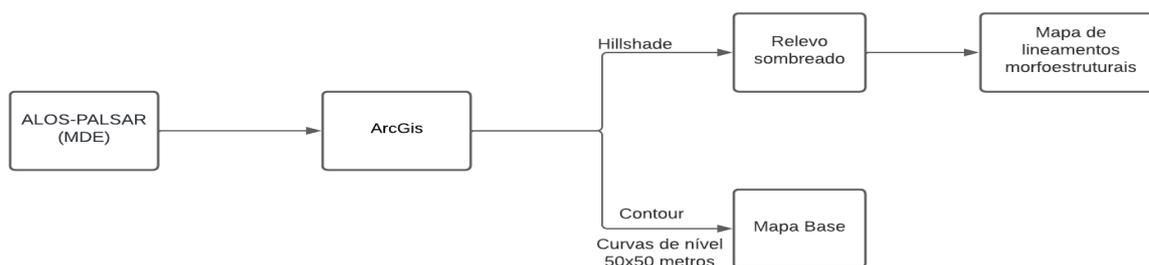


Figura 3-3 – Fluxograma dos métodos para a geração do mapa base e Mapa de lineamento morfoestrutural.

Para a etapa de estereoscopia por anaglifos foram utilizadas fotos aéreas, onde foi usado o software Stereo Photo Maker plus para a criação dos anaglifos, ou seja, foram usadas duas fotos subsequentes para o processamento. Para a visualização do efeito 3D foi preciso à utilização dos óculos com filtros de cores vermelha e ciano. Com os anaglifos gerados o próximo passo foi o

georreferenciamento dessas imagens e a extração das zonas homólogas de drenagem e relevo no Arc Gis (Figura 3-4 eTabela 3-1).

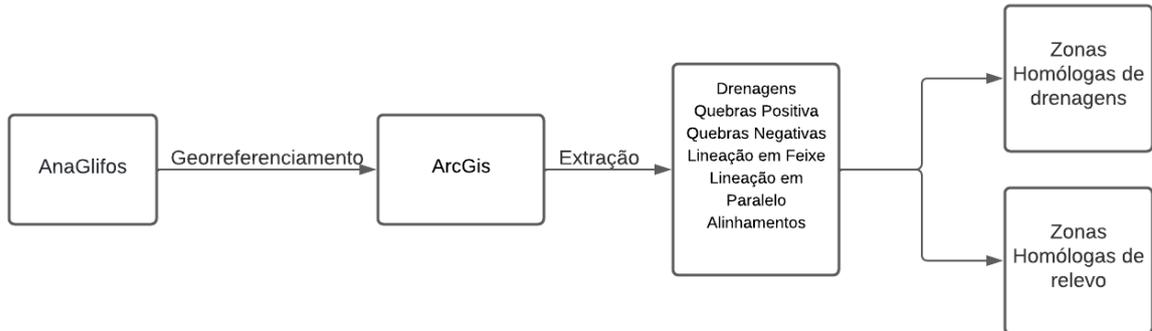


Figura 3-4 – Fluxograma dos produtos gerados pela fotointerpretação.

### 3.1.6. Interpretação de dados

#### 3.1.6.1. Mapa de Zonas Homólogas de Drenagens

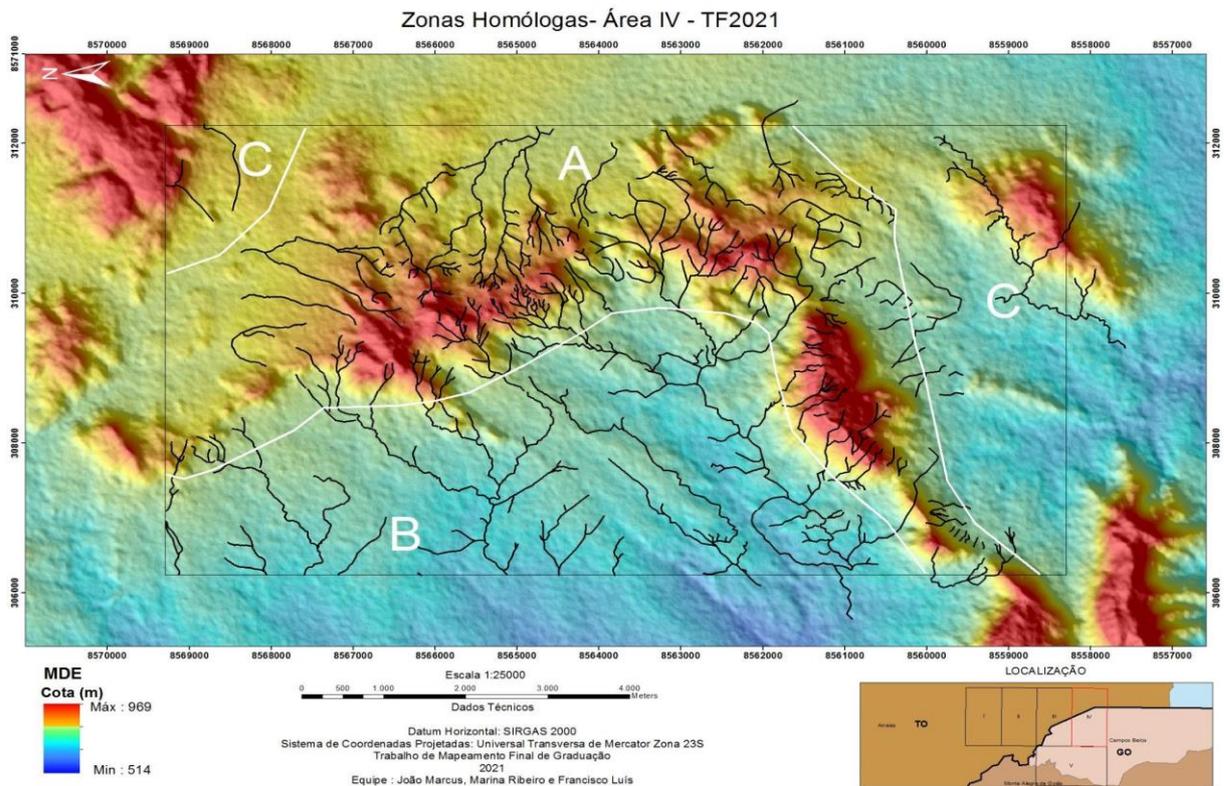


Figura 3-5 – Mapa de zonas homólogas de drenagem da subárea IV definidas pela estereoscopia digital.

Tabela 3-1 – Tabela de fotointerpretação das zonas homólogas de drenagens referentes ao mapa da Figura 3-5.

ZONA	FOTOINTERPRETAÇÃO
Zona Homóloga A	Apresenta padrão de drenagem dendrítico, alta densidade, sinuosidade mista, baixa-média angularidade, tropia multidirecional desordenada além de fraca assimetria. Nesta região as drenagens são condicionadas principalmente pela topografia acentuada do relevo, gerando uma área de erosão pronunciada tendo em vista a rugosidade do terreno.
Zona Homóloga B	Apresenta padrão de drenagem sub-dendrítica, baixa densidade, alta sinuosidade, baixa-média angularidade, tropia bidirecional e fracamente assimétrica. Nesta região, a topografia assume caráter mais plano gerando uma menor densidade de canais de drenagens. Zona caracterizada por rochas menos resistentes.
Zona Homóloga C	Zona com drenagens similares às encontradas na zona homóloga B, todavia menor densidade de canais.

### 3.1.6.2. Mapa de Zonas Homólogas de Relevo

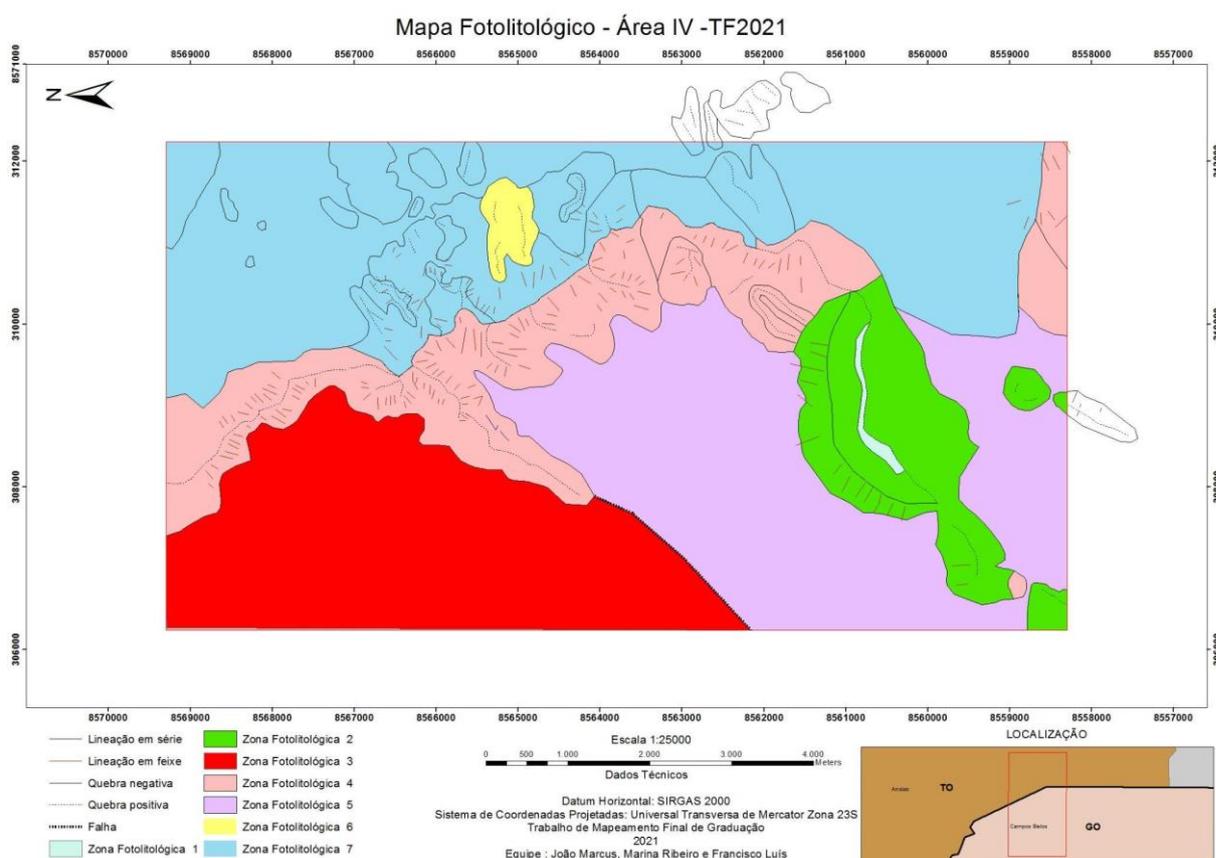


Figura 3-6 – Mapa de zonas fotolitológicas de relevo da subárea IV definidas pela estereoscopia digital.

Tabela 3-2 – Fotointerpretação das zonas fotolitológicas de relevo, referente o mapa da Figura 3-6.

ZONA	FOTOINTERPRETAÇÃO
Zona fotolitológica 1	Zona com elevada altitude na região, caracterizada por um alinhamento curvilíneo com quebra positiva facilmente identificável em formato de crista, possível resultado de uma maior resistência ao intemperismo da litologia em relação às rochas adjacentes, sendo relacionadas possivelmente as rochas do Grupo Araí.
Zona fotolitológica 2	Apresenta textura rugosa, área elevada que acaba sustentando a topografia, apresentando algumas lineações que se encaixam nas drenagens na base e poucas no topo, indicando uma provável diferença de resistência ao intemperismo entre a base e o topo, associada provavelmente as rochas do Grupo Araí.
Zona fotolitológica 3	Apresenta textura lisa, área plana associada, com vegetação de pequeno porte sugerindo pouca espessura do solo e uma topografia baixa, apresentando nenhuma lineação, associada a altos valores de potássio, sendo associada a Suíte Aurumina.
Zona fotolitológica 4	Apresenta textura rugosa, elevação médio-alta quando comparada com a topografia regional e relevo heterogêneo, apresentando alta densidade de lineações com tropia intermediária. A grande disparidade entre as porções do relevo na zona faz com que esta tenha tonalidade mais escura, possivelmente relacionada à maior cobertura vegetal e acúmulo de água nas áreas de maior depressão, apresenta valores altos de potássio na gamaespectrometria e por vezes apresentando coloração branca no mapa ternário sendo associada aos granitos da Suíte Aurumina.
Zona fotolitológica 5	Apresenta textura lisa, tonalidade clara associada a uma cobertura vegetal essencialmente rasteira e mais densa próxima às drenagens. Baixa topografia, sem a presença de lineações e cuja altitude aumenta gradualmente na direção SW-NE seus valores de gamaespectrometria foram associados à Formação Ticunzal que faz parte do embasamento da região.
Zona fotolitológica 6	Apresenta topografia mais elevada quando comparada às feições adjacentes, exibindo teores mais elevados de potássio na gamaespectrometria, contrastando com as rochas vizinhas da região e possivelmente pertencendo à Suíte Aurumina.
Zona fotolitológica 7	Apresenta em suas porções mais ao norte assim como ao sul texturas lisas relacionadas a regiões com áreas planas associadas. Na porção central da zona observam-se texturas rugosas associadas com uma topografia mais acidentada apresentando estruturas de maior elevação com presença de lineações e uma alta densidade de quebras de relevo apresenta um elevado valor de tório na gamaespectrometria sendo associada ao Grupo Bambuí.

### 3.1.6.3. Mapa de Lineamentos Morfoestruturais

A elaboração do mapa de lineamentos foi uma ferramenta importante na etapa pré-campo, pois com a sua criação foi possível o entendimento prévio do compartimento estrutural da subárea IV. Com a interpretação foi possível identificar uma série de lineamentos no sentido SSW-NNE concordante com os trends observados na Faixa Brasília (Figura 3-7).

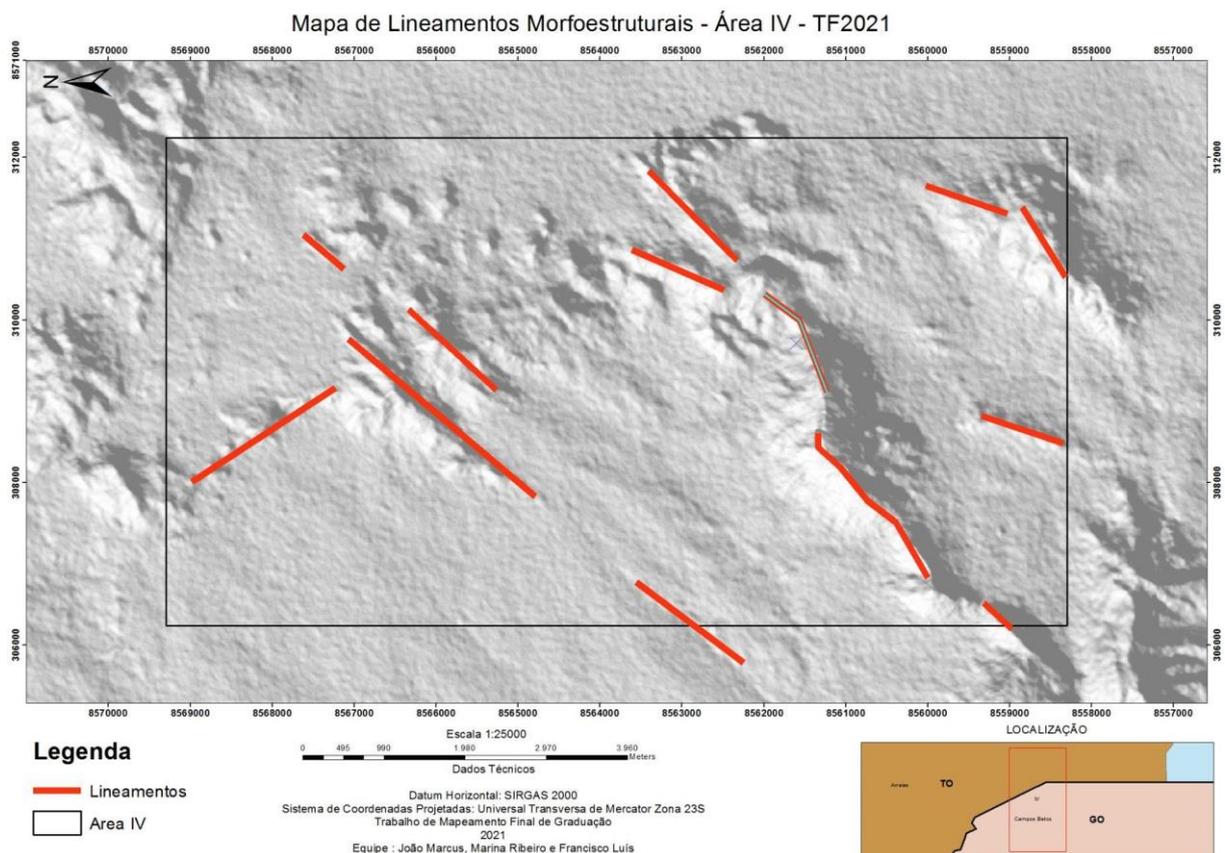


Figura 3-7 – Mapa de lineamentos morfoestruturais da subárea IV.

## 3.2. Aerogeofísica

De forma geral os métodos geofísicos atuam de forma indireta e auxiliam na construção do mapa base. A geofísica oferece um leque de ferramentas, que ao serem desenvolvidas na etapa pré-campo ajudam na interpretação prévia da geologia local e regional, e também é capaz de revelar informações sobre o contexto estrutural da área. Nesse projeto foram utilizados dados de gamaespectrometria, gravimetria e magnetometria.

### 3.2.1. Aquisição de dados

Os dados aerogeofísicos analisados foram obtidos em três levantamentos distintos, dois se tratando da porção referente ao estado do Tocantins, sendo eles o levantamento 1071 do Projeto Aerogeofísico Complemento do Tocantins, com a aquisição entre 06 de dezembro de 2006 a 12 de janeiro de 2007, realizado em conjunto com o Ministério de Minas e Energia (MME), CPRM e o levantamento 1073 Projeto Aerogeofísico Tocantins, com aquisição entre 26 de julho de 2005 a 02 de janeiro de 2006, realizado na forma de acordo de cooperação entre o MME, ANP e CPRM. O terceiro levantamento, abrangendo a parte do estado de Goiás, utilizou os dados do Projeto Levantamento Aerogeofísico do Estado de Goiás - Paleo-Neoproterozóico do Nordeste de Goiás, com aquisição entre 01 de maio de 2006 a 01 de setembro de 2006, realizado na forma de convênio entre a SGM, MME, CPRM e FUNMINERAL.



Figura 3-8 – Área do Levantamento 1071 do Projeto Aerogeofísico Complemento do Tocantins.



Figura 3-9 – Área do Levantamento do Projeto Geofísico do Estado de Goiás

### **3.2.2. Processamento de dados**

Os dados brutos dos três levantamentos foram processados pelas respectivas empresas que os adquiriram, LASA Engenharia e Prospecções S.A e AGP-LA respectivamente e ambos foram gravados em formato binário, como parte do procedimento, para depois serem convertidos em ASCII. Para todos os levantamentos foi inicialmente gerado um banco de dados no software OASIS MONTAJ no qual os dados puderam ser consolidados e corrigidos na etapa de pré-processamento. Com os dados corrigidos o processamento é feito no próprio software do OASIS MONTAJ e também o Arc Gis.

Devido aos levantamentos serem feitos por duas empresas diferentes os fluxogramas mudam ligeiramente, mas no final os produtos são os mesmos.

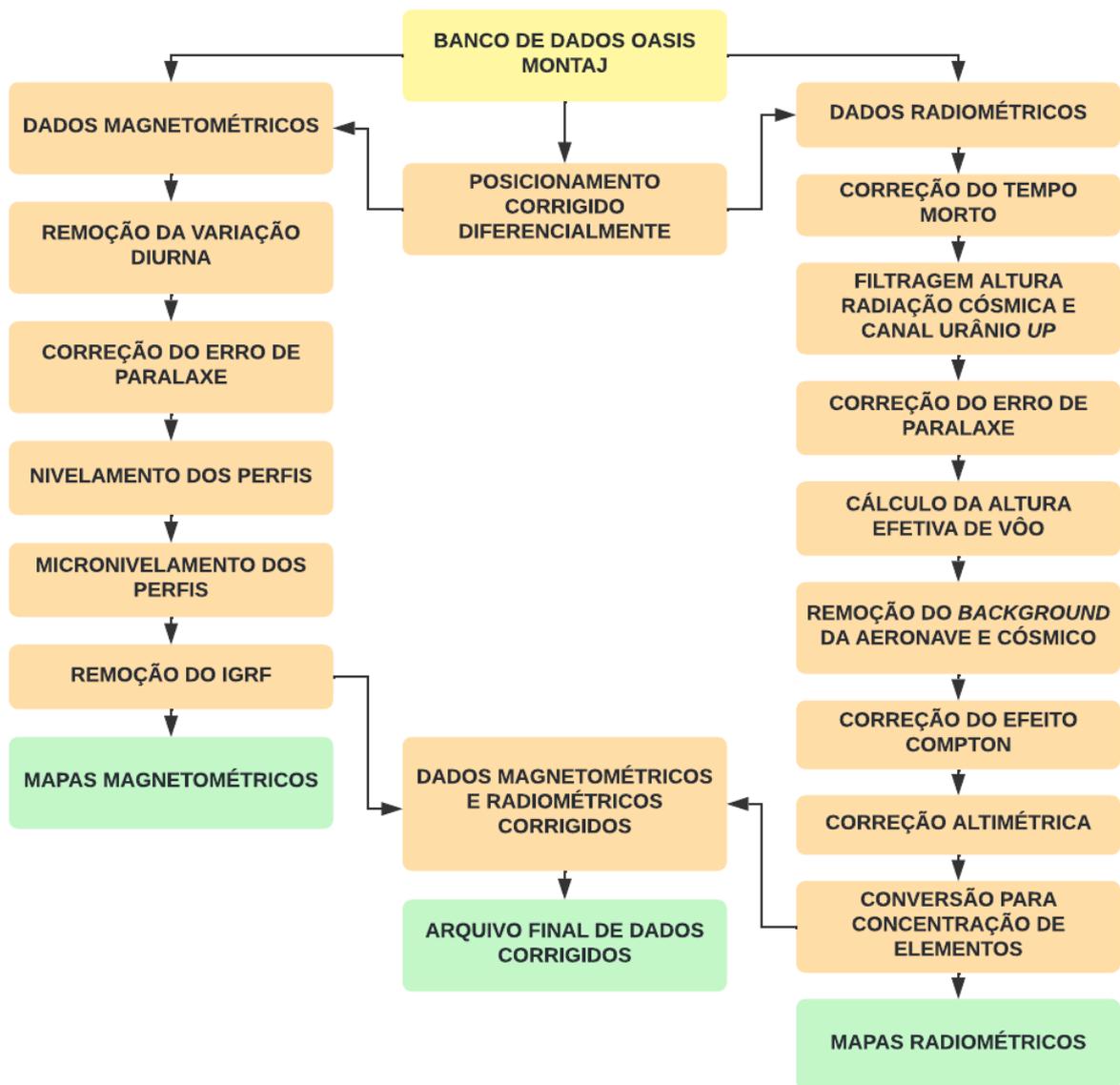


Figura 3-10 – Fluxograma do processamento de dados executado pela empresa LASA Engenharia e Prospecções.

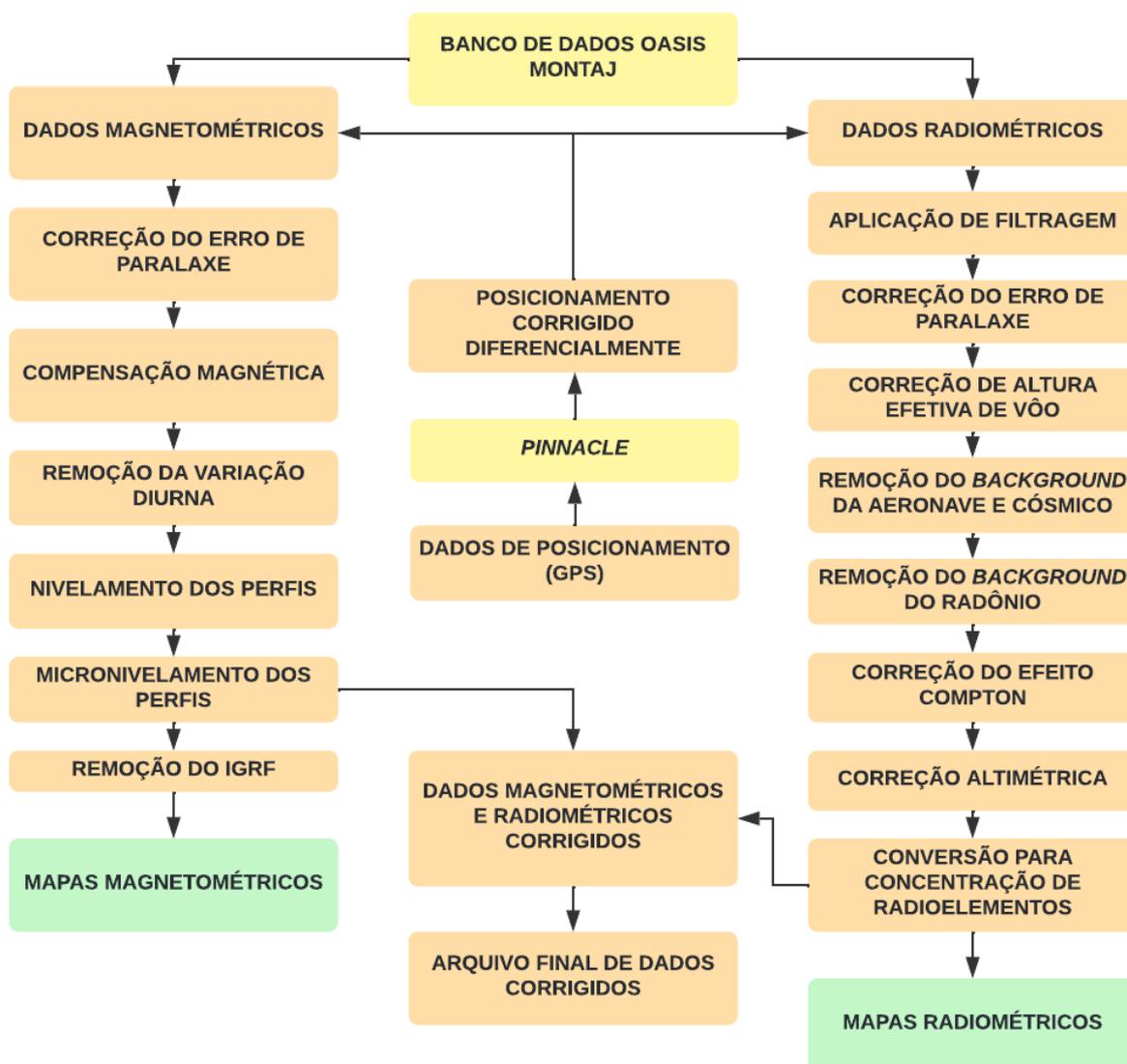


Figura 3-11 – Fluxograma do processamento de dados executado pela empresa AGP-LA

Para a interpolação e contorno, tanto para os levantamentos da região correspondente ao Tocantins como de Goiânia, foram utilizadas rotinas do Oasis-Montaj de minimum curvature (RANGRID) para os dados radiométricos e bi-directional line gridding (BIGRID) para os dados magnetométricos. Os mapas de contorno foram feitos a partir de grids regulares interpolados com malhas quadradas, medindo 125m x 125m equivalente a um quarto do espaçamento entre as linhas de voo de 500m.

O processamento dos dados magnetométricos foi realizado à partir do mapa do Campo Magnético Anômalo (CMA), que serve de base para a elaboração de outros produtos, sendo eles: os mapas de Derivadas Horizontais (DX e DY), derivada vertical (DZ), Sinal Analítico 3D (SA3D), Gradiente Horizontal Total (GHT) e Derivadas TILT.

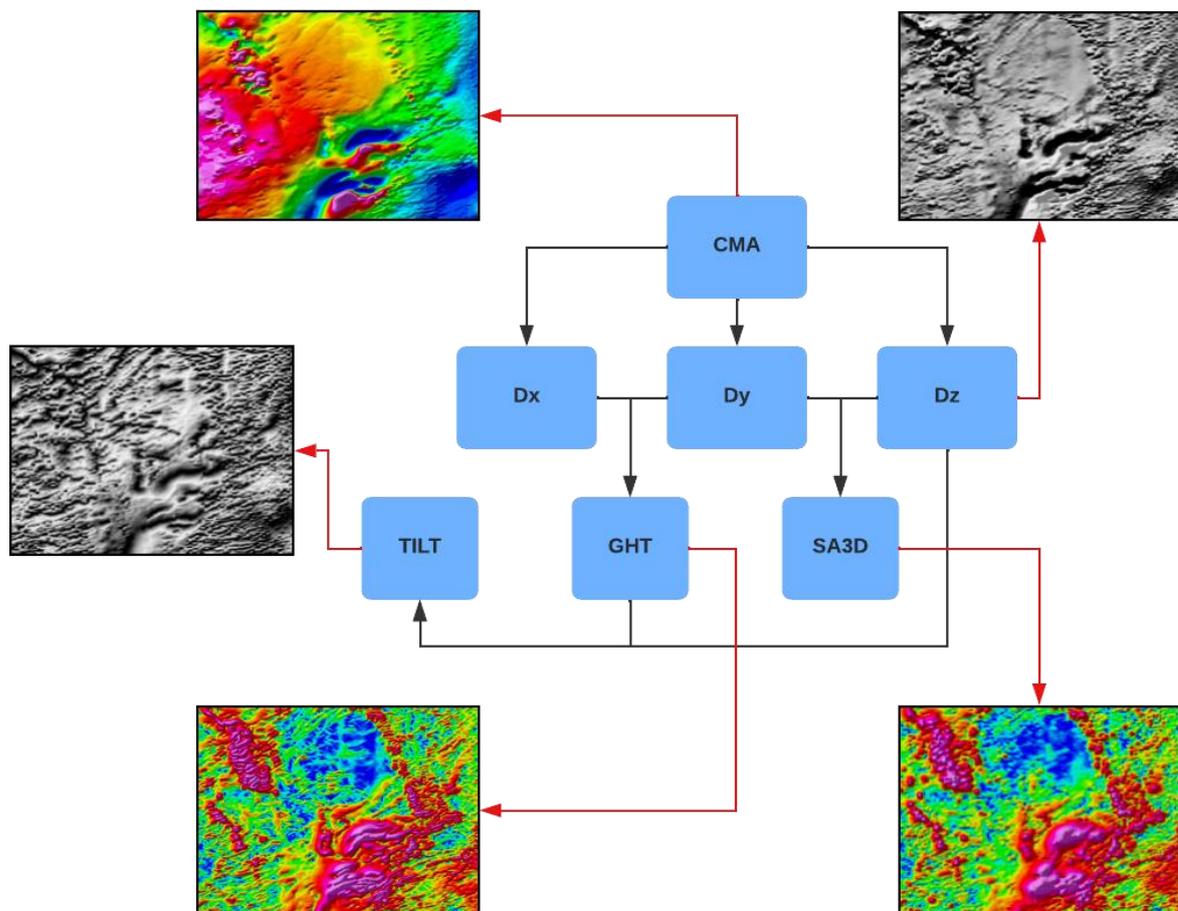


Figura 3-12 – Fluxograma do processamento dos dados magnetométricos e dos produtos gerados após cada etapa.

Os diferentes mapas de anomalias gerados servem de ferramenta para auxiliar nas interpretações de contatos, estruturas e unidades litológicas. O mapa de CMA resalta as anomalias magnéticas de forma geral na região, estas podendo estar localizadas a diferentes profundidades e ou agrupadas. O mapa de gradiente vertical ( $D_z$ ) por sua vez, é utilizado para traçar lineamentos, contatos e discontinuidades, tendo em vista que é capaz de fornecer informações sobre feições mais rasas através da variação causada pela profundidade das anomalias. As derivadas horizontais  $D_x$  e  $D_y$  também fornecem informações sobre feições rasas, mas levando em conta suas posições X e Y, servindo para delimitar limites e bordas de estruturas e também como dado base para outros produtos como os mapas GHT, SA3D e TILT. O Gradiente Horizontal Total (GHT) pode ser utilizado para identificar estruturas semi-horizontais cujas propriedades físicas sejam contrastantes tais como falhas e contatos geológicos (CORDELL, 1979). o Sinal Analítico 3D é calculado à partir das derivadas  $D_z$  e  $D_y$  e define tanto verticalmente como horizontalmente anomalias, sendo utilizado para delimitar domínios, e marcar limites de corpos rasos bem como apetrecho para solução de condições de maior complexidade. (ISLES & RANKIN, 2013). Finalmente a Derivada TILT, obtida através do processamento de dados que incluem as derivadas  $D_x$ ,  $D_y$  e  $D_z$ , é utilizado para

identificar estruturas rasas e profundas e também para estimar a profundidade de anomalias e identificar lineamentos.

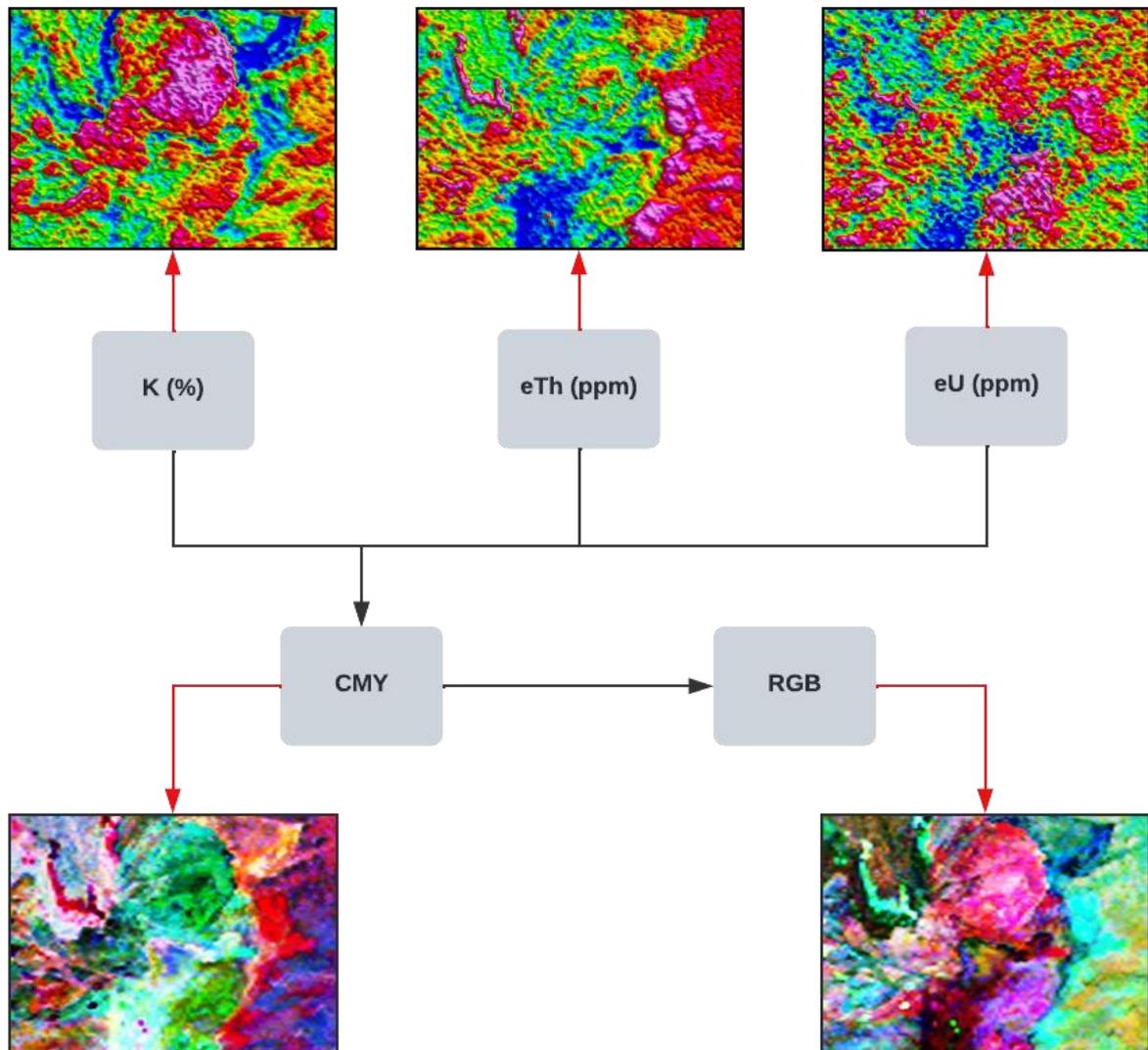


Figura 3-13 – Fluxograma do processamento dos dados gamaespectrométricos e dos produtos gerados após cada etapa.

### 3.2.3. Interpretação dos dados

#### 3.2.3.1. Magnetometria

A magnetometria é uma ferramenta indireta importante no mapeamento geológico, os produtos gerados ajudam principalmente na compreensão do arcabouço estrutural região, como lineamentos, zonas de cisalhamentos, assim como informações sobre o caráter magnéticos que alguns minerais possuem.

O mapa de anomalia magnética (Figura 3-14) foi interpretado e separado em seis domínios com características distintas, na porção mais oeste observa-se regiões com uma intensidade maior do que nas extensões na direção leste.

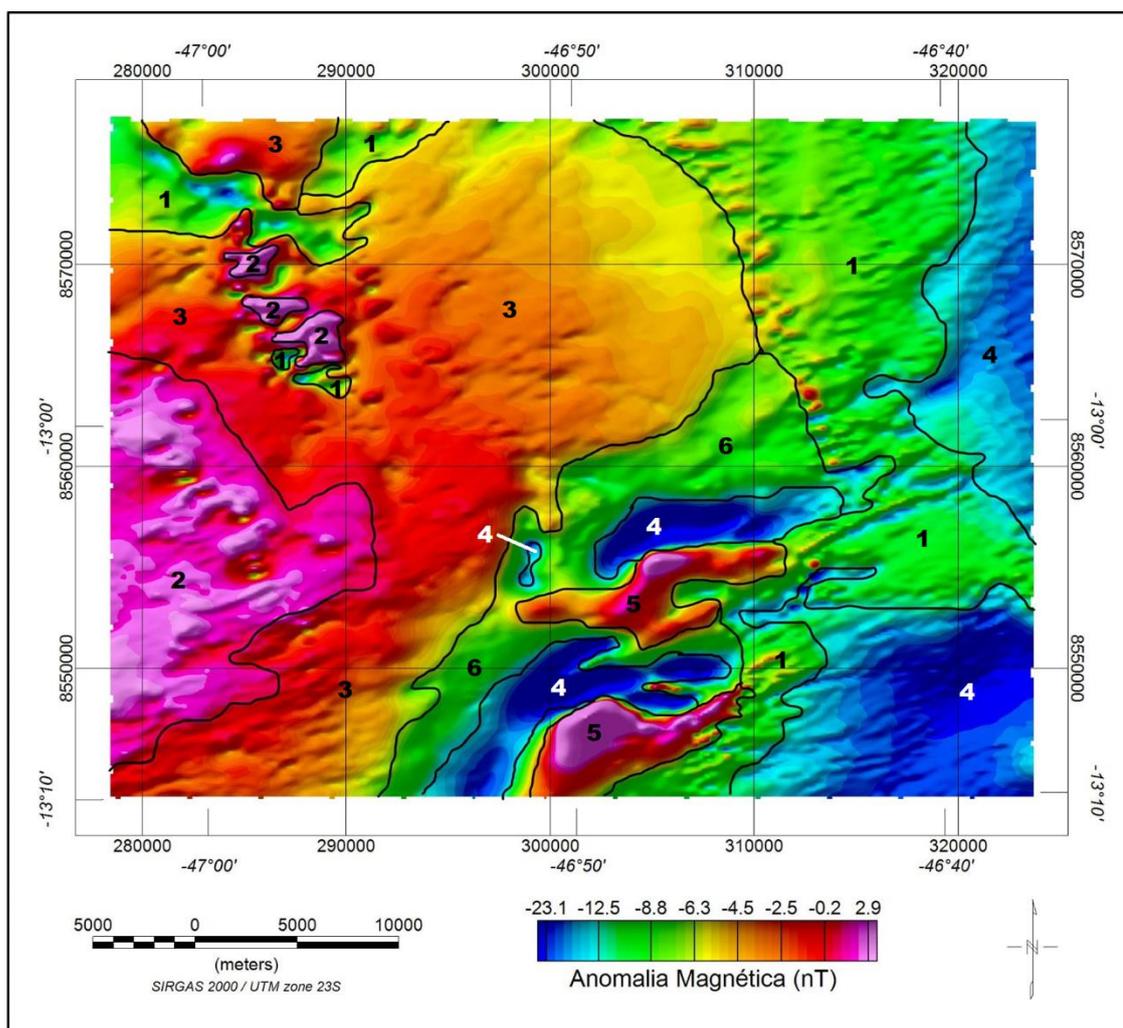


Figura 3-14 – Mapa de anomalias magnéticas do Projeto Campos Belos separadas em domínios.

**Domínio 1:** Domínio com média a baixa intensidade, textura rugosa, apresenta orientação preferencial SW-NE

**Domínio 2:** Domínio marcado com a intensidade muito alta, com anomalias magnéticas positivas indicando possível presença de minerais magnéticos, corpos com uma orientação preferencial SW-NE.

**Domínio 3:** Domínio marcado por uma intensidade média a alta, textura variando de rugosa(oeste) a lisa (leste), observa-se uma diminuição de no valor da anomalia de oeste para leste, orientação preferencial no sentido SW-NE, o corpo pode ser associado a minerais magnéticos, é possível que sejam intrusões graníticas ou alterações hidrotermais.

**Domínio 4:** Domínio marcado por uma intensidade muito baixa, textura rugosa, orientação preferencial SW-NE, é possível que sejam sequência sedimentares.

**Domínio 5:** Domínio marcado por uma intensidade média a alta, textura lisa a um pouco rugosa, alongados em na direção SW-NE, a alta frequência pode ser um indicativo de minerais metálicos ou alterações hidrotermais associadas a rochas graníticas ou sedimentares.

**Domínio 6:** Domínio marcado por intensidade média a baixa, textura lisa, sem nenhuma orientação preferencial.

### 3.2.3.2. Gamaespectrometria

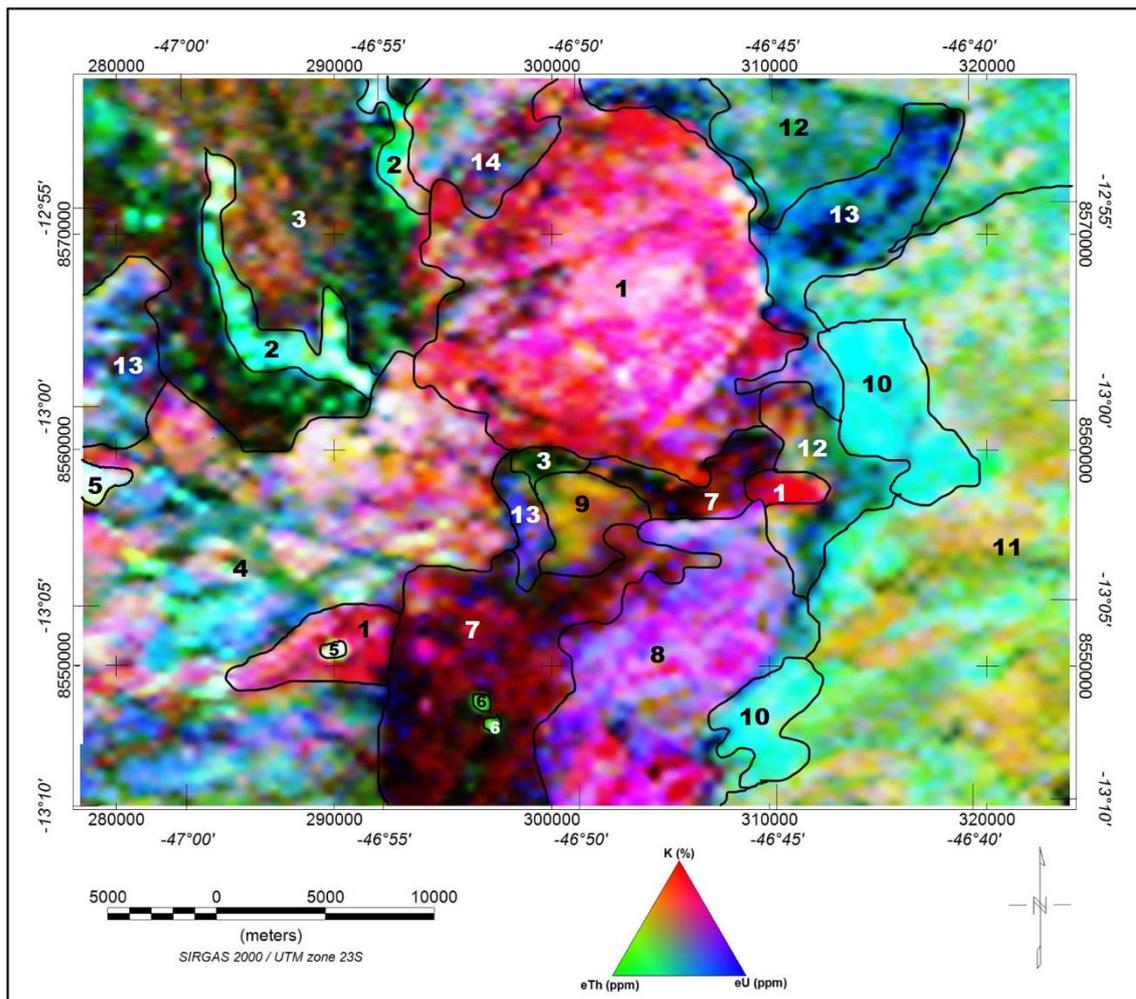


Figura 3-15 – Mapa ternário de gamaespectrometria do Projeto Campos Belos separadas em domínios.

**Domínio 1:** Alto teor de K, e baixos teores de Th e U. Observam-se regiões pontuais com coloração azulada significando teores maiores de U nessas localidades, possíveis granitos.

**Domínio 2:** Baixo teor de K e teores moderados de Th e U. A coloração ciano se dá pela combinação de respostas médias nos canais de Th e U.

- Domínio 3:** Baixos teores de K e U, e teores de Th moderados. A coloração escura do domínio se dá por baixas respostas nos três canais, mas observa-se ainda assim uma predominância de tonalidades verdes indicando maiores de Th.
- Domínio 4:** Alto teor de K e U, e teores de Th moderados. São observadas regiões claras e esbranquiçadas indicando respostas altas nos três canais.
- Domínio 5:** Teores altos de K, Th e U. As altas respostas nos três canais dão ao domínio coloração quase que branca, podendo corresponder aos granitos da Suíte Aurumina.
- Domínio 6:** Teores de K e U baixos, e Th altos. O alto teor de Th dá ao domínio uma forte coloração verde, podendo corresponder a ocorrência de minerais como zircão e monazita.
- Domínio 7:** Baixos teores de Th e U e teores moderados de K. Em geral o domínio se apresenta com coloração escura, mas também observam-se porções avermelhadas indicativas de maiores concentrações de K.
- Domínio 8:** Altos teores de K e U, e baixos teores de Th. A coloração rosada do domínio reflete o overlapping dos canais K (vermelho) e azul (U)
- Domínio 9:** Moderados teores de K e Th, e baixos teores de U. A coloração amarelada do domínio se dá pela sobreposição dos canais vermelho (K) e verde (Th).
- Domínio 10:** Baixos valores de K, o tom turquesa se dá pelos teores moderados de Th e U.
- Domínio 11:** Teores de K e U moderados e altos teores de Th. O domínio apresenta cores amareladas (K + Th), esverdeadas (altos teores de Th) e azul turquesa (Th + U).
- Domínio 12:** Alto teor de U e moderados teores de Th e K. Domínio com porções azuladas-esverdeadas, significativas de teores altos a moderados de U e Th. Também observa-se localidades claras, onde há altas respostas nos três canais, e também amareladas indicativas de sobreposição dos canais Th e K.
- Domínio 13:** Baixos teores de K, altos teores de U e teores de Th moderados. Domínio com forte cor azulada significando forte resposta no canal do U, é possível a existência de rochas ricas no elemento como torbenita e uraninita. São visíveis também porções esbranquiçadas significando altos teores tanto de K, Th e U, porções escuras indicando baixos teores nos três canais e também porções esverdeadas que correspondem a elevados teores de tório.
- Domínio 14:** Altos teores de K e U, que dão ao domínio fortes colorações vermelhas e azuladas, e valores baixos de Th.

# CAPÍTULO 4 - ESTRATIGRAFIA E PETROGRAFIA

## 4.1. Introdução

Neste capítulo serão discutidas as unidades litoestratigráficas mapeadas na subárea IV do Projeto Campos Belos, assim como o detalhamento mesoscópico e petrográfico das amostras obtidas na etapa campo, e também a discussão e análises referentes à Formação Ticunzal, Suíte Aurumina, bem como a descrição das fácies, associações e o contexto do modelo deposicional respectivo a cada unidade estratigráfica relacionada ao Grupo Araí (caracterizada pela Formação Arraias) e por fim o Grupo Bambuí (definido pela Formação Sete Lagoas). A etapa campo, fotointerpretação e as respostas da gamaespectrometria auxiliaram no processo de delimitação dos contatos geológicos e a criação de um mapa geológico do projeto e da subárea proposta pelos coordenadores (Figura 4-1).

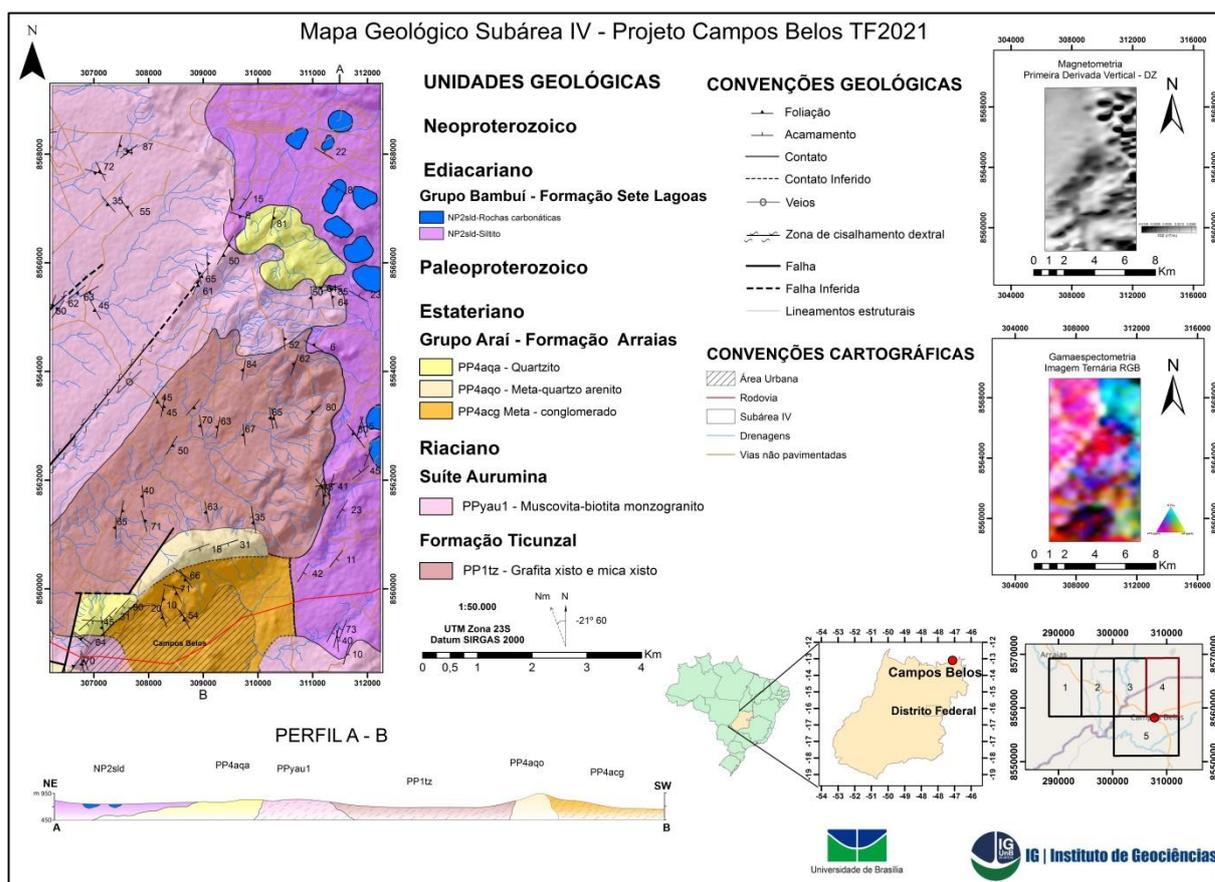


Figura 4-1 – Mapa geológico da subárea IV

### 4.1.1. Coluna Litoestratigráfica

ÉON	ERA	PERÍ-ODO	Ma	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	Criogeniano	630	<b>Grupo Bambuí</b> Formação Sete Lagoas NP2sld Rochas carbonáticas NP2sld Siltitos Formação Jequitaiá NP12jt Diamictitos
			850	
			1600	<b>Grupo Araí</b> Formação Arraias PP4a Rochas meta-sedimentares indiferenciadas: meta-arenito lamoso subarcoseano, meta-quartzoarenito, meta-pelito PP4aqa Quartzitos PP4aqo Meta-quartzo arenito PP4acg Meta-conglomerados polimícticos e oligomícticos PP4aβ Meta-basalto PP4aα Meta-vulcanoclásticas ácidas PP4aqi Meta-quartzo arenito com intraclastos PP4amas Meta-arenito subarcoseano PP4al Meta-lamito Arenoso
			1800	
			2050	<b>Suíte Aurumina</b> PPyau2 Muscovita-Biotita Monzogranito PPyau1 Biotita-Muscovita Monzogranito <b>Formação Ticunzal</b> PP1tz Grafita xistos e Mica-xistos
	PALEOPROTEROZOICO	Estateriano		
		Riáciano		
			2300	

Figura 4-2 – Coluna estratigráfica do Projeto Campos Belos.

#### 4.2. Formação Ticunzal (PP1tz)

Xistos e paragneisses frequentemente grafitosos, caracterizadas como embasamento da região com amostras datadas de idades superiores a 2.15 Ga,

idades compartilhadas pelos granitos mais antigos da Suíte Aurumina que a intrudem. A ocorrência desse domínio é observada nas subáreas III, IV e V.

A Formação Ticunzal ocorre localizada na porção central da subárea IV, posicionadas em altos e baixos topográficos e relevos plano a fortemente ondulados, ocupando uma área de aproximadamente 13 km<sup>2</sup> onde foram mapeadas intercalações entre muscovita-xisto como a principal litologia observada na subárea, mas também grafita-xistos, e ocorrências de paragnaisses constatadas em locais mais restritos. Esse pacote de rochas é comumente encontrado associado a níveis de granitos peraluminosos da Suíte Aurumina.

#### **4.2.1. Mica Xistos (PP1tz)**

Os muscovita-xistos são o litotipo que mais aflora da Fm. Ticunzal na área de estudo. Ocorrem de forma bastante intemperizada ao longo de toda a unidade cartografada, por vezes encontram-se intercalados com os grafitas-xistos e paragnaisses.

O litotipo aparece em regiões planas ou até mesmo em locais com topografia mais elevada, em algumas ocasiões sustenta a topografia juntamente com os meta-quartzos arenitos do Grupo Araí.

Os Xistos da subárea IV possuem coloração mais avermelhada, com a foliação penetrativa, bem marcada pela orientação das micas e localmente aparecem feições de crenulação desenvolvida (Figura 4-3), apresentam preferencialmente texturas lepidoblásticas marcada pela orientação de minerais lamelares e domínios granoblásticos com composição quartzo-feldspática, a composição mineralógica é Ms+Qz+Felds+sericita.

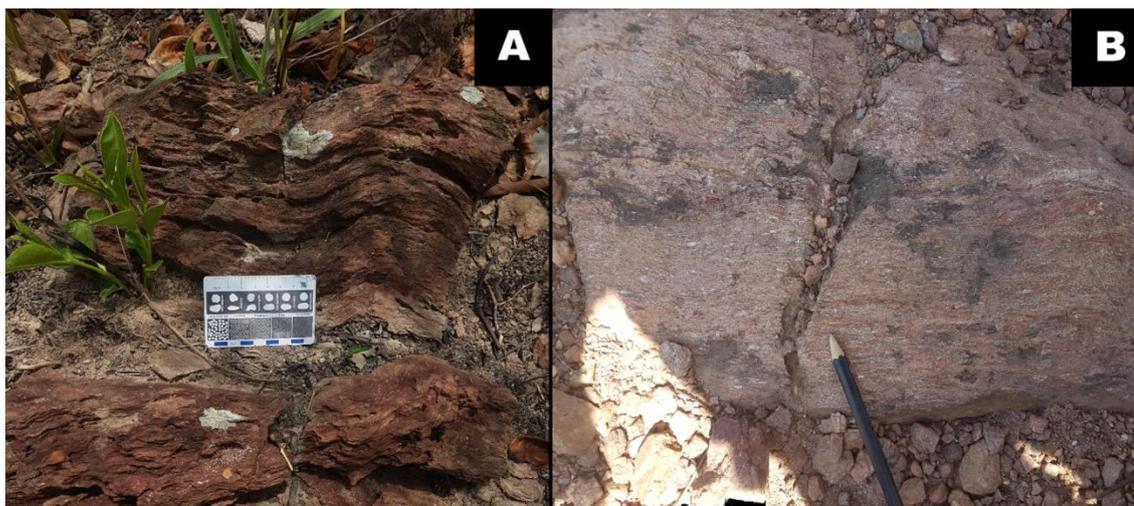


Figura 4-3 – Foto do afloramento exibindo mica xisto. Em ‘A’ é possível observar a rocha deformada e apresentando foliação. Em ‘B’ observa-se uma rocha menos alterada onde é possível visualizar xistosidade.

Em lâmina (Figura 4-4) a rocha é constituída por sericita (32%), quartzo (25%), feldspato (15%), muscovita (8%), opacos (20%). Apresenta textura grano-

lepidoblástica, com domínios marcados por quartzo estirados com extinção ondulante, apresentando junções tríplices e feldspato intercalados com domínios ricos em agregados de sericita, formados como produto de alteração dos feldspatos e opacos (prováveis argilominerais), além de óxidos e hidróxidos. Sugere que o protólito da rocha se trata de um pelito aluminoso.

Os quartzos estirados e orientados juntos com as micas direcionadas indicam processo de milonitização da rocha.

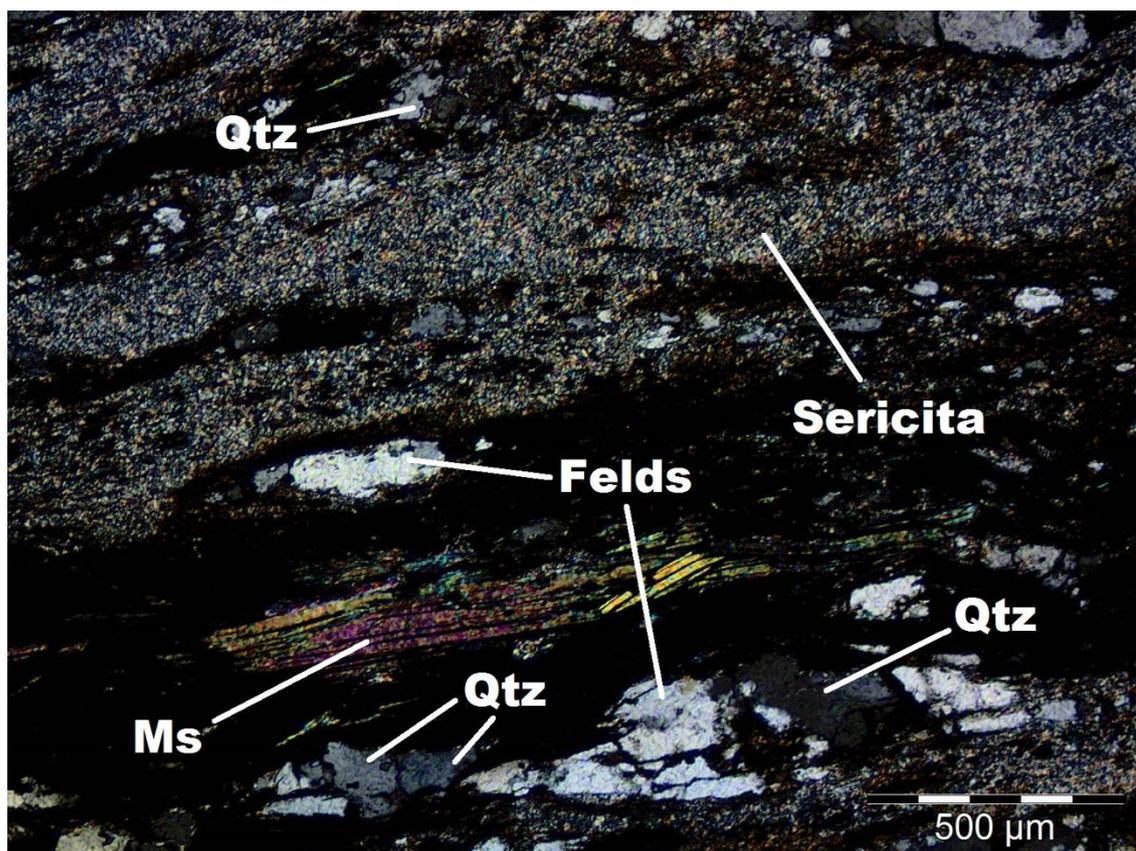


Figura 4-4 – Fotomicrografia de mica xistos da Fm. Ticunzal. Com nicóis cruzados observam-se minerais de mica orientados marcando a foliação observada na amostra mesoscópicas, além de domínios com sericita e grãos de quartzo estirados.

#### 4.2.2. Grafita Xisto (PP1tz)

Xistos grafitosos foram identificados em apenas um afloramento fortemente intemperizado (Figura 4-5), ocorrendo com uma coloração mais escura devido à presença da grafita e com foliação bem marcada, em decorrência dos minerais micáceos presentes, e também apresentando feições de crenulação.

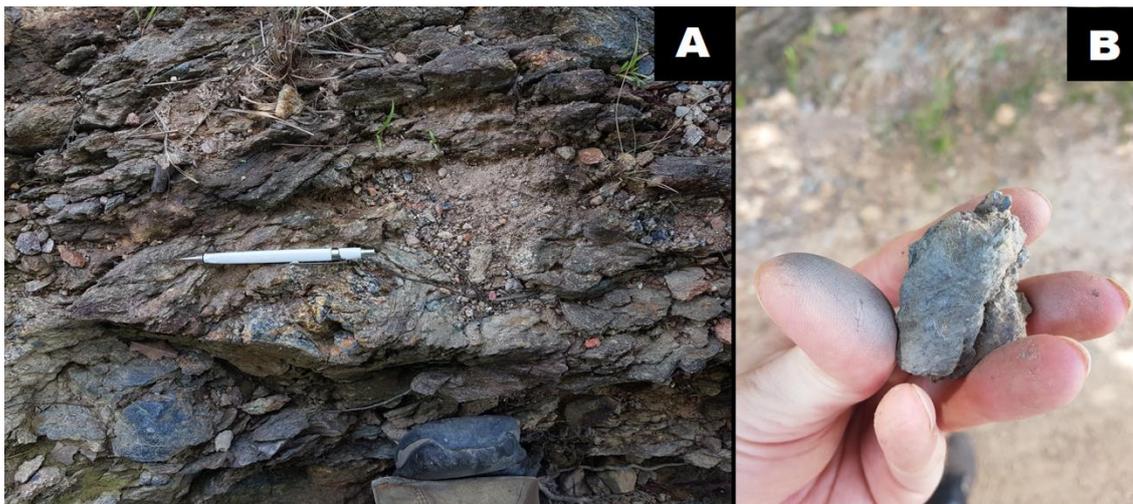


Figura 4-5 – Afloramento de Grafita xisto. Na imagem ‘A’ observa-se o afloramento fortemente alterado no qual foi encontrado a grafita xisto. Em ‘B’ observa-se uma pequena amostra coletada no local, que pelo tato untuoso e por deixar resíduo acinzentado constatou-se ser grafita.

Ao microscópio (Figura 4-6), a rocha é constituída por grafita (35%), quartzo (20%), feldspato (20%), muscovita (15%), sericita (10%). Apresenta textura grano-lepidoblástica, com domínios marcados por quartzo, com extinção ondulante apresentando junção tríplice, e feldspato intercalados com domínios ricos em agregados de sericita formados como produto de alteração dos feldspatos, muscovita e grafita respectivamente. O protólito da rocha é classificado como um pelito rico em matéria orgânica, metamorizado em fácies anfibolito, tendo em vista que a formação de grafita lamelar (flake) ocorre a partir dessas condições.

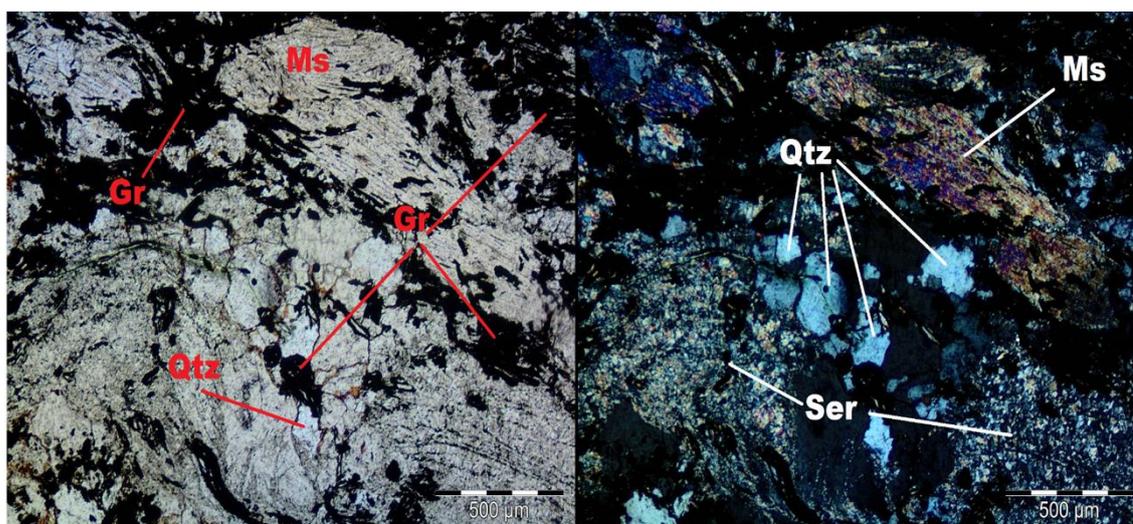


Figura 4-6 – Fotomicrografia da grafita xisto. Na imagem da esquerda, com nicóis paralelos, observa-se a grafita como mineral opaco e hábito alongado. Na imagem da direita, sob nicóis cruzados, são visíveis os cristais de aspecto granular e baixa cor de interferência de quartzo, bem como domínios de sericita com extinção picotada e muscovita com clivagens bem definidas.

### 4.2.3. Sillimanita Xisto (PP1tz)

O sillimanita xisto (Figura 4-7) ocorre de maneira atípica, sendo observado em apenas um único afloramento fortemente intemperizado. Este afloramento foi encontrado devido a sua anomalia radiométrica detectada pelo gamaespectrômetro.

Na análise mesoscópica foi observada uma rocha de coloração escura, cuja identificação mais detalhada só foi possível em lâmina.

Na microscopia (Fotomicrografia 4.3), foi possível observar uma seção essencialmente monominerálica, constituída por 95% de sillimanita de granulação fina e 5% de sericita. A rocha apresenta textura nematoblástica com a orientação das sillimanitas, além de foliação crenulada, com o aspecto formando estruturas similares a “dobras em chevron”.

As características da rocha indicam um protólito aluminoso correspondendo a um pelito rico neste elemento.



Figura 4-7 – Afloramento de sillimanita xisto, evidenciando anomalia radiométrica. Com o auxílio de um gamaespectrômetro foi possível localizar o ponto anômalo onde foi encontrado o sillimanita xisto.

Presença de sillimanita em rochas da Formação Ticunzal é algo inédito, pois sua gênese requer grande quantidade de alumínio disponível no sistema. Uma teoria para a ocorrência dessa rocha sugere que esta faz parte de um embasamento mais profundo e desconhecido, uma vez que não foi observado esse mineral nas rochas da Suíte Aurumina, tampouco em xistos e paragneisses da Formação Ticunzal.

A amostra coletada apresenta valores anômalos de eU, K% e eTh, mas não possui nenhum mineral em seu arcabouço que explicaria tais valores.

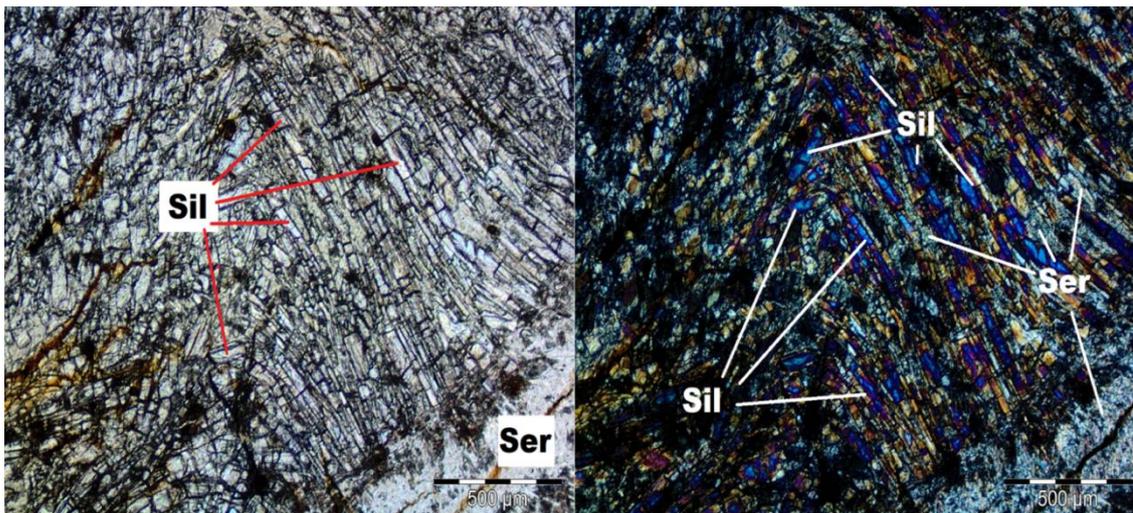


Figura 4-8 – Fotomicrografia da Sillimanita Xisto da Fm. Ticunzal. À direita, em nicóis paralelos, cristais prismáticos com clivagens bem definidas (010) de silimanita, apresentando feições de crenulação. Na imagem á esquerda, sob nicóis cruzados, são visíveis domínios ricos em sericita, caracterizados pela alta cor de interferência e extinção picotada.

### 4.3. Suíte Aurumina

A Suíte Aurumina corresponde a um conjunto de rochas graníticas paleoproterozóicas que intrudem as rochas da Formação Ticunzal.

Este domínio é observado em maior escala nas subáreas I, II, III e IV, nesta última ocupando área total de aproximada de 20 km<sup>2</sup>, sendo encontrado tanto em regiões planas, assim como em altos e baixos topográficos, compreendendo grande parte da porção norte e também parte sudoeste da subárea. Na área de estudo foram observados somente a fácies PPγau1 monzogranito.

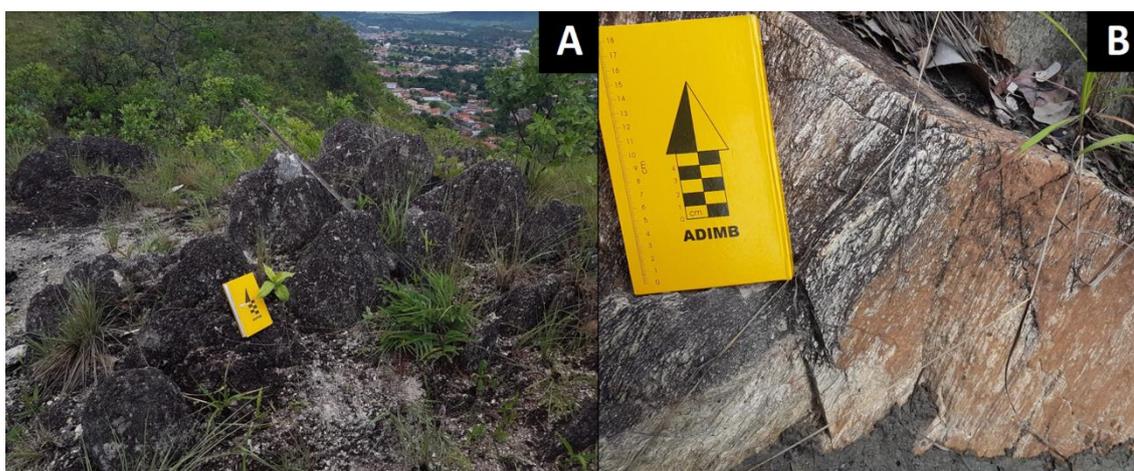


Figura 4-9 – Fácies monzogranítica da Suíte Aurumina. Em 'A', granito milonitizado localizado próximo à zona de cisalhamento, apresentando foliação penetrativa subvertical. Em 'B', granito alterado apresentando foliação subvertical e cristais de quartzo estirados segundo a foliação.

#### 4.3.1. PPyau1

O domínio dos monzogranitos é a única fácies da Suíte Aurumina encontrada na subárea IV e ocorre na porção central e noroeste desta. Os afloramentos foram encontrados bastante intemperizados, aflorantes em drenagens intermitentes, morros e cortes de estrada. A granulação varia de fina a média. A mineralogia é formada por Qtz + Pl + Kf + Bt + Ms. A foliação é penetrativa e bem pronunciada na rocha.

Ao microscópio (Figura 4-10), este litotipo é formado por 40% de quartzo, 25% de plagioclásio (Albita), 20% de k-feldspato (Microclínio), e 5% de muscovita, 5% de biotita além de 3% de sericita e 2% de minerais opacos, que ocorrem como minerais acessórios. O quartzo e os feldspatos variam de finos a médios, exibem extinção ondulante, e contatos lobados entre si. As muscovitas são observadas formando lamelas.

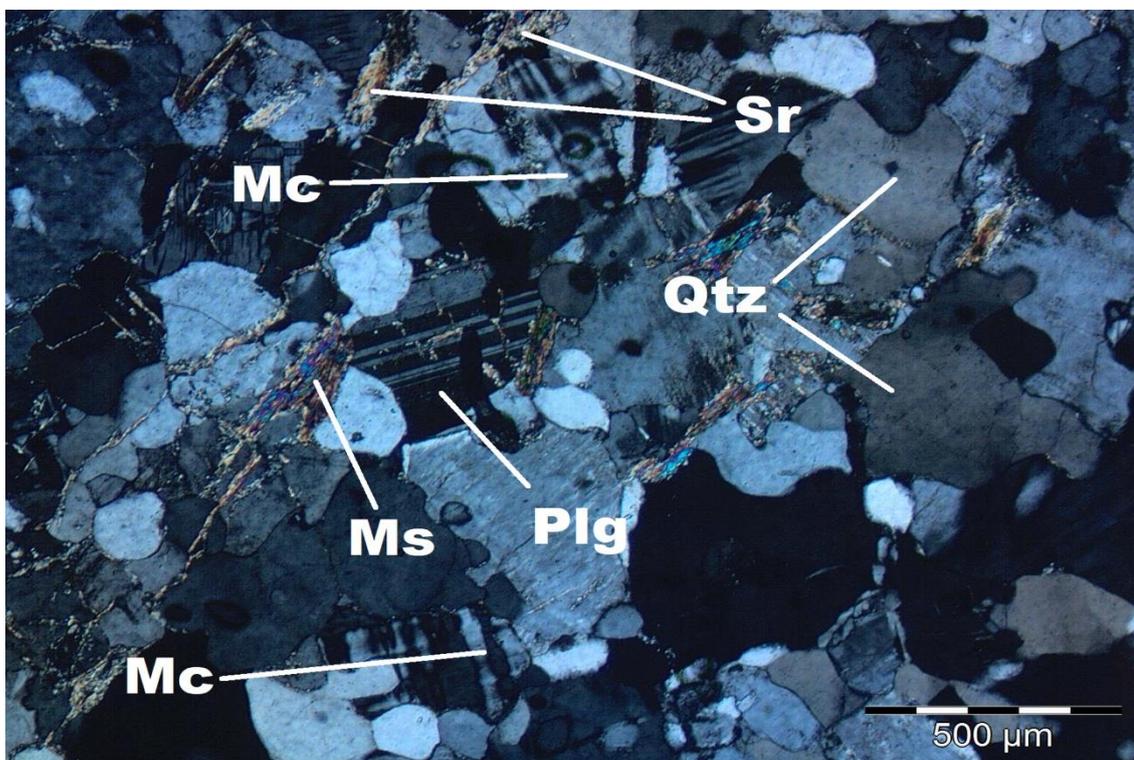


Figura 4-10 – Monzogranito da Suíte Aurumina. Na seção observa-se quartzo anedral, apresentando contatos lobados e extinções ondulantes, os cristais de plagioclásio apresentam geminação albita e o microclínio albita e periclina, formando feições em xadrez. Entre os grãos se observa agregados de sericita e muscovita.

No mesmo domínio PPyau1 foram observados também monzogranitos com cristais de quartzo e feldspatos mais desenvolvidos (Figura 4-11), além de exibirem granadas com hábitos esqueletais (Figura 4-12).

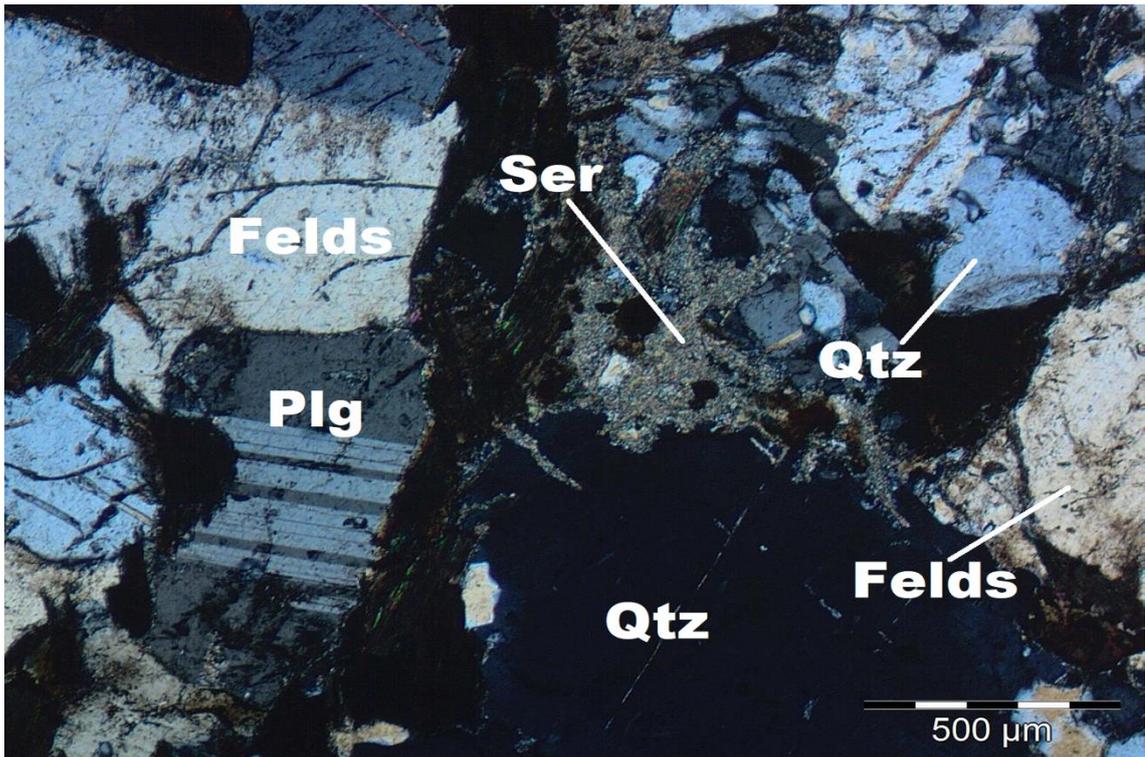


Figura 4-11 – Monzogranito com cristais mais desenvolvidos. Os cristais de quartzo apresentam contatos lobados e granulações mais desenvolvidas, bem como o feldspato. O plagioclásio apresenta geminação albita e os domínios com agregados de sericita são maiores.

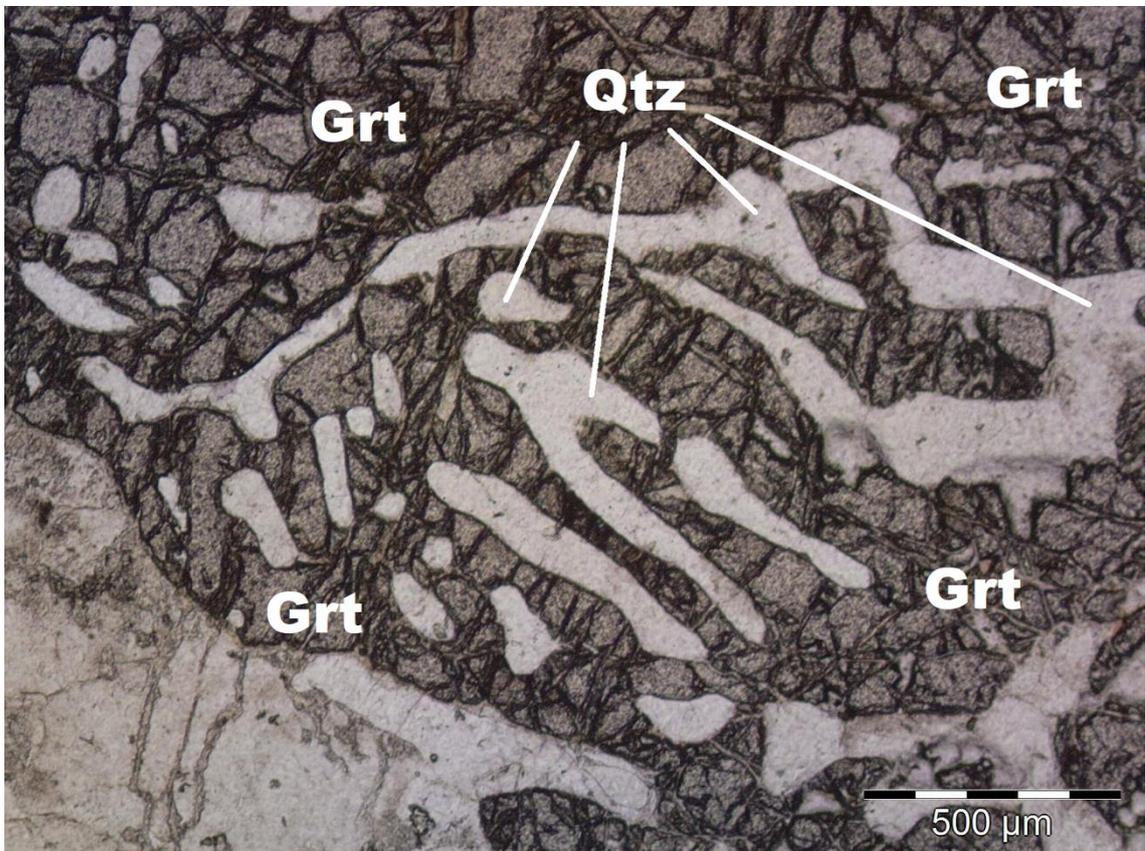


Figura 4-12 – Domínios apresentando cristais de granada com hábitos esqueléticos preenchidos por quartzo.

#### 4.4. Grupo Araí

No Projeto Campos Belos o Grupo Araí é caracterizado pela Formação Arraias, intitulado como unidade basal interpretada como depósitos continentais da fase rifte, ou seja, sedimentada na abertura formando bacias do tipo rifte, são formadas por conglomerados, quartzitos, meta quartzo arenitos, vulcânicas ácidas e básicas com baixo grau de metamorfismo, afloram apenas na subárea I.

Na subárea IV as rochas estão localizadas na porção centro sul, sudoeste e nordeste e ocupam 14 km<sup>2</sup> e são reconhecidas por formarem altos topográficos e relevos acidentados, muitas vezes sustentando os relevos.

##### 4.4.1. Formação Arraias

Na área em estudo, a Formação Arraias é caracterizada por conglomerados oligomíticos, quartzo arenitos e quartzitos, não foram observados as vulcânicas na localidade.

###### 4.4.1.1. Fácies Co - Conglomerados Oligomíticos

Caracterizada por ser a porção basal da Formação Arraias, encontra-se principalmente nas margens da cidade de Campos Belos e na base do Morro Serra Gerais. Geralmente ocorrem intercaladas junto com os Meta quartzo arenitos e possuem uma extensão significativa na área.

Rochas de coloração mais escuras, maciças apresenta matriz, mal selecionada variando entre areia fina a matações de meta quartzo arenito angulosos a sub-arredondados de baixa a alta esfericidade suportados pela matriz (Figura 4-13).

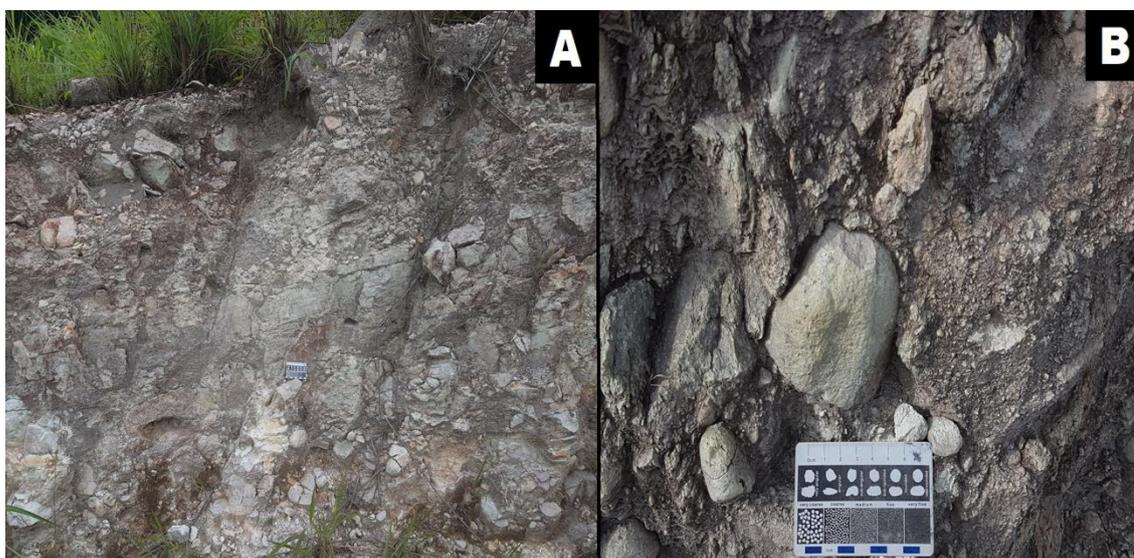


Figura 4-13 – Afloramento conglomerático típico do Gr. Araí encontrado na zona urbana de Campos Belos, com granulometria variando de grânulo a matacões em sua maioria apresentando média-alta esfericidade.

#### 4.4.1.2. Fácies Al - Arcósio laminado

Ocorrem frequentemente intercaladas com as fácies Co, geralmente são rochas de coloração mais claras apresentando laminações planas paralela milimétricas de coloração vermelha caracterizada pela presença de óxidos (Figura 4-14), granulometria areia média, bem selecionados, grãos de quartzo arredondados e com esfericidade alta.

No microscópio observa-se uma rocha de granulometria que varia de areia fina a areia média (Figura 4-15). Composta por grãos de quartzo (55%) com tamanho variando de 0,1 a 0,4 mm, com características arredondadas a subangulosas, e esfericidade média a alta. Os cristais de feldspato (35 %) variam em tamanho de 0,1 a 0.3 mm, com feições arredondadas e esfericidade média a alta. A sericita (7%), ocorre com hábito granular, e também se observa cristais de muscovita (2%) e minerais opacos anédricos (1%) em menor quantidade. Os contatos entre os grãos são de côncavo-convexo a suturados, indicando compactação elevada. A rocha é texturalmente madura, devido ao arredondamento e a esfericidade dos minerais e composicionalmente é considerada sub-matura, uma vez que possui grande quantidade de feldspatos.



Figura 4-14 – Arcósio Laminado. Com laminações planas paralelas milimétricas a centimétricas com intercalações de coloração vermelha possivelmente em decorrência da oxidação de minerais.

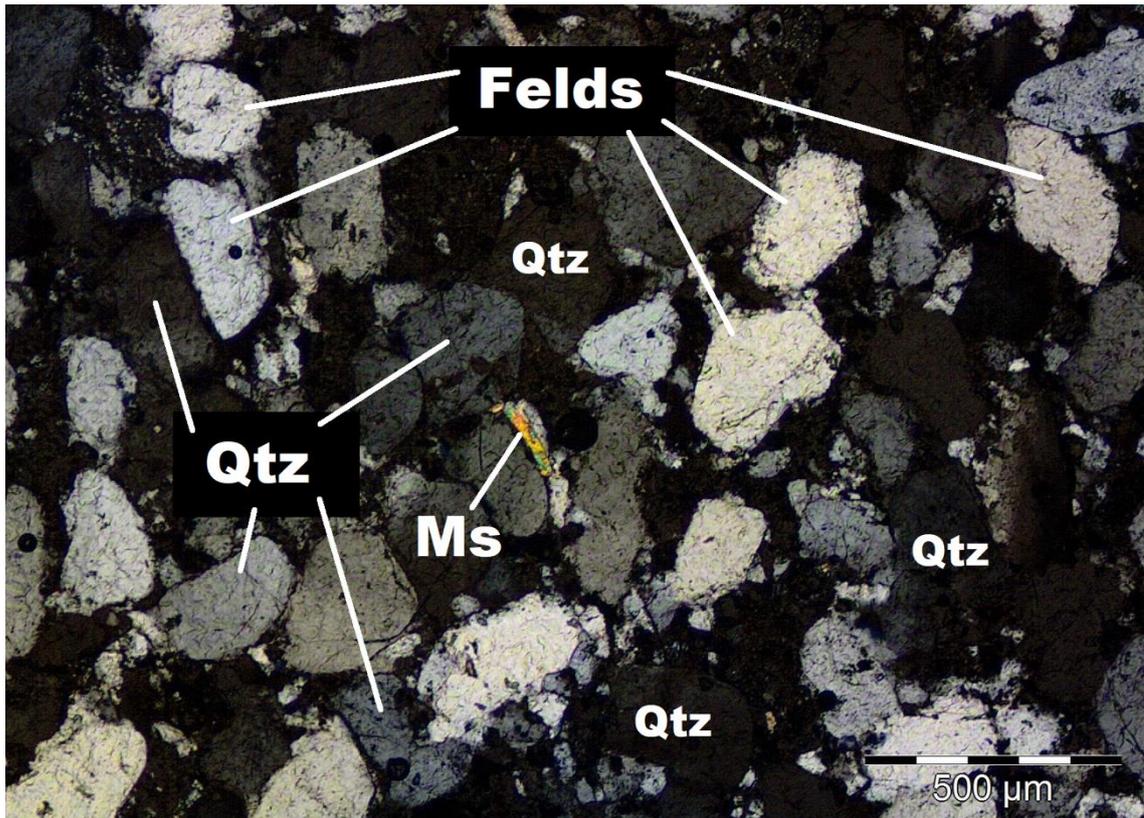


Figura 4-15 – Arcósió em seção delgada apresenta grãos de quartzo e feldspato com contatos grão-grão e presença de minerais de mica pontualmente espalhados.

#### 4.4.1.3. Fácies Ac - Meta-quartzo arenito com estruturas de corrente

Rochas de coloração mais clara, apresentando marcas onduladas assimétricas centimétricas, indicando fluxo de corrente. Granulometria areia média, bem selecionada, grãos de quartzo arredondados e com alta esfericidade (Figura 4-16 e Figura 4-17).



Figura 4-16 – Meta quartzo arenito. Estruturas sedimentares do tipo ripple assimétricas.

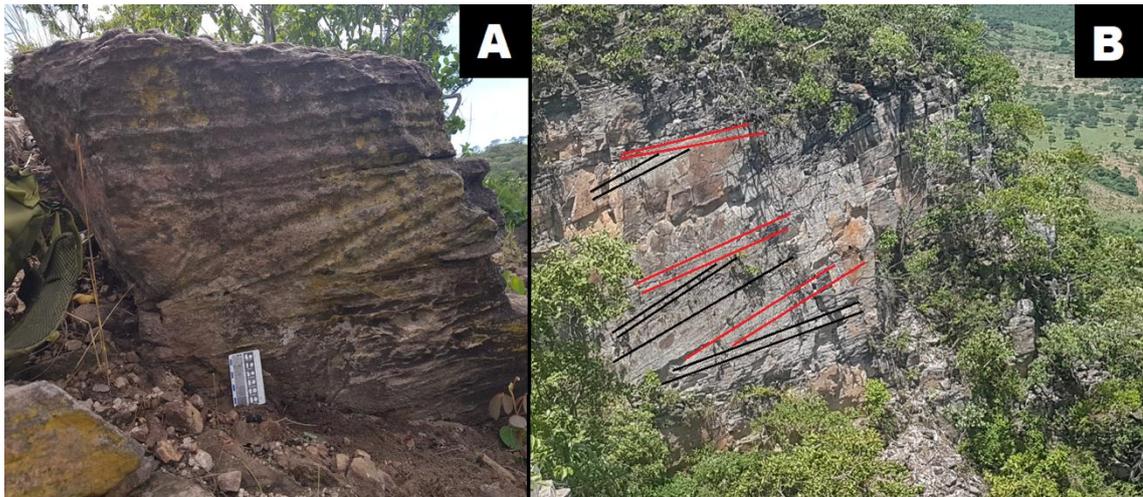


Figura 4-17 – Meta quartzo arenito com estratificação cruzada. Em 'A', estruturas sedimentares do tipo estratificação cruzadas observadas no limite sudoeste da área indicam direção de fluxo deposicional. Em 'B', há estratificações observadas na escarpa no Morro Serra Geral, próximo à cidade de Campos Belos.

Observam-se também rochas de coloração mais clara quando não alterada, apresentando granulometria areia fina a média, grãos bem selecionados, caracterizados por grãos de quartzos com alta esfericidade e bem arredondados. (Figura 4-17).

#### 4.4.1.4. Fácies Qm - Quartzitos maciços:

Os quartzitos estão situados a sudoeste e a nordeste da área, formando relevos fortemente ondulados e com topografia elevada. São rochas de coloração clara, textura granoblástica e maciças, por vezes encontradas como blocos rolados ou até mesmo junto com silexito (Figura 4-18).

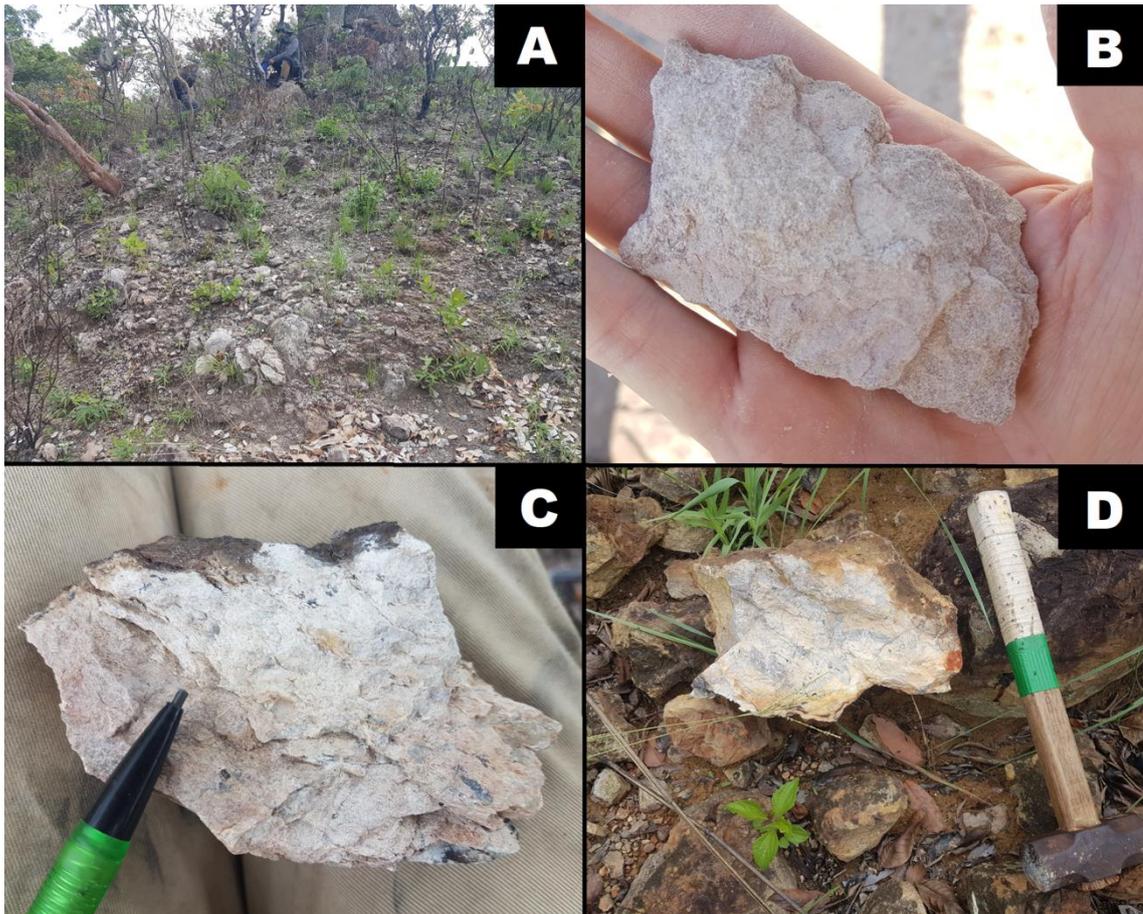


Figura 4-18 – Quartzitos maciços. Em ‘A’ Exposição de quartzitos maciços em um morro. Em ‘B’ quartzito maciço. Em ‘C’, quartzito maciço de granulometria areia média. Em ‘D’, observa-se bloco rolado de silexito.

#### **4.4.2. Associações fácies e modelo deposicional**

A TS (tectônica sedimentar) Arraias representa a associação dos sistemas deposicionais de leques aluviais, fluviais, eólicos e lacustres, acumulados durante a fase sin-rifte da Bacia (Tabela 4-1). Essa TS marca a evolução do tectonismo extensional controlado por regime de subsidência mecânica, marcada pelo desenvolvimento de sistemas de leques aluviais controlados por falhas normais (Figura 4-19), os quais evidenciam a ruptura da crosta superior com o desenvolvimento dos primeiros meio-grabens da Bacia Araí (Tanizaki *et al.* 2015).

Tabela 4-1 – Associações de fácies e Modelos deposicionais do Gr. Araí na Fm. Arraias da Região de Campos Belos (GO).

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES (SIGLA)	GEOMETRIA ESTRUTURA	PROCESSO SEDIMENTAR	INTERPRETAÇÃO
Co	Camadas lenticulares e maciças	Fluxo de detritos	Leques aluviais proximais
Al	Camadas tabulares com laminações plano paralelas	Fluxo laminar	Ambiente de sedimentação fluvial
Ac	Ripples assimétricas	Fluxo de corrente	
Ac	Camadas tabulares com estratificações cruzadas acanaladas.	Fluxo de corrente gerando dunas e migração de cristas sinuosas	

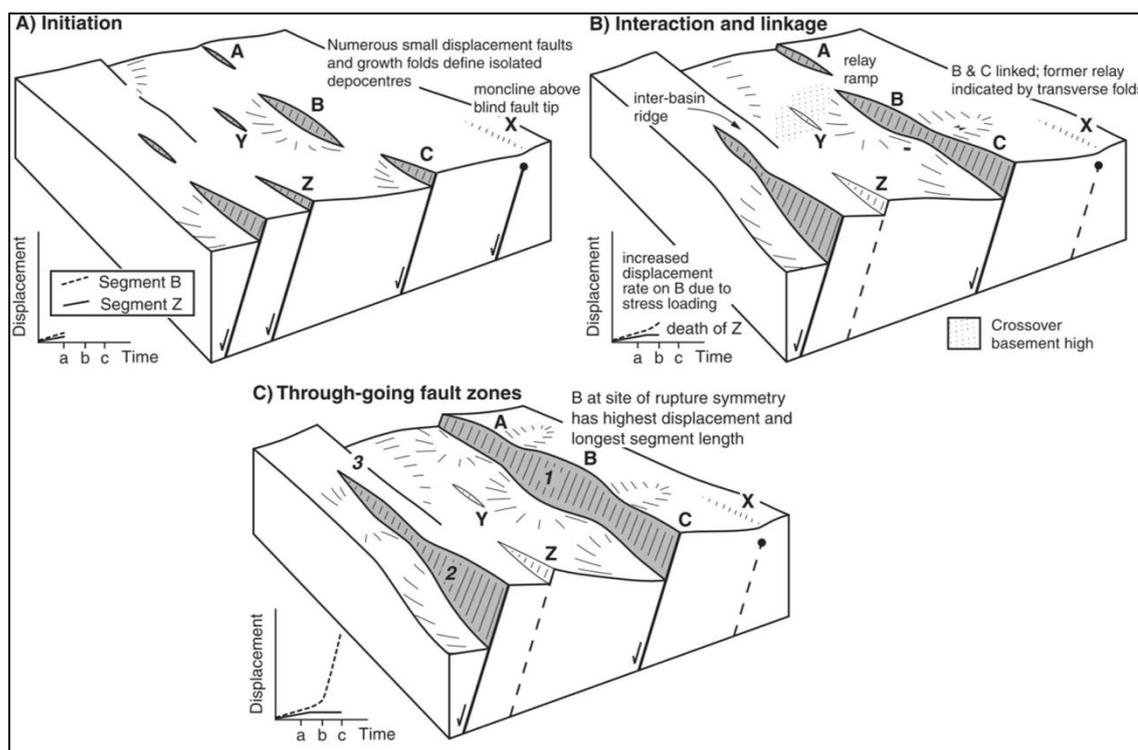


Figura 4-19 – Tectônica de Sedimentação da bacia do tipo rifte, Smith, J. (2014).

Os metaconglomerados podem identificar sistema deposicional de leques aluviais relacionados diretamente ao desenvolvimento de falhas associadas à fase sin-rifte (Tanizaki *et al.* 2015).

As demais fácies (Figura 4-20) são a evolução para um sistema fluvial onde ocorrem em regime de fluxo inferior onde irão formar migrações de dunas com

cristas sinuosas e processos de tração formando as estratificações cruzadas acanaladas e as ripples assimétricas respectivamente.

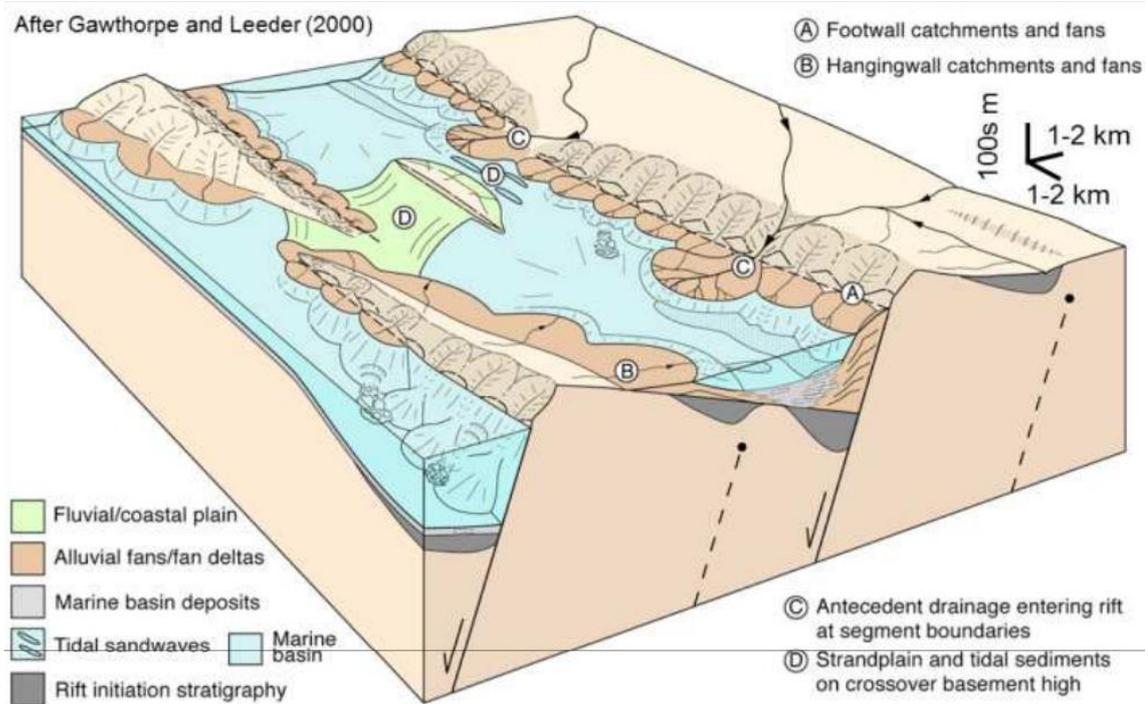


Figura 4-20 – Modelo de evolução de um rifte, Gawthorpe e Leeder (2000).

#### 4.5. Grupo Bambuí

O Grupo Bambuí é formado por rochas pelíticas e carbonáticas de idades neoproterozóicas. Estas rochas afloram na porção oeste da subárea IV e V e tem ocorrência mais comum em contatos discordantes com as unidades basais. Na área de estudo foram encontradas as unidades basais do Grupo Bambuí, sendo caracterizadas pela Formação Jequitaí, onde são encontrados diamictitos glaciogênico e a porção inferior da Formação Sete Lagoas, marcada por rochas carbonáticas e pelitos. As Unidades neoproterozóicas ocupam cerca de 18 km<sup>2</sup> da subárea IV, e geram relevos em sua maioria planos, entretanto, por vezes formam paredões de calcários apresentando relevos acentuados (Figura 4-21).



Figura 4-21 – Vista panorâmica do relevo cárstico, exibindo vegetação exuberante localizada na Formação Sete Lagoas.

## 4.5.1. Formação Jequitaiá

### 4.5.1.1. Diamictitos

Os diamictitos foram observados em apenas um afloramento sem continuidade lateral, não entrando na escala de cartografia do mapa. São rochas de coloração acinzentada, maciças, muito mal selecionadas, apresentando clastos angulosos, variando entre alta a baixa esfericidade, a fábrica exibe também uma matriz siltosa e argilosa suportando o arcabouço e grãos variando de areia fina a matacões (Figura 4-22). Também são observadas grandes quantidades de fragmentos líticos de diversas composições, entre elas xistos, granitos e principalmente quartzitos, por vezes com aparência facetada.



Figura 4-22 – Diamictitos da Fm. Jequitaiá. Em 'A' observa-se clastos variando de areia grossa até seixos, entre angulosos a arredondados, provenientes de variadas rochas como granitos, paragnaisses, xistos e quartzitos. Na imagem abaixo 'B', em outra porção do afloramento, é possível perceber a existência de clastos com maior granulometria, desde seixos até blocos.

Em Lâmina (Figura 4-23) observa-se uma estrutura maciça, granulometria variando entre argila a grânulo com a matriz de coloração escura formada por silte e argila (20%), além de grãos de quartzo (10%) e feldspatos sericitizados (5%) que apresentam tamanhos variados. Os grãos na matriz aparecem de maneira arredondada a angulosa, com níveis variados de esfericidade. Na lâmina também são observados fragmentos líticos, que correspondiam a 65% do total. No geral a rocha apresenta baixa maturidade textural e composicional.

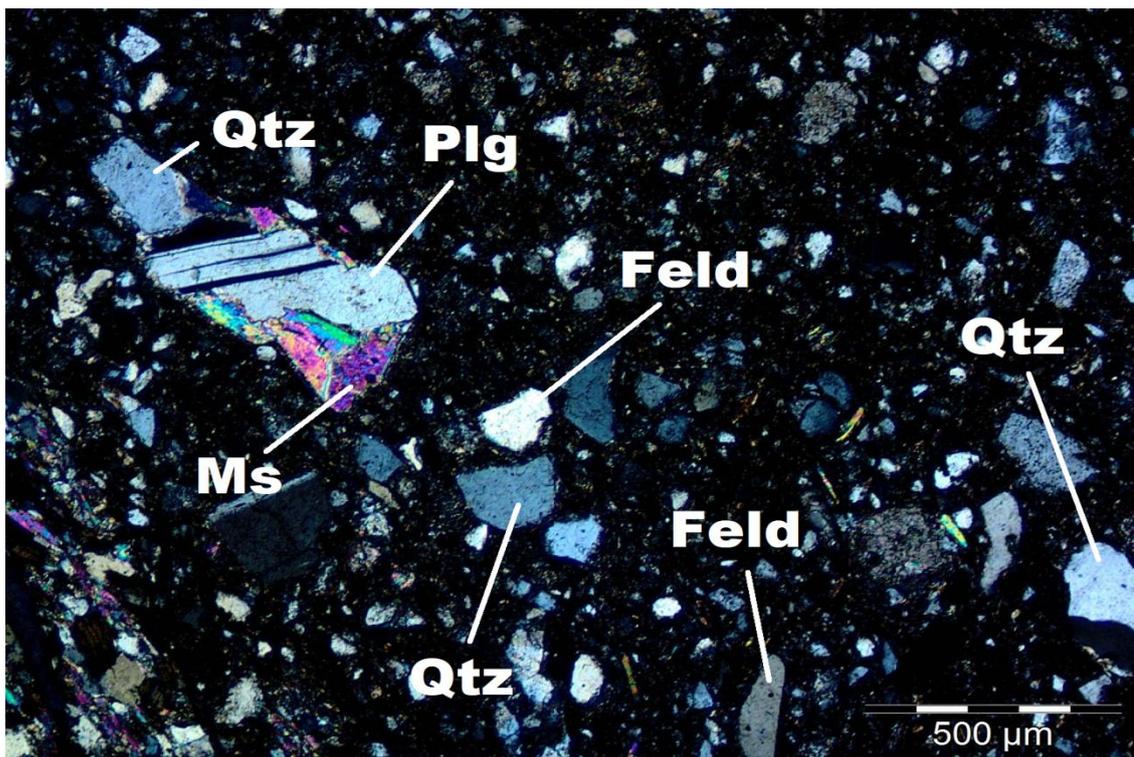


Figura 4-23 – Diamictitos da Fm Jeiquitaí. Vista sob nicóis cruzados, os principais minerais observados dispersos pela matriz. A presença de feldspato indica uma baixa maturidade composicional.

#### 4.5.1.2. Interpretação e modelo deposicional

A origem glacial da Formação Jeiquitaí foi reconhecida no início do século passado (Branner, 1919) e posteriormente confirmada por Moraes e Guimarães (1930). A litofácies dominante é o diamictitos, que apresenta uma distribuição irregular e descontínua, mas sempre no contato entre as rochas do Grupo Bambuí e o embasamento Paleoproterozóico. Sua descontinuidade lateral está relacionada em alguns locais a falhamentos, mas na sua maioria está relacionada aos processos erosivos que ocorreram devido ao reequilíbrio isostático da crosta, no final do período glacial, fazendo com que apenas algumas porções basais da unidade ficassem preservadas, pelos seus diamictitos. Os diamictitos recobrem por discordância as unidades paleoproterozóicas do Grupo Araí ou os granitos da Suíte Aurumina e são cobertos pelas rochas da Formação Sete Lagoas. Sua espessura pode atingir aproximadamente 40 metros a sul da Cidade de Nova Roma e nas proximidades da Cidade de Campos Belos de Goiás. (Alvarenga *et al.* 2007)

As fácies diamictitos observadas na subárea IV confirmam os dados presentes na literatura uma vez que em campo foram observados afloramentos sem continuidade lateral e com poucos metros de espessura (4m). A baixa maturidade textural e composicional podem indicar transporte massivo e não seletivo, sugerindo processo de deposição lenta que pode alcançar grandes distâncias.

#### 4.5.2. Formação Sete Lagoas

Na subárea IV, aflora a unidade basal da Formação Sete Lagoas, caracterizada em sua maior extensão por siltitos margosos e localmente várias fácies distintas de carbonatos.

##### 4.5.2.1. Fácies S - Silito:

Formada por rochas de coloração clara, geralmente já bem alteradas e com intercalações de tonalidade amarela a vermelha, constituída de granulometria silte, raramente reagindo ao HCl (Figura 4-24), apresentam laminações ou estratificações plano paralelas retilínea ou sinuosas, variando milimetricamente a centimetricamente, por vezes encontra-se intercalado com a fácies Do (Figura 4-24 C).

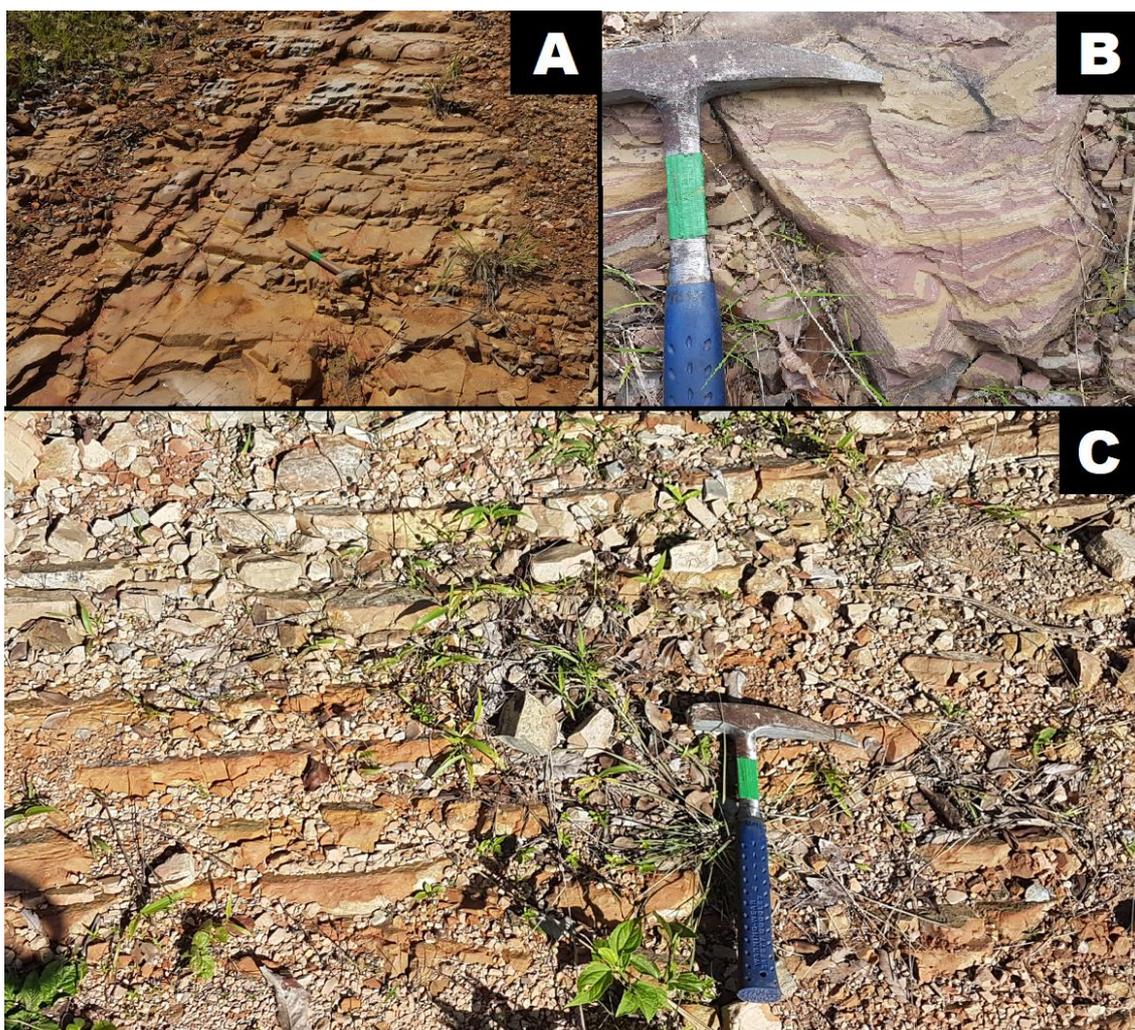


Figura 4-24 – Siltitos da Fm. Sete Lagoas. Em 'A', estrada na parte norte da área, os siltitos formam degraus similares a uma escadaria. Na imagem 'B', rocha pelítica formada de lâminas alternadas de material silteoso e argiloso. 'C', contato entre camada de siltitos (avermelhado) e dolomitos (claro).

#### 4.5.2.2. Fácies Cm - Calcilutito Maciço:

Rocha de coloração cinza clara, maciça com granulometria lutítica (Figura 4-25), comumente é encontrada intercalada com calcarenitos finos.

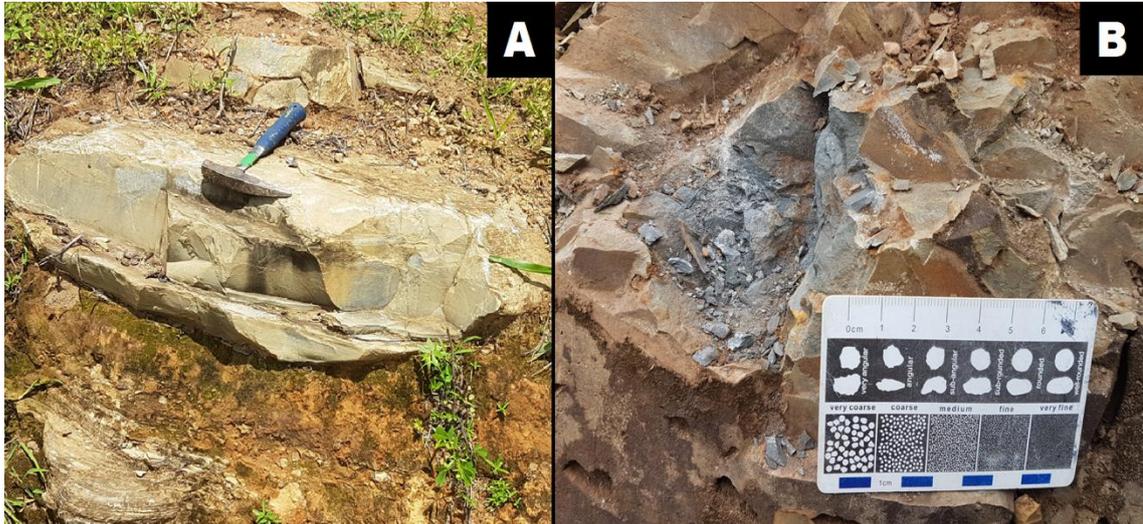


Figura 4-25 – Calcilutitos maciços da Fm. Sete Lagoas. Em 'A', contato observado em calcilutito e pelitos na parte sudeste da subárea. Em 'B', aspecto cinza claro com granulometria muito fina da rocha, com forte reação ao HCl.

#### 4.5.3. Fácies Cl - Calcilutito Laminado:

Rocha de coloração cinza clara apresenta laminações milimétricas planas paralelas de cor mais escura com granulometria lutítica (Figura 4-26).



Figura 4-26 – Calcilutito laminado da Fm. Sete Lagoas. Laminações plano paralelas bem definidas e com forte reação ao HCl

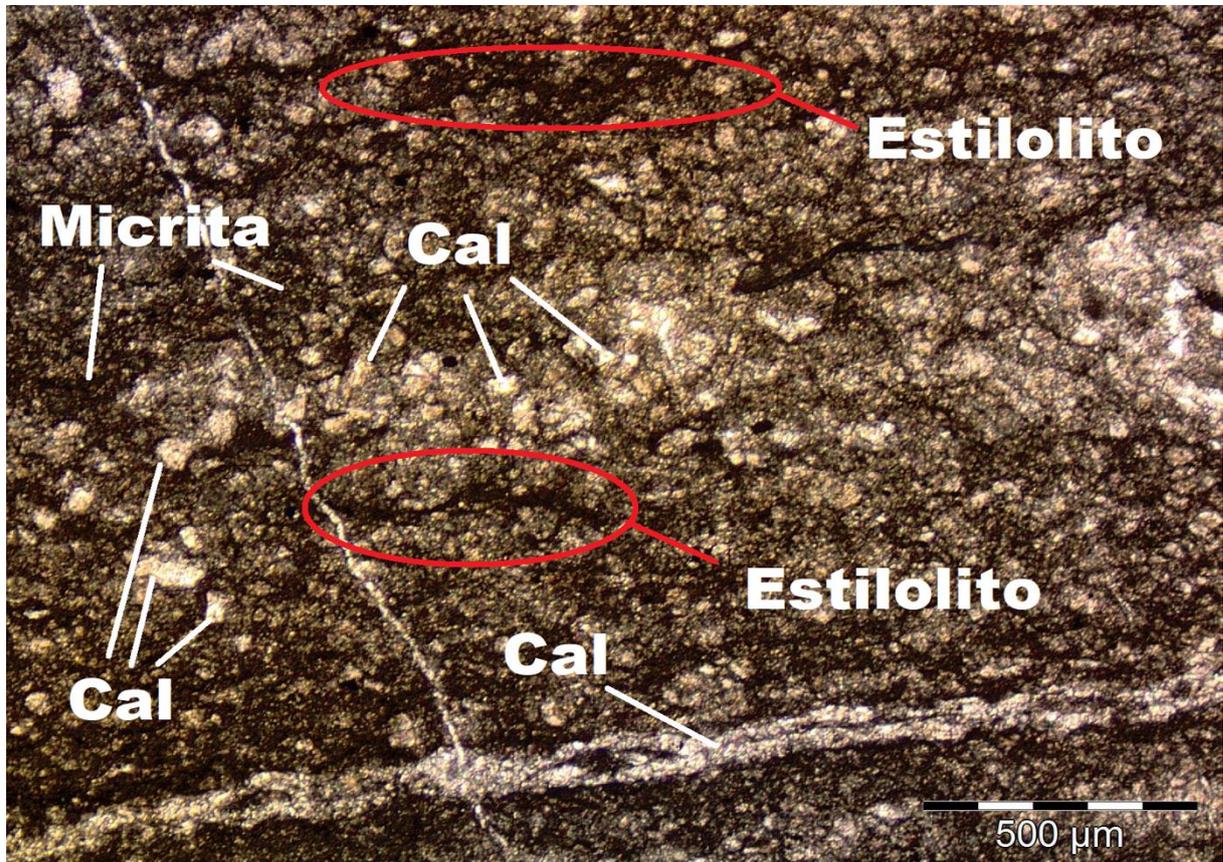


Figura 4-27 – Calcilutito laminado em seção delgada. Sob nicóis paralelos a seção apresenta domínios mais cristalinos próximos aos estilólitos e também domínios de micrita.

No microscópio observa-se principalmente lama carbonática (micrita) (Figura 4-27) com como principal componente (85%), intraclastos calcíticos recristalizados com tamanho variando entre 0.3 a 0.5 mm (15%). Ao longo da seção, também podem ser observados minerais opacos (1%), são observados por vezes estruturas do tipo estilólitos, nos quais a compactação mecânica ocasiona a dissolução e reprecipitação dos grãos de carbonato.

#### 4.5.3.1. Fácies Cac - Calcarenito com lentes de calcilutito:

Rocha de coloração cinza escura, maciça com granulometria areia fina, formando camadas centimétricas intercaladas com lentes centimétricas de rochas de coloração cinza clara também de aspecto maciço e de granulometria lutítica (Figura 4-28).

#### 4.5.3.2. Fácies Ca - Calcilutitos com lâminas argilosas:

Rochas de coloração cinza claro apresenta granulometria lutítica com camadas variando de um a três centímetros, intercaladas com lâminas milimétricas de coloração escura de material argiloso (Figura 4-29).

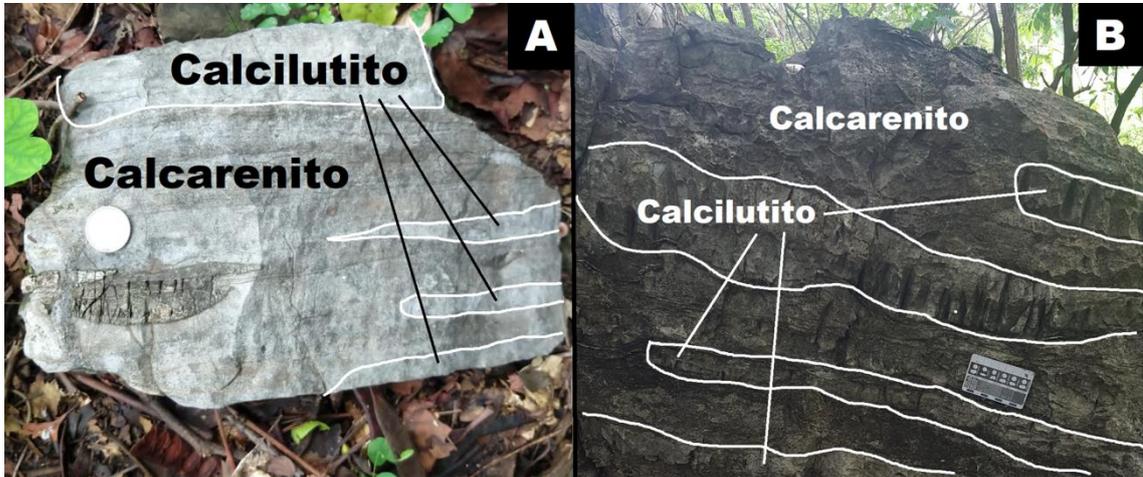


Figura 4-28 – Calcarenito com lentes de Calcilutito da Fm Sete Lagoas. Em 'A' e 'B' é visível a ocorrência de lentes de calcilutito em calcarenitos finos.



Figura 4-29 – Calcilutito com lâminas argilosas. Afloramento apresentando laminações plano paralelas e moderada reação ao HCl observado no limite leste da subárea.

#### 4.5.3.3. Fácies Do – Dololutito:

Rocha de coloração cinza claro, de granulometria lutítica dolomitizada, apresenta estruturas de sinérese, apresentando camadas de um a cinco centímetros, intercaladas com camadas centimétricas avermelhadas de material terrígeno de granulometria silte (Figura 4-30).

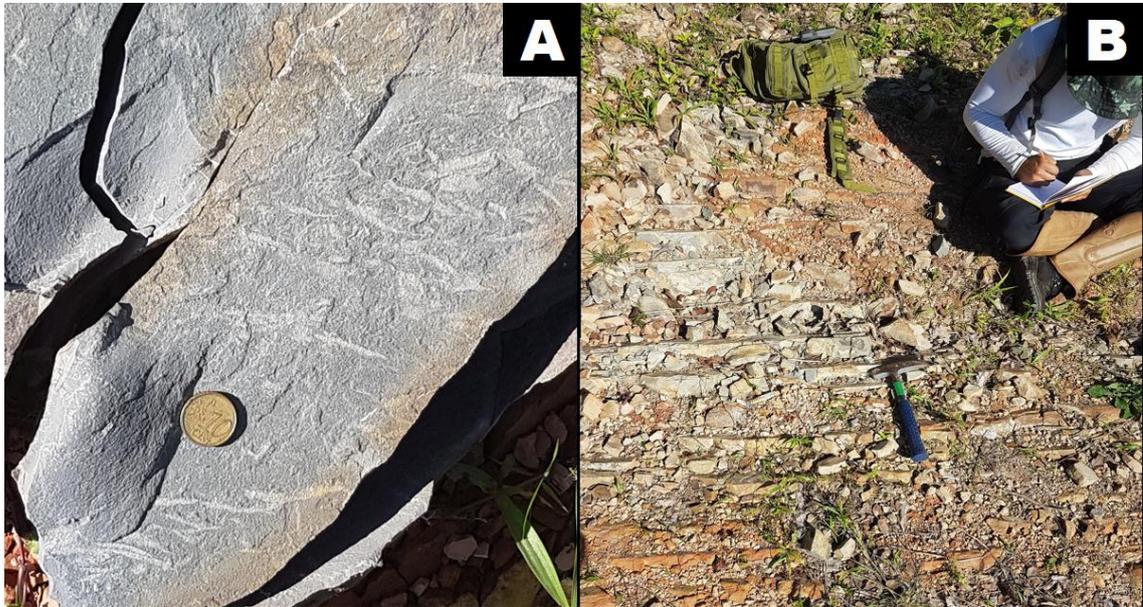


Figura 4-30 – Dololutitos da Fm. Sete Lagoas. Em 'A', rocha dolomítica com estruturas de sinérese e coloração cinza observada em campo. Em 'B', contato entre rocha dolomítica (porção clara superior) e siltito (porção avermelhada inferior).

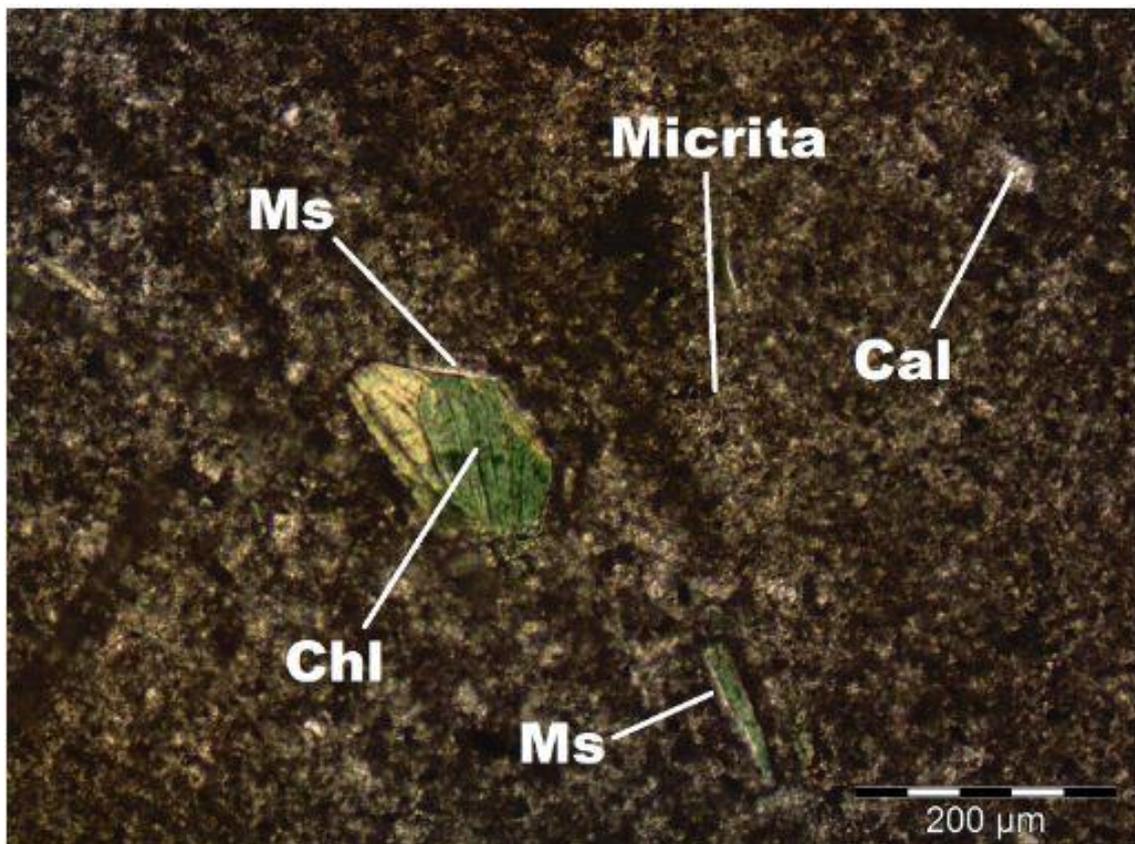


Figura 4-31 – Seção delgada do dololutito da Fm. Sete Lagoas. Na seção delgada a rocha apresenta aspecto muito fino, sendo necessário um aumento de 10x para observar os minerais que apareciam como extraclastos dispersos numa matriz micrítica.

Na lâmina observa-se principalmente lama carbonática (micrita) como principal componente (98%), por vezes apresenta recristalização com aspecto sacaroidal, além de possuir extraclastos de muscovita, clorita e quartzo variando entre 0.1 mm a 0.2 mm (Figura 4-31). Ao longo da seção, também podem ser observados minerais opacos autigênicos espalhados.

#### 4.5.3.4. Fácies Ch - Calcarenito com laminação Hummocky:

Rocha de coloração escura, granulometria areia fina apresentando estrutura do tipo hummocky (Figura 4-32).



Figura 4-32 – Calcarenito com laminação hummocky da Fm. Sete Lagoas. Estruturas sedimentares estratificadas do tipo hummocky.

#### 4.5.3.5. Fácies Es - Estromatólito:

Constituída por uma rocha de tonalidade cinza claro-escuro, bioconstruídas, observa-se linhas de crescimento irregulares milimétricas que formam colunas ou domos (Figura 4-33). Observada em um único afloramento na forma de paredão.

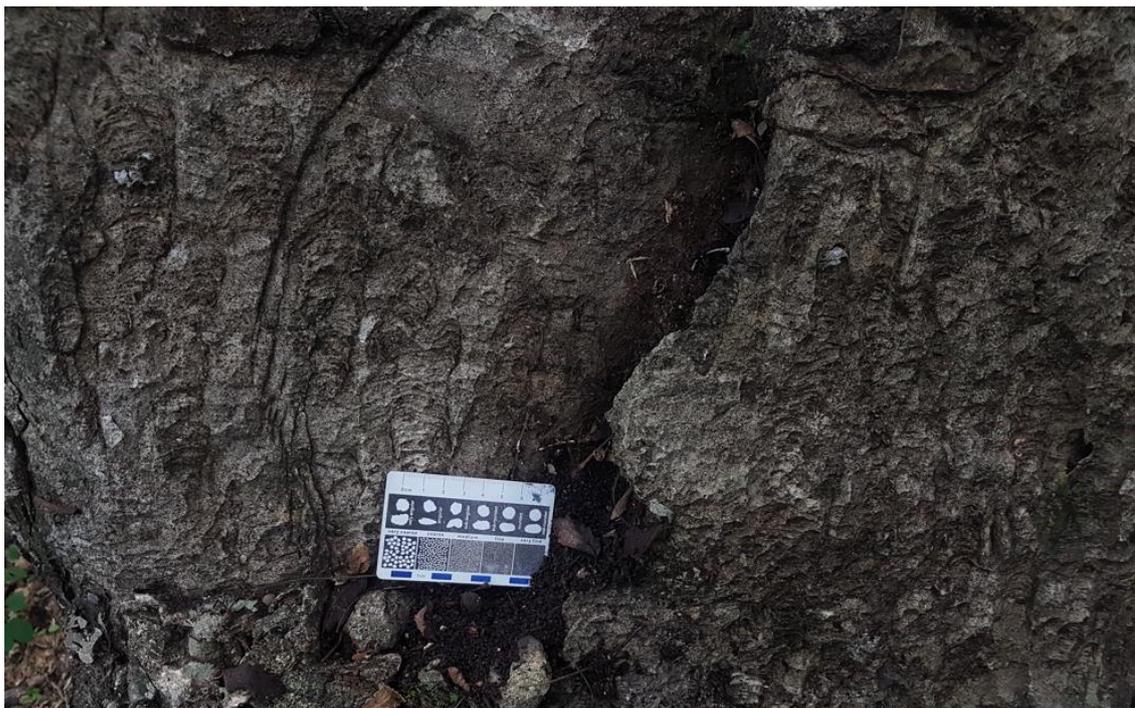


Figura 4-33 – Estromatólitos da Fm. Sete Lagoas. Estruturas sedimentares colunares bioconstruídas conhecidas como estromatólitos.

Tabela 4-2 – Associações de fácies e modelos deposicionais da Fm. Sete Lagoas do Gr. Bambuí na região de Campos Belos (GO).

ASSOCIAÇÃO DE FÁCIES (SIGLA)	GEOMETRIA/ ESTRUTURA	PROCESSO SEDIMENTAR	INTERPRETAÇÃO
S	Camadas contínuas com laminações plano paralelas.	Fluxo dominado por baixa energia, processo de decantação	Plataforma distal
Cac	Corpos lenticulares descontínuos.	Deposição em ambiente com maior energia, depositando calcarenitos com episódios de baixa energia em que ocorre a decantação da micrita formando calcilitos, que num posterior evento de maior energia é erodido deixando apenas lentes.	Plataforma carbonática intermediária marcada por decantação com eventos de maior energia.
CI	Laminação plano paralela	Sedimentação baixa energia em partes mais profundas	Rampa carbonática distal com porções restritas marcadas por

			menor energia
Ca	Camadas espessas com laminações onduladas.	Sedimentação em ambiente de baixa energia	Plataforma carbonática com influência de aporte de sedimentos detríticos (fração argila).
Cm	Maciço	Sedimentação rápida.	Região proximal da rampa.
Do	Camadas tabulares com estrutura de sinerese	Sobrecarga na camada sedimentar gerando escape de fluídos formando estruturas de sinerese.	Região proximal da rampa.
Ch	Camadas tabulares apresentando estruturas hummocky	Influência de fluxos oscilatórios causados por ondas de tempestade	Plataforma carbonática interna dominada por eventos de ondas de tempestade.
Es	Camadas com laminações bioinduzidas.	Precipitação de micrita induzida por atividade microbiana	Região proximal da rampa, localizada na zona fótica propícia à ação microbiana.

#### **4.5.4. Associações Fácies e modelo deposicional**

Na subárea IV, a porção basal da Formação Sete Lagoas é composta por intercalações de siltitos (Fácies S), calcários laminados (Fácies Cl), estromatólitos (Fácies Es); na porção média é caracterizada por calcilitos com laminações onduladas de argila (Fácies Ca), calcarenitos finos com estruturas tipo Hummocky (Fácies Ch) e calcarenitos com lentes de calcilitos (Fácies Cac) e na região do topo é marcado calcilitos maciços (Fácies Cm) e dololitos (Fácies Do).

As intercalações localizadas na base da Formação Sete Lagoas, revelam o desenvolvimento de um ambiente transgressivo inicial, ao qual se associa um ambiente tipo rampa carbonática mista com contribuição de sedimentos terrígenos (Fácies Ca). Os sedimentos estavam sujeitos à correntes de baixa energia, o que é indicado pela sua granulometria fina e por laminações plano-paralelas levemente onduladas.

Neste ambiente de rampa carbonática também se destacam eventos de maior energia, por vezes marcados por ocorrências de ondas de tempestade ao qual se relacionam o aparecimento de estruturas tipo Hummocky (Fácies Ch). Estes eventos também podem originar calcarenitos finos com lentes de calcilito (Fácies Cac).

Nas fácies (Ca e Do) encontradas na porção superior da Formação Sete Lagoas foi observada uma maior contribuição de sedimentação carbonática, associadas a estágios deposicionais posteriores. O envolvimento de sedimentos terrígenos é muito limitado, como evidenciado pela presença de finas lâminas de argila entre os planos de estratificação calcária.

## **CAPÍTULO 5 - GEOLOGIA ESTRUTURAL**

### **5.1. Introdução**

Este capítulo tem como intuito apresentar os eventos deformacionais de acordo com as interpretações das estruturas geológicas observadas na região de estudo, e em especial as observadas na subárea IV.

Para o melhor entendimento do contexto tectônico regional, os dados obtidos na subárea IV foram tratados de maneira simultânea com os encontrados nas outras diversas áreas.

### **5.2. Arcabouço Estrutural**

A área do projeto se encaixa na província Tocantins, num arcabouço geológico localizado entre o Cráton Amazônico e o Cráton São Francisco, e está inserido na porção norte da Zona Externa da Faixa Brasília, exibindo um conjunto de estruturas e compartimentos tectônicos relacionados aos eventos da orogênese brasileira.

Na região de estudo são observadas principalmente rochas de grau metamórfico intermediário do tipo xisto verde e também rochas afetadas por um metamorfismo de baixíssimo grau (anquimetamorfismo) (Barbosa *et al.*, 1969)

Neste contexto, o Ciclo Brasileiro afetou as rochas do Grupo Araí (cobertura sedimentar) e da Suíte Aurumina, por vezes afetando inclusive deformações mais antigas causadas pelo evento Riaciano-Orosiriano.

Propõe-se que a região do projeto tenha sido submetida a três eventos tectônicos; o primeiro e mais antigo de idade paleoproterozóica, definido como Evento Riaciano-Orosiriano foi responsável pela deformação dos granitóides referentes à Suíte Aurumina e também rochas da Formação Ticunzal.

O segundo evento, apresentando um caráter extensivo rúptil, se deu na forma de um rifteamento continental, que teve como resultado a formação da Bacia Araí e foi responsável por grandes falhamentos normais acompanhados de subsidência marinha e seguidos por deposição de sedimentos continentais e vulcanismo bimodal.

O terceiro evento, relacionado ao Ciclo Brasileiro, e de idade neoproterozóica teve influência mais expressiva na região, marcando tanto as rochas paleoproterozóicas do embasamento bem rochas metassedimentares paleomesoproterozóicas do Grupo Araí. Ainda sobre os efeitos do Ciclo Brasileiro na região, destacam-se falhas reversos de alto ângulo, resultantes da reativação dos planos de fraquezas oriundos dos eventos Riaciano-Orosiriano bem como do Rifteamento Araí. Esses falhamentos estão relacionados às extensas zonas de cisalhamento da região e afetam as rochas do embasamento e também do Grupo Araí.

Com base no entendimento destes três eventos deformacionais, foi possível a interpretação e distinção de três domínios geotectônicos, sendo eles:

**Domínio 1:** Caracterizando fase de sinéclise e antepaís, num contexto onde ocorreu a abertura e fechamento da bacia sedimentar que forma o Grupo Bambuí;

**Domínio 2:** Caracterizado pelas rochas do Grupo Araí, depositadas em um sistema de rifte e pós-rifte durante o Paleoproterozóico;

**Domínio 3:** Caracterizado por rochas do embasamento, da Formação Ticunzal e Suíte Aurumina, deformados durante a orogênese Riacciana-Orosiriana

A partir dos dados da subárea IV, e das zonas vizinhas, foi elaborado o mapa estrutural do Projeto Campos Belos (Figura 5-1) e também foram elaborados estereogramas com as medições aferidas e o mapa dos domínios estruturais idealizados (Figura 5-2).

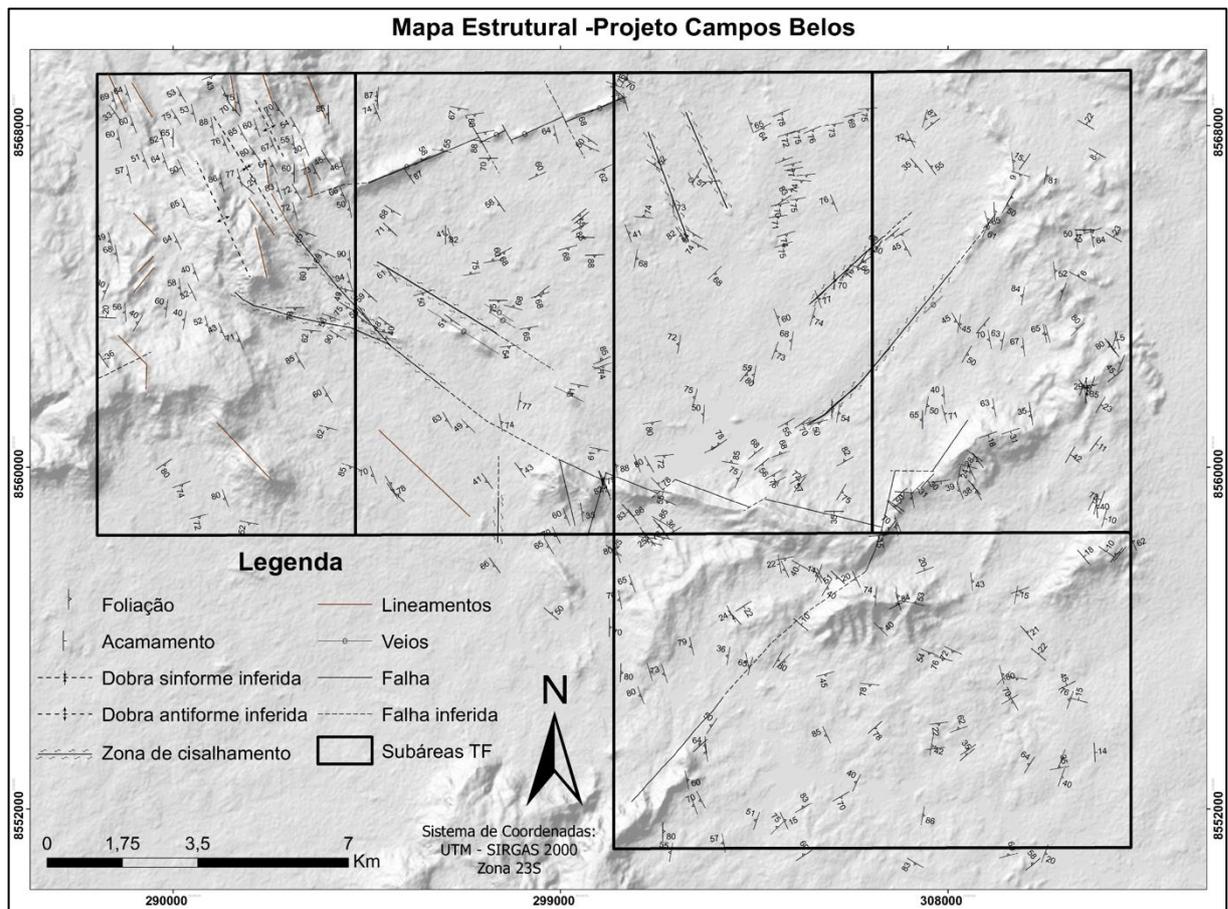


Figura 5-1 – Mapa de elementos estruturais do Projeto Campos Belos.

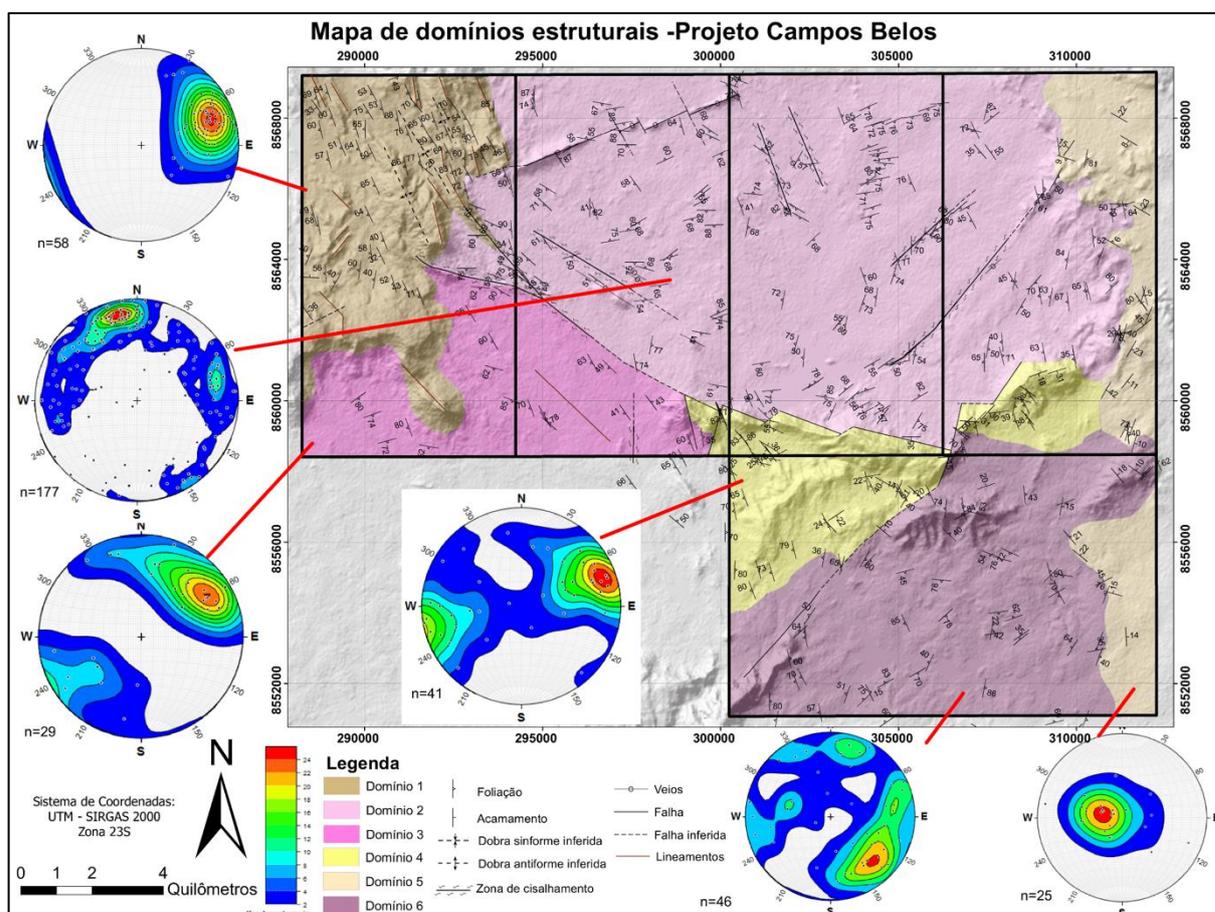


Figura 5-2 – Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos.

### 5.3. Domínios Estruturais do Projeto Campos Belos (GO)

**Domínio 1:** esse domínio ocorre na porção noroeste do projeto englobando apenas a área I. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas no Brasiliano e que são definidas por um trend de direção NNW-SSE com mergulho de alto ângulo para SW. As rochas aflorantes neste domínio são restritas ao Grupo Araí e incluem meta-quartzo arenitos, vulcanoclásticas ácidas, lamitos arenosos, basaltos, metaconglomerado e meta arenitos subarcoseanos.

**Domínio 2:** esse domínio ocorre nas áreas I, II, III e IV e nele estão incluídas estruturas associadas a ambos os eventos deformacionais, Riacciano-Orosiriano e Brasiliano. Tais estruturas são do tipo foliações, ocorrem restritas aos granitos da Suíte Aurumina e possuem dois trends principais. Um com direção ENE com mergulho de alto ângulo, característica da orogênese Riacciana-Orosiriana e o outro com direção N-S de alto.

**Domínio 3:** esse domínio ocorre nas áreas I e II do projeto. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas no Brasiliano,

definidas por um trend de direção NW e que possuem um alto mergulho predominantemente para SW. As unidades aflorantes correspondem aos granitos da Suíte Aurumina e aos meta quartzo arenitos do Grupo Araí.

**Domínio 4:** esse domínio ocorre nas áreas II, III, IV e V do projeto. É caracterizado por estruturas penetrativas do tipo foliações que foram geradas durante o rifteamento do Araí e que são definidas por um trend de direção NW e que possuem um alto mergulho predominantemente para SW.

**Domínio 5:** esse domínio ocorre nas áreas IV e V. As rochas aflorantes são pertencentes ao Grupo Bambuí e variam de não deformadas a pouco deformadas. As medidas obtidas são referentes ao S0 e as rochas encontram-se subparalelas com direção aproximadamente N-S.

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

#### **5.4. Mapa de domínios estruturais da subárea IV.**

Os domínios estruturais propostos para subárea IV foram idealizados tendo em vista medidas de direção preferencial das foliações e reologia, além de feições extraídas com o uso de imagens obtidas através da geofísica (Figura 5-3).

##### **5.4.1. Domínio 1 - Aurumina-Ticunzal**

Observa-se no domínio 1 que as foliações possuem orientação geral N-S e duas direções de mergulho preferenciais. Uma delas possui grande concentração de pólos (Figura 5.4), indicando mergulhos de alto ângulo para oeste. Uma segunda

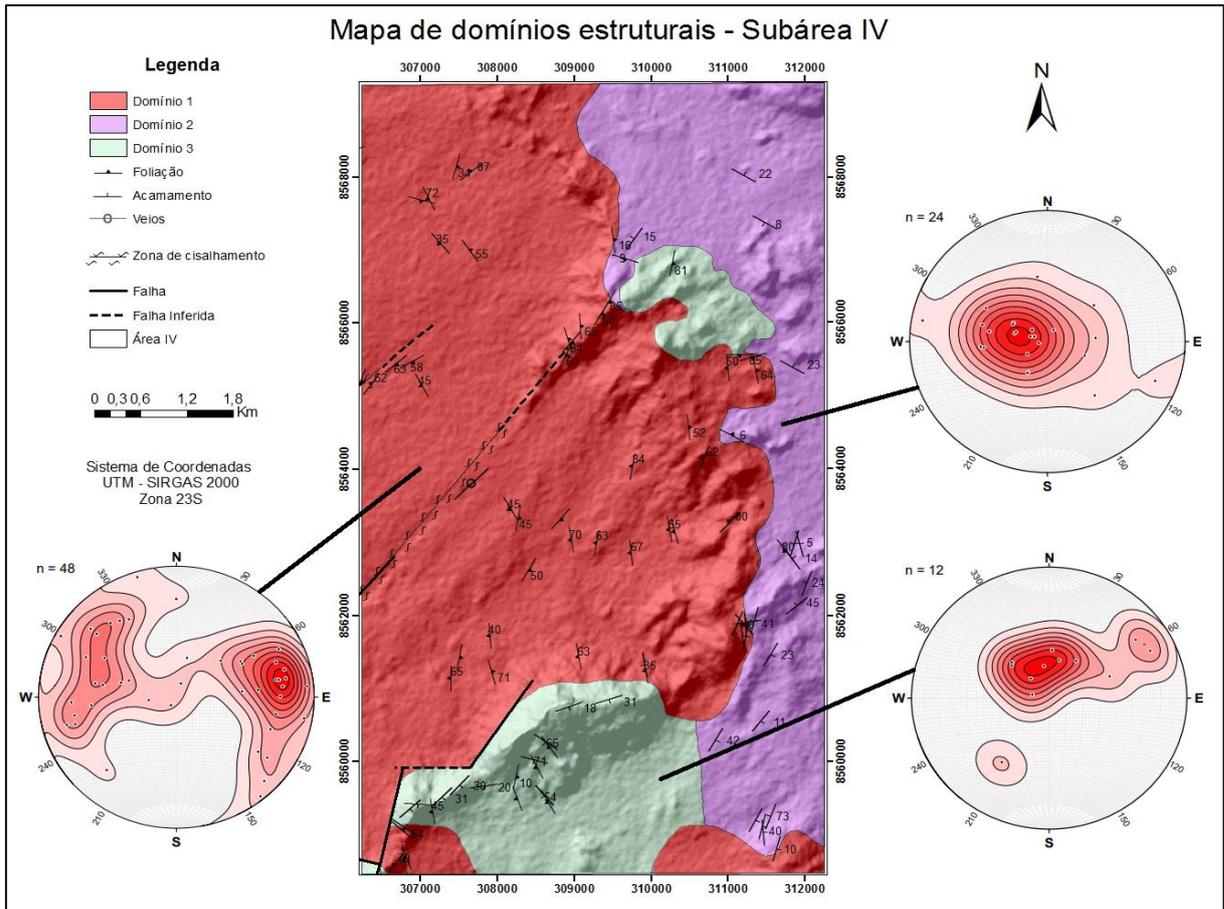


Figura 5-3 – Mapa de domínios estruturais da subárea IV

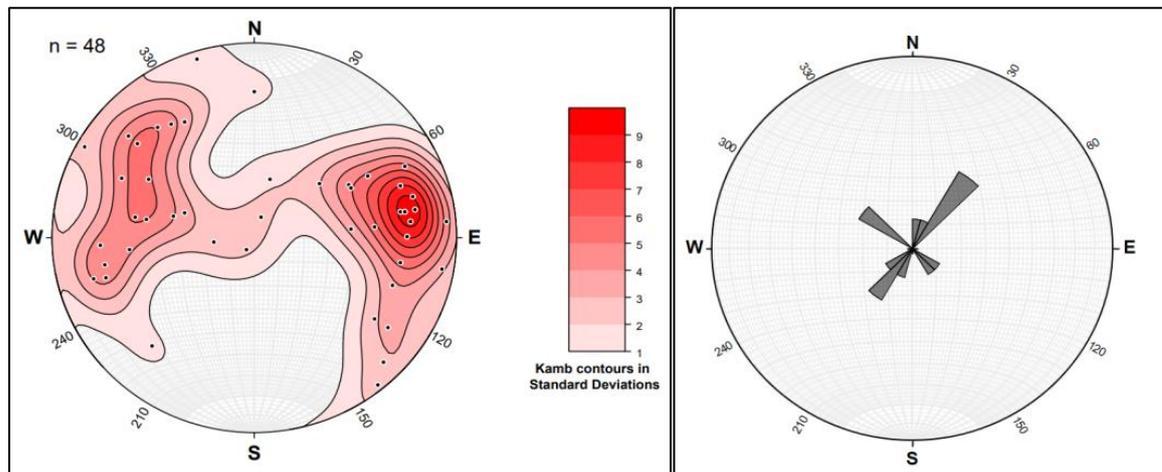


Figura 5-4 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 1. Podem-se observar dois trends de fraturas, um com direção NW-SE e outro com direção NE-SW.

A orientação N-S das foliações observadas no Domínio 1 implicam em tensores tectônicos de maiores esforços ( $\sigma_1$ ) em direção perpendicular à da foliação, condizente com o trend característico da orogênese brasileira.

Ainda neste domínio foram observados veios paralelos à zona de cisalhamento Córrego do Pombal, bem registrada na subárea II com direção NW e atravessando as subáreas III e IV, onde muda de direção para NE. Veios de direção

N50E (Figura 5-5) foram observados paralelos à drenagem e com direção concordante à da zona de cisalhamento.

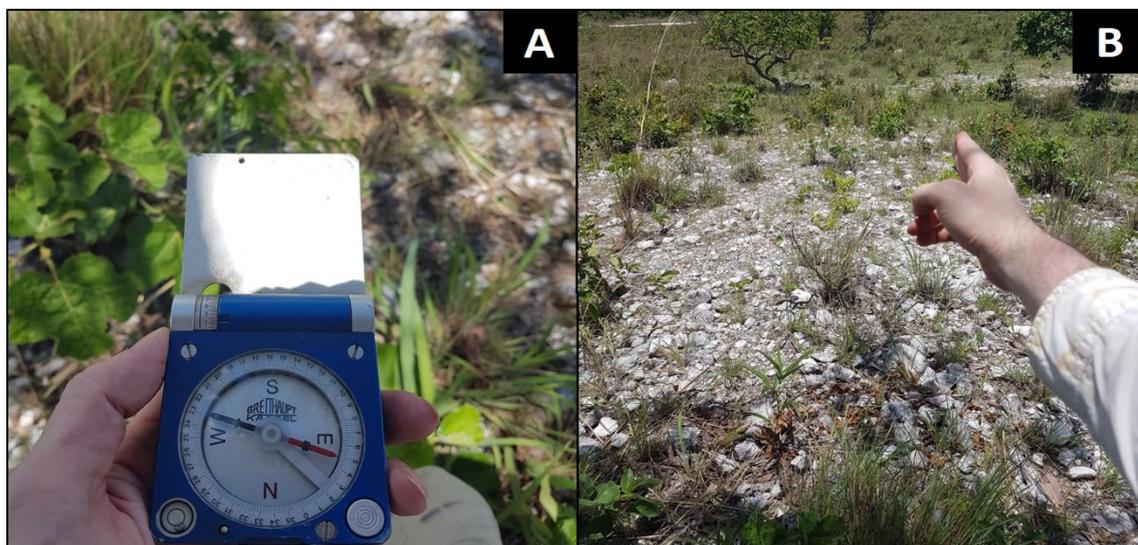


Figura 5-5 – Em 'A' e 'B', direção regional do veio de quartzo N50E observado dentro do Domínio 1.

No contexto da zona de cisalhamento Córrego do Pombal foi encontrada também estrutura condizente à brecha de falha (Figura 5-6), reforçando o caráter deformacional imposto em regiões nas quais há transcorrência.

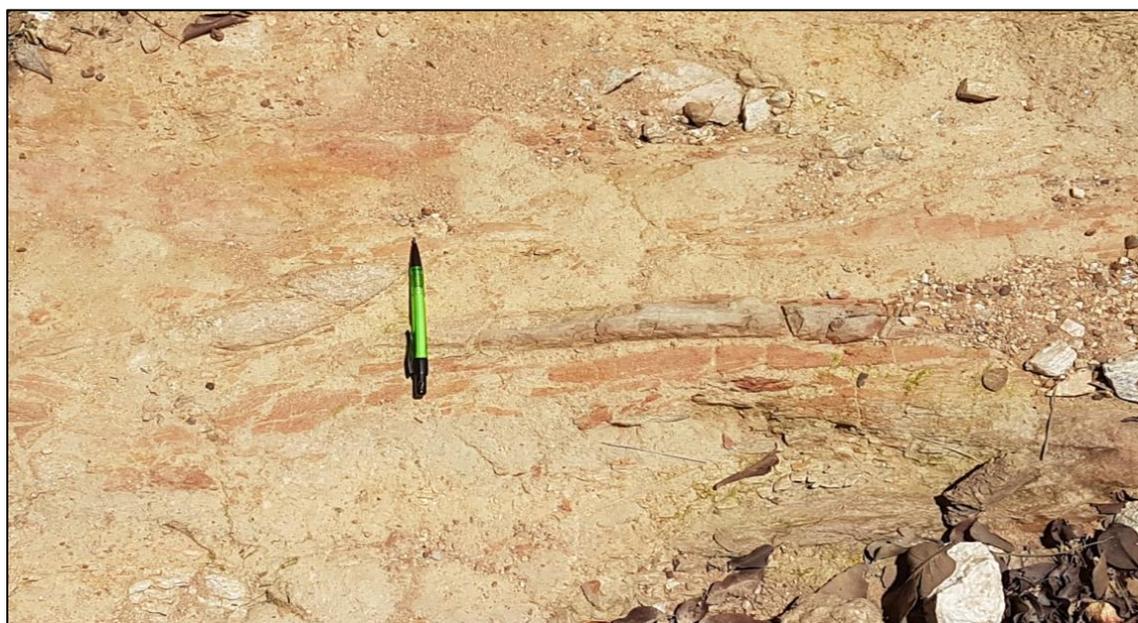


Figura 5-6 – Brecha de falha observada próxima à zona de cisalhamento Córrego do Pombal.

Nas rochas graníticas da subárea IV, e próxima ao cisalhamento, também foram observados sigmóides rotacionados, cuja sombra de pressão indica cinemática dextral (Figura 5-7).

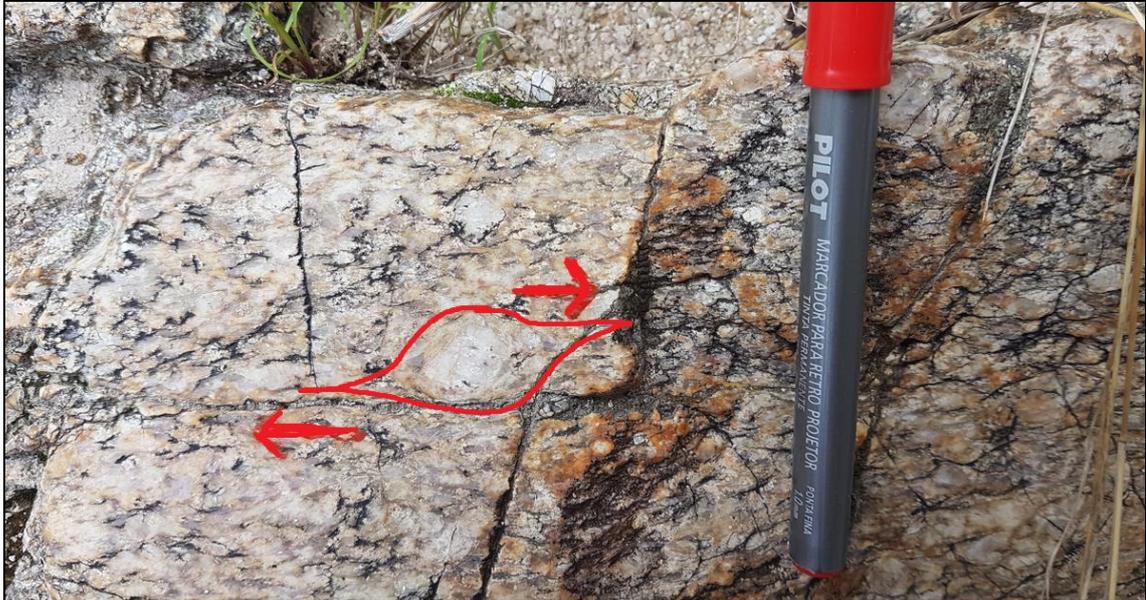


Figura 5-7 – Cristais porfiríticos de KFs em granito Au1, com foliação N40E, e sigmóide dextral.

#### 5.4.2. Domínio 2 – Bambuí

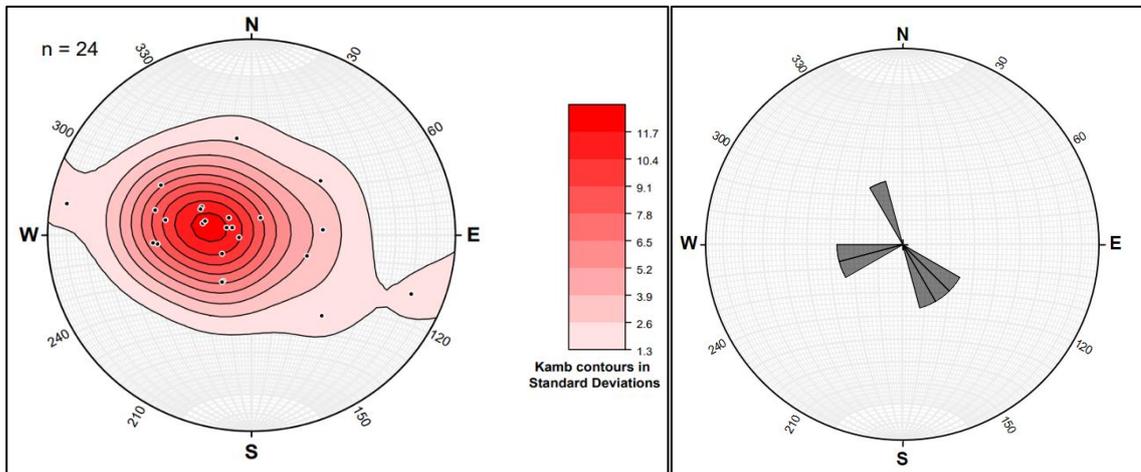


Figura 5-8 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 2. Pode-se observar um trend com fraturas de direção SE e também SW.

O Domínio 2 é caracterizado por rochas carbonáticas e siltitos do Grupo Bambuí, apresentando comportamentos reológicos distintos. Os carbonatos exibem acamamentos geralmente sub-horizontais (Figura 5-9 A), enquanto os siltitos expõem camadas com mergulhos heterogêneos (Figura 5-9 B). Tal diferença entre as litologias pode ser explicada pelo contraste de competências, na qual os siltitos se comportam de forma mais dúctil quando comparados aos carbonatos.

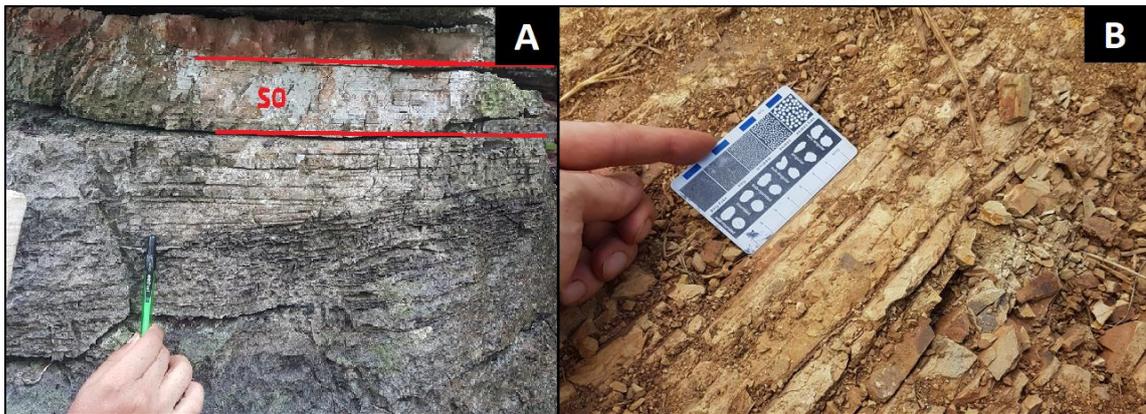


Figura 5-9 – Em ‘A’, calcário apresentando estrutura S0 com atitude 215/06. Em ‘B’, Siltito com atitude 291/73.

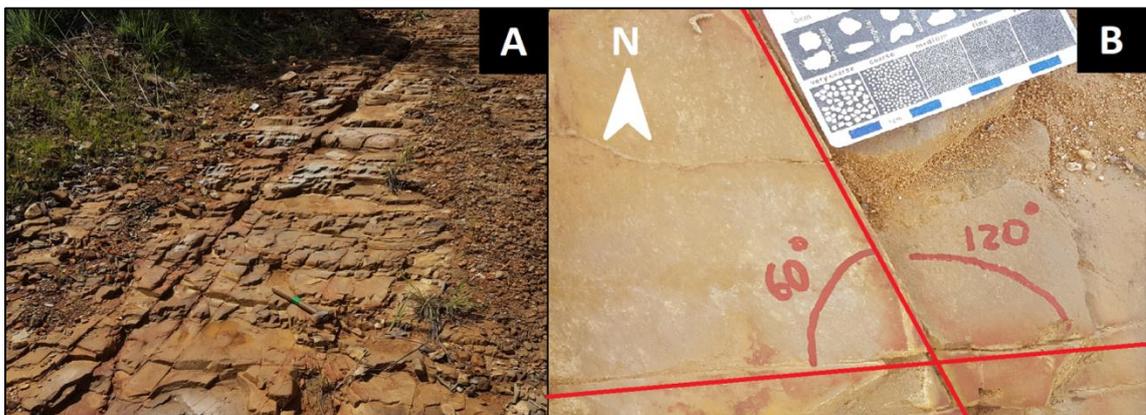


Figura 5-10 – Siltitos sub-horizontais e fraturados. Em ‘A’, são observadas camadas de siltitos sub-horizontais. Em ‘B’, sistemas de fraturas apresentando pares conjugados subverticais com orientações NW-SE e W-E.

#### 5.4.3. Domínio 3 – Gr. Araí

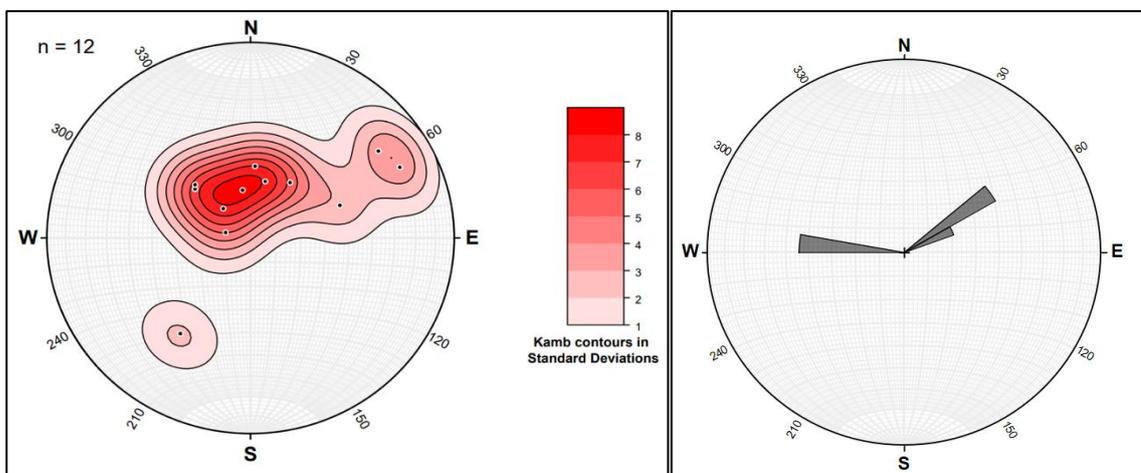


Figura 5-11 – Estereograma e roseta de fraturas referentes ao domínio 3. As rochas do Grupo registram poucos eventos deformacionais e, portanto, poucas medidas de fraturas foram obtidas de modo que a roseta é pouco significativa.

O Domínio 3 é representado pelas rochas da Formação Arraias, pertencentes ao Grupo Araí, com ocorrências na porção nordeste e principalmente na porção sul da subárea IV. Fazem parte do domínio rochas com acamamento apresentando mergulhos para sul, de médio a baixo ângulo (Figura 5-11), e exibindo foliações concordantes à S0, porém, com mergulho mais expressivos (Figura 5-12). As rochas do domínio em geral registram poucos eventos deformacionais.

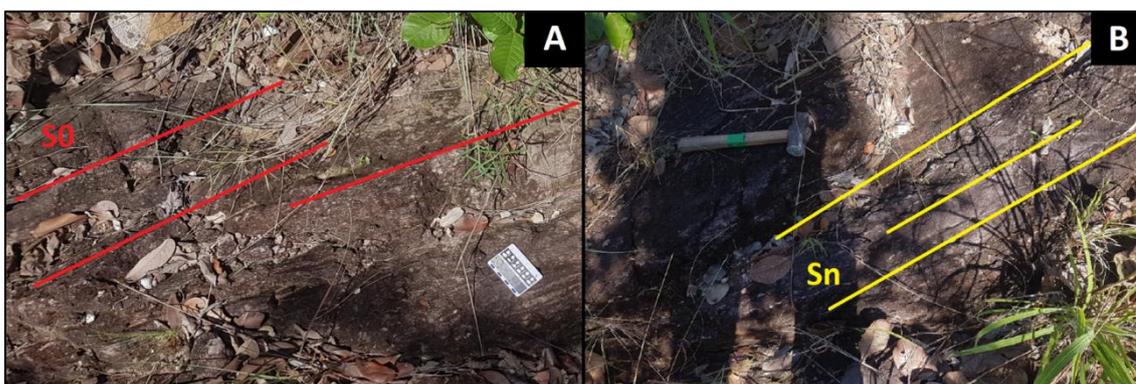


Figura 5-12 – Atitude das rochas do Gr. Araí pertencentes ao domínio estrutural 3. Em 'A1', meta-quartzo arenito com estruturas S0 de atitude 195/24. Em 'B', meta-quartzo arenito com foliação com atitude 244/71.

## 5.5. Análise de deformação

A análise estrutural elaborada neste capítulo tem como finalidade compreender os eventos deformacionais. Para tal foram analisadas informações como contexto reológico, além de mecanismos de deformação observados em campo. Foram também consideradas as diferentes idades dos eventos que afetaram a região do projeto.

O último evento deformacional imposto na área está relacionado à deformação Brasileira (Orogênese Brasileira), sendo a única deformação imposta às rochas de idade entre o Estariano e o Criogeniano. (Alvarenga et al, 2007). Rochas com idades mais antigas como as do Estariano, além de terem sido deformadas pelo evento Brasileiro, também sofreram deformação relacionada ao evento Riacciano-Orosiriano.

### 5.5.1. Evento E1

O primeiro evento interpretado corresponde à orogenia que ocorreu num intervalo com idade Riacciana-Orosiriana, manifestando caráter dúctil e transpressional. Em geral o evento E1 é mais evidente nas subáreas II e III, no qual se expressa na forma de foliação com direção E-W. Tal evento, em contrapartida, se expõe pouco preservado nas rochas da suíte Aurumina e Formação Ticunzal observadas da subárea IV.

### 5.5.2. Evento E2

Seguindo a ordem cronológica, um segundo evento deformacional E2 marca um *trend* de direção NW. A este evento está associado à abertura do rifte Araí durante o período Estateriano, episódio no qual também se relacionam falhas e zonas de cisalhamento, observadas nas subáreas adjacentes e visíveis em escala de mapa.

### 5.5.3. Evento E3

O último evento deformacional discutido exibe um *trend* de direção NE-SW, associado ao evento de Orogênese Brasileira, no qual as rochas na região assumem de forma geral uma trama ductil-rúptil, exibindo diversas zonas milonitizadas (Figura 5-13) e sistemas de fraturas e veios.

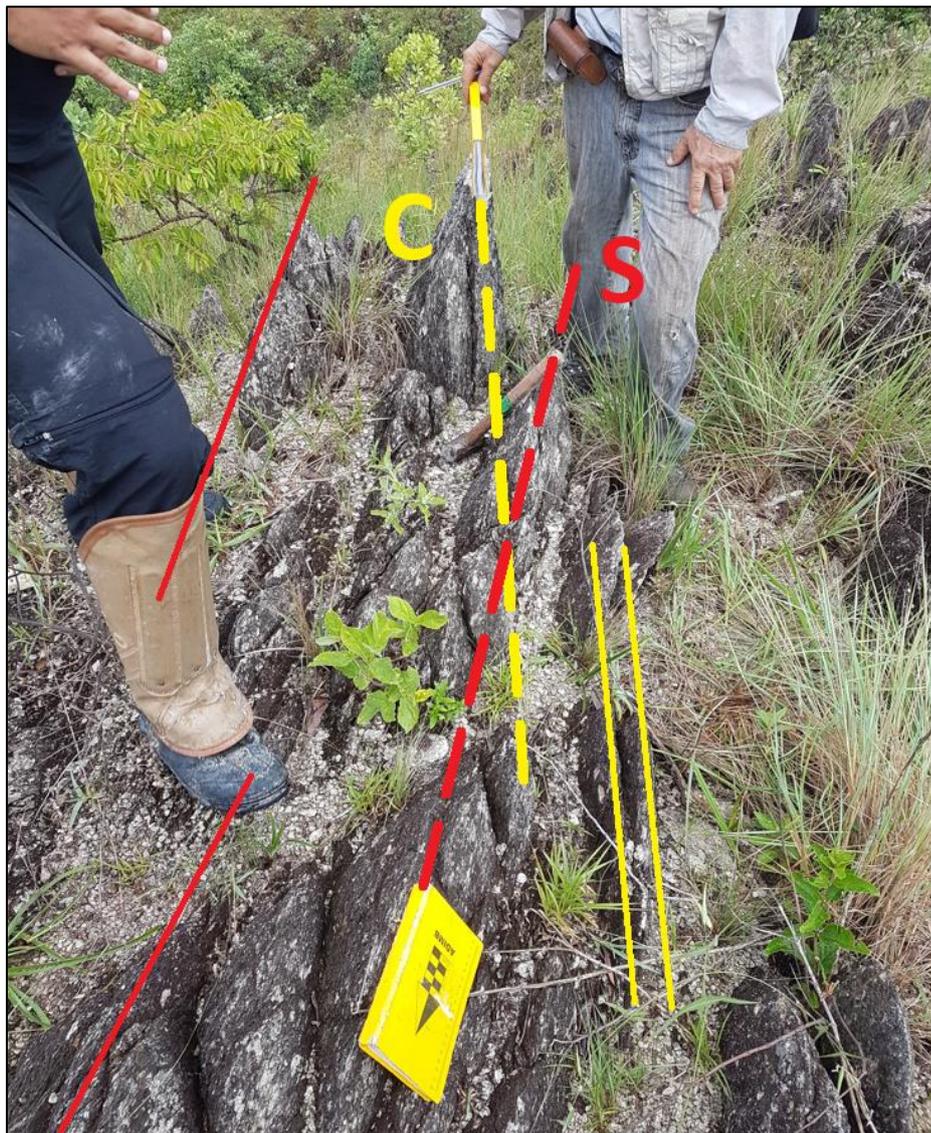


Figura 5-13 – Milonitos com foliação subvertical apresentando par S-C.

## CAPÍTULO 6 - POTENCIAL ECONÔMICO

### 6.1. Introdução

A economia mineral na porção sudeste do estado de Tocantins, hoje representa 4,1% do PIB estadual, centrada exclusivamente na Indústria da construção civil e insumos para agricultura. A cidade de Arraias é onde se tem mais ocorrências de minérios, foram registradas 51 ocorrências na Folha Arraias do Serviço Geológico do Brasil. Campos Belos é o município mais desenvolvido do nordeste goiano segundo a Federação das Indústrias do Rio de Janeiro (FIRJAN). Com a Constituição Brasileira de 1988 o Estado de Goiás foi dividido ao sul Goiás e norte Tocantins e passou a ser cidade fronteira de Tocantins. Seu comércio evoluiu espantosamente nos anos 1990 e 2000 e passou a atender a população do novo estado que tinha pouca infraestrutura de saneamento básico, educacional e comércio.

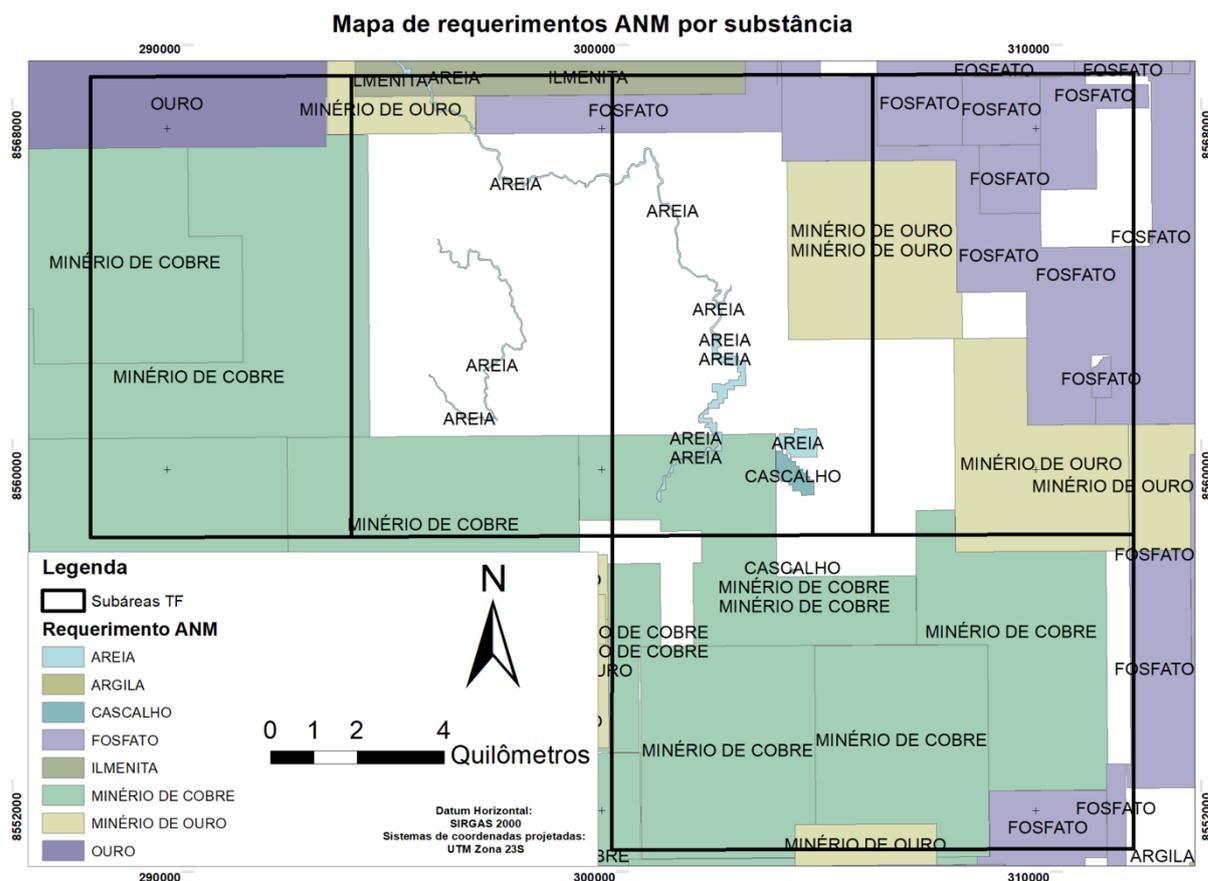


Figura 6-1 – Requerimentos de exploração mineral na região do projeto Campos Belos.  
Fonte: SIGMINE/ANM.

O desenvolvimento dos municípios de Campos Belos e Arraias e outros circunvizinhos ao polo de Arraias, remonta à época de descobertas de relevantes ocorrências auríferas exploradas pelos bandeirantes, especialmente no século XVIII

no Ciclo do Ouro (Silva, 1995), que evoluiu também as cidades de Porto Nacional, Dianópolis e Natividade.

A região tem um grande potencial nos insumos para agriculturas como calcários, dolomitos e fosfatos. Rochas ornamentais e depósitos de materiais de construção.

O Projeto Campos Belos GO fundamenta-se no reconhecimento das potencialidades econômicas por meio dos ambientes Paleossedimentares, geotectônico e as ocorrências minerais já previamente reconhecidas e catalogadas pelas Folhas Arraias e Monte Alegre de Goiás. As ocorrências de ouro e platinóides apesar de serem muito restritas podem ser reavaliadas para um propósito de prospecção mineral. Atualmente está em destaque o potencial de prospecção para os depósitos de fosfatos um volume bem considerável no Grupo Bambuí de Campos Belos e Arraias. Há um potencial relevância para ocorrências e depósitos manganês e U-Th. Podem ocorrer associações de Sn-Ta, inclusive, na década de 1980 o mineral cassiterita foi muito explorado, hoje ainda pode ter relativas ocorrências. É possível ainda haver possibilidades de novas descobertas de terras raras, depósitos de manganês, associações Sn-Ta, U-Th e Au-Cu.

Tabela 6-1 – Jazimentos Minerais com parte dos dados retirados das Folhas Arraias e Monte Alegre, e adaptado para o Projeto Campos Belos – GO.

NR.	UTM E	UTM N	Município	Toponímia/Subáreas TF2021	Status	Situação	Substância
1	291327	8566086	Arraias	Arraias / I	Ocorrência	Seminfo	Ouro
2	297821	8568378	Arraias	Córrego Carvalho / II	Ocorrência	Seminfo	Ouro/Estanho
3	308586	8572336	Arraias	Itafóz Alvo Coité SA311/ IV	Mina	Ativo	Fosfato
4	291794	8566435	Arraias	SA265 / I	Ocorrência	Seminfo	Ouro
6	289035	8570106	Arraias	Fazenda Guanabara SA266	Garimpo	Abandon.	Ouro
7	284837	8572527	Arraias	Pedreira EGESA	Mina	Inativo	Brita
8	309222	8569932	Arraias	Itaufóz SA220 / IV	Mina	Inativo	Fosfato
9	296161	8567907	Arraias	SA204 / II	Ocorrência	Seminfo	Cassiterita
10	391553	8552651	Monte Alegre	Garimpo Novo Horizonte / V	Mina	Seminfo	Au-Sn-Ta
11			Campos Belos	Campos Belos / V	Mina	Seminfo	Urânio
12	309800	8570000	Arraias	São Bento / IV	Mina	Ativo	Fosfato
13	309400	8569600	Arraias	Domingos / IV	Mina	Inativo	Fosfato
14	391553	8552651	Campos Belos e Monte Alegre (GO)	V	Ocorrência	Seminfo	Fosfato

Neste capítulo serão abordadas quatorze ocorrências (Tabela 6-1) das quais oito abrange o mapa de Requerimentos da Agência Nacional de Mineração (ANM) (Figura 6-1), as outras ocorrências não serão identificadas no mapa devido à

atualização dos dados da ANM, mas foram retiradas da folha Arraias como indica a Tabela 6-1. Será feita uma ênfase para os depósitos de fosfatos que ocorre no Grupo Bambuí sendo a Formação Sete Lagoas o único aflorante nas subáreas IV e V. E a visita feita pela equipe do TF/2021 na mineradora de fosfato Itafós.

## 6.2. Polo Aurífero de Arraias

Engloba o sistema Campos Belos-Arraias. Essa mineralização está associada às supracrustais do Grupo Araí e também comumente são encontradas nas proximidades entre os contatos da Suíte Aurumina e Ticunzal ocorrendo ouro, platinóides em menores teores, estanho e tântalo (Botelho *et al.*, 1999). Abrange três jazimentos primários destacados por minas e garimpos, situados ao sul de Arraias e norte de Campos Belos (Figura 6-1 e Tabela 6-1). A extração é feita também nas rochas do embasamento em contato com Gr. Araí e não apenas entre a suíte Aurumina e Fm. Ticunzal. No Gr. Araí as ocorrências podem ocorrer nos quartzitos cisalhados com acamadamento primário N5W/40NE. Podem ocorrer também em filonitos e veios de quartzo, especialmente, os veios de quartzo leitoso puro, monominerálicos.

No prospecto da Folha Arraias feita pelo Serviço Geológico do Brasil relata que essas mineralizações auríferas necessitam de um maior detalhamento, e apontam que estudos vêm comprovando um controle estrutural caracterizada pela intersecção de shear zone predominantemente rúptil, podendo ocorrer nos contatos entre os quartzitos do Araí e granitóides da Suíte Aurumina, com intenso cisalhamento contendo veios de quartzo não mineralizados.

No garimpo de Novo Horizonte em Monte Alegre de Goiás, as mineralizações de ouro estão hospedadas veios de quartzo, associados às zonas de cisalhamento nas proximidades dos contatos entre granito, xistos ricos em grafita e paragneisses da Formação Ticunzal. Essa zona de cisalhamento tem uma orientação N10W e mergulho 70-80SW. Nas porções mais silicificadas dessa zona o ouro ocorre em pequenas quantidades em fraturas com a presença abundante da arsenopirita e outros sulfetos metálicos. Nas proximidades desse garimpo a zona de cisalhamento se estende para o sul, encontrando ouro associado à malaquita, hematita, e hospedado nos filonitos silicificados.

Os garimpos aluvionares geralmente ocorrem em várias drenagens, sem nenhuma potencialidade econômica, a maioria foi exaurida e atualmente estão inativas e abandonadas.

No afloramento SA265 (Tabela 6-1) o ouro ocorre em detritos coluvionares, quartzitos, filonitos sub-horizontalizados e xistificados, encaixados na zona de falha N-S. Na base da sequência, ocorre uma provável rocha metabásicas muito saprolitizada.

### **6.3. Depósitos de Urânio da Região de Campos Belos**

Ao norte do Estado de Goiás, foram detectados e analisadas pela Nucleobrás, que detém o monopólio da exploração, uma série de anomalias de urânio, que não está registrado no mapa da ANM, (Andrade *et al.*, 1985, Figueiredo & Oesterlen, 1981) e podem ser pertinentes às sequências metassedimentares da Formação Ticunzal e aos granitos da Suíte Aurumina (Marini *et al.* 1978, Fernandes *et al.* 1982, Andrade *et al.* 1984).

As mineralizações uraníferas mais importantes situam-se a sul e sudoeste da Cidade de Campos Belos, onde mais de 100 anomalias de urânio foram registradas (Figueiredo & Oesterlen, 1981). Essas mineralizações têm relação com estruturas tectônicas orientadas NS, N50E e N40W em associações com sericita, xistos com grafitas e granitos-gnaisses milonitizados. Esse urânio tem origem secundária, em especial os relacionados aos fosfatos de urânio, como autunita, torbernita e renardita. Nas zonas mineralizadas o seu teor varia significativamente de 100 ppm até 0,5% de U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>, com halos de dispersão entre 50 e 200 ppm. Em análises multielementares o urânio tem correspondências com Pb, Bi, Ti, B, Ba, Co e Cu e associações com sulfetos e arsenetos. Dados de furos de sondagens indicaram que as zonas mineralizadas se estendem até 75m de profundidades. Seus depósitos são do tipo vein-unconformity do Canadá (Marmont, 1987) e com variações para orogênico hidrotermal (Figueiredo & Oesterlen 1981; Andrade *et al.* 1984), destacando o fator hidrotermal nas intrusões graníticas do Aurumina, que sempre estão próximas aos depósitos.

### **6.4. Mineralizações de Manganês (Pirolusita – Óxido de Manganês)**

Ao norte da subárea IV foram encontrados seixos rolados de pirolusita (minério de manganês) de coloração preta por conta das impregnações por óxidos e hidróxidos de ferro e manganês, com um hábito botrioidal. O solo nessa porção é laterítico de coloração que varia do marrom claro ao alaranjado, tem uma baixa elevação topográfica e foram encontrados siltitos alterados e raramente frescos. Foram vistos também metapelitos muito finos discretamente laminados e rosados e outros bastantes fraturados também de coloração rosada. Próximo às Serras Gerais a topografia vai ficando mais acidentada e esses metapelitos vão ficando cada vez mais fraturados formando degraus com o aumento do relevo, indicando também mineralizações supergênica de fosfatos.

Apesar de não se ter notado a presença de afloramentos do protominério nessa região, não se pode descartar a possibilidade do potencial econômico, embora esse potencial seja da ordem de toneladas, porém, foram vistas pelo solo uma quantidade considerável desses seixos de pirolusita (Figura 6-2).

A Folha Arraias relata que estudos de campo denotam uma formação quartzítica em ambiente transicional-marinho com expressivo aporte de ferro de áreas continentais adjacentes (granitóides) e transporte da área – fonte para a

bacia restrita na transição água rasa para profundas. Processos intempéricos e concentração supergênica subsequente relacionadas à evolução e aplainamento do relevo permitiram o seu enriquecimento no perfil laterítico.



Figura 6-2 – Siltitos fortemente fraturados e cristais de pirolusita. Fotos A e B, solos lateríticos, fortemente fraturados de colorações, marrom, laranja e rosa composicionalmente distintos. Foto C solo laterítico de coloração amarelada com impregnações de óxidos. Foto D, cristais de óxidos de pirolusita.

## 6.5. Estanho e Tântalo

Associações Sn-Ta ao ouro foram registradas em depósitos aluvionares relacionadas aos granitóides peraluminosos da Suíte Aurumina no Córrego Carvalho e no garimpo Novo Horizonte. As mineralizações de cassiterita e tantalita estão associadas aos pegmatitos tonalíticos da Suíte Aurumina. A cassiterita e o estanho abrangem a região de Arraias neste projeto.

Em Monte Alegre de Goiás as mineralizações de estanho e tântalo em greisens e pegmatitos com turmalinas pertencem aos granitos do tipo S do

Aurumina, é uma ocorrência com grande potencial para o futuro econômico (Botelho *et al.*, 1999).

As mineralizações de Sn-Ta podem estar associadas aos processos tardi-magmático como sericitização, turmalinização, albitização e greisenização.

## **6.6. Dolomitos e Calcários**

Os calcários e dolomitos estão presentes no Grupo Bambuí na Formação Sete Lagoas nas quadrículas IV e V deste projeto. O calcário é aplicado cerca de 3 meses antes do plantio, para corrigir e reduzir a acidez do solo. Tanto os calcários como dolomitos são muito utilizados na construção civil, produção de cal e rochas ornamentais.

## **6.7. Materiais Para Construção**

Esses materiais são agregados granulares de diversos tamanhos, elaborados para construção civil: como britas, areias, cascalhos, argilas que são utilizados na fabricação de cimento, argamassas, cerâmicas etc. Estão presentes em depósitos aluvionares e coluvionares, resultantes do intemperismo das rochas quartzíticas do Grupo Araí e dos granitos da Suíte Aurumina e alcança boa parte do projeto.

A areia na subárea IV foi encontrada em diversos cursos fluviais, principalmente aquelas formadas por intemperismo dos granitos Aurumina. Já em áreas coluvionares ao pé dos morros no Grupo Araí, foram encontrados muitos blocos de quartzitos rolados de vários tamanhos, promovendo depósitos coluvionares. Também foram encontrados muitos depósitos aluvionares ao longo das drenagens cortando as rochas do Grupo Araí.

Os quartzitos do Grupo Araí na subárea IV são abundantes e podem ser utilizados na indústria do vidro, material refratário, na construção civil, engenharia automotiva, fios e cabos, eletrônicos e fundição.

A Pedreira EGESA engenharia S/A produz brita, porém foi paralisada. Fica situada próxima a subárea I, fora do alcance do presente projeto. Constitui-se de um pacote de quartzitos e quartzos-arenitos denominados por quartzo, feldspatos e micas, maciços e finamente laminados, de coloração branca a rósea, inequigranulares. Restritamente os litotipos apresentam localizados processos de epidotização, gerando uma coloração esverdeada à superfície da rocha.

## **6.8. Fosfatos**

As rochas fosfáticas nesta região estão associadas ao grupo Bambuí, na parte basal da Fm. Sete Lagoas, situadas em Campos Belos e Monte Alegre (GO) e a sudeste de Arraias-TO. Esses depósitos foram documentados pela METAGO S. A. (mineradora já extinta) na década de 70. Na época esses depósitos não tinham valor econômico e não existia tecnologia de exploração desses fosfatos, porém, com o aumento populacional e a demanda por alimentos, o fosfato passou a ser valorizado, e começaram a ser investigadas tecnologias para insumos agrícolas bem como o meio mais eficiente e sustentável de exploração desses fosfatos. Hoje, na região, são pesquisados e lavrados pela Itafós Mineração Ltda.

Em Campos Belos, Nova Roma e Monte Alegre (GO) e Arraias (TO) tem alto teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os depósitos têm pequeno volume no sudeste de Arraias e norte de Campos Belos, porém com altos teores de fosfatos. Os principais depósitos são: São Bento, Coité 1 e Coité 2. Em outros locais surgem como ocorrências (Figura 6.4).

Esse teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> corresponde a 18% nos fosforitos e rochas fosfatadas Slansky (1979), e foram individualizados em fosforitos e silitos fosfatados por Cimara Monteiro (2009).

#### **6.8.1. Visita a Mineradora Fosfática Itafós**

No dia 23 de novembro de 2021, a equipe de campo do Trabalho Final de Geologia (UnB), reservou um tempo para visitar duas minas de fosfato da região: A Itafós Mineradora S.A. (Figura 6-3) que fica a sul de Arraias próximo ao norte da subárea IV e as Gefoscal Mineradora LTDA, situada na subárea II. Esta última só tem o processo de beneficiamento do minério, falaremos sobre a Mineradora Itafós, por ser a mais importante da região.



Figura 6-3 – Complexo Industrial da mineradora Itafós na porção norte próximo à subárea IV. Coordenadas da mineradora: 310829m E e 8657348m S. Datum Sirgas 2000, Zona 23S.

A Mineradora de fosfato Itafós adquiriu em 2004, propriedades no município de Arraias com objetivo de pesquisa e exploração mineral, solicitando o processo minerário no Departamento Nacional de Produção Mineral, em Palmas-TO. Nos cinco anos seguintes, foram feitos trabalhos de mapeamentos geológicos e furos de sondagens, avaliando um expressivo volume de recursos minerais usados na Produção de Superfosfatos Simples (SSP). As principais justificativas para a implantação da mineradora é a diminuição da dependência da importação desses insumos e a geração de empregos com 2500 no pico da obra de implantação e 250 postos de trabalhos diretos na operação. Os principais insumos e produtos que a mineradora produz estão registrados na Tabela 6-2.

Tabela 6-2 – Produção de fosfatos e produtos para beneficiamento dos fosfatos. Dados do Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. Itafós Mineração LTDA.

<b>INSUMO</b>	<b>CONSUMO (t/ANO)</b>	<b>PRODUTO</b>	<b>PRODUÇÃO (t/ANO)</b>
MINÉRIO FOSFÁTICO	3.200.000	ROCHA FOSFÁTICA	330.000
ÁGUA	4.527	ÁCIDO SULFÚRICO	152.000
ENXOFRE	50.000	FOSFATO NATURAL	94.000
AMÔNIA	8.100	SUPERFOSFATO SIMPLES (SSP)	492.000
LENHA	117.200 (m³)		

**Extração do minério:** A extração do minério é feita por escavação e por pá-carregadoras e retro-escavadora. O minério é carregado nas caçambas dos caminhões. Nas frentes de lavras são identificados blocos de “minério”, que é o material rico em fósforo e de “estéril” material pobre em fósforo (Figura 6-4).

O minério é estocado no complexo industrial e alimentado por pás-carregadoras. Já o material estéril é encaminhado para áreas de extração já exauridas, onde bascularão o material para o fechamento da cava e recomposição do terreno.

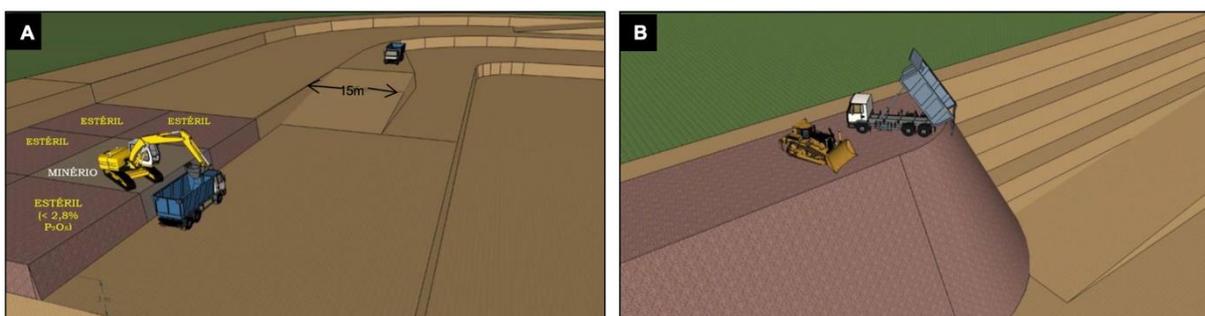


Figura 6-4 – Extração mineral feita pela Itafós Mineração, pela Itafós Mineração S.A. A: Operação de lavra; B: Ilustração da deposição do material estéril e recuperação de áreas da mineração. Fonte: RIMA 2010.

**O processo industrial:** É subdividido em três processos:

- Beneficiamento do minério: que compreende o peneiramento, moagem do material e flotação. A flotação opera separando os rejeitos do fósforo rico por meio de flutuação em tanques com água;
- Produção de ácido sulfúrico: a partir do enxofre a granel comprado por fornecedores externos. O enxofre é aquecido e reagido com o oxigênio do ar e vapor de água formando o ácido sulfúrico;
- Produção de Superfosfatos Simples (SSP): se dá com a reação do ácido sulfúrico e o material rico em fosfato. O SSP é armazenado em um galpão durante seu período de cura e depois é granulado com adição de amônia e seco em um secador rotativo.

**As barragens:** Conta com duas barragens, uma para captação de água feita pelo rio Bezerra e outra para a disposição de rejeitos (Figura 6-5), do beneficiamento do minério e do reaproveitamento da água construída a barragem à montante do rio Bezerra.



Figura 6-5 – Barragens de águas e rejeitos projetadas pela mineradora Itafós. Em "C", barragem de rejeitos construída à montante do rio Bezerra. Fonte das figuras RIMA 2010.

A foto tirada pela equipe IV do Projeto Campos Belos (Figura 6-6), ilustra como foi feita a barragem de rejeitos: pelo “método à montante”, sendo o método mais barato, mais rápido e simples de ser feito. É feito um alteamento com os próprios rejeitos no decorrer do tempo, com a construção na base através um dique de partida. Os alteamentos dos diques são feitos à montante de maneira que vai construindo degraus. Não é um método seguro, pois utilizam menor quantidade de material na sua construção e também a forma como é construído, que é por degraus, não dá estabilidade na base dos diques de partidas. Devem ser feitas outras construções que dê apoio base da barragem. Para maiores detalhes de construções de barragens veja a figura 6.7 no final deste capítulo.



Figura 6-6 – Foto da barragem tirada pela equipe IV do Projeto Campos Belos (GO) na mineradora desativada pela Itafós. Notar a localização e os rejeitos de siltitos que são colocados na cava na mesma sequência em que foram retirados. Ao fundo as Serras Gerais e os morros de dolomitos à direita. Localização da desta foto: 309716m L e 8569253m S Datum Sirgas 2000, Zona 23S.

Emissões ao meio ambiente e recuperação ambiental das áreas: Os resíduos sólidos são controlados por barragens de contenção. Os efluentes líquidos e gasosos são controlados pelas resoluções do CONAMA. O monitoramento da qualidade do ar é feito pelo instrumento opacímetro. As emissões de ruídos como transporte, lavra, e indústria, devem igualar aos níveis atuais nos limites das propriedades da Itafós. A emissão de poeiras fugitivas é contida com inibidores de poeira e controle de tráfego. A recuperação da paisagem é feita com disposição de material estéril; Reposição do solo orgânico; plantio de gramíneas de espécies

nativas nas superfícies; Reflorestamento com espécies arbustiva e arbórea nativas do cerrado; Monitoramento da fauna.

### **6.8.2. Unidade Fosfática**

As mineralizações de fosfatos ocorrem frequentemente na base da Formação Sete Lagoas e próximo ao embasamento granítico da Suíte Aurumina. Geralmente são encontradas porções da Formação Jequitaí próximos ao local, sendo Formação Sete Lagoas situada acima desta (Dardenne, 1981). Tem um alinhamento NNW-SS e acompanha o embasamento a oeste e dolomitos a leste (Figura 6-7). Esses fosforitos ocorrem em paleocanais encaixados no embasamento granítico, interdigitados com siltitos e siltitos fosfatados, em forma de cordões descontínuos e irregulares com espessuras de poucos metros (Figura 6-8). Os afloramentos típicos surgem em pequenos morretes na forma de matacões soltos e intensamente silicificados, com aspecto botrioidal e coloração diversa variando do amarelo, bege rosa, vermelho e marrom.

Segundo as observações petrográficas, mineralógicas e químicas feitas por Cimara Monteiro (2009), foram reconhecidos quatro grupos de minério fosfático: O Fosforito Primário estratificado composto de fosfolutitos sem estruturação sedimentar; fosfolutitos e fosfarenitos finos e acamadados; fosforito brechado formado por retrabalhamento de fosforitos estratificados; e fosforito pedogênico, com estágio avançado de laterização e desenvolvido sobre os fosforitos estratificados brechados e em siltitos fosfatados. Neste trabalho serão discutidos sobre os fosforitos brechados, através de fotos das amostras mesoscópicas e microscópicas em que foi encontrado um pequeno afloramento de matacões soltos compostos por brechas fosforíticas na Mina Domingos (desativada pela Itafós), onde foi tirada uma foto dos rejeitos (Figura 6-5)

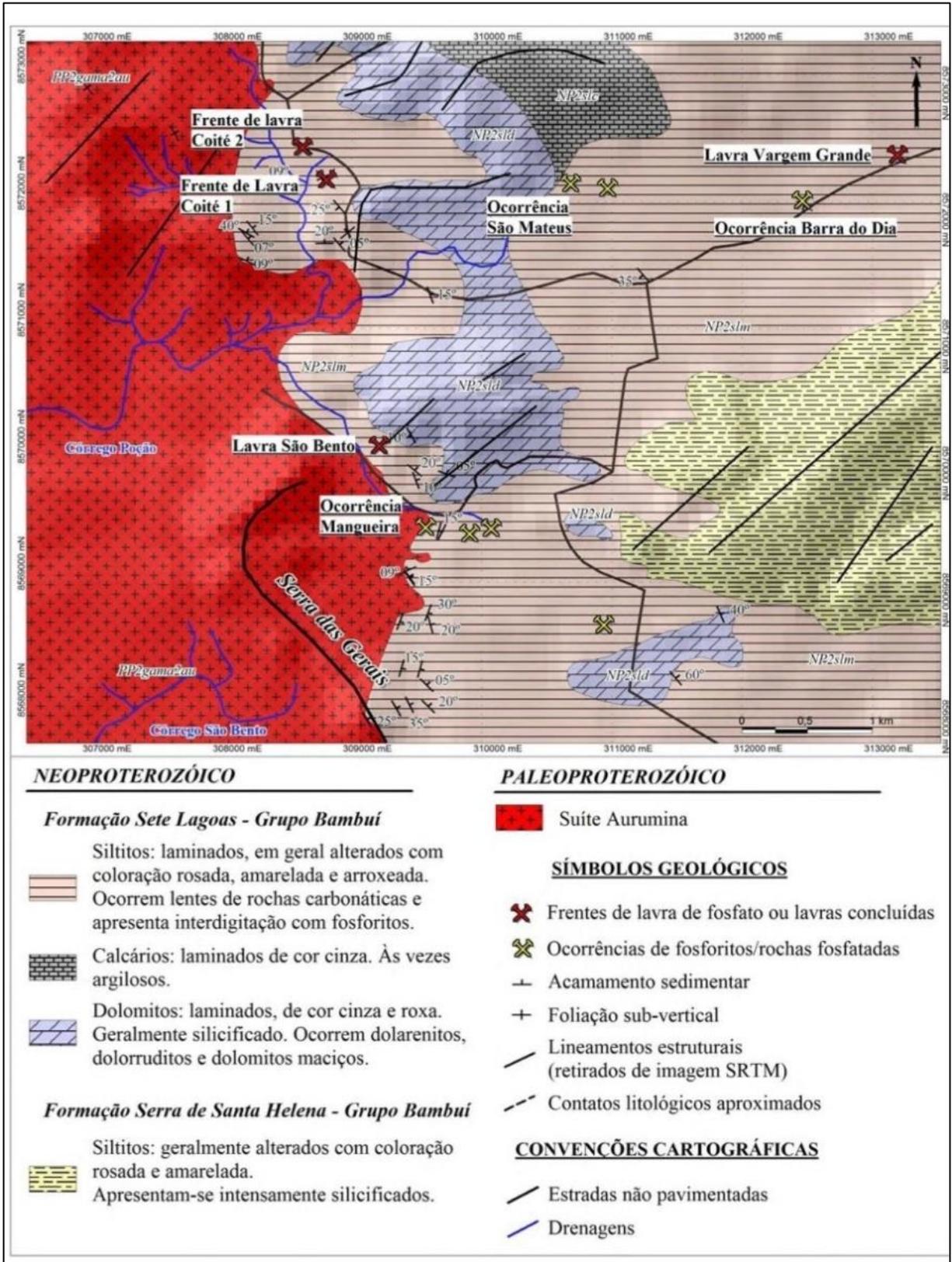


Figura 6-7 – Mapa de ocorrências e mineradoras de fosfatos das regiões de Campos Belos (GO) e Arraias (TO). Fonte: Monteiro 2009.

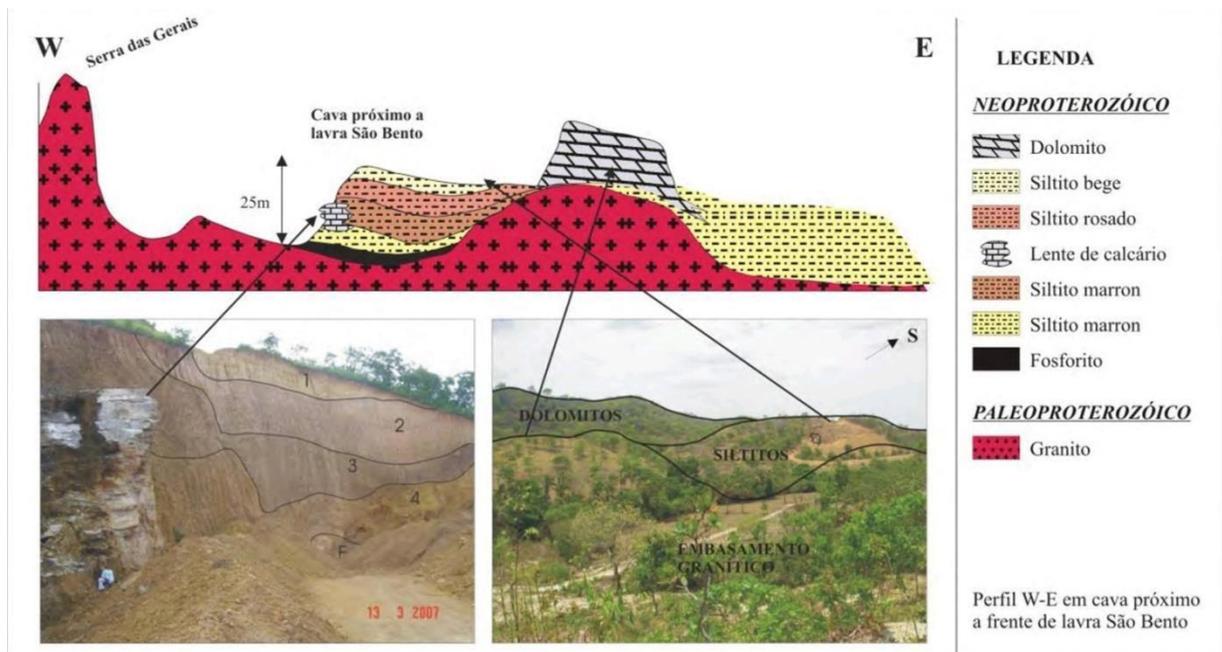


Figura 6-8 – Perfil W-E elaborado entre as Serras das Gerais, passando por cava próxima a lavra São Bento, até os paredões de dolomitos. O perfil evidencia a posição dos fosforitos em relação ao paleo-embasamento e a sucessão de fácies siltíticas composicionalmente distintas: 1- siltito bege, 2- siltito rosados, 3- siltito marrom, 4- siltito amarelo. F- fosforitos estratificados brechados. A foto à direita ilustra as relações de contatos entre o embasamento granítico, os dolomitos siltitos e fosforitos localizados em paleo-vales do embasamento. Fonte de Cimara Francisca Monteiro, 2009.

### 6.8.3. Petrografia da Brecha Fosforítica ou Intrafosforudito

A rocha fosfática encontrada na mineradora Itafós próxima à barragem na mina Domingos, já exaurida. Trata-se de uma brecha fosforítica, formado a partir de retrabalhamento de fosforitos estratificados onde se encontra interdigitados e em posição estratigráfica superior que são os siltitos, em relação aos mesmos (Cimara Monteiro 2009).

Foi nos apresentado blocos rolados de brecha fosforítica numa drenagem próximo a um morrete. Era uma brecha em estágio de evolução intempérica, mas ainda preservando suas fácies iniciais. Fizemos o teste de reação do fosfato, com o ácido nítrico concentrado a 10% e molibdato de amônio. Antes foi feito uma raspagem na amostra com um canivete de bolso e foi feito a solução do ácido mais o molibdato junto à amostra raspada, houve pouca reação. Também foi feito um teste de gama no cintilômetro, marcando uma contagem de 346 cps, e sem anomalias de K, Th e U. A amostra foi retirada para análise petrográfica, cuja descrição se encontra nos anexos do presente trabalho.

As Figura 6-9 e Figura 6-10 ilustram amostras de mão da brecha fosforítica retirada na barragem da mineradora, com matriz siltica e arenosa ainda preservada. Pode já ter passado por um processo de retrabalhamento. Esses fosforitos têm altos teores de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

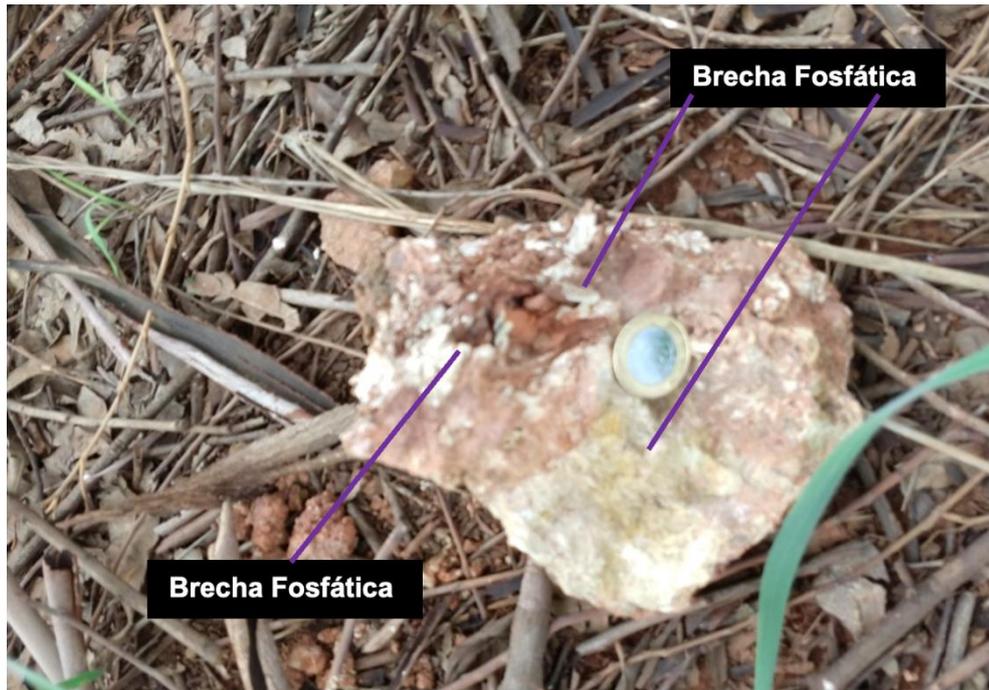


Figura 6-9 – Fosforito Brechado com matriz siltica de colofana. As brechas vão se fragmentando, porém ainda permanecem preservadas as fácies siltica e areníticas. Localização do afloramento: 309530m E 8569334m S Datum Sirgas 2000, zona 23S



Figura 6-10 – Brecha fosfórica laminada passando por um estado de retrabalhamento dos intraclastos fosfáticos imersos numa matriz colofanítica. Pode ser uma fácies amorfa. Localização do afloramento: 309530m E 8569334m S Datum Sirgas 2000, zona 23 S.

Também foi feita uma análise petrográfica em lâmina delgada (Figura 6-11) no Laboratório de microscopia no Instituto de Geociências (UnB), constatando os intraclastos fosforíticos mesmo em brechas já evoluídas pelo intemperismo, tem um teor significativo de fósforo. A matriz síltica de colofana preenche na maioria das vezes as brechas retrabalhadas, e suas cavidades são preenchidas por cristais de quartzo, muscovita e óxidos.

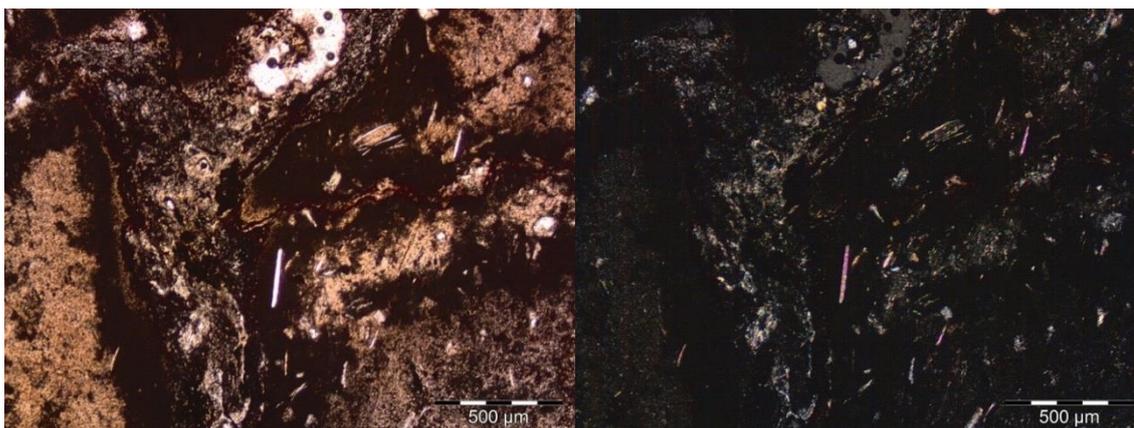


Figura 6-11 – Imagem da brecha fosforítica ou Intrafosforuditos em lâmina delgada. Em luz paralela em marrom claro são intraclastos de fósforoarenito, em marrom esverdeado são intraclastos de Fosforolutito. Na porção inferior à direita aparece a matriz colofanítica substituindo a sílica. A imagem à direita está em luz polarizada, a mesma da anterior, evidenciando os cristais de mica e quartzo preenchendo uma cavidade da brecha retrabalhada.

#### **6.8.4. Gênese dos depósitos fosfáticos de Campos Belos-GO e Arraias-TO**

Existem três teorias fundamentais para formação dos fosforitos: A teoria de Kasakov, por energia correntes marinhas de ressurgências para elevar o fosfato dissolvido em mar profundo; A teoria da Biogênese com a deposição de carapaças rica em fosfatos; E a teoria da epigênese que é a substituição de intraclastos rochosos e aloquímicos.

Em todos os casos citados acima, as condições necessárias para a formação dos fosfatos requerem um Eh levemente redutor, um Ph em torno de 7,2 levemente neutros e temperaturas moderadas e em bacias com subsidência. Os fosforitos são autigênicos, relacionado a elevados níveis de matéria orgânica nos sedimentos de fundo.

Os depósitos de Campos Belos/Arraias têm ocorrência restrita, cuja deposição é fortemente controlada por condições paleoclimática e paleo-geográfica. As condições clássicas de Kasakov não se aplicam neste modelo porque a base do Grupo Bambuí se sedimentou em ambiente marinho epicontinental, ou seja, em águas rasas que cobriam uma extensa região de plataforma continental com litosfera sílica.

Isso ocorreu no início do Neoproterozoico com uma possível contribuição da orogênese Brasileira, caracterizando uma bacia do tipo antepaís, localizada na transição entre as cadeias orogênicas e o cráton. Após uma grande glaciação houve um aumento na temperatura global, promovendo o derretimento das geleiras, gerando inundações sobre os continentes, começando então a formar sedimentos pelitos-carbonatados, sobre o regime transgressivo em plataforma rasa.

Os fosforitos e os siltitos fosforíticos foram formados em águas frias, que é confirmada pela presença dos diamictitos da Formação Jequitaí, em posição estratigráfica inferior a essas rochas. Esse fator climático também é confirmado com dados de  $\delta^{13}C$  negativo, caracterizando um fosfato químico e evidenciando que não havia produção orgânica muito grande neste período, caso contrário, o  $P_2O_5$  seria todo consumido. Nesta região os estromatólitos são observados no topo da Formação Sete Lagoas.

A precipitação desses fosfatos juntamente com os siltitos fosfatados teve um controle forte da paleogeografia (Figura 6-12).

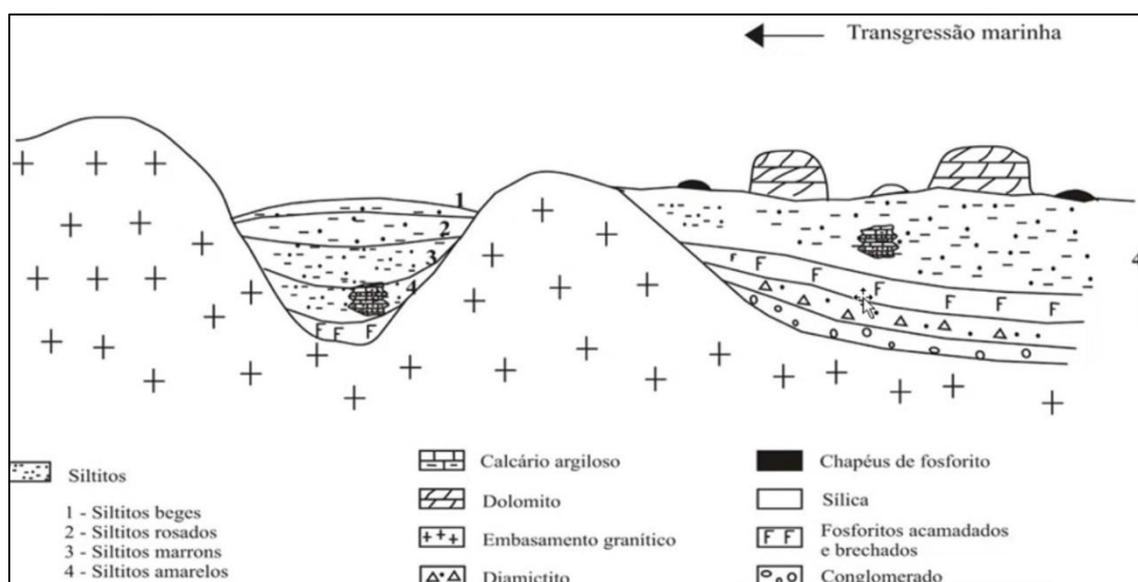


Figura 6-12 – Fonte de Campos & Dardenne: Modelo Metalogenético apropriado para os depósitos fosforíticos do Grupo Bambuí na Formação Sete Lagoas nas regiões de Campos Belos e Arraias.

Antes da deposição da base do Grupo Bambuí, o relevo era formado pelo embasamento granítico da Suíte Aurumina formando altos e vales, o fosfato marinho foi confinado em baixos canais. Primeiro se precipitou os fosfatos puros na base, em cima do Aurumina. Na plataforma de mar aberto à direita (Figura 6-12), depositava na base em alguns conglomerados em outros os diamictitos. E mais em cima ou lateralmente desses precipitados e rochas sedimentares, depositava os siltitos fosfatados com lentes de calcários e dolomitos. O ambiente era redutor e houve a dolomitização dos calcários, responsável pela elevação de Ca/Mg na água do mar, com a disponibilidade de cálcio, que favoreceu a precipitação dos fosfatos.

A energia das correntes era baixa, formando fosfolutitos laminados e acamadados na base, com o retrabalhamento desses fosfolutitos, depositaram os fosforarenitos, fósforuditos intraclásticos. Em paleoaltos, depositaram os carbonatos.

A fonte do P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, provavelmente vem do embasamento granítico que são ricos em apatitas e ETRs. Com intemperismos provocados pelas geleiras e correntes marinhas, formaram a solução fosfática. A flotação dos siltitos elevou o teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, devido a sua solubilidade.

Os fosforitos e os siltitos fosfatados bem como as rochas pelíticas foram intemperizados, permitindo a laterização de rochas superficiais, substituindo os fosforitos pela sílica, gerando nas lateritas altos teores de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO<sub>total</sub> e MnO. O perfil laterítico mais evoluído apresenta concreções fosforítica nos espaços do solo com reduzido teor de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e concentrações mais elevadas de óxidos.

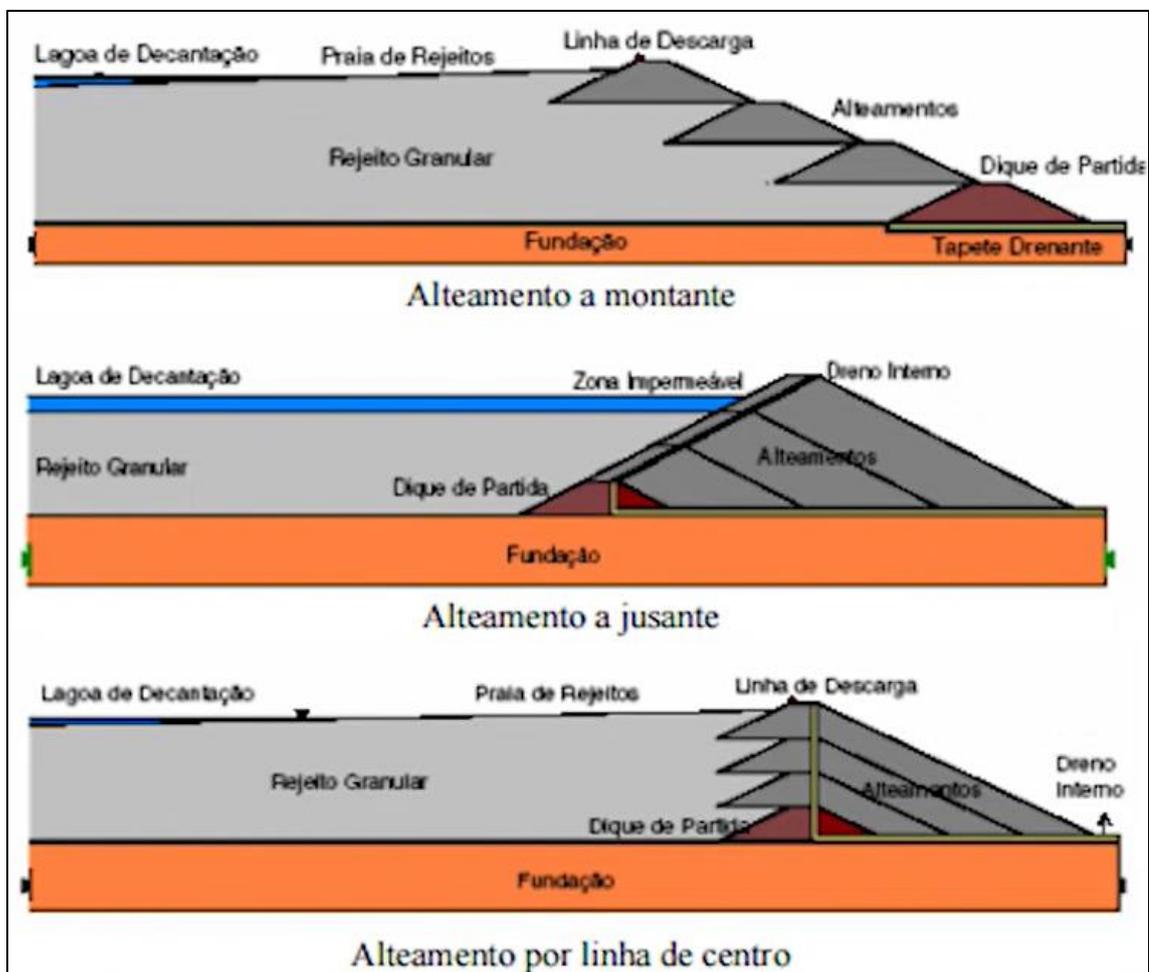


Figura 6-13 – Métodos construtivos de barragens de rejeito (Araújo, 2006). Observe que no alçamento a montante o tapete drenante fica apenas no dique de partida não dando sustentação à base dos outros degraus à montante. Os outros dois alçamentos contém um tapete drenante com área maior dando sustentação à base. Link de Animação:

<https://www.youtube.com/watch?v=A8D0BRVpD6w>

## CAPÍTULO 7 - EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

### 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 os dados litológicos e estruturais associados aos produtos previamente adquiridos por meio das geotecnologias. Nesta etapa, as informações complementares presentes na literatura como, por exemplo, análises geoquímicas e geocronológicas, são importantes para a determinação do ambiente tectônico de formação de cada unidade.

O domínio Cavalcante-Araias, 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 às quais a região foi submetida, encontram-se no Domínio 2.

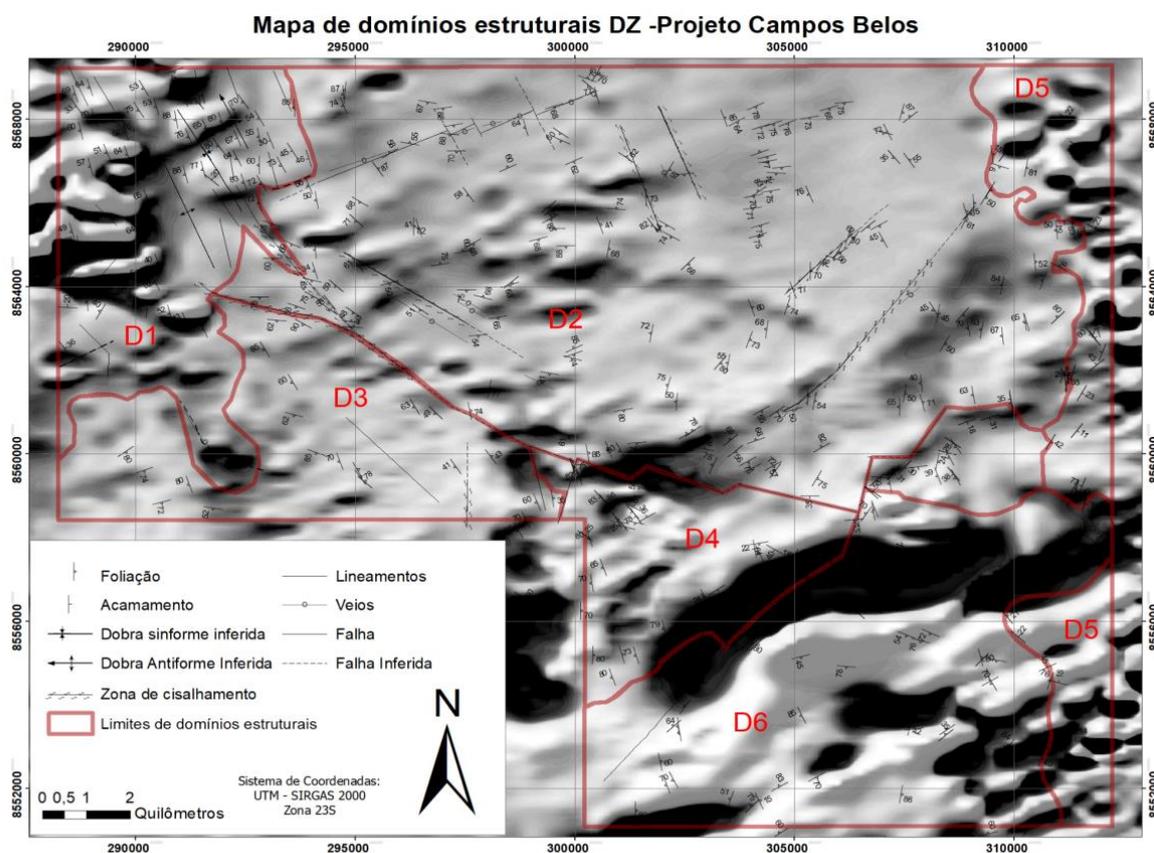


Figura 7-1 – Mapa de domínios estruturais do Projeto Campos Belos (GO) utilizando a densidade de feições secundárias da 1ªDZ.

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 Brasiliano. O Grupo Araí por sua vez, é afetado pelo evento de rifteamento do Araí, de idade Estateriana, e encontra-se em ocasiões, deformado também pelo evento Brasiliano. Por fim, as rochas do Grupo Bambuí, que apesar de serem contemporâneas ao evento Brasiliano, não são fortemente afetadas por este na área de estudo.

## 7.2. Pré Colagem Riacciana

### 7.2.1. Deposição da Formação Ticunzal

As observações de campo permitiram inferir que a Formação Ticunzal, no domínio leste da área, é a unidade mais antiga do Projeto Campos Belos. Idades obtidas em zircão detrítico sugerem 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.*, 2017b). A Formação Ticunzal compõe-se de xistos grafitosos, mica xistos e paragnaisses.

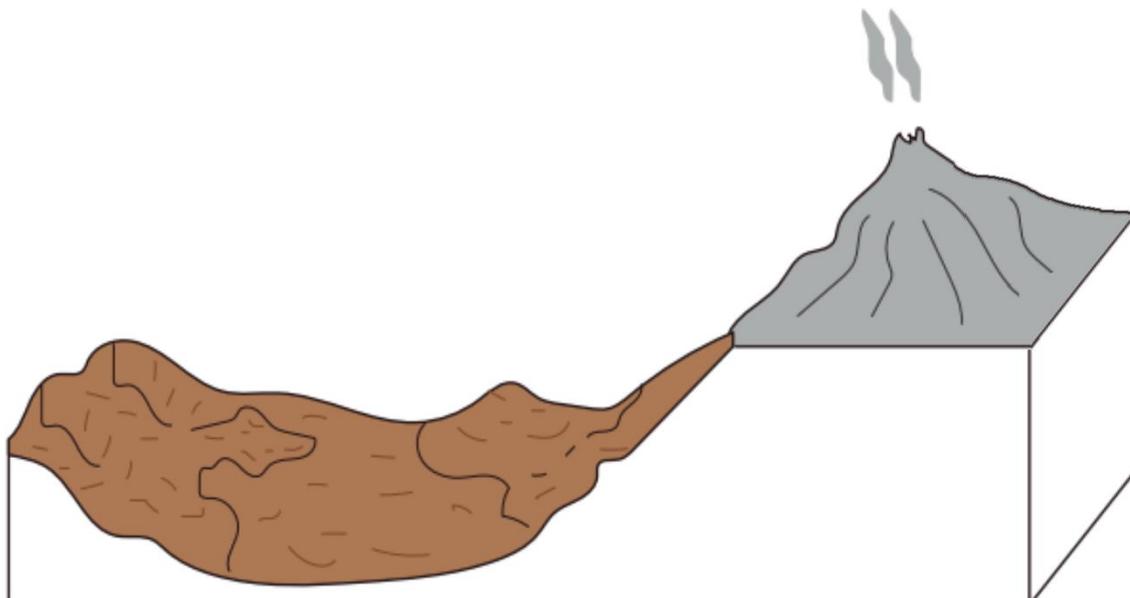


Figura 7-2 – Bloco diagrama esquemático do ambiente de deposição dos sedimentos precursores da Formação Ticunzal.

Estudos anteriores (Cuadros *et. al.*, 2017b) através de dados litogeoquímicos, 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 caracteriza-se de curto período, com interrupção em função do tectonismo que estabelece o magmatismo da Suíte Aurumina e, gera um evento metamórfico, com

temperaturas entre 630 e 320°C, em fácies anfibolito alto nos sedimentos da bacia. O caráter restrito da bacia com pobre circulação de correntes foi provavelmente responsável pela preservação da matéria orgânica que deu origem à grafita dos xistos da Formação Ticunzal.

As estruturas observadas nessa unidade correspondem à fase de deformação Dn, porém, por ser uma área afetada por mais de um evento, possivelmente, ocorreram reativações dessas estruturas, sendo difícil a separação em eventos distintos. Caracterizam-se principalmente estruturas do tipo lit-par-lit em função da intrusão concordante dos granitos da Suíte Aurumina na Formação Ticunzal.

### 7.3. Colagem Riacciana

#### 7.3.1. Intrusão da Suíte Aurumina

A Suíte Aurumina é definida por Botelho *et. al.* (1999), como uma unidade intrusiva, formada no Riacciano-Orosiriano. As rochas da Suíte têm características mineralógicas e químicas (muscovita magmática com TiO<sub>2</sub> 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) através 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 que uma possível fonte para os granitos, seja crosta antiga retrabalhada, que também deu origem às rochas magmáticas peraluminosas de 2.20 Ga do terreno Almas-Dianópolis, além de outras fontes ainda desconhecidas.

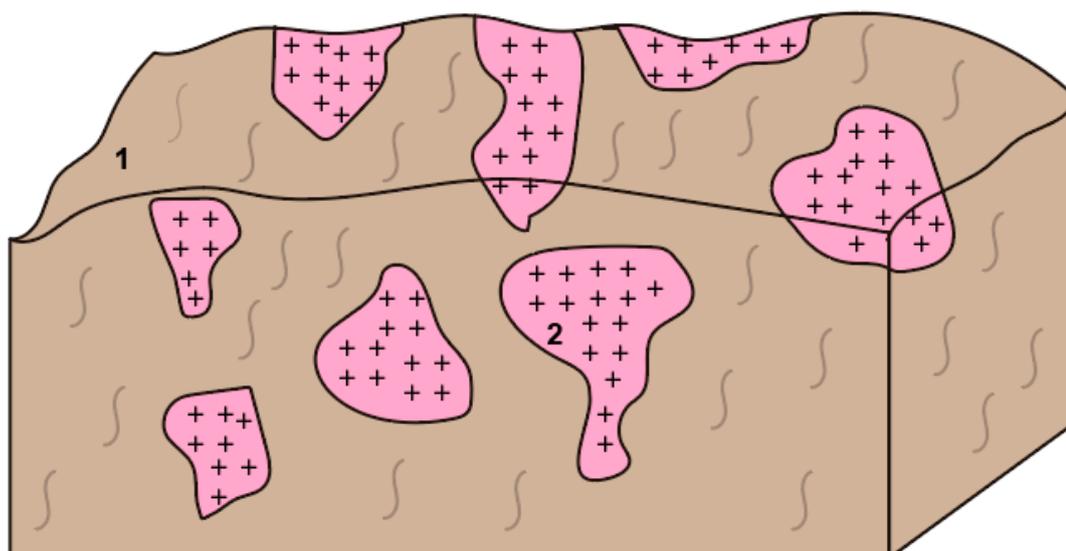


Figura 7-3 – Bloco diagrama esquemático para retrabalhamento da bacia em função da Orogenia Riacciana-Orosiriana, que originou os grafita xistos, mica xistos e paragneisses da Formação Ticunzal (1), e a intrusão sin-colisional da Suíte Aurumina (2).

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).

## 7.4. Rifteamento Estateriano

### 7.4.1. Rifte do Araí

Os processos tectônicos associados ao rifteamento paleoproterozoico afetaram as rochas do embasamento, envolvidas na orogénia Riacciana-Orosiriana. O rifteamento é um processo resultante da quebra de terrenos paleoproterozoicos, deformados pela orogénese Riacciana-Orosiriana. A deposição do Grupo Araí (Figura 7-4) é acompanhada por magmatismo durante a fase rifte, originado pela extensão crustal que ocorreu no início do rifteamento (~1.8 Ga).

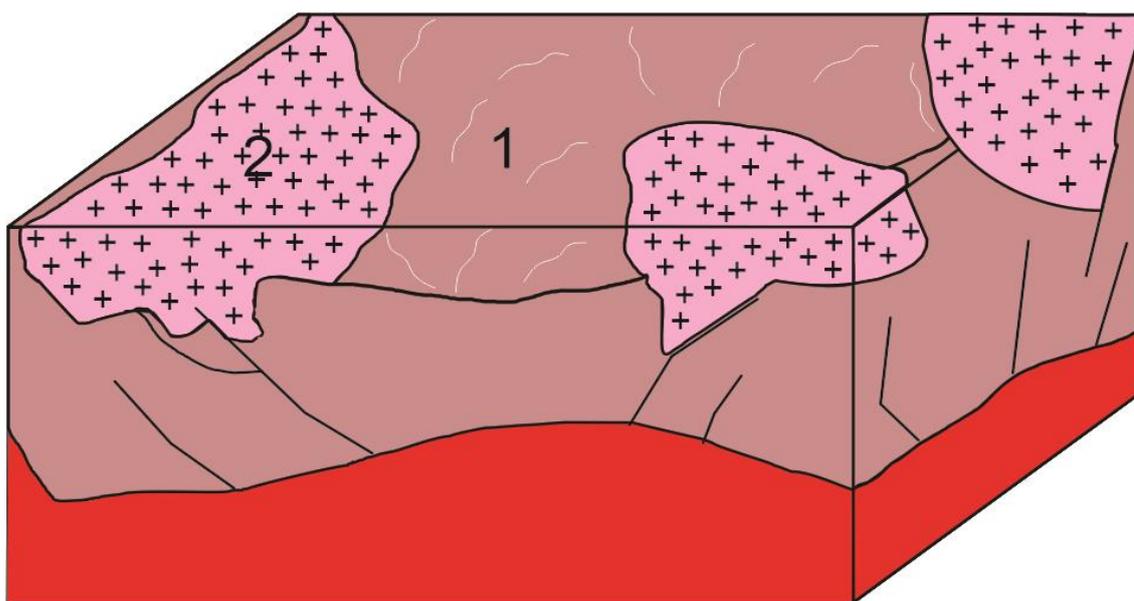


Figura 7-4 – Bloco diagrama esquemático, indicando processo de pré-rifte de terrenos paleoproterozoicos: (1) Formação Ticunzal, (2) Suíte Aurumina. Ainda não ocorre vulcanismo, apenas sedimentação concentrada na bacia que está sendo formada.

O Grupo Araí é composto por rochas sedimentares parcialmente metamorfizadas, acompanhadas de magmatismo bimodal paleoproterozoico continental, que preencheram 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 basal (Pimentel *et al.*, 1991), e apresenta afinidades geoquímicas e isotópicas (Sm-Nd e Sr-Sr) que sugerem um certo grau de fusão na de crosta siálica 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 virtual ausência de depósitos lacustres, o que sugere deposição de sedimentos terrígenos em equilíbrio com as taxas de subsidência geradas, dando origem às Formações Arraias e Traíras.

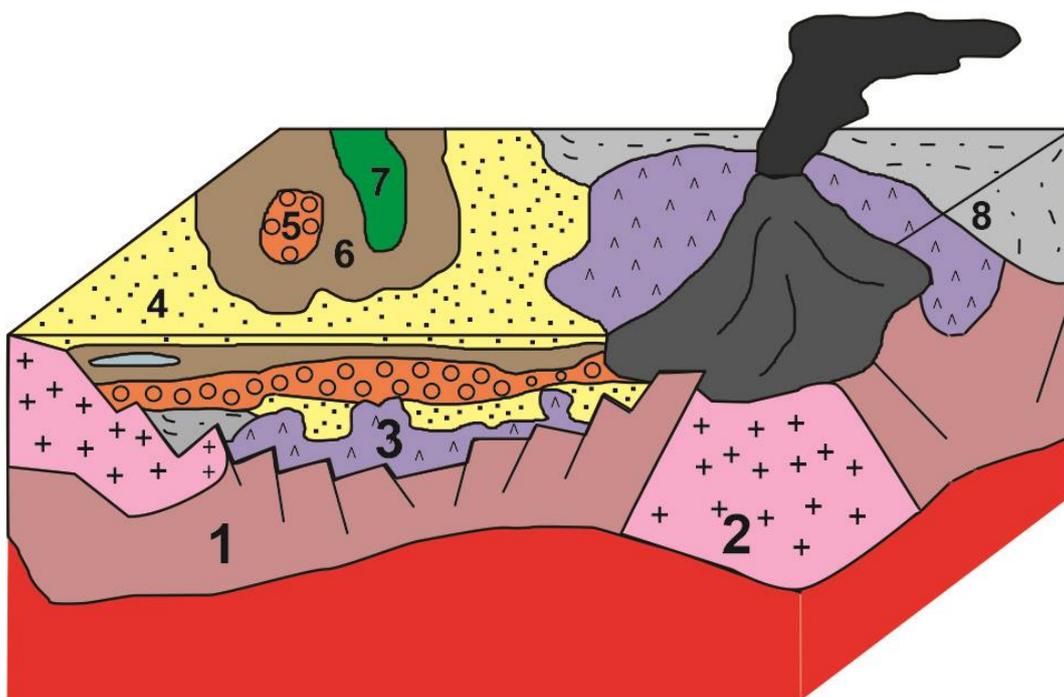


Figura 7-5 – Bloco diagrama esquemático para a fase sin-rifte, contando com atividade vulcânica possibilitada pela aproximação da astenosfera (em vermelho) devido ao afinamento da crosta. Também são formadas falhas normais. A sedimentação dentro da bacia é contemporânea ao vulcanismo bimodal, e forma 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.

O processo extensional ocorreu durante toda a sedimentação da Formação Arraias, que apresenta caráter de depósito continental, e foi seguido de uma fase de subsidência flexural, pós-rifte, onde se geraram depósitos marinhos superpostos, relacionados à Formação Traíras (Silva et. al., 2020).

## 7.5. Eventos Neoproterozoicos

### 7.5.1. Deposição do Grupo Bambuí e Formação Jequitaí

A Formação Jequitaí 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 antepaís (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). Entretanto, os valores das idades referidas nos trabalhos acima indicados apresentam um amplo intervalo de idade (600-1350 M.a.), ocasionando sérias dúvidas quanto ao estabelecimento de um quadro geocronológico mais preciso desta unidade litoestratigráfica. Alternativamente, Caxito *et al.*, (2012) e Alvarenga *et al.*, (2014) indicam que os dolomitos de capa apresentam aspectos litoquímioestratigráficos muito similares aos relacionados com a glaciação Marinoana.

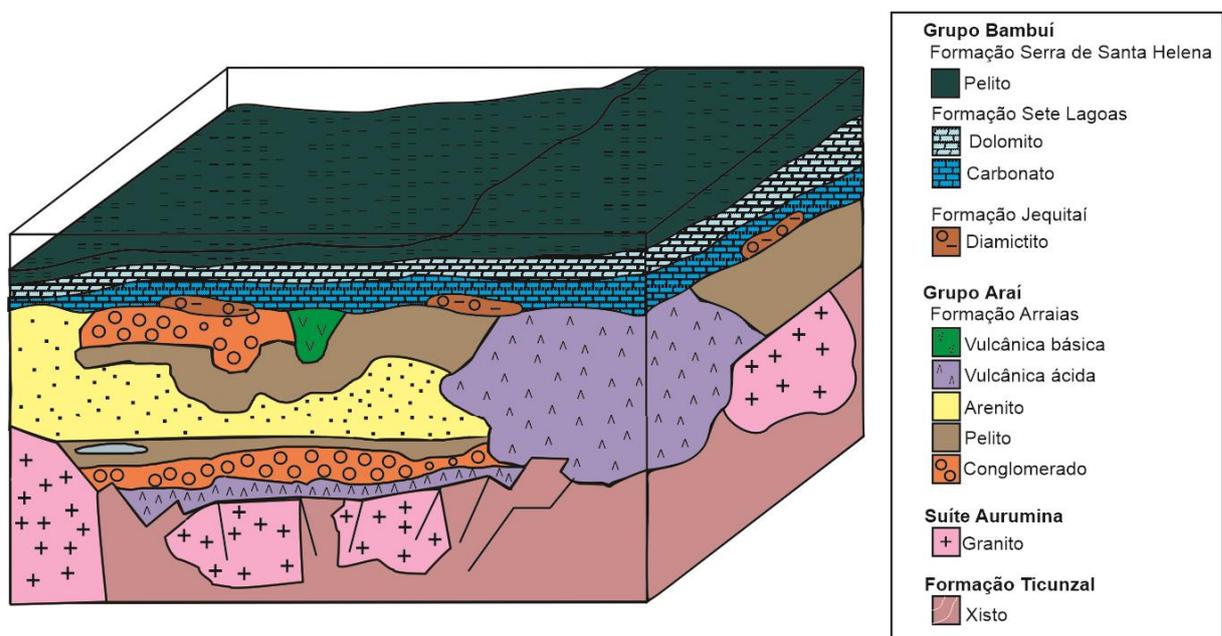


Figura 7-6 – Bloco diagrama esquemático para a deposição dos siltitos, calcários e dolomitos do Grupo Bambuí para a região do projeto.

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).

### 7.5.2. Orogenia Brasileira

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 Rifting Estateriano, de forma a inverter a cinemática, que vai de normal, para inversa no evento compressional.

Nas estruturas mais antigas, com trend principal EW ou ENE, ao serem submetidas ao evento compressional, são defletadas e/ou deformadas, em alguns casos, com uma componente transcorrente de cinemática dextral, conforme observado em veios 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.

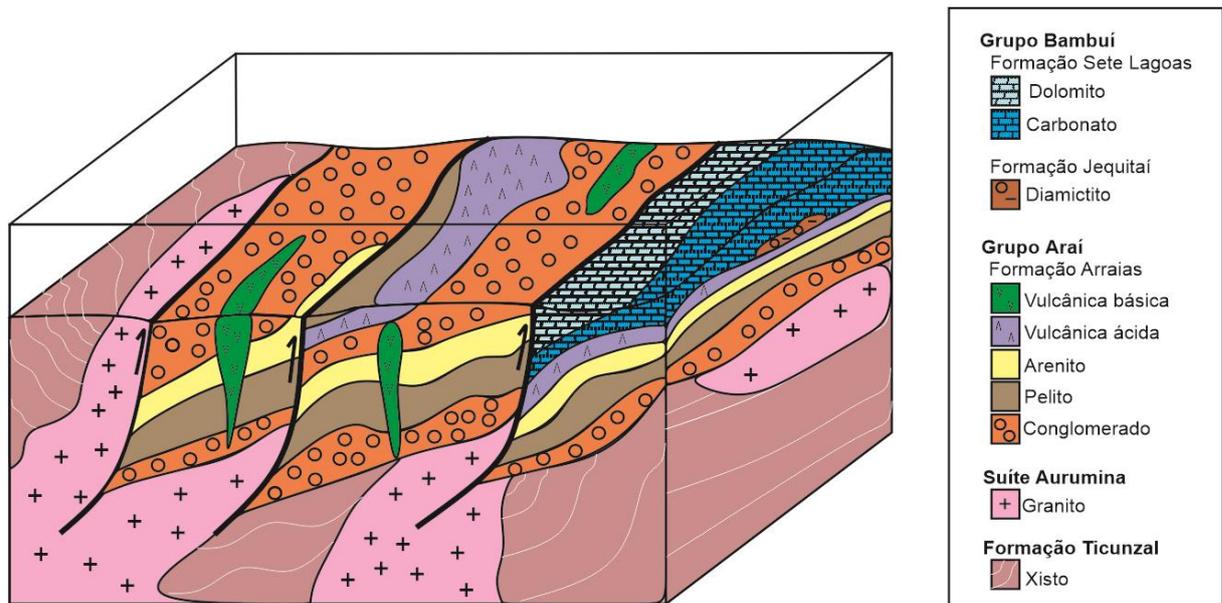


Figura 7-7 – Bloco diagrama esquemático para a deformação causada pela orogenia Brasiliana na região do Projeto Campos Belos.

## **CAPÍTULO 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **8.1. Conclusões**

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

#### **8.1.1. Mudanças Cartográficas**

As principais mudanças cartográficas em relação à folha Arraias (SD.23-V-A) e à folha Campos Belos (SD.23-V-C) consistem na redefinição de contatos, individualização de lentes, e proposição de novas unidades e mudanças conceituais. A formação Ticunzal, membro mais antigo, tem sua área aumentada, compondo cerca de 60% da subárea V, além de ocorrer nas subáreas III e IV.

A área que corresponde ao membro Au2 da Suíte Aurumina é diminuída e os contatos são redefinidos, ocorrendo de forma restrita apenas na subárea V, enquanto que o membro Au1 tem sua área aumentada, ocorrendo em toda a região do projeto.

Ocorre uma redução do número de fácies na parte indiferenciada do Grupo Araí, descartando a ocorrência de rochas metavulcânicas ácidas. A área da Formação Arraias é aumentada, com a individualização das subunidades: (i) meta quartzo arenito com intra-clastos; (ii) meta quartzo arenito; (iii) metassedimentares indiferenciadas, e (iv) lamito arenoso. A unidade do quartzito tem sua área reduzida, com ocorrência restrita na subárea IV, enquanto a unidade de metaconglomerado, de área também reduzida, fica restrita à porção NW da subárea I, e à porção centro-sul da subárea IV.

O Grupo Bambuí tem sua área reduzida, e suas unidades são diferenciadas em siltitos e carbonatos da Formação Sete Lagoas, na porção leste das subáreas IV e V, além de ocorrer pontualmente a Formação Jequitaí na subárea IV, não representável na escala de mapeamento desse trabalho.

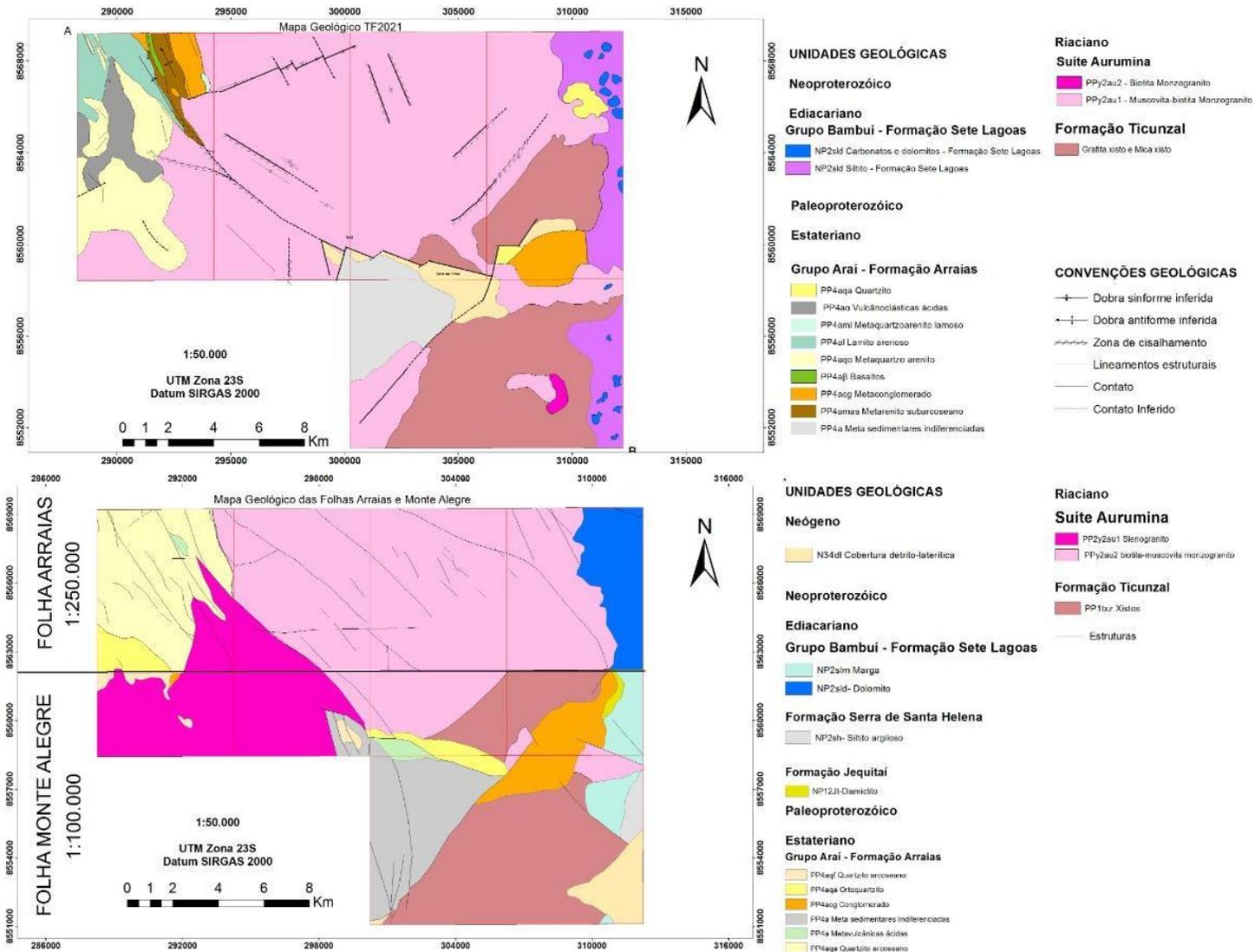


Figura 8-1 – Comparativo entre as folhas Arraiais (SD.23-V-A) e Campos Belos (SD.23-V-C), em escala 1:100.000, com o mapa realizado no projeto Campos Belos, TF-21, em escala 1:50.000.

## 8.2. Recomendações

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

- Realizar levantamento estrutural detalhado na região, com enfoque no detalhe e determinação da idade exata da movimentação das estruturas, tanto das mais antigas, quanto das mais jovens;
- Realizar análise química da amostra A13, associada ao ultramilonito do membro Au1 da Suíte Aurumina, a fim de definir a composição química da muscovita e sua possível associação com ouro;
- Realizar datação geocronológica nas rochas sedimentares do Grupo Araí para precisão dos diferentes ciclos sedimentares e proveniências;
- Realizar estudo aprofundado da evolução tectono-termal para detalhar as características do anquimetamorfismo nas rochas que compõem o Grupo Araí, a fim de investigar se tal processo ocorreu em um só pulso que afetou de forma distinta as unidades, em função das suas propriedades individuais, ou se foram vários pulsos de condições diferentes;
- Realizar datação geocronológica a fim de refinar as idades propostas para as rochas do Grupo Bambuí.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. **Brazilian Structural Provinces: Na Introduction**. *Earth-Sciences Reviews*, v. 17, p. 1-29, 1981.
- ALVARENGA, C. J. S.; MOURA, C.A.V.; GORAYEB, P.S.S.; ABREU, F.A.M. **Paraguay and Araguaia Belts**. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E. J.; THOMAZ FILHO, A.; CAMPOS, D.A. (Eds). *Tectonic Evolution of South America*. 31st International Geological Congress, Rio de Janeiro, 2000. P. 183-193.
- 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.
- ALVARENGA C.J.S., BOTELHO N.F., DARDENNE M.A., LIMA O.N.B., MACHADO M.A. 2006. **Nota Explicativa da Folha SD.23-V-C-V (Cavalcante). Escala 1:100.000. Goiás**, UnB/CPRM. 76 p.
- ALVARENGA, C.J.S., SANTOS, R.V., VIEIRA, L.C., LIMA, B.A.F., MANCINI, L.H. 2014. **Meso Neoproterozoic isotope stratigraphy on carbonates platforms in the Brasilia belt of Brazil**: *Precambrian Research*, v. 251, p. 164– 180.
- AMARAL, G., BUSHEE, J., CORDANI, U.G., KAWASHITA, K., REYNOLDS, J.H. 1967. **Potassium-argon ages of alkaline rocks from southern Brazil**. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 31:117142.
- ANDRADE, S. M.; LIBERAL, G. S.; SANTOS-FILHO J. L. **Depósitos de urânio de Campos Belos e Rio Preto – Goiás**. In: SCHOBENHAUS, C. (Ed). *Principais depósitos minerais do Brasil*. Belo Horizonte: DNPM – CVRD, 1984. P. 169 – 175.
- ARAÚJO, C. B. (2006). **Contribuição ao estudo do comportamento de barragens de rejeito de mineração de ferro**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BARBOSA, O. *et al.* **Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do “Projeto Araguaia”**. Rio de Janeiro: DGM, 1966. p.1-94. (Monografia da Div. Geol. Min., 19)
- BARBOSA, O.; BAPTISTA, M.B. DYER, R.C.; CUNHA, C.A.B.R. **Geologia e Inventário dos Recursos Minerai do Projeto Brasília**. Relatório Final – Convênio PROSPEC/DNPM. Rio de Janeiro, 1969. 225 p.

- BONHOMME, M.G. 1976. **Mineralogie des fractions fines et datations Rubidium-Strontium dans le Groupe Bambui, MG, Bresil.** Rev. Bras. Geosci. 6(4), 211-22.
- BOTELHO, N. F.; MOURA M. A. 1998. **Granite – ore deposit relationship in Central do Brazil.** Journal of South America Earth Science, 427-438
- Botelho *et al.*, 2002;
- BOTELHO, N. F. *et al.* **Suíte Aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminosos e sin-tectônicos na Faixa Brasília** In: Simpósio de Geologia da Amazônia 6., 13 A 17 jun. 1999, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG Núcleo Norte, 1999. V.1. p.17.
- BOTELHO N.F., ALVARENGA C.J.S., MENEZES P.R., D'EL REY SILVA L.J.H. 1999. **Suíte Aurumina: Uma Suíte de Granitos Paleoproterozoicos, Peraluminosos e Sin-Tectônicos na Faixa Brasília.** VII Simpósio de Geologia do Centro Oeste e X Simpósio de Geologia de Minas Gerais. Brasília, Atas, p. 17.
- BOTELHO, N. F. *et al.* **Suíte Aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminosos e sin-tectônicos na Faixa Brasília** In: Simpósio de Geologia da Amazônia 6., 13 A 17 jun. 1999, Manaus. Boletim de Resumos Expandidos. Manaus: SBG Núcleo Norte, 1999. V.1. p.17.
- BOTELHO, N. F. *et al.* **Suíte Aurumina: uma suíte de granitos paleoproterozóicos, peraluminoso e sin-tectônicos na Faixa Brasília.** In: Simpósio de Geologia do Centro Oeste, 7., 1999, Brasília. Anais... Brasília: SGB-Núcleo Centro-Oeste e Brasília, 1999. P. 17.
- Botelho & Portela, 2005 BOTELHO N.F. & SILVA D.V. 2005. **Mineralizações de Au e PGE hospedadas em rochas graníticas peraluminosas do nordeste de Goiás: Discussão sobre depósitos não convencionais de platinóides.** In: Simp. Bras. Metalogenia, 1, CD Rom de Resumos.
- BRANNER, J. C. (1919). **Outlines of the geology of Brazil to accompany the geologic map of Brazil** (Vol. 30).
- CAXITO, F.A., HALVERSON, G.P., UHLEIN, A., STEVENSON, R., DIAS, T.G., AND UHLEIN, G.J., 2012, **Marinoan glaciation in east central Brazil: Precambrian Research**, v. 200–203, p. 38–58.
- CHAVES, M. L. S. C.; GUIMARÃES, J.T. & ANDRADE, K. W. **Litofácies glaciomarinhas na Formação Jequitai: possíveis implicações na redistribuição de diamantes a oeste da Serra do Espinhaço (MG).** Revista Brasileira de Geociências. Dezembro de 2010.
- CORDANI, U.G. 1978. **Comentários filosóficos sobre a evolução geológica pré-cambriana.** In: Rocha *et al.* (eds): Anais da reunião preparatória para Simpósio sobre o Cráton do São Francisco e suas Faixas Marginais. Sociedade Brasileira de Geologia. NBA. Publicação Especial,3, p. 33-65.

- CRUZ, E. L.C.C.; KUYUMJIAN, R. M., **The Geology and tectonic evolution of the Tocantins granitite-greenstone terrane: Almas-Dianópolis region, Tocantins state, central Brazil**. Revista Brasileira de Geociências, v. 28, n. 2, p. 173-182, 1998.
- CRUZ, E.L.C.C. 2001. **Gênese e o contexto tectônico da mina Córrego Paiol, terreno Almas-Conceição: Um depósito de ouro hospedado em anfíbolito do embasamento da Faixa de Dobramentos Brasília**. Ph.D. Thesis. University of Brasília, Brazil. 183 p.
- 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.
- CUADROS JIMÉNEZ, 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**. Journal of South American Earth Sciences, V. 79, p. 307-325
- 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. *et al.* **Geologia do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, GO: plano de Manejo do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – PNCV**. Brasília: UnB-IBAMA, 1998. 38 p.
- Dardenne, M. A. 2000. **The Brasília Fold Belt**. In.: CORDANI, U. G.; MILANI, A. J.; THOMAZ Fo, A. & CAMPOS, D. A. 2000. **Tectonic Evolution of South America**. Rio de Janeiro, Brazil, 231-264. (Intern. Geol. Congress, 31).
- DYER, R. C. Grupo Araí. **Um Grupo de metamorfitos do Centro-Leste de Goiás, Revista da Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 28, 1970.
- GAWTHORPE, R. L., & LEEDER, M. R. (2000). **Tectono-sedimentary evolution of active extensional basins**. Basin Research, 12(3-4), 195-218.
- FERNANDES, P. E. C. A. *et al.* **Formação Ticunzal**. In: **MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto Rodam Brasil**, Folha SD-23. Brasília, 1982. p. 61-63.
- FIGUEIREDO, M. A.; OESTERLEN P. M. **Prospecção de urânio no Estado de Goiás**. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, v. 11, p. 147-152, 1981.
- FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro. IFDM: **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal**: [www.firjan.com.br](http://www.firjan.com.br).

- 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.
- KASAKOV, A. V. 1937. **The phosphate facies: origin of the phosphorite and the geologic factors of formation of the deposits.** Proc. Sci. Inst. Fertilizers and Insectofungicides, 145: 1 -106.
- LIMA, S. A. A. **Fácies, ambiente deposicional e aspectos diagenéticos das rochas carbonáticas da Formação Sete Lagoas na região norte de Minas Gerais, Bacia do São Francisco.** 1997. 121 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Escola e Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1997.
- MARINI, O.J., LIBERAL, G.S., DOS REIS, L.T., TRINIDADE, C.A.H., DE SOUZA, S.L. 1978. **Nova unidade litoestratigráfica do Pré-Cambriano do estado de Goiás. XXX Congresso Brasileiro de Geologia, Recife.** Boletim N 1, Resumos das Comunicações. pp. 126–127.
- MARINI, O. J. *et al.* **Nova unidade litoestratigráfica 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.
- MARMONT S. 1990. **Unconformity-type uranium deposits.** In: Roberts R.G. e Sheahan P. A. (Eds). Ore Deposits Models, Geoscience Canada, Reprint Series 3, p. 103-115.
- MARTINS, F. A. L. **Análise faciológica e estratigráfica do Paleomesoproterozóico: sequência Araí no Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros, Goiás.** 1999. 137 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 1999.
- MARTINS-NETO, M. A. & ALKMIM, F. F. 2001. **Estratigrafia e evolução tectônica das bacias neoproterozóicas do paleocontinente São Francisco e suas margens: Registros da quebra de Rodínia e colagem de Gondwana.** In: PINTO, C. P. & MARTINS-NETO, M. A. Bacia do São Francisco geologia e recursos naturais. SBG, Belo Horizonte. p.31-54.
- MENEGHINI, P. F. V., *et al.*, **Geologia e recursos minerais da folha Arraias – (SD.23- V-A).** Programa Geologia do Brasil. CPRM. Goiânia, 2017.
- MORAES, L. J. D., & GUIMARÃES, D. (1930). **Geologia da região diamantífera do norte de Minas Gerais.** Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2(2), 153-186.

- MONTEIRO, C. F.; **Fosforitos do Grupo Bambuí na região de Campos Belos (GO) / Arraias (TO), na borda do Cráton do São Francisco** (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2009.
- MONTEIRO, C. F.; **Fosforitos do Grupo Bambuí na região de Campos Belos (GO) / Arraias (TO), na borda do Cráton do São Francisco** (Mestrado em Geologia) – Universidade de Brasília. Brasília, 2009.
- NOBRE-LOPES, J. **Faciologia e gênese dos carbonatos do Grupo Bambuí na região de Arcos, Estado de Minas Gerais.** 1995. 166 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1995.
- 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.** Pre-Cambrian Research, V.52, p.321-335.
- Reis, H.L.S.; Alkmim, F.F. 2015. **Anatomy of a basin-controlled foreland fold-thrust belt curve: the Três Marias saliente, São Francisco basin.** Marine and Petroleum Geology, 66:711-731.
- REIS H.L. & SUSS J.F. 2016. **Mixed carbonate–siliciclastic sedimentation in forebulge grabens: an example from the Ediacaran Bambuí Group, São Francisco Basin, Brazil.** *Sedimentary Geology*, 339: 83-103. Reis, H.L.S., ALKMIM, F.F., SUSS, J.F., FONSECA, R.C.S., KUCHENBECKER, M.; O FOREBULGE. 2017. Sete Lagoas e a Evolução Tectono-Estratigráfica do grupo Bambuí, Bacia Intracratônica do São Francisco (MG). In: Simpósio de Geologia do Sudeste, Diamantina, MG.
- RICCIARDI, T. R. & OLIVEIRA JR, G. M.; **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Itafós Mineração Ltda Arraias – TO.** Palmas, Julho de 2010.
- SILVA, C. C. (2020). **Petrografia, geoquímica e geocronologia das rochas vulcânicas efusivas e piroclásticas da formação arraias, grupo araiá, nordeste de Goiás.**
- SILVA, O. P.A. **A mineração em Minas Gerais: passado, presente e futuro.** *GENOMOS*, v. 3, n. 1, p. 77-86, 1995. DOI: 10.18285/genomos.v3i1.217.
- SLANSKY M. 1979. **Proposals for nomenclature and classification of sedimentary phosphate rocks.** In: Cook P. J. & Shergold J. H. (Eds). Proterozoic-Cambrian Phosphorites. Canberra, ANU Press, p. 60-3.
- SMITH, J. (2014). **Source-to-sink analysis of rift basin tectonics and sedimentation.**
- Tanizaki, M. L. N., Campos, J. E. G., & Dardenne, M. A. (2015). **Estratigrafia do Grupo Araí: registro de rifteamento paleoproterozoico no Brasil Central.** *Brazilian Journal of Geology*, 45, 95-108.



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG**

## **ANEXO A - Petrografia**

**Projeto Campos Belos (GO)**

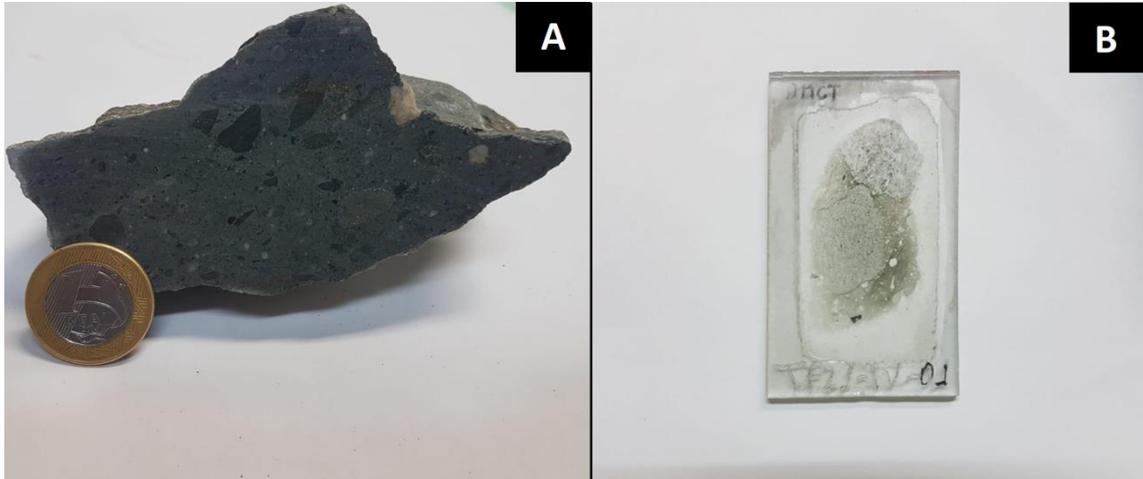
**Francisco Toni**  
**João Marcus**  
**Marina Ribeiro da Silva**

**Brasília/DF**  
**2022**

**Amostra: TF21-IV-01**

**Coordenadas: 23L 310751E 8558976S**

**Unidade: Formação Jequitai**



**Figura 1:** Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

#### **Descrição macroscópica:**

Rocha de coloração acinzentada, composta por clastos dos mais variados tipos e tamanhos, muito mal selecionados, variando de areia fina a matacão, e de bem arredondados a muito angulosos suportados por matriz (matriz-suportado) e compõe cerca de 30% da rocha. Os 70% restantes da amostra é composta por matriz fina composta de quartzo e feldspato, mas também é possível grãos mais grossos de quartzo dispersos.

#### **Descrição Microscópica:**

Rocha clástica com granulometria muito fina até grânulo. Apresenta extraclastos muito mal selecionados, predominantemente angulosos e com variância com relação a sua esfericidade. Os extraclastos tem composições variadas incluindo quartzo, feldspato, plagioclásio e também são observados fragmentos líticos de maior granulometria provenientes de rochas metamórficas, sedimentares e vulcânicas como paragneisses, quartzitos e granitos respectivamente.

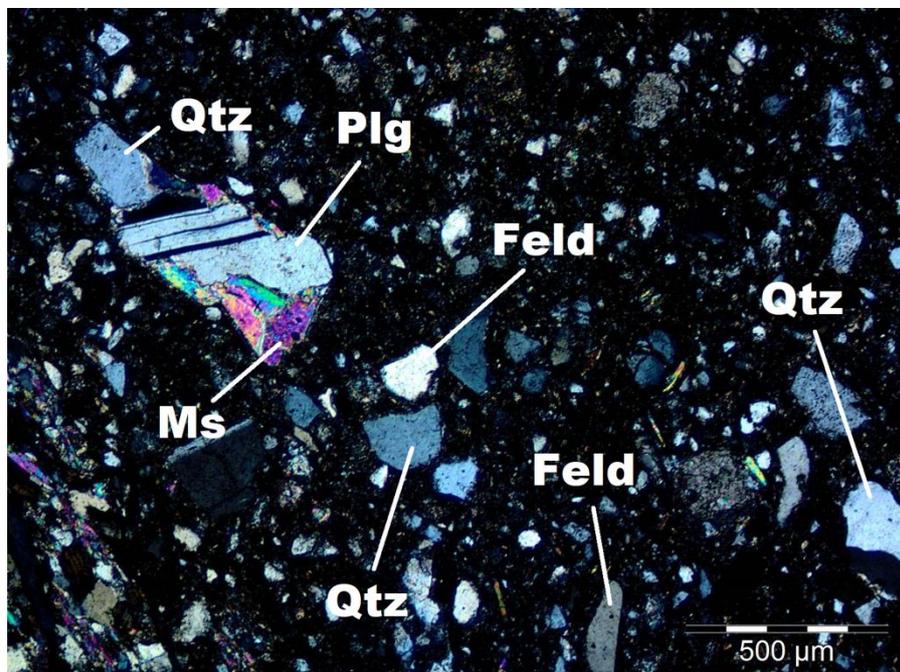
Os grãos e extraclastos são suportados por matriz fina composta de quartzo e feldspato sericitizado, além de mica fina.

<b>Mineral</b>	<b>%</b>	<b>Composição Detrítica</b>	<b>30%</b>
Quartzo	60	Matriz	70%
Sericita	20		
KF	15		
Muscovita	5		
Opacos	<1		

### **Classificação Petrográfica: Diamictito.**

Composicionalmente diverso e imaturo, com clastos angulosos e dos mais variados tamanhos o que interpreta-se como sendo de pouco transporte e rápida deposição. Texturalmente imaturo, uma vez que a matriz ainda apresenta minerais como KF de fácil intemperismo. Considerando os aspectos composicionais e estruturais observados nas amostras mesoscópicas e microscópicas, a rocha é classificada como um diamictito.

**Interpretações:** Rocha típica de ambiente glacial, muita matriz, clastos angulosos e grande quantidade de líticos, indicando uma rápida deposição e um transporte limitado, o que gera alta imaturidade textural e mineralógica.

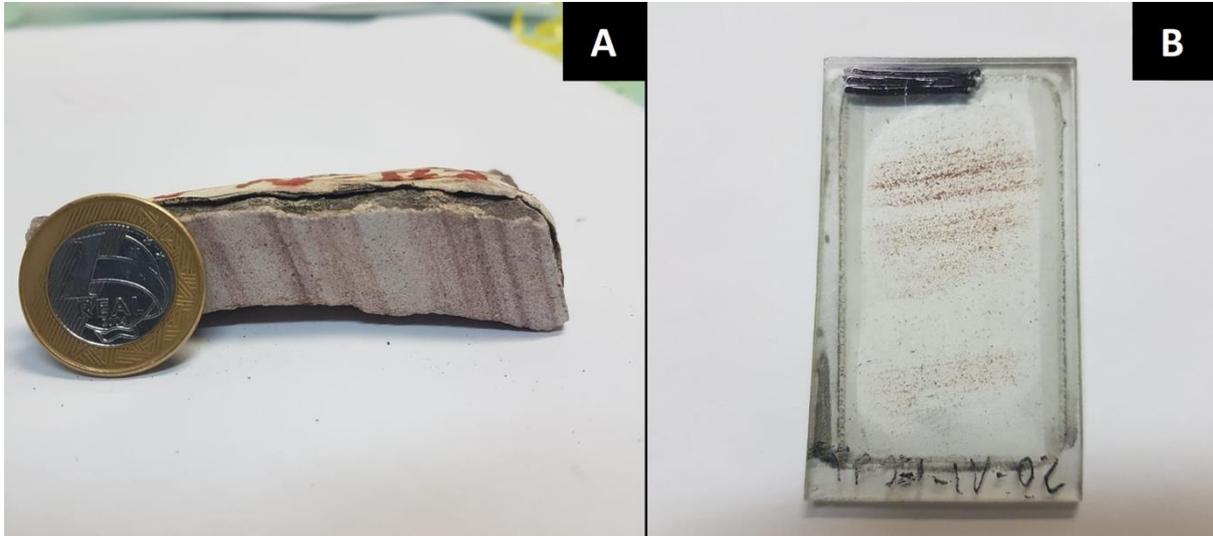


**Figura 2:** Fotomicrografia em aumento de 4x.

**Amostra: TF21-IV-02**

**Coordenadas: 23L 308655 E 8560321 S**

**Unidade: Formação Arraias (Grupo Araí)**



**Figura 3:** Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

#### **Descrição Macroscópica:**

Rocha de coloração rosa clara, apresenta laminações plano paralelas milimétricas de cor vermelho provavelmente óxidos, bem selecionado composta por grãos médios, arredondados, média a alta esfericidade, moderadamente selecionados, que estão em contatos entre si, a amostra é composta basicamente por quartzo.

#### **Descrição Microscópica:**

Composta principalmente por cristais de quartzos, seguido por opacos, plagioclásio, cristais de quartzo equigranulares, apresentam extinção ondulante, são subeudrais a anedrais, arredondados, granulação fina a média. Os grãos são moderadamente selecionados. Apresenta pseudo-matriz de feldspato alterada composta principalmente por cristais bem pequenos de quartzo, na maioria das vezes o contato entre os quartzos são côncavos-convexos, porém possui domínios em que eles estão separados pela pseudo-matriz. Na lâmina é possível observar uma laminações plano paralelas marcada por esses domínios com a matriz alterada. Nos contatos entre alguns grãos foram encontradas feições de sutura indicando uma compactação mecânica alta e feições de dissolução, ou seja, dissolução de cristais e precipitação em zonas de menor pressão.

Minerais	%	Composição Detrítica	80%
Quartzo	55	Matriz	15%
Feldspato	35	Cimento	5%
Sericita	7		
Muscovita	2		
Opacos	<1		

## Descrição Mineralógica

Mineral	Descrição Microscópica
Quartzo	Finos a médio, relevo baixo, cor de interferência baixa e extinção ondulante
Muscovita	Mineral incolor, relevo alto, hábito lamelar, cor de interferência alta e extinção mosqueada.
Sericita	Aspecto de sujeira nos feldspatos, apresentam cor de interferência alta
Feldspatos	Cristais do mesmo tamanho dos quartzos, relevo baixo, incolor, cor de interferência amarelada e biaxial.

## Classificação Petrográfica: Arcósio.

### Interpretações:

A rocha é texturalmente matura devido o arredondamento e a esfericidade dos minerais e composicionalmente sub-matura pois possui uma grande quantidade de feldspatos, indicando que não houve um transporte eficiente e que ela provavelmente se depositou próximo a rocha fonte. Os cristais em contato côncavo-convexo indicam compactação mecânica alta, ocorrem feições de dissolução, ou seja, dissolução de cristais e precipitação em zonas de menor pressão.

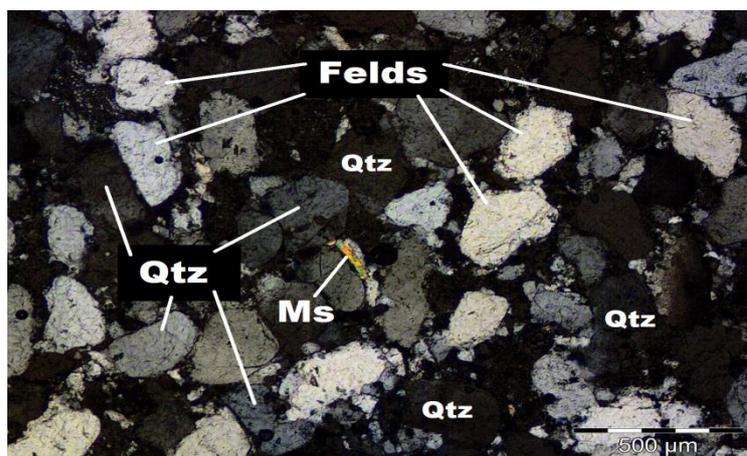


Figura 4: Fotomicrografia em aumento de 4x.

TF21: TF21-IV-04

Coordenadas: 23L 310854 E 8560278 S

## Unidade: Formação Sete Lagoas (Grupo Bambuí)

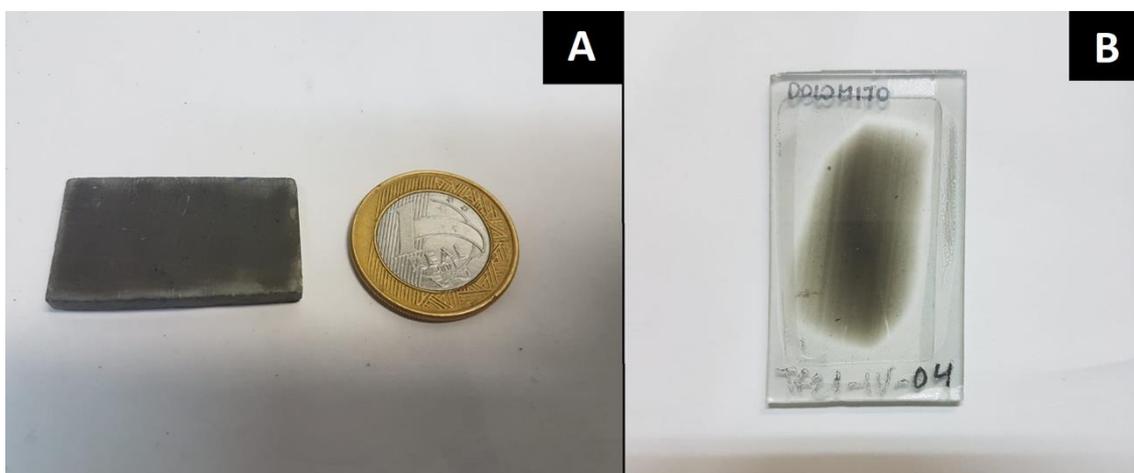


Figura 5: Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

### Descrição Macroscópica:

Rocha homogênea de coloração acinzentada e granulometria muito fina.

### Descrição Microscópica:

Rocha homogênea, com textura clástica carbonática fina matriz suportada. Formada essencialmente por lama carbonática (micrita) e apresentando extraclastos de minerais como clorita, muscovita e quartzo

A micrita se apresenta em alguns domínios recristalizadas, nos quais ela apresenta um aspecto sacaroidal. Ao longo da seção, também podem ser observados minerais opacos antigênicos espalhados.

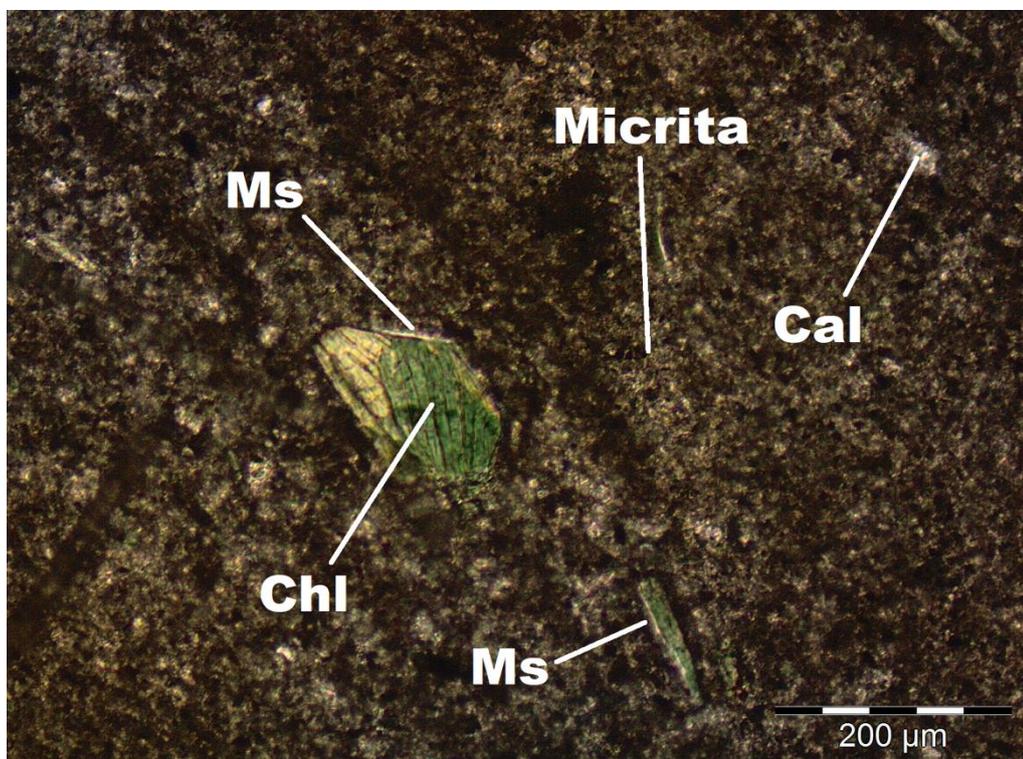
Mineral	%	Composição Detritica	2%
Dolomita	98	Matriz	98%
Muscovita	<1		
Clorita	<1		
Quartzo	<1		
Opacos	<1		

### Classificação Petrográfica: Dolomito Micrítico

A rocha apresenta a micrita como o principal mineral composicional, e considerando seu aspecto fino e uma ausência de reação quando exposta ao HCl na amostra macroscópica a rocha é nomeada como um dolomito micrítico.

### Interpretações:

Decantação da lama carbonática em um ambiente com pouca energia, posteriormente dolomitizado.

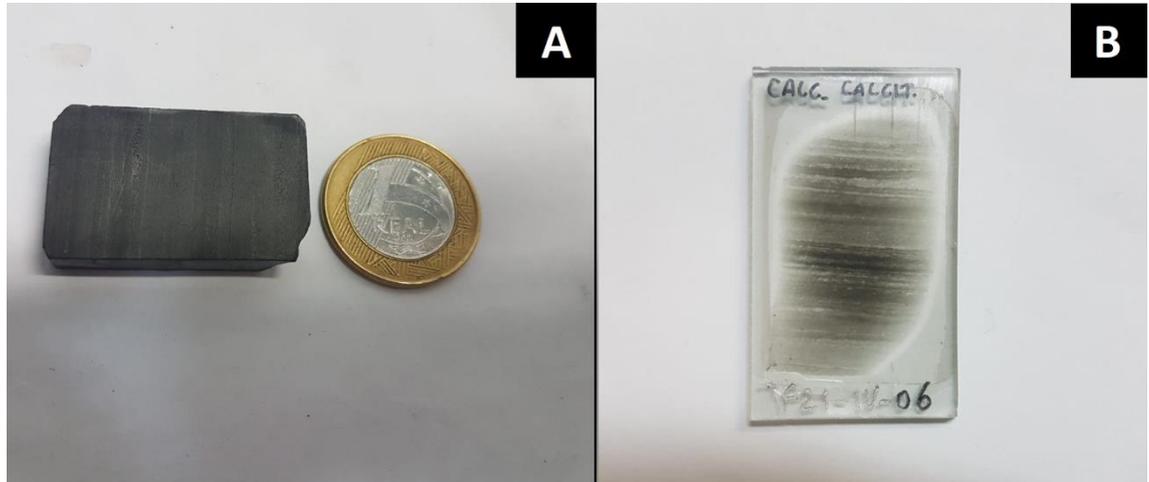


**Figura 6:** Fotomicrografia em aumento de 10x.

**Amostra: TF21-IV-**

**Coordenadas: 23L 312036 E 8563043 S**

**Unidade: Formação Sete Lagoas.**



**Figura7:** Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

#### **Descrição Macroscópica:**

Rocha de coloração acinzentada, de granulometria lutítica, não é possível identificar minerais mesmo com lupa. A rocha também apresenta laminações plano paralelas de tonalidades mais escuras e de espessuras submilimétricas. Ao ser exposta ao HCl a rocha apresentou forte reação efervescente.

#### **Descrição Microscópica:**

Rocha com textura clástica carbonática fina, matriz suportada, composta por grãos bastante recristalizados de calcita formando intraclastos que são envoltos por matriz micrítica. A seção apresenta domínios em forma de lâminas com diferentes tonalidades, sugerindo uma deposição mecânica, e nestes domínios também são observados por vezes estruturas do tipo estilolitos, nos quais a compactação mecânica ocasiona a dissolução e reprecipitação dos grãos de carbonato, dando origem a agregados de calcita com aspecto mais cristalino oriundos de um processo secundário de precipitação.

<b>Mineral</b>	<b>%</b>	Intraclastos	15%
Calcita	99	Micrita	85%
Opacos	<1		

## Classificação Petrográfica: Wackestone intraclástico

### Interpretações:

A rocha é formada por decantação em um ambiente de muito baixa energia e ocorrem sinais de retrabalhamento dentro da bacia formando os intraclastos angulosos. A rocha apresenta uma textura deposicional reconhecível formando camadas, e além de conter lama calcária, confirmada por forte reação ao HCl na amostra macroscópica, os grãos na forma de intraclastos de calcita correspondem a mais que 10% da rocha e são suportados por essa matriz micrítica, de modo que segundo Dunham (1962) a rocha pode ser classificada como um wackestone intraclástico.

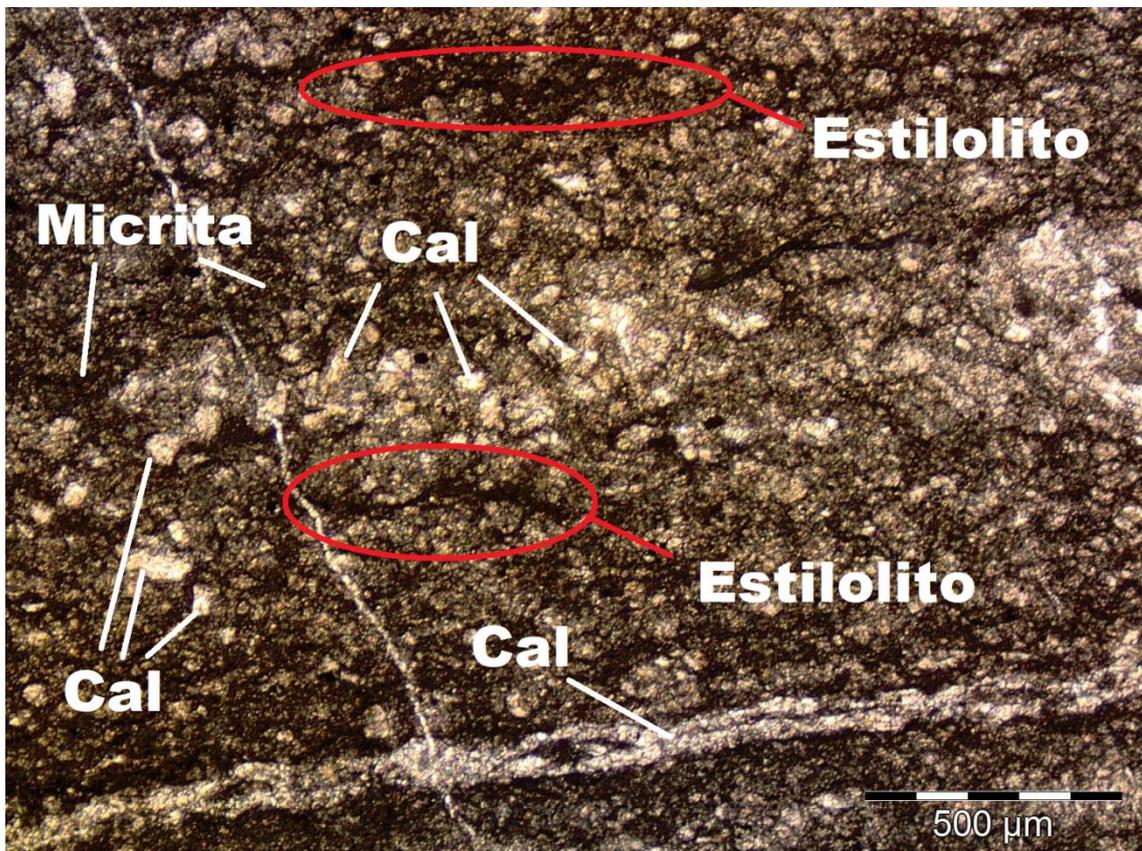
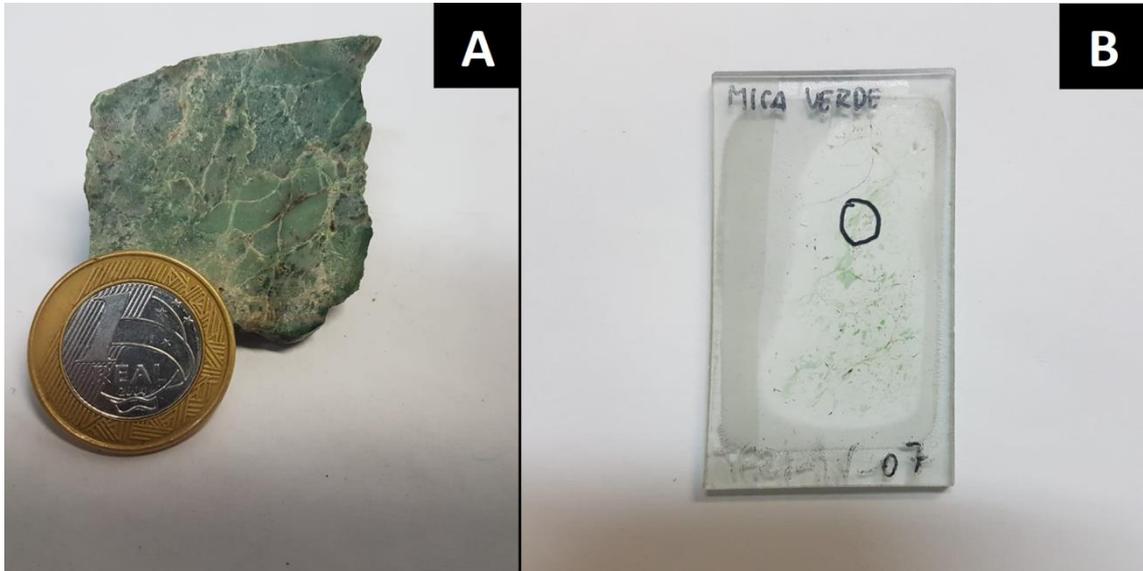


Figura 8: Fotomicrografia em aumento de 4x.

**Amostra: TF21-IV-07**

**Coordenadas: 23L 307973 E 8561146 S**

**Unidade: Suíte Aurumina**



**Figura 9:** Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

#### **Descrição macroscópica:**

Rocha maciça de coloração esverdeada, composta por cristais grossos a finos de mica envoltos essencialmente por quartzo. A rocha foi encontrada junto a um veio de quartzo cristalino que cortava um granito.

#### **Descrição Microscópica:**

Rocha com textura granoblástica. A rocha em geral apresenta granulação muito fina com presença de quartzo em domínios policristalinos e também domínios nos quais os grãos apresentam-se maiores mas com contatos formando baías. A mica apresenta-se na forma de massas orientadas e alongadas dispersas, às vezes presentes também ao longo de fraturas na rocha, o mineral tem cor verde clara e alta cor de interferência.

<b>Mineral</b>	<b>%</b>
Quartzo	67
Mica Verde	30
Opacos	<3

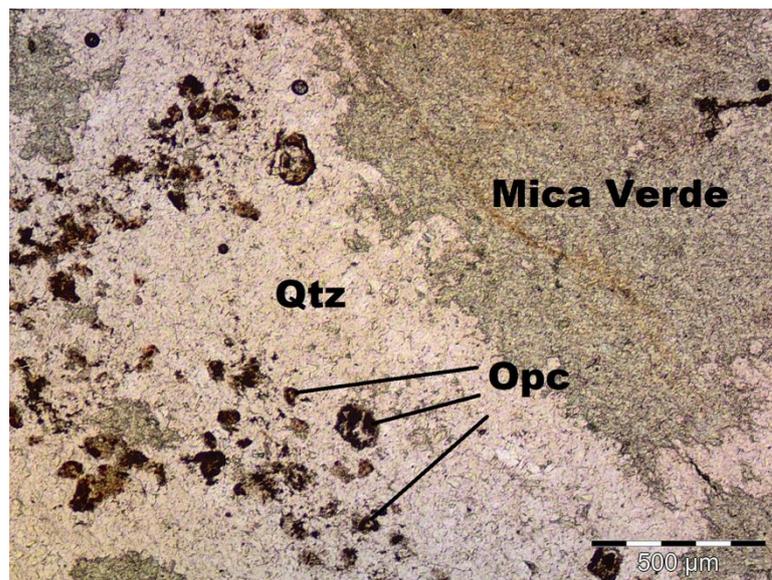
## Descrição Mineralógica

Mineral	Descrição Microscópica
Quartzo	Relevo baixo, cor de interferência baixa e extinção ondulante, uniaxial positivo.
Mica verde	Mineral esverdeado, relevo alto, hábito lamelar, cor de interferência alta e extinção mosqueada.

**Classificação Petrográfica:** Quartzito micácio,

### Interpretações:

O fato da rocha ser encontrada num veio, num contexto granítico, sugere origem hidrotermal da rocha, fato que também explicaria a origem da mica, relacionando-a a um metamorfismo hidrotermal da encaixante.

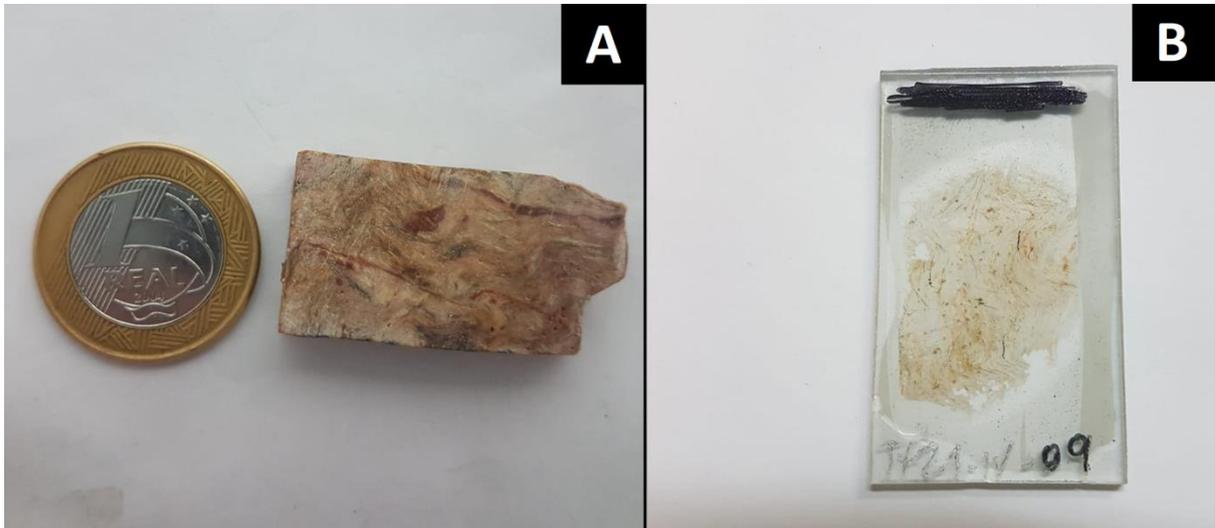


**Figura 10:** Fotomicrografia em aumento de 4x.

**Amostra: TF21-IV-09**

**Coordenadas: 23L 306952 E 8565212 S**

**Unidade: Formação Ticunzal**



**Figura 11:** Em 'A', amostra de mão. Em 'B', lâmina para micrografia.

**Descrição Macroscópica:**

Rocha de coloração creme com foliação apresentando feições de crenulação.

**Descrição Microscópica:**

Na microscopia foi possível observar uma seção essencialmente monominerálica, constituída essencialmente por silimanita com ocorrência esparsa de sericita. A rocha apresenta textura nematoblástica com a orientação das sillimanitas, além de foliação crenulada, com aspecto formando estruturas similares a “dobras em chevron”.

<b>Minerais</b>	<b>%</b>
Silimanita	95
Sericita	5

## Descrição Mineralógica

Mineral	Descrição Microscópica
Silimanita	Mineral com hábito prismático, incolor, apresenta alto relevo e extinção reta. Cores de interferência azul-esverdeadas de 2ª ordem.
Sericita	Massas incolores finas de mineral lamelar, apresentam cores de interferência de 2ª-3ª ordem e relevo moderado.

## Classificação Petrográfica: Silimanita Xisto

### Interpretações:

Presença de sillimanita em rochas da Formação Ticunzal é algo inédito, pois sua gênese requer grande quantidade de alumínio disponível no sistema.

Uma teoria para a ocorrência dessa rocha sugere que esta faz parte de um embasamento mais profundo e desconhecido, uma vez que não foi observado esse mineral nas rochas da Suíte Aurumina, tampouco em xistos e paragnaisses da Formação Ticunzal.

A amostra coletada apresenta valores anômalos de eU, K% e eTh, mas não possui nenhum mineral em seu arcabouço que explicaria tais valores.

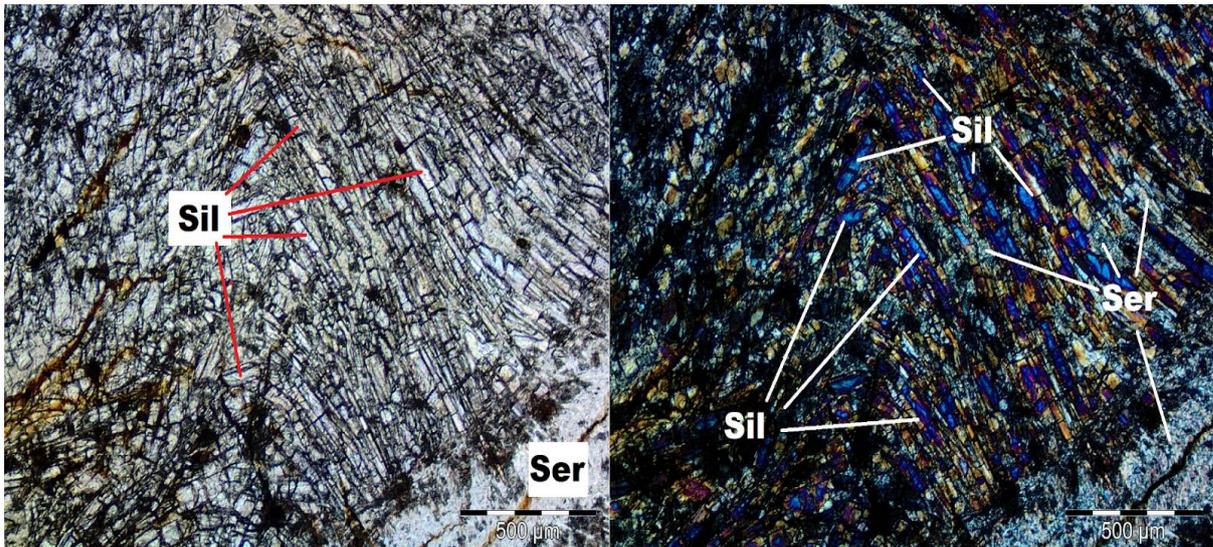


Figura 12: Fotomicrografias em aumento de 4x.

**Amostra: Muscovita Grafita Xisto (subárea V)****Coordenadas: —****Unidade: Formação Ticunzal****Descrição macroscópica:**

Rocha de coloração cinza escura, com foliação caracterizada por xistosidade apresentando feições de crenulação e bandamentos milimétricos a centimétricos, compostos por grafita e muscovita intercalados com bandas milimétricas claras de quartzo. A rocha apresenta textura essencialmente lepidoblástica caracterizada por muscovita e grafita, esta última facilmente identificável pelo toque sedoso e por manchar as mãos.

**Descrição Microscópica:**

Na seção são distinguíveis domínios granoblásticos caracterizados pela presença de cristais de quartzo e de feldspato e também domínios lepidoblásticos onde se observam cristais alongados de muscovita e grafita além de agregados de sericita. A muscovita por vezes se apresenta preservada mas também verifica-se processo de sericitização em alguns cristais

<b>Mineral</b>	<b>%</b>
Sericita	10
Felds	20
Quartzo	20
Muscovita	15
Grafita	35

**Descrição Mineralógica:**

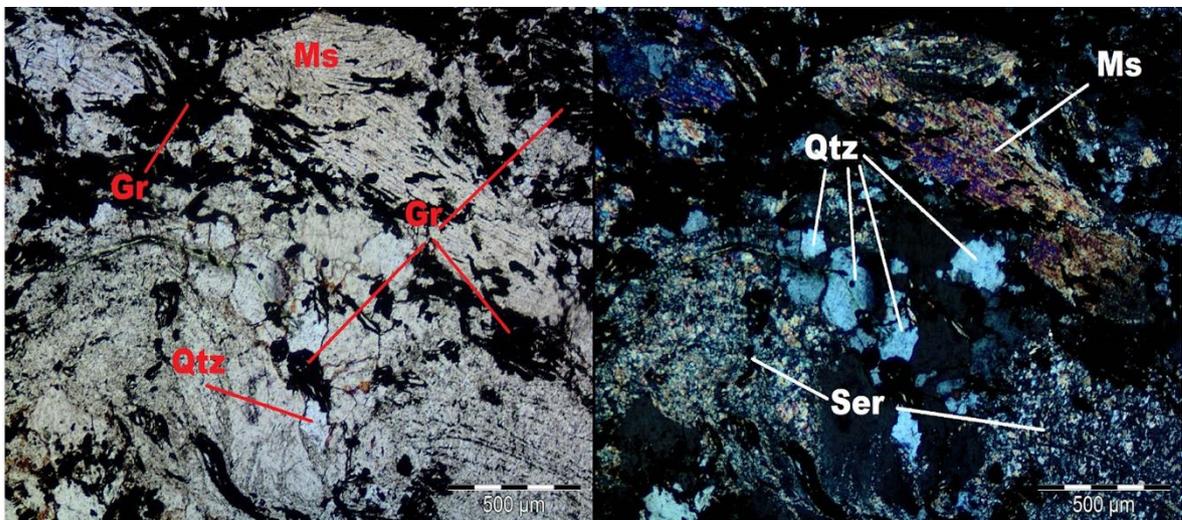
<b>Mineral</b>	<b>Descrição Microscópica</b>
Quartzo	Incolor, baixo relevo, baixas cores de birrefringência ( , extinção reta, uniaxial (+).
Muscovita	Incolor, relevo médio, hábito lamelar, cores de interferência de 2 <sup>a</sup> -3 <sup>a</sup> ordem, extinção reta e mosqueada, biaxial (-).
Feldspato	Incolor, relevo baixo, cores de interferência do meio da 1 <sup>a</sup> ordem, biaxial.
Sericita	Agregado cristalino muito fino, forma massas com alta cor de interferência e extinção picotada.
Grafita	Mineral opaco, hábito alongado lamelar.

### **Classificação: Muscovita Grafita Xisto**

Tendo em vista as características observadas tanto em amostra macroscópica e microscópica, especialmente a presença de foliação caracterizada por minerais micáceos e a presença de grafita, cuja ocorrência costuma estar relacionada a alteração de compostos orgânicos durante o metamorfismo, a rocha foi denominada como muscovita grafita xisto.

### **Interpretações:**

Rocha com protólito sedimentar, caracterizado por um pelito impuro metamorfizado em fácies anfibolitos, a presença de grafita é um indicativo de presença de matéria orgânica e a crenulação mostra sinais de um domínio dúctil.



**Figura 13:** Fotomicrografias em aumento de 4x.

**Amostra: TF21-A3-P148 (subárea III)**

**Coordenadas: —**

**Unidade: Suíte Aurumina**

**Descrição Microscópica:**

Rocha supersaturada, leucocrática, holocristalina, com granulação essencialmente fina, mas também são observados domínios com granulação média. A seção apresenta assinatura geométrica predominantemente xenomórfica e o contato entre os grãos, principalmente de quartzo, se dá de forma suturada e lobada.

<b>Essenciais</b>	<b>%</b>	<b>Acessórios</b>	<b>%</b>
Quartzo	41	Biotita	9
Plagioclásio	23,5	Sericita	1
K-feldspato	35,5	Granada	2
		Muscovita	1
		Opacos	1

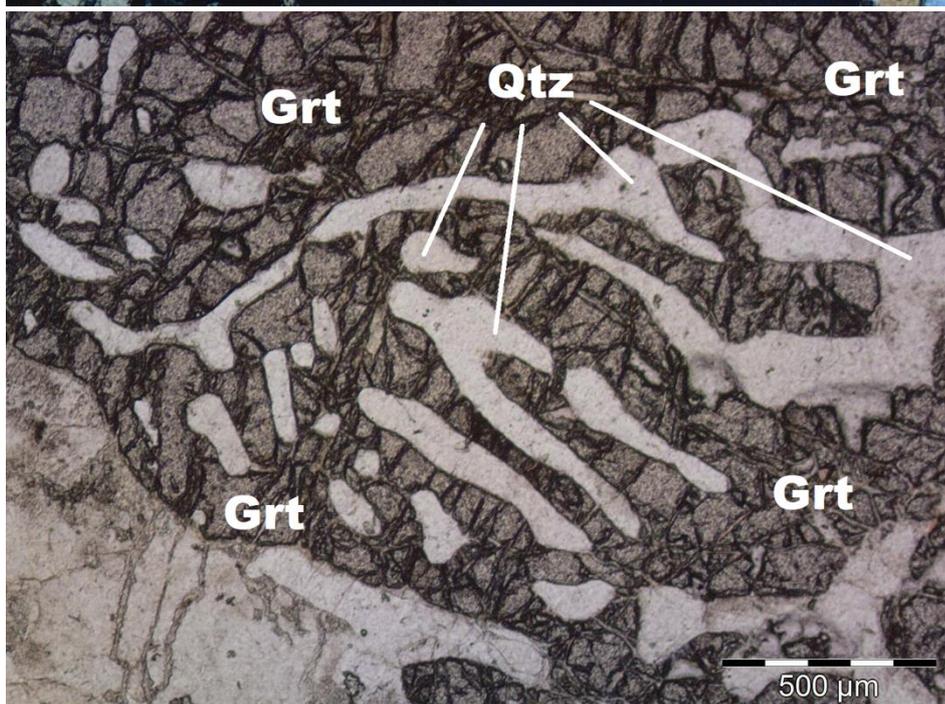
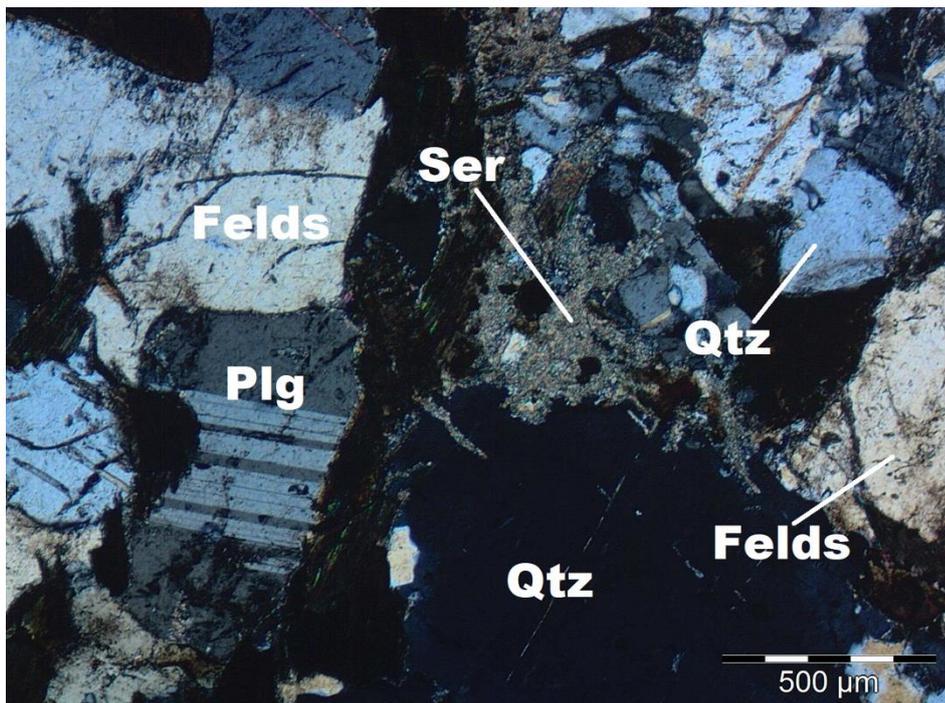
**Descrição Mineralógica**

<b>Mineral</b>	<b>Descrição Microscópica</b>
Quartzo	Incolor, de relevo baixo, subedral a anedral, grãos subarredondados; baixa birrefringência e cor de interferência cinza de primeira ordem e com extinção ondulante.
Plagioclásio	Incolor, relevo baixo, baixa birrefringência, subedral, geminação polissintética.
K-feldspato (Ortoclásio)	Incolor, relevo baixo, sem pleocroísmo, baixa birrefringência, subedral, geminação carlsbad.
Muscovita	Incolor, de relevo alto, hábito lamelar, sem pleocroísmo e com alta birrefringência apresentando extinção mosqueada.
Sericita	Incolor, relevo alto, lamelar, com alta birrefringência, ocorre na borda ou como alteração dos plagioclásios.
Biotita	Mineral de coloração amarronzada, hábito lamelar, pleocroísmo variando de marrom claro a escuro, alta birrefringência.
Granada	Mineral incolor, relevo alto, hábito anedral apresentando intercrescimentos vermiformes de quartzo, fortemente fraturada e isotrópica.

## Classificação Petrográfica: Monzogranito

### Interpretação:

Rocha plutônica ácida, supersaturada, maciça, inequigranular. A extinção ondulante nos cristais de quartzo indica ação metamórfica e as granadas esqueletais podem indicar uma mudança do campo de estabilidade. Com a penetração de fluidos hidrotermais ocorre a alteração dos feldspatos para sericita, típico dos granitos Au1.



**Figura 14:** Fotomicrografias em aumento de 4x.

**Amostra:** TF21-A2-A83 (subárea II)

**Coordenadas:** —

**Unidade:** Suíte Aurumina

**Descrição Microscópica:**

Micro: Rocha supersaturada, leucocrática, holocristalina, com granulação essencialmente fina, mas também são observados domínios com granulação média. A seção apresenta assinatura geométrica predominantemente xenomórfica e o contato entre os grãos se dá de forma suturada e lobada.

<b>Essenciais</b>	<b>%</b>	<b>Acessórios</b>	<b>%</b>
Quartzo	47	Muscovita	5
Plagioclásio	29,5	Biotita	5
K-feldspato	23,5	Sericita	3
		Opacos	2

**Descrição Mineralógica**

<b>Mineral</b>	<b>Descrição Microscópica</b>
Quartzo	Incolor, de relevo baixo, subeudral a anedral, grãos subarredondados; baixa birrefringência e cor de interferência cinza de primeira ordem e com extinção ondulante.
Plagioclásio	Incolor, relevo baixo, baixa birrefringência, subeudral, geminação polissintética.
K-feldspato (Ortoclásio)	Incolor, relevo baixo, sem pleocroísmo, baixa birrefringência, subeudral, geminação carls bad.
Muscovita	Incolor, de relevo alto, hábito lamelar, sem pleocroísmo e com alta birrefringência apresentando extinção mosqueada.
Sericita	Incolor, relevo alto, lamelar, com alta birrefringência, ocorre na borda ou como alteração dos plagioclásios.
Biotita	Mineral de coloração amarronzada, hábito lamelar, pleocroísmo variando de marrom claro a escuro, alta birrefringência.

### Classificação Petrográfica: Monzogranito

#### Interpretação:

Rocha plutônica ácida, supersaturada, maciça, inequigranular. A extinção ondulante nos cristais de quartzo indica ação metamórfica (~220° C).

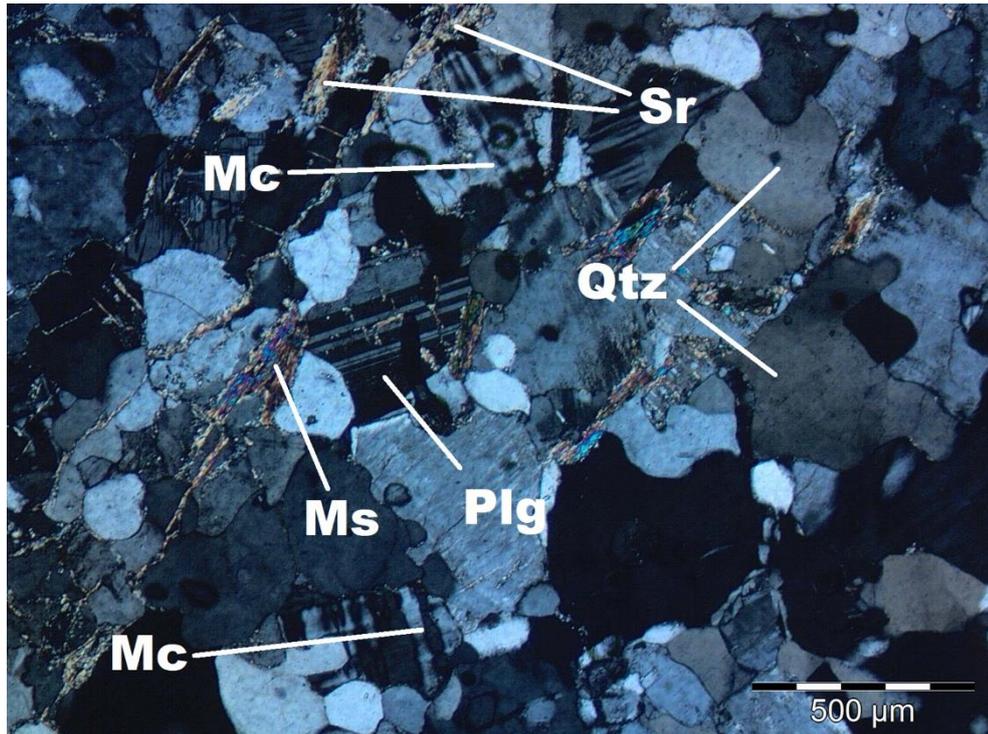


Figura 15: Fotomicrografias em aumento de 4x.

**Amostra: Muscovita feldspato quartzo xisto (subárea III)**

**Coordenadas: ---**

**Unidade: Formação Ticunzal**

**Descrição Microscópica:**

Rocha apresentando xistosidade, observa-se textura grano-lepidoblástico nas quais verificam-se domínios quartzo-feldspáticos contornados por domínios compostos por muscovita e agregados de sericita. As frações micáceas apresentam maior fração percentual da rocha, sendo estas compostas por mica muscovita e sericita (secundária como produto de alteração), além, de mineral lamelar possivelmente alterado opaco. Dentre os minerais granoblasticos, observam-se principalmente o quartzo, exibindo extinção ondulante e em contato com minerais feldspáticos.

<b>Minerais</b>	<b>%</b>
Quartzo	30
Feldspato	15
Muscovita	8
Sericita	37
Opacos	20

**Descrição Mineralógica**

<b>Mineral</b>	<b>Descrição Microscópica</b>
Quartzo	Incolor, relevo baixo positivo, anedral, baixa birrefringência e extinção ondulante.
Muscovita	Incolor, relevo alto positivo, cores de interferência de segunda a terceira ordem, birrefringência alta, cristais eudrais a subeudrais tabulares e lamelares. Apresentam extinção mosqueada, planos de clivagem bem definidos
Feldspato	Incolor, relevo baixo , baixas cores de interferência (amarela de primeira ordem), birrefringência baixa , cristais anedrais.
Sericita	Hábito granular formando agregados, incolor, ocorrem ao longo do plano da foliação e em nicóis cruzados apresentam como pequenos pontos com cores de interferência alta.
Opacos	Hábitos similares a muscovitas e se apresentam de formas alongadas.

## Classificação Petrográfica: Muscovita feldspato quartzo xisto

### Interpretação:

A formação de biotita a partir da muscovita e a geração de cloritas a partir das biotitas indicam metamorfismo de baixo grau durante resfriamento, já as micas ocorrem por processo de alteração por intemperismo. A rotação de cristais de quartzo e feldspato, marcados pela milonitização, demonstram que houve cisalhamento na região de formação da rocha. A orientação das micas, indicam do que são formadas as foliações das rochas.

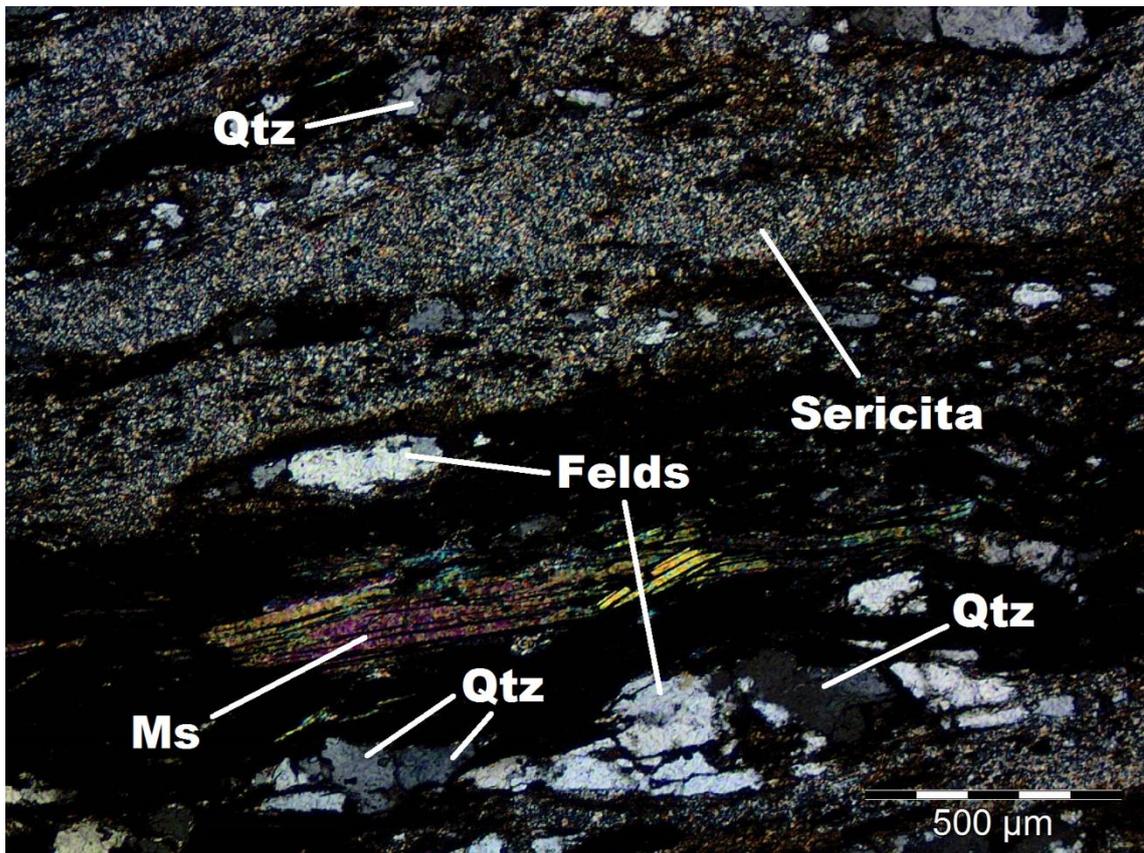
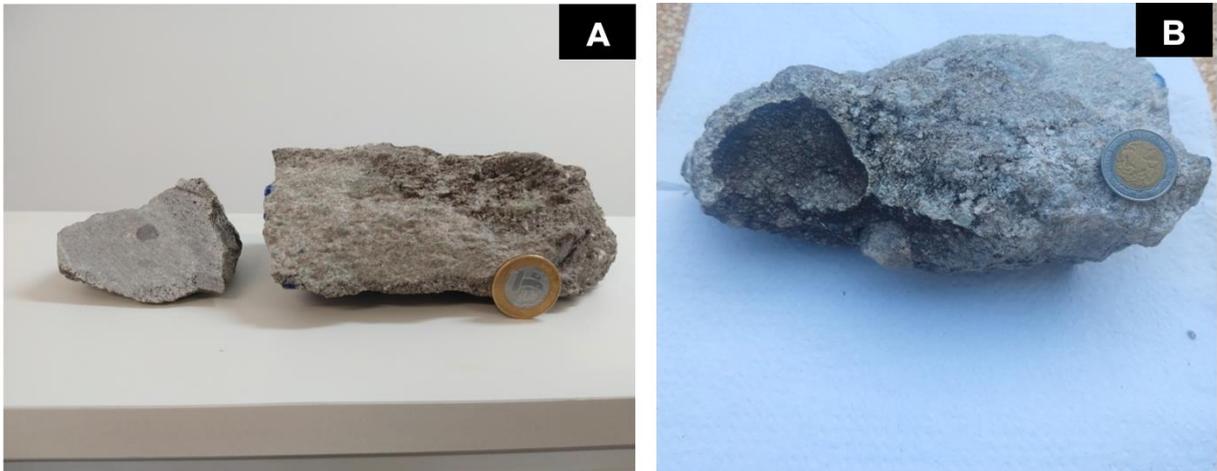


Figura 16: Fotomicrografias em aumento de 4x.

Coordenadas: 305760E 8560142S

Unidade: Fm. Arraias (Gr. Arai)

Descrição Microscópica/Macroscópica:

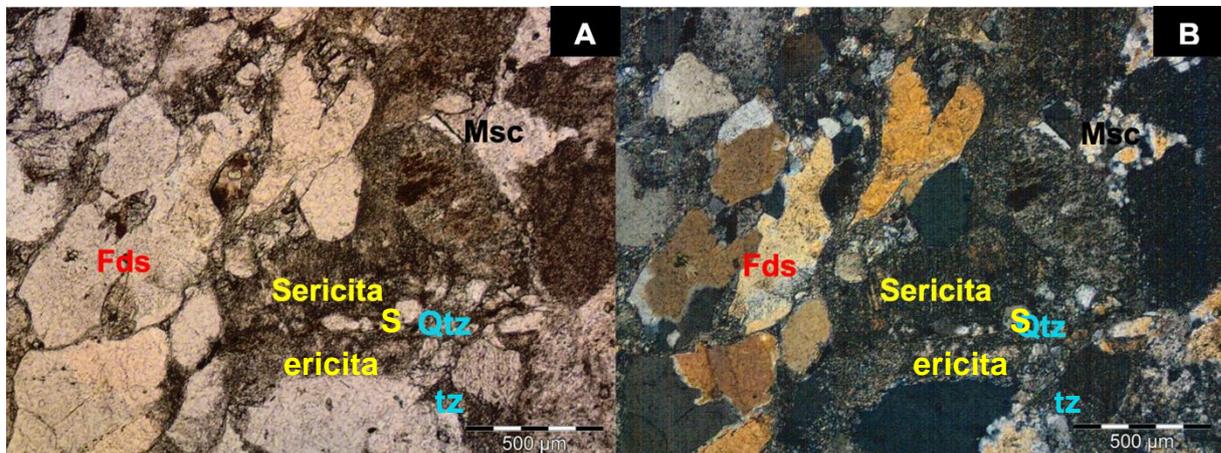


**Figura 17:** Foto da amostra de mão do conglomerado encontrado na subárea 3. Em A, Uma amostra polida à esquerda e uma amostra em formato de barra evidenciando mineral esverdeado. Em B, é a parte de trás da amostra A.

#### Descrição Macroscópica:

Rocha de cor cinza destacando cristais de feldspatos com cores que variam de verde ao róseo, com a coloração verde em maior proporção. Tem uma estrutura em barra e um formato em lente, evidenciando um transporte cinemático de um leque aluvial (Foto B). Tem uma textura predominante em grãos menores e bem selecionados, e pontualmente, clastos maiores de grãos angulosos a arredondados.

Os grãos estão bem coesos, alterações dos feldspatos pode ser cloritização e epidotização ou ainda sericitização. Pode ter clastos e grãos da Fm. Ticunzal.



**Figura 18:** Fotomicrografia em aumento de 4X.

### Descrição Microscópica:

A fábrica/arranjo: Alguns domínios entre quartzo e feldspato têm contatos suturados e em outros domínios os contatos entre quartzo e feldspatos sericitizados estão bem lineares e por vezes côncavo-convexos.

Minerais	%		
Quartzo	20	Aspectos Texturais	%
KF preservado	30	Grãos	2
KF sericitizados	20	Cimento	3
Muscovita	5	Matriz	20

Mineral	Descrição Minerológicas/Petrográficas
Quartzo	Os grão de qtz em luz plano paralela apresentam-se incolores com hábitos hexagonais e anédricos. Em luz polarizada a cor de interferência varia do cinza a amarelo de primeira ordem. Alguns apresentam uma leve extinção ondulante. A textura é predominante clástica, os grãos são subangulosas a arredondados, moderadamente selecionados, o tamanho dos grãos varia de 0,3mm a 10mm.
Feldspatos	Tem coloração marrom em luz plano paralelo, são anédricos e de relevo alto, já os cristais incolores são euédricos. Majoritariamente, esses cristais estão sericitizados. A textura é clástica, no geral compõem-se de grãos mal selecionados (angulosos). Os fds sericitizados tem grãos angulosos e com hábitos tabulares a lamelares. O tamanho varia de 0,3mm-10mm.
Muscovita	Hábito placoso, finos e de relevo moderado. E luz plano paralelo é incolor e em luz plano polarizado tem cores de interferência alta que vai do amarelo ao violeta.
Fds sericitizados	São anédricos e geralmente estão em contatos lineares e côncavos convexos entre os qtzs e os Fds. Tem coloração amarronzada e cor de interferência baixa. Em alguns pontos apresentam cimentação entre os grãos.

### Classificação da Rocha: Paraconglomerado

#### Interpretação:

A rocha tem característica sedimentar com certo grau anquimetamórfico, processo metamórfico esse evidenciado pela sericitização dos Fds e extinções ondulantes em qtzs. A cimentação entre a sericita e os grãos siliciclásticos indica a precipitação química entre os minerais em solução na água intersticial, isso é devido ao soterramento de detritos que foram transportados pela água, vento e gelo.

**Amostra: TF21-IV-08**

**Coordenadas:**

**Unidade: Sete Lagoas**



**Figura 19:** Em "A" amostra de mão da brecha fosforítica polida para laminação em "B" lâmina delgada da brecha fosforítica.



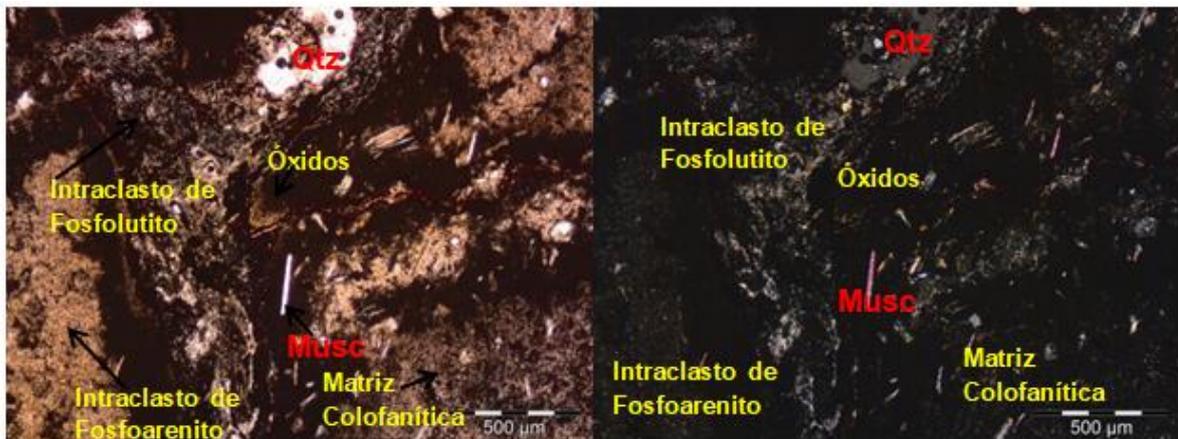
**Figura 20:** Amostras mesoscópica da brecha fosforítica. Em "A" A brecha fosforítica laminada sendo uma fácies amorfa. Em "B", brecha fosforítica com matriz síltica de colofana

### Descrição Microscópica:

A rocha sedimentar com certo grau de intemperismo e com preservação de suas fácies iniciais. Teve pouca reação à solução de molibdato de amônio e ácido nítrico, contagem de 346 cps na gamaespectrometria, sem anomalias de K, Th e U, porém podem apresentar um alto valor de  $P_2O_5$  em volumes baixos. Na figura 20-A, é uma brecha fosforítica laminada passando por um estado de retrabalhamento dos intraclastos fosfáticos imersos numa matriz colofanítica e em 20-B, é um fosforito brechado com matriz siltica de colofana. No geral as brechas se fragmentam, porém ainda permanecem preservadas as fases silticas e areníticas.

### Descrição Microscópica:

Em lâmina delgada a rocha apresenta muitas cavidades com um processo de retrabalhamento. Em geral essas cavidades são preenchidas por qtz, muscovita, óxidos e fragmentos de granitos. Ainda se encontram preservados os intraclastos de fosfoarenito e fosfolutito imersas numa matriz colofanítica siltica. É uma rocha rica em intraclastos rudíticos.



**Figura 21:** Brecha fosforítica em lâmina delgada evidenciando os intraclastos sendo preenchida por uma matriz colofanítica e as cavidades preenchidas por qtz, Musc, óxidos. Em "A", em luz paralela e em "B" luz polarizada.

### Classificação Petrográfica: Brecha Fosforítica ou Intrafosforudito.

Minerais Principais e Aspectos Texturais	%
Quartzo	16
Muscovita	5
Óxidos	9
Intraclastos de fosfolutito	25
Intraclastos de fosfoarenito	25
Matriz colofanítica siltica	20

**Descrições petrográficas/minerológicas:** Os intraclastos de fosfolutito tem uma coloração marrom esverdeado, relevo alto e cor de interferência baixa, e é composto por material de argila. Os intraclastos de fosfoarenito coloração marrom claro, relevo alto e uma cor de interferência baixa. O qtz tem coloração branca, estão arredondados e por vezes podem apresentar extinção ondulante. A muscovita tem hábito prismático muito fino de coloração esbranquiçadas, e é confirmada pela sua alta cor de interferência. Os óxidos estão imersos em um líquido intersticial amarronzado. A matriz colofanítica tem coloração esverdeada a azulada e tem cor de interferência baixa.

**Interpretação:** O fosforito brechado foi formado num relevo irregular e foi retrabalhado por processos sedimentares no ambiente onde se depositava a lama colofanítica nos altos e baixos das morrarias graníticas. A gênese dos depósitos fosfáticos de Campos Belos é controlada pela paleogeografia e pela Paleoclima. O mar era raso e as águas eram frias e redutoras. As águas frias são de origem glacial da formação do Jequitaiá. Tem mínima produção orgânica, devido o baixo e negativo  $\delta^{13}\text{C}$  dos carbonatos. Tem baixa produção orgânica, que aumenta na estratigrafia mais elevada dos calcários e dolomitos (presença de estromatólitos). As maiores fontes desses fosfatos são de rochas graníticas ricas em apatitas e ETRs.

Os canais em função do Paleorelevo de fundo, ocorreu os confinamentos desses fosfatos em baixos canais ou vales, controladas pela paleogeografia da região, por isso a presença das cavidades sendo preenchidas por lama colofanítica, qtz, musc, apatitas, fragmentos de granitos e xistos, lentes calcários.



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS – IG**

## **ANEXO B - Petrografia**

**Projeto Campos Belos (GO)**

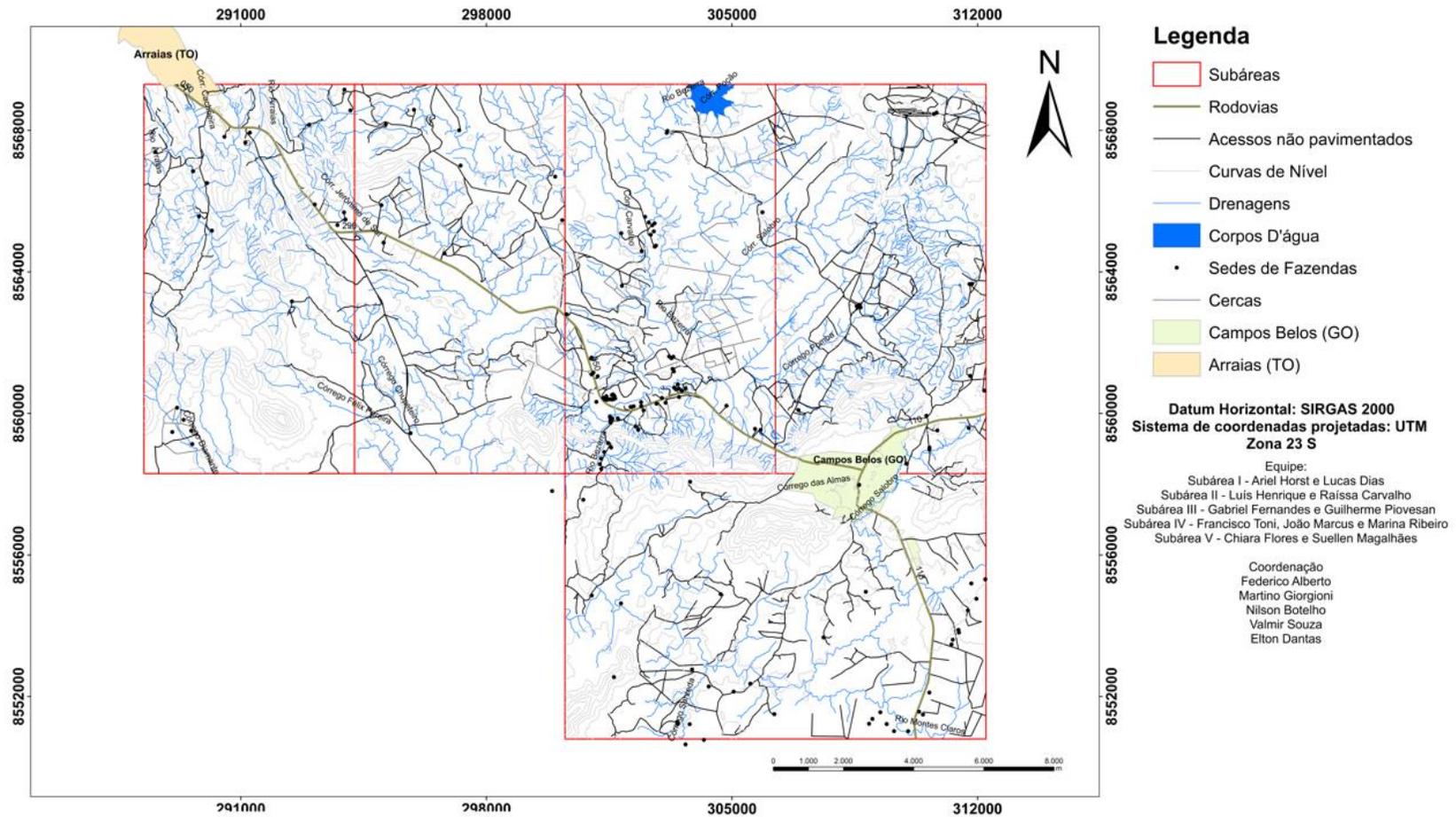
**Francisco Toni**  
**João Marcus**  
**Marina Ribeiro da Silva**

**Brasília/DF**  
**2022**

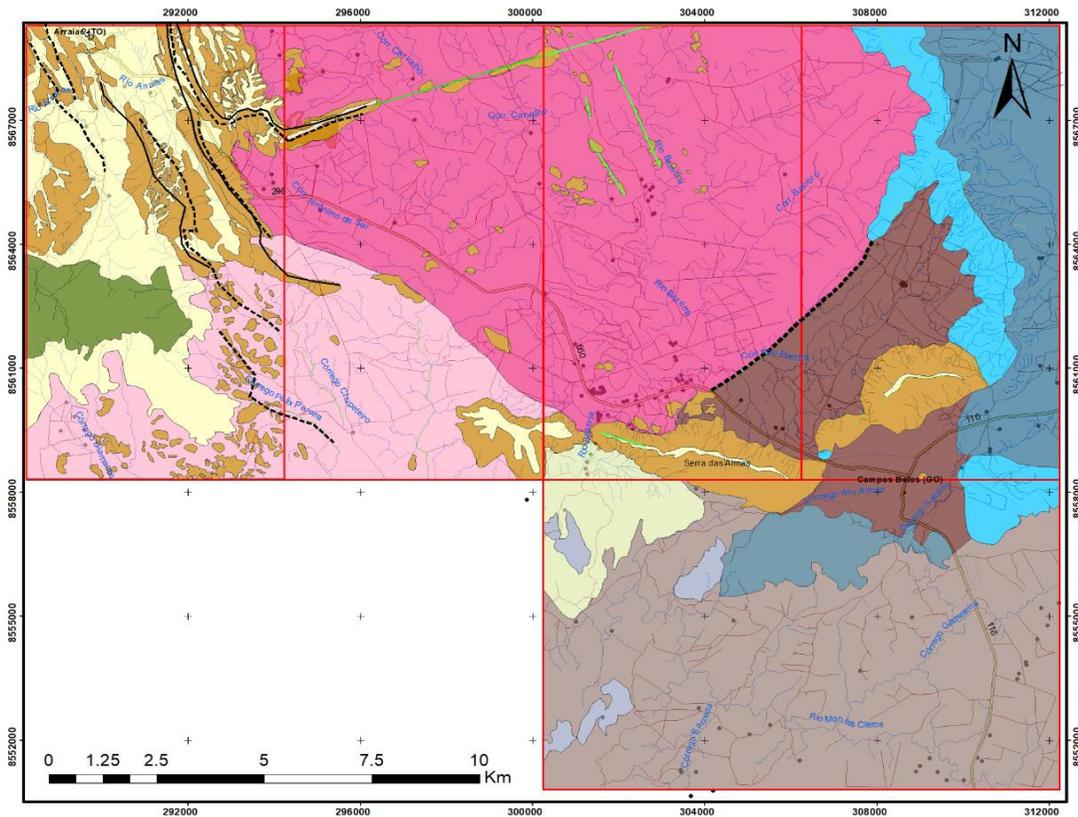
## SUMÁRIO DO ANEXO B

Mapa base integrado.....	160
Mapa geológico preliminar.....	161
Mapa geofísico de anomalia magnética.....	162
Mapa geofísico de derivada vertical.....	163
Mapa de gamaespectrometria imagem ternária RGB.....	164
Mapa geofísico gradiente horizontal total.....	165
Mapa de lineamentos morfoestruturais da subárea IV.....	166
Mapa estrutural Projeto Campos Belos .....	167
Mapa de domínios estruturais Projeto Campos Belos .....	168
Mapa de domínios estruturais da subárea IV.....	169
Mapa de pontos subárea IV.....	170
Mapa geológico subárea IV.....	171
Mapa integrado Projeto Campos Belos.....	172
Tabela de pontos.....	173

# Mapa Base Integrado - Projeto Campos Belos - TF 21



## Mapa Geológico Preliminar Integrado - TF21



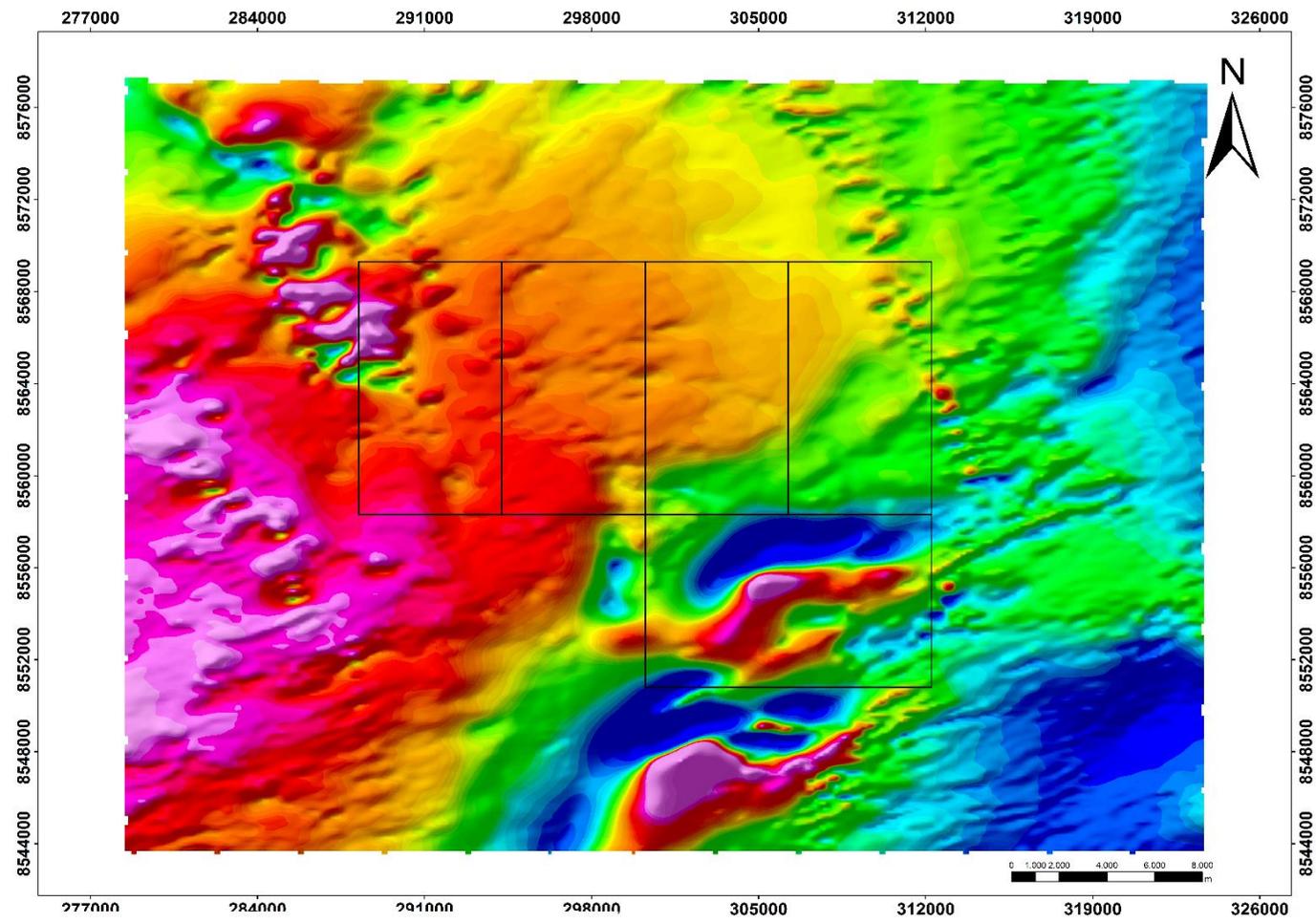
- Antiforme
- - - Falha Compressional Aproximada
- Alinhamentos
- Poligonal TF21
- Zona A
- Zona B
- Zona C
- Zona D
- Zona E
- Zona F
- Zona G
- Zona H
- Zona I
- Zona J
- Zona K
- Drenagens
- Cercas
- Rodovias
- Estradas não pavimentadas
- Fazendas
- Campos Belos (GO)
- Arraias (TO)

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

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

Coordenação  
 Federico Alberto  
 Martino Giorgioni  
 Nilson Botelho  
 Valmir Souza  
 Elton Dantas

# Mapa Geofísico AM - TF 21



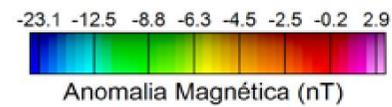
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Sistema de coordenadas projetadas: UTM  
Zona 23 S

Equipe:  
Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias  
Subárea II - 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

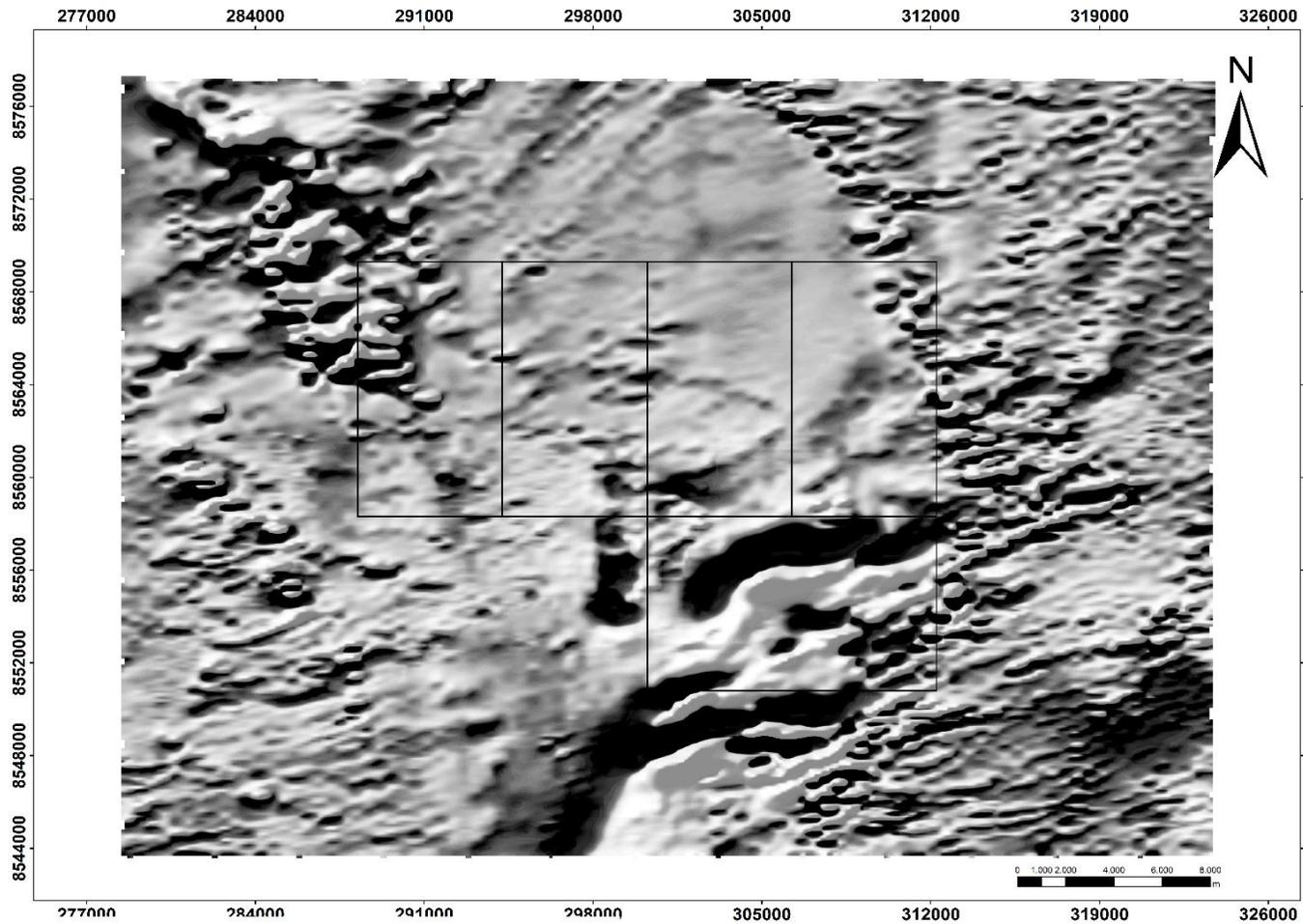
Coordenação  
Federico Alberto  
Martino Giorgioni  
Nilson Botelho  
Valmir Souza  
Elton Dantas



IG | Instituto de Geociências



# Mapa Geofísico DZ - TF 21



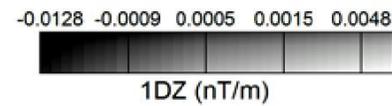
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Sistema de coordenadas projetadas: UTM  
Zona 23 S

Equipe:  
Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias  
Subárea II - 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

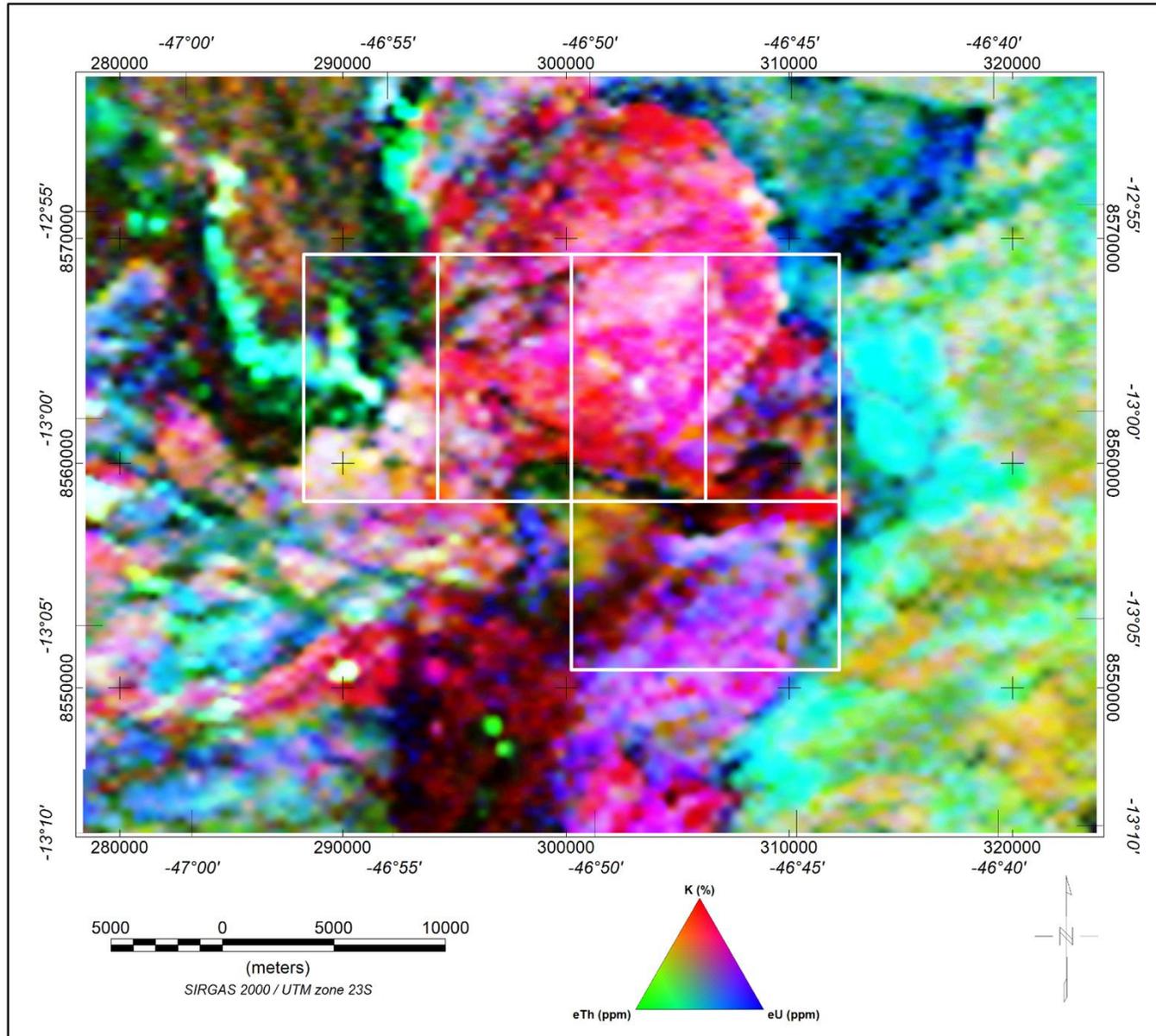
Coordenação  
Federico Alberto  
Martino Giorgioni  
Nilson Botelho  
Valmir Souza  
Elton Dantas



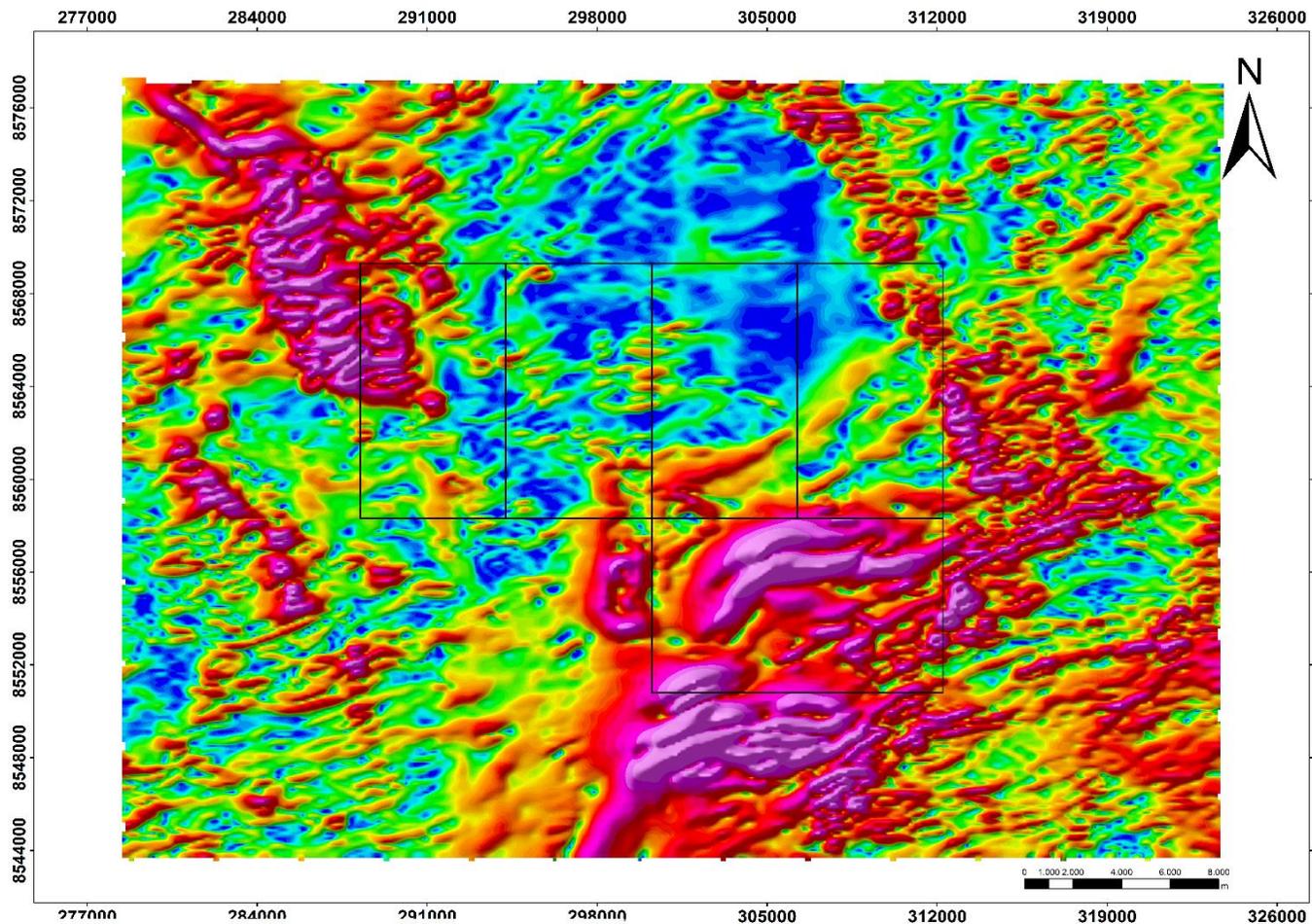
IG | Instituto de Geociências



# Mapa de Gamaespectrometria - Imagem Ternária RGB



# Mapa Geofísico GHT - TF 21



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

Equipe:  
Subárea I - Ariel Horst e Lucas Dias  
Subárea II - 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



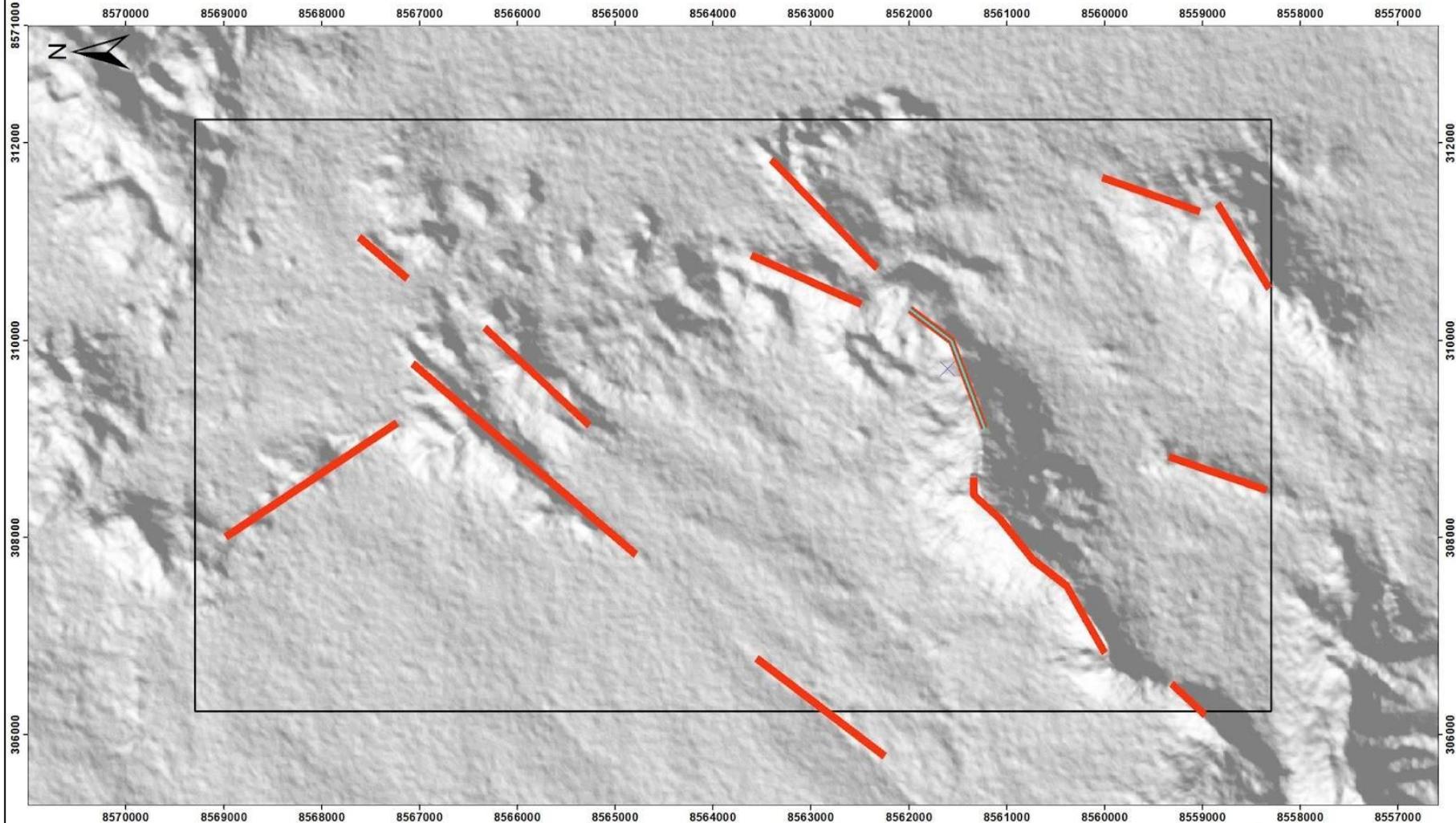
IG | Instituto de Geociências

0.0002 0.0008 0.0015 0.0026 0.0060



GHT (nT/m)

# Mapa de Lineamentos Morfoestruturais - Área IV - TF2021



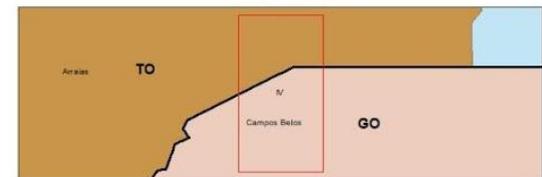
## Legenda

-  Lineamentos
-  Area IV

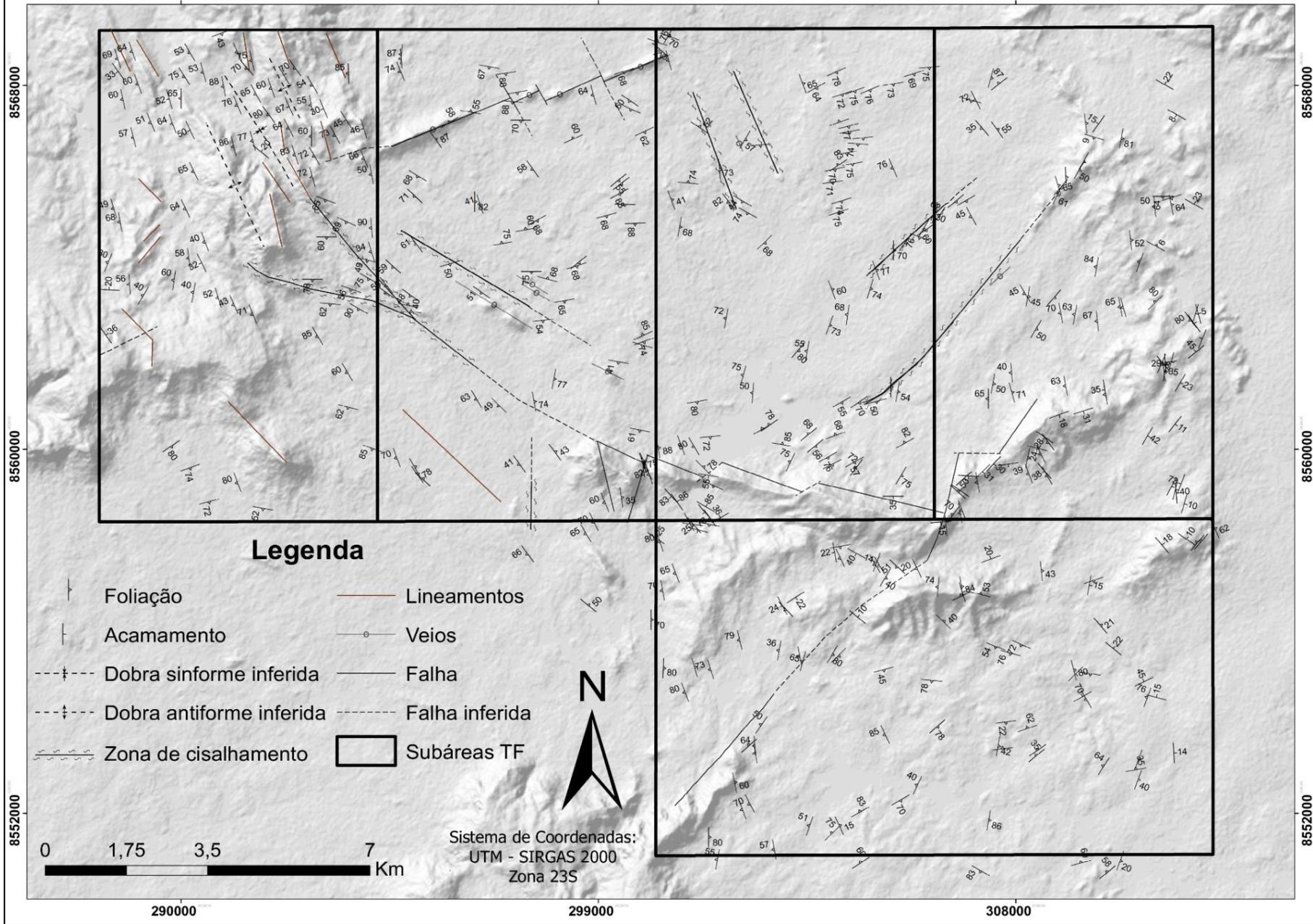


Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Sistema de Coordenadas Projetadas: Universal Transversa de Mercator Zona 23S  
Trabalho de Mapeamento Final de Graduação  
2021  
Equipe : João Marcus, Marina Ribeiro e Francisco Luís

## LOCALIZAÇÃO

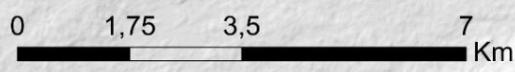


# Mapa Estrutural - Projeto Campos Belos



## Legenda

- |  |                          |  |                |
|--|--------------------------|--|----------------|
|  | Foliação                 |  | Lineamentos    |
|  | Acamamento               |  | Veios          |
|  | Dobra sinforme inferida  |  | Falha          |
|  | Dobra antiforme inferida |  | Falha inferida |
|  | Zona de cisalhamento     |  | Subáreas TF    |



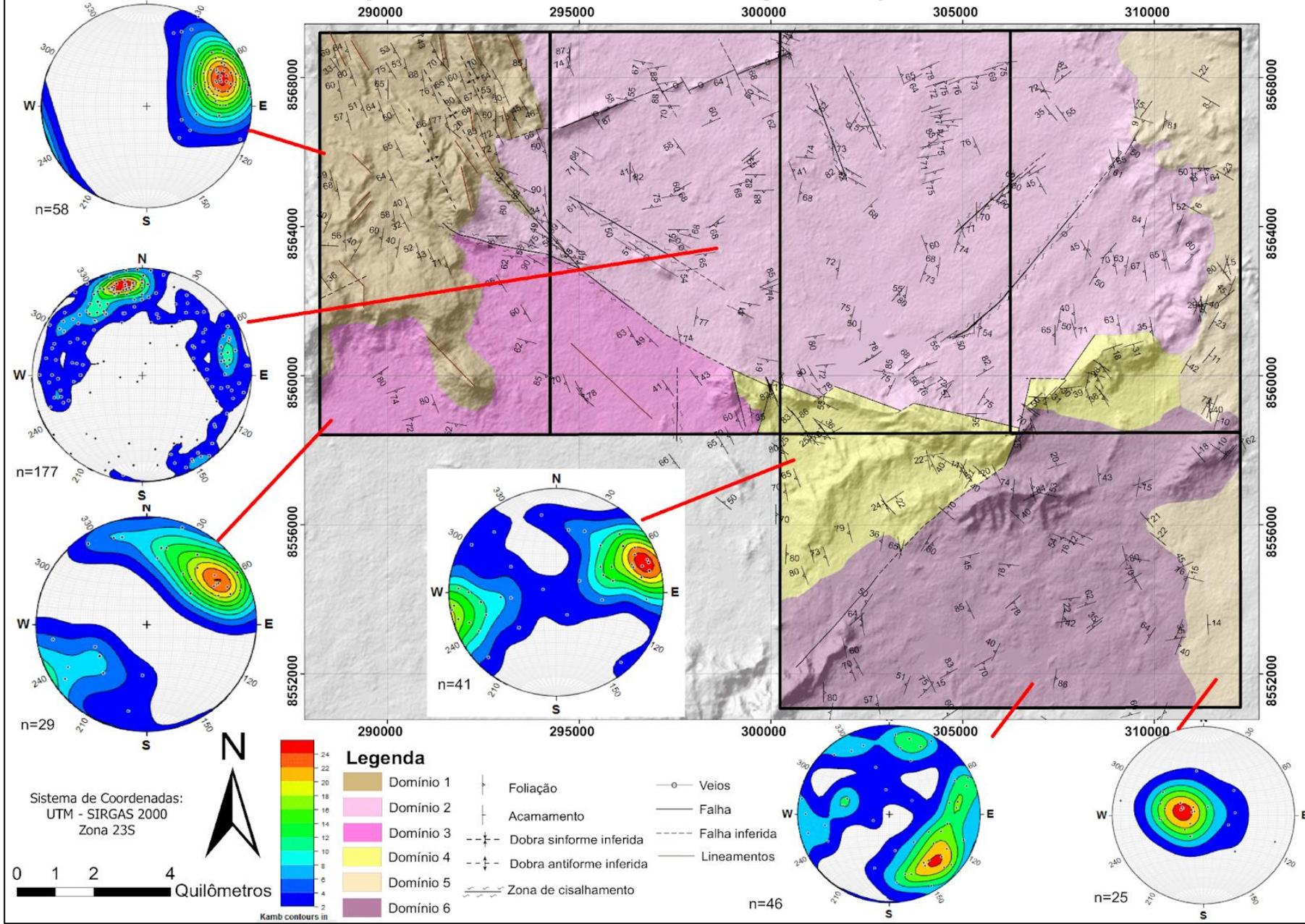
Sistema de Coordenadas:  
UTM - SIRGAS 2000  
Zona 23S

8568000  
8560000  
8552000

8568000  
8560000  
8552000

290000 299000 308000

# Mapa de domínios estruturais - Projeto Campos Belos

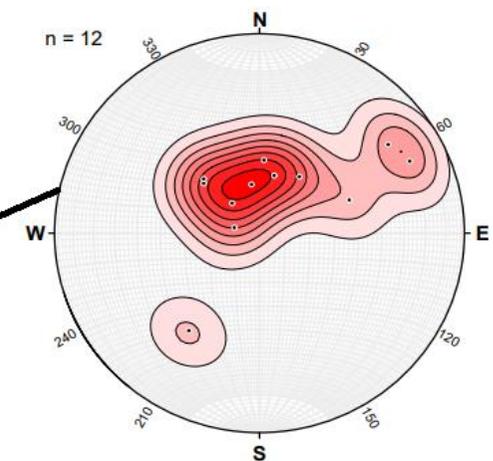
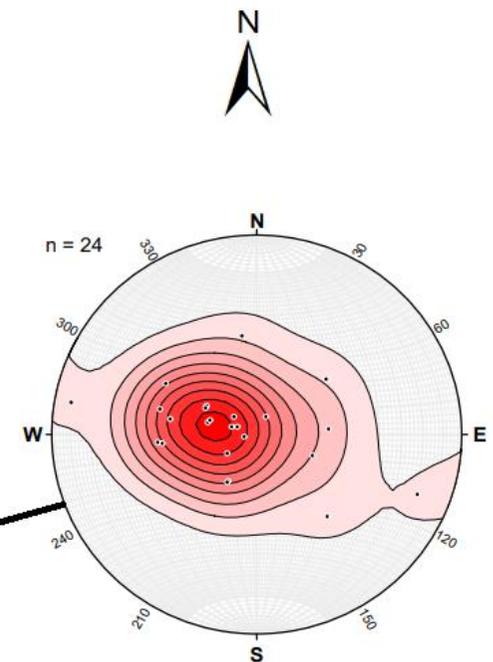
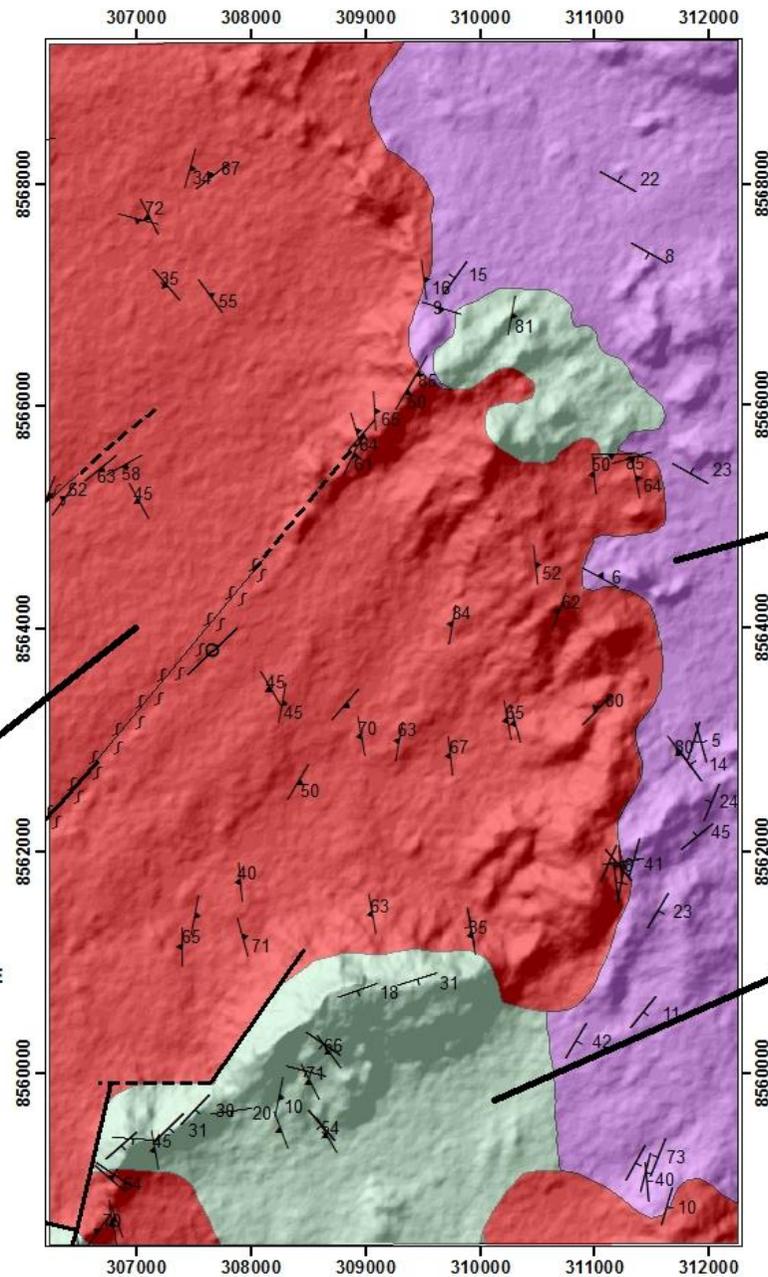
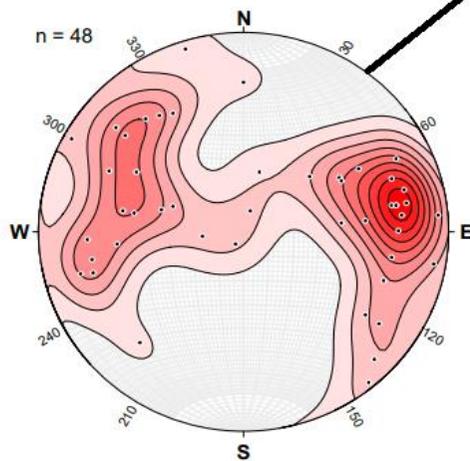


# Mapa de domínios estruturais - Subárea IV

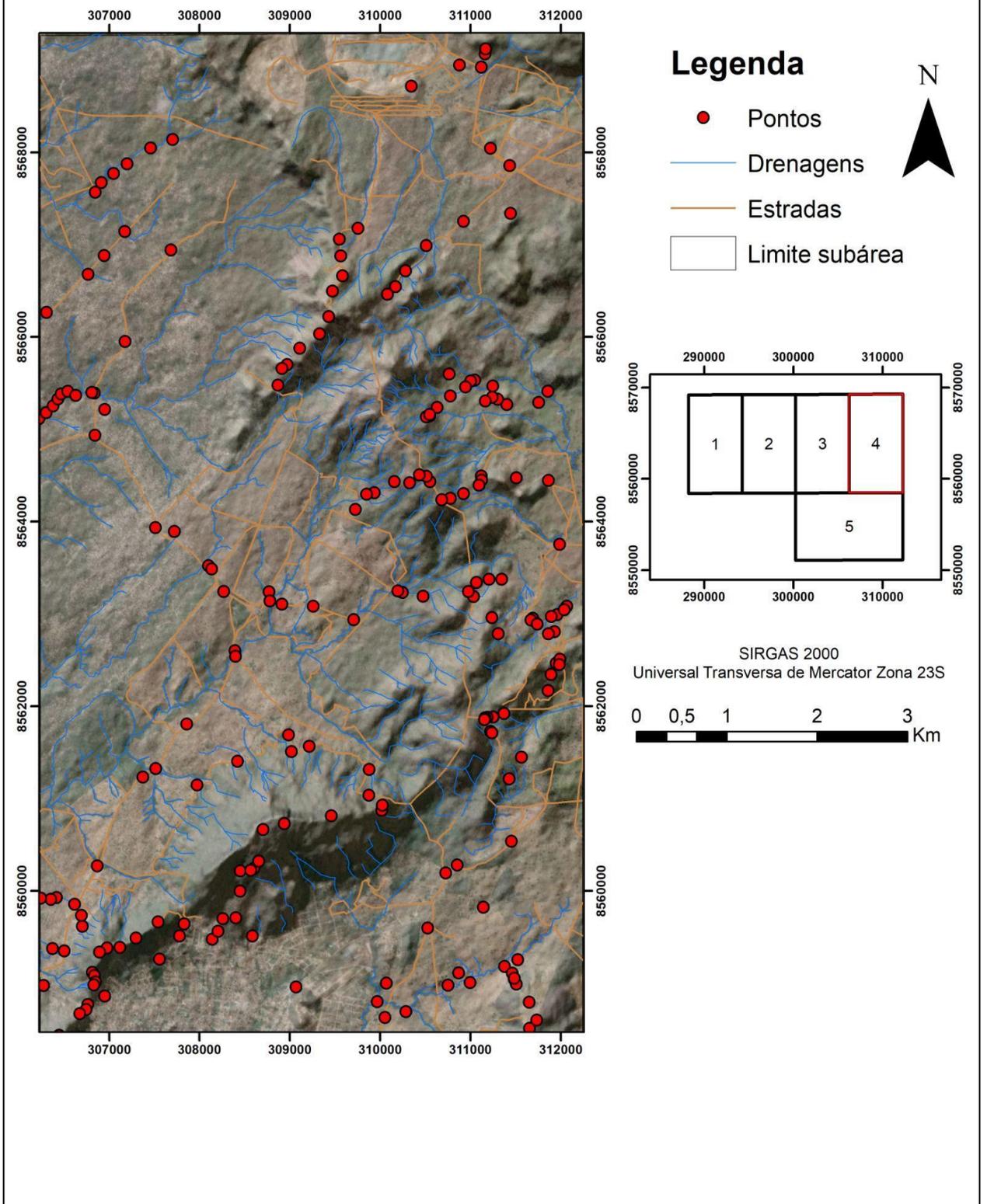
- Legenda**
- Domínio 1
  - Domínio 2
  - Domínio 3
  - Foliação
  - Acamamento
  - Veios
  - Zona de cisalhamento
  - Falha
  - Falha Inferida
  - Área IV

0 0,3 0,6 1,2 1,8 Km

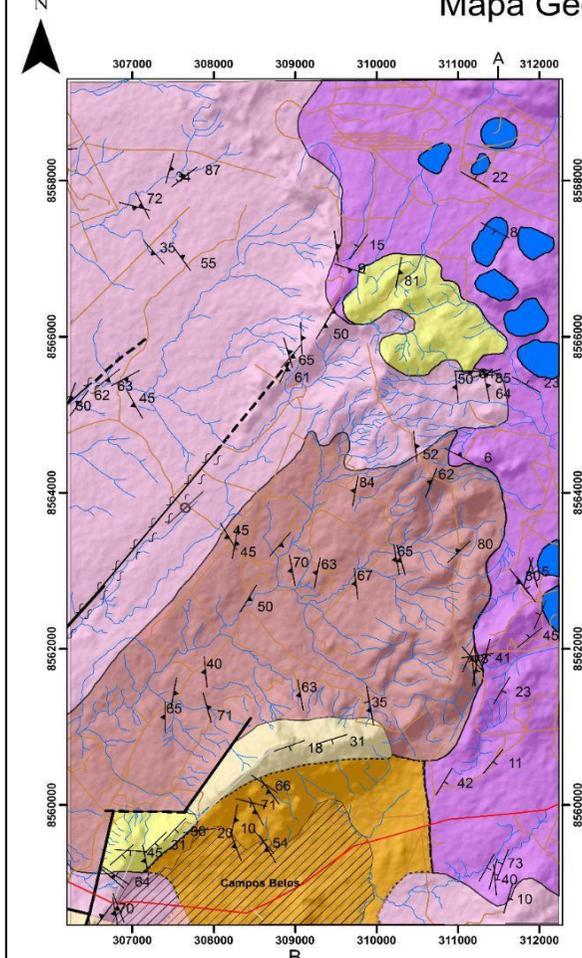
Sistema de Coordenadas  
UTM - SIRGAS 2000  
Zona 23S



# MAPA DE PONTOS - SUBÁREA IV



# Mapa Geológico Subárea IV - Projeto Campos Belos TF2021



## UNIDADES GEOLÓGICAS

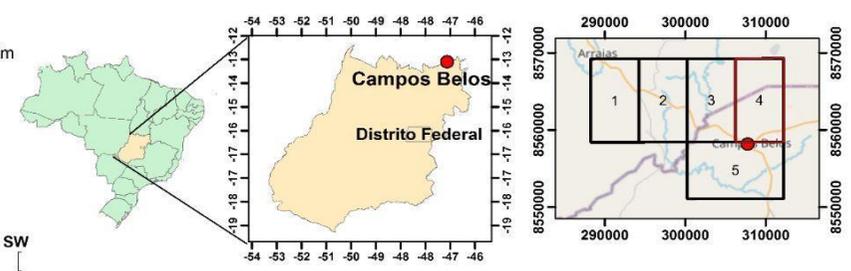
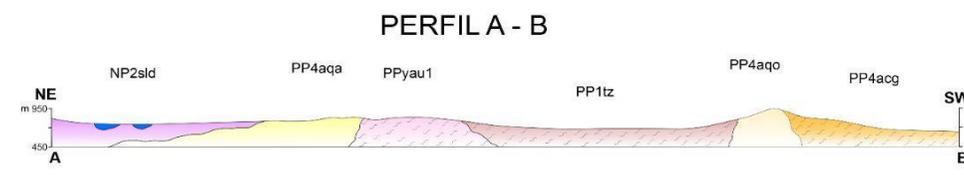
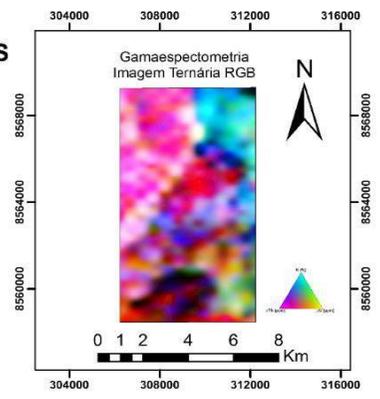
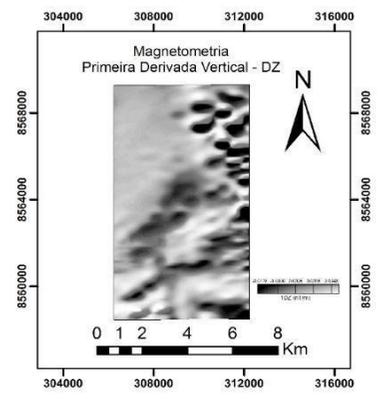
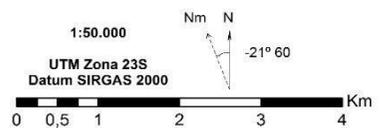
- Neoproterozoico**
- Ediacariano**
- Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas**
- NP2sld-Rochas carbonáticas
  - NP2sld-Siltito
- Paleoproterozoico**
- Estateriano**
- Grupo Araí - Formação Arraías**
- PP4aqa - Quartzito
  - PP4aqo - Meta-quartzo arenito
  - PP4acg Meta - conglomerado
- Riaciono**
- Suíte Aurumina**
- PPyau1 - Muscovita-biotita monzogranito
- Formação Ticunzal**
- PP1tz - Grafita xisto e mica xisto

## CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

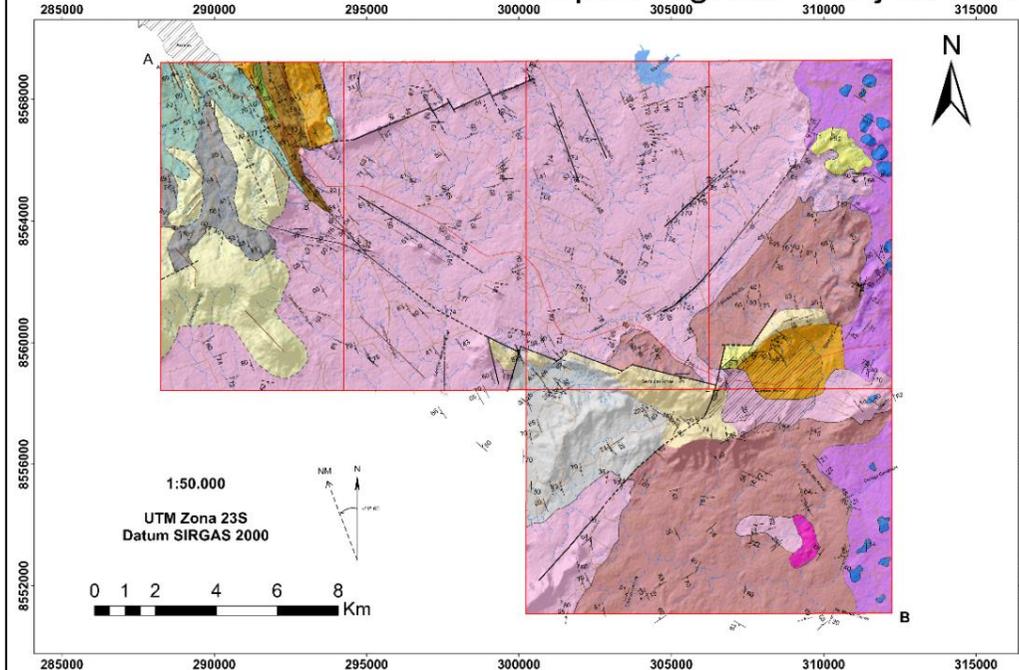
- Foliação
- Acamamento
- Contato
- Contato Inferido
- Veios
- Zona de cisalhamento dextral
- Falha
- Falha Inferida
- Lineamentos estruturais

## CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Área Urbana
- Rodovia
- Subárea IV
- Drenagens
- Vias não pavimentadas



# Mapa Integrado - Projeto Campos Belos - TF2021



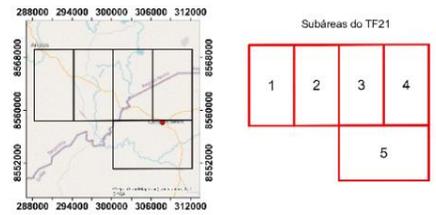
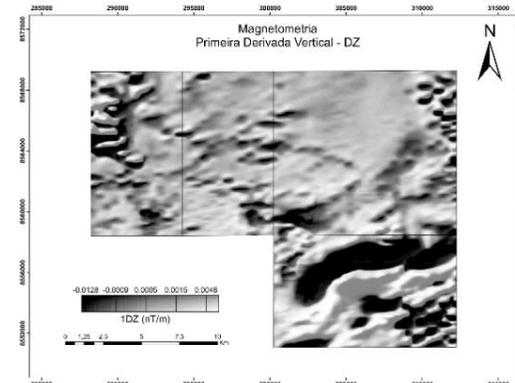
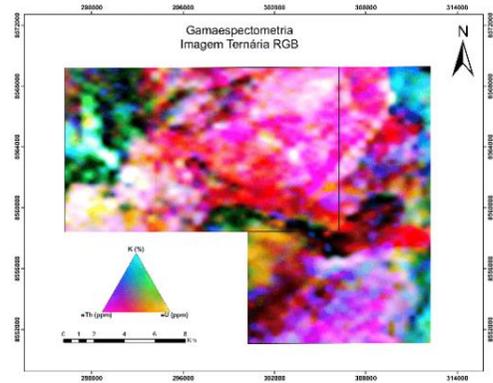
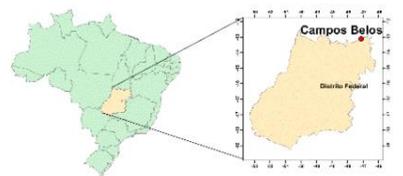
- UNIDADES GEOLÓGICAS**
- Neoproterozóico**
- Ediacariano**
- Grupo Bambuí - Formação Sete Lagoas**
- NP2sid - Rochas carbonáticas
  - NP2sid - Siltito
- Paleoproterozóico**
- Esterateriano**
- Grupo Araí - Formação Arraias**
- PP4aq - Quartzito
  - PP4ac - Meta-vulcanoclásticas ácidas
  - PP4am - Meta-quartzito arenito com intraclastos
  - PP4ai - Meta-lamito arenoso
  - PP4aqo - Meta-quartzito arenito
  - PP4aβ - Meta-basaltos
  - PP4amas - Meta-arenito subarcoseano
  - PP4a - Rochas metassedimentares indiferenciadas
  - PP4acg - Meta-conglomerado
- Riacciano**
- Suite Aurumina**
- PPy2au2 - Biotita-muscovita monzogranito
  - PPy2au1 - Muscovita-biotita monzogranito
- Formação Ticunzal**
- PP1tz - Grafita xisto e mica-xisto

- CONVENÇÕES GEOLÓGICAS**
- Foliação
  - Acamamento
  - Milonito
  - Dobra sinforme inferida
  - Dobra antiforme inferida
  - Zona de cisalhamento
  - Lineamentos
  - Valios
  - 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 Crispi Pivessan 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 Suelten Santos Magalhães



<b>Pontos</b>	<b>Northing</b>	<b>Easting</b>	<b>Altitude</b>	<b>Unidade</b>
1	8564543	312714	707	Grupo Bambuí
2	8564488	310950	726	Grupo Bambuí
3	8564445	311372	757	Grupo Bambuí
4	8563752	311985	717	Grupo Bambuí
5	8563155	312145		Grupo Bambuí
6	8562989	311957	724	Grupo Bambuí
6	8562989	311957	724	Grupo Bambuí
7	8562805	311931	732	Grupo Bambuí
8	8562508	311989	751	Grupo Bambuí
9	8562449	311984	747	Grupo Bambuí
10	8562467	311948	756	Grupo Bambuí
11	8562344	311890	754	Grupo Bambuí
12	8562169	311861	741	Grupo Bambuí
13	8561921	311371	793	Grupo Bambuí
14	8561882	311250	803	Grupo Bambuí
15	8561880	311186	810	Grupo Bambuí
16	8561873	311162	811	Grupo Bambuí
17	8561855	311155	811	Grupo Bambuí
18	8561727	311221	801	Grupo Bambuí
19	8561711	311239	800	Grupo Bambuí
20	8561211	311429	761	Grupo Bambuí
21	8561448	311564	770	Grupo Bambuí
22	8560535	311454	721	Grupo Bambuí
23	8560279	310854	692	Grupo Bambuí
24	8560193	310725	682	Grupo Bambuí
25	8564742	305972	599	Suíte Aurumina
26	8565026	306068	602	Suíte Aurumina
27	8565113	306223	606	Suíte Aurumina
28	8565179	306303	607	Suíte Aurumina
29	8565250	306380	607	Suíte Aurumina
30	8565326	306433	609	Suíte Aurumina
31	8565380	306467	610	Suíte Aurumina
32	8565409	306540	613	Suíte Aurumina

33	8565366	306629	615	Suíte Aurumina
34	8565390	306836	618	Suíte Aurumina
35	8564935	306842	624	Suíte Aurumina
36	8563934	307512	645	Suíte Aurumina
37	8563892	307721	646	Suíte Aurumina
38	8563519	308100	645	Suíte Aurumina
39	8563487	308134	647	Formação Ticunzal
40	8563240	308269	652	Suíte Aurumina
41	8562599	308393	625	Suíte Aurumina
42	8562539	308398	624	Formação Ticunzal
43	8561805	307859	627	Formação Ticunzal
44	8561323	307516	621	Formação Ticunzal
45	8561231	307373	623	Formação Ticunzal
46	8560270	306869	621	Suíte Aurumina
48	8568920	311121	726	Grupo Bambuí
49	8569064	311161	742	Grupo Bambuí
50	8569119	311168	759	Grupo Bambuí
51	8568944	310878	715	Grupo Bambuí
52	8568042	311221	723	Grupo Bambuí
53	8567854	311434	736	Grupo Bambuí
54	8567338	311442	750	Grupo Bambuí
55	8566988	310509	760	Grupo Araí
56	8566715	310282	792	Grupo Bambuí
58	8566543	310170	801	Grupo Araí
59	8566049	313048	715	Grupo Bambuí
61	8558999	310070	644	Grupo Bambuí
62	8558798	309968	634	Grupo Araí
63	8558629	310054	639	Grupo Araí
64	8558693	310283	639	Suíte Aurumina
65	8558977	310751	646	Formação Jequitaiá
66	8559179	311378	663	Grupo Bambuí
67	8559107	311462	686	Grupo Bambuí

68	8559042	311485	705	Grupo Bambuí
69	8558990	311508	723	Grupo Bambuí
70	8558793	311649	766	Grupo Bambuí
71	8558600	311734	786	Grupo Bambuí
72	8559252	311523	672	Grupo Bambuí
73	8559821	311142	677	Grupo Bambuí
73	8565411	311856	706	Grupo Bambuí
74	8565289	311754		Grupo Araí
75	8565268	311401	712	Formação Ticunzal
76	8565325	311301	729	Suíte Aurumina
77	8565345	311240	734	Grupo Araí
78	8565304	311163	740	Suíte Aurumina
79	8565467	311246		Suíte Aurumina
80	8565530	311047	723	Grupo Araí
81	8565520	311002		Suíte Aurumina
82	8565457	310945	726	Suíte Aurumina
83	8565596	310763	734	Suíte Aurumina
84	8565361	310776	752	Grupo Araí
85	8565236	310631	752	Grupo Araí
86	8565143	310548	755	Formação Ticunzal
87	8565133	310510	761	Grupo Araí
88	8565159	310547		Grupo Araí
89	8564492	311118	733	Formação Ticunzal
90	8564447	311124	763	Grupo Bambuí
91	8564395	311096		Formação Ticunzal
92	8564300	310922	761	Formação Ticunzal
93	8564252	310777	772	Formação Ticunzal
94	8564236	310680		Formação Ticunzal
95	8564432	310551	813	Suíte Aurumina
96	8564490	310515	815	Formação Ticunzal
97	8564507	310433		Grupo Araí
98	8564421	310325	827	Suíte Aurumina

99	8564433	310159	816	Suíte Aurumina
100	8564313	309934		Suíte Aurumina
101	8564294	309851	703	Formação Ticunzal
102	8564132	309726	680	Formação Ticunzal
103	8563239	308772		Formação Ticunzal
104	8559511	308587		Formação Ticunzal
105	8565212	306952	623	Suíte Aurumina
106	8565396	306809	617	Suíte Aurumina
107	8566265	306306	631	Suíte Aurumina
108	8566676	306768	637	Suíte Aurumina
109	8566879	306946	644	Suíte Aurumina
110	8567141	307174	641	Suíte Aurumina
111	8567565	306846	634	Suíte Aurumina
112	8567671	306914	636	Suíte Aurumina
113	8567770	307049	640	Suíte Aurumina
114	8567875	307197	645	Suíte Aurumina
115	8568047	307459	652	Suíte Aurumina
116	8568136	307705	658	Suíte Aurumina
117	8566942	307685	659	Suíte Aurumina
118	8565950	307177	634	Suíte Aurumina
119	8559476	308142	678	Grupo Araí
120	8559562	308204	691	Grupo Araí
121	8559698	308260	711	Grupo Araí
122	8559708	308401	722	Grupo Araí
123	8559998	308450	768	Grupo Araí
124	8560216	308451	833	Grupo Araí
125	8560221	308567	852	Grupo Araí
126	8560245	308602	866	Grupo Araí
127	8560322	308656	894	Grupo Araí
128	8560663	308704	962	Grupo Araí
129	8560726	308938	973	Grupo Araí
130	8560811	309459	921	Grupo Araí

131	8560873	310018	840	Grupo Araí
132	8560927	310025	830	Formação Ticunzal
133	8561033	309876	768	Formação Ticunzal
134	8561315	309880	683	Formação Ticunzal
135	8561565	309216	671	Formação Ticunzal
136	8561507	309017	678	Formação Ticunzal
137	8561689	308987	662	Suíte Aurumina
138	8561402	308422	660	Suíte Aurumina
139	8561147	307974	645	Suíte Aurumina
140	8558768	306763	677	Suíte Aurumina
141	8562954	311690	734	Grupo Bambuí
142	8562933	311670	735	Grupo Bambuí
143	8562889	311739	729	Grupo Bambuí
144	8562972	311893	722	Grupo Bambuí
145	8563043	312036	721	Grupo Bambuí
146	8562783	311863	732	Grupo Bambuí
147	8562783	311308	767	Formação Ticunzal
148	8562959	311237	768	Formação Ticunzal
149	8563373	311346	729	Formação Ticunzal
150	8563373	311205	724	Formação Ticunzal
151	8563340	311064	733	Formação Ticunzal
152	8563187	311035	723	Formação Ticunzal
153	8563242	310976	717	Formação Ticunzal
154	8563190	310474	680	Formação Ticunzal
156	8563247	310195	659	Suíte Aurumina
157	8562937	309708	644	Suíte Aurumina
158	8563082	309259	654	Formação Ticunzal
159	8563105	308914	637	Formação Ticunzal
160	8563139	308779	634	Suíte Aurumina
161	8559640	307830	705	Grupo Araí
162	8559661	307540	761	Grupo Araí
163	8559488	307298	766	Grupo Araí

164	8559385	307118	775	Grupo Araí
165	8559382	306975	820	Grupo Araí
166	8559335	306892	816	Grupo Araí
167	8559117	306816	755	Grupo Araí
168	8559081	306837	747	Formação Ticunzal
169	8559013	306848	733	Suíte Aurumina
170	8558979	306831	728	Suíte Aurumina
171	8558712	306744	683	Suíte Aurumina
172	8558669	306676	702	Suíte Aurumina
173	8558433	306446	795	Grupo Araí
174	8558373	306376	804	Grupo Bambuí
175	8568715	310344	714	Grupo Bambuí
176	8567174	309755	734	Grupo Bambuí
177	8567057	309549	766	Grupo Bambuí
178	8566875	309565	774	Grupo Bambuí
179	8566660	309584	807	Grupo Bambuí
180	8566220	309432	865	Grupo Bambuí
181	8566220	309432	881	Suíte Aurumina
182	8566220	309432		Suíte Aurumina
182	8566034	309330	878	Suíte Aurumina
183	8565877	309111	824	Suíte Aurumina
184	8565700	308971	792	Suíte Aurumina
185	8565657	308913	780	Suíte Aurumina
186	8565477	308870		Suíte Aurumina
ponto de controle	8563231	310247	661	Suíte Aurumina
119 (controle)	8569389	309502	695	Grupo Araí
controle	8566495	309471		Suíte Aurumina
controle 1	8566461	310080	815	Grupo Araí
controle 2	8567251	310921	745	Grupo Araí