



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS / FACULDADE DE GEOLOGIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU* À DISTÂNCIA**

Philippe Blanco de Oliveira

**Utilização de Técnicas de Exploração Geológica e Campanha de
Prospecção Geoquímica Aplicados na Pesquisa de Ouro (Au) e
Outros Metais nos Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa - Faixa
Brasília, município de Campinorte (GO).**

BELÉM (PA)

Agosto, 2016

Philippe Blanco de Oliveira

Utilização de Técnicas de Exploração Geológica e Campanha de Prospecção Geoquímica Aplicados na Pesquisa de Ouro (Au) e Outros Metais nos Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa - Faixa Brasília, município de Campinorte (GO).

Monografia apresentada ao Programa de Pós -
Graduação Lato Sensu do Instituto de
Geociências da Universidade Federal do Pará –
UFPA, em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Especialista em
Geologia de Minas e Técnicas de Lavra a Céu
Aberto.

Área de concentração: Tectônica, Petrologia e
Recursos Minerais.

Orientadora: MSC. Renata Hiraga de
Vasconcellos Cruz

**Belém-PA
Agosto, 2016**

Philippe Blanco de Oliveira

Utilização de Técnicas de Exploração Geológica e Campanha de Prospecção Geoquímica Aplicados na Pesquisa de Ouro (Au) e Outros Metais nos Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa - Faixa Brasília, município de Campinorte (GO).

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Especialista em Geologia de Minas e Técnicas de Lavra a Céu Aberto.
Área de concentração: Tectônica, Petrologia e Recursos Minerais.
Orientadora: Renata Hiraga de Vasconcellos Cruz

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

Banca examinadora:

Renata Hiraga de Vasconcellos Cruz
Mestre em Geologia
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Prof. Estanislau Luckzinski
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Carlos Marcelo Dias Ferreira
Doutor em Geologia
Universidade Federal do Pará

"A gente muda o mundo na mudança da mente"

Gabriel o Pensador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente as Empresas GM Serviço Técnico e Sondagem Ltda. e Campinorte Mineração S.A. por toda infraestrutura e apoio cedido para realização desta monografia, assim como permissão para publicação de diversos dados obtidos durante os mais de oito anos de pesquisa mineral realizados no local. Ao Diretor Paulo Roberto Amorim Orcioli pelo incentivo e ao Consultor Dr. Miguel Antônio Tupinambá Araújo Souza, professor da UERJ pelo suporte na etapa de mapeamento e ao Dr. Marcelo Salomão pela interpretação dos dados e elaboração dos mapas geoquímicos.

Aos Geólogos Renata Hiraga Vasconcellos Cruz que, além da obtenção da maioria dos dados aqui presente, se mostrou disposta a me orientar pacientemente e com grande maestria nesta dissertação, sendo de ajuda inestimável para elaboração desta obra. Aos demais geólogos Marcela Lobato, Giselle Mota, Fernanda Gonçalves, Heuzer Gustavo de Bastos e outros que contribuíram nas etapas de campo e/ou escritório.

A todos os demais funcionários das duas empresas citadas, tanto dos funcionários locados na cede no Estado do Rio de Janeiro, quanto em campo no município de Campinorte, Estado de Goiás.

Menciono também os laboratórios SGSGeossol, ACME Labs para elaboração de todos os resultados geoquímicos aqui presentes e o LGPA-UERJ para confecção das lâminas petrográficas.

Aos professores e funcionários da UFPA, principalmente a Carla Tayanna Silva, por toda a ajuda, solidariedade e comprometimento com o curso.

Por último agradeço a minha família e amigos por ser todo o alicerce, me suportando nos momentos ruins e dividindo os momentos bons. A esses que dedico essa obra.

SUMÁRIO

Índice de Figuras	09
Lista de Siglas e Abreviaturas	11
Resumo	12
Abstract	13
I. INTRODUÇÃO.....	14
II. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	15
II.1. Localização e vias de acesso.....	15
II.2. Aspectos Sócio Econômicos dos Municípios de Campinorte e Uruaçu.....	16
II.3. Aspectos Fisiográficos.....	17
II.3.1. Clima.....	17
II.3.2. Morfologia.....	18
II.3.3. Fauna e Flora.....	21
II.3.4. Solos.....	22
II.3.5. Hidrografia.....	23
II.4. Histórico da Área.....	25
II.4.1. Correlações do Depósito Chapada com o Projeto Campinorte.....	27
III. METODOLOGIA DO SERVIÇO.....	29
III.1. Serviços de Implantação – Acampamento Base.....	30
III.2. Levantamento Bibliográfico.....	31
III.3. Topografia e Memorial descritivo das áreas.....	32
III.4. Mapeamento Geológico.....	32
III.5. Tipos de Amostragem.....	34
III.5.1. Prospecção Através de Minerais Pesados.....	34
III.5.2. Perfuração de Poços.....	35
III.5.3. Abertura de Trincheiras.....	37
III.5.4. Preparação de amostras.....	38
III.5.4.a) Programa de moagem e concentrado de rochas.....	39
III.5.4.b) Amostragens Volumétricas.....	40
III.5.4.c) Análise granulométrica de minerais.....	42
III.5.4.d) Separação, concentração e análises mineralógicas de minerais pesados.....	43
III.5.5. Sondagens Rotativas Diamantadas.....	44
III.5.6. Análise Química.....	45
III.5.6.a) ICM14B.....	46
III.5.6.b) ICP12B.....	46
III.5.6.c) ICP95A.....	47
III.5.6.d) FAA505.....	47

III.5.6.e) 1E	48
III.5.6.f) 1F – (Ultratrace by ICP Mass Spec)	49
III.5.6.g) 4A	49
III.5.6.h) 4B	50
III.5.7. Dados Físicos de Produção	50
III.5.7.a) Dados de Mapeamento	50
III.5.7.b) Prospecção Geoquímica	51
III.5.7.c) Equipamento de trabalho em campo	51
IV. GEOLOGIA REGIONAL	52
IV.1. Considerações Gerais	52
IV.2. Contexto Geotectônico	53
IV.2.1. Província Tocantins	53
IV.2.1.a) Faixa Brasília	55
(I) Terrenos Granito-Greenstone	57
(II) Sequências Metavulcanosedimentares	57
• Complexo Hidrolina	58
• Sequência metavulcano-sedimentar Campinorte	58
• Suíte plutônica Pau-de-Mel	59
• Grupo Serra da Mesa	60
• Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas	61
• Depósitos aluvionares	61
(III) Arco Magmático de Goiás	62
IV.2.1.b) Evolução Tectônica e Metamorfismo	62
V. GEOLOGIA LOCAL	64
V.1. Unidades Litológicas	66
V.1.1. Formação Córrego Palmeira	66
V.1.1.a) (Grafita)-quartzo micaxisto	66
V.1.1.b) Quartzo micaxisto	67
V.1.2. Formação Córrego Miéis	70
V.1.2.a) Micaxisto Carbonático	70
V.1.3. Formação Córrego do Encosto	71
V.1.3.a) (Biotita-Pirita) - quartzo micaxisto	71
V.1.4. Corpos isolados de Calcário e Quartzitos	73
V.1.4.a) Calcários	73
V.1.4.b) Quartzito	76
V.1.5. Veios de quartzo tardios e zonas de contato	77
V.1.5.a) Veios de quartzo Tardios	77
V.1.6. Aluviões Recentes	79
V.1.6.a) Córrego Miéis	80
V.1.6.b) Córrego Criminoso	82
V.1.6.c) Córrego Palmeira	83

V.2. Geologia Estrutural.....	85
V.2.1. Sistema de Cisalhamento Rúptil.....	86
V.2.2. Fraturas e juntas preenchidas por veios de quartzo.....	89
VI. ANÁLISE GEOQUÍMICA.....	92
VI.1. Elemento Prata (Ag).....	95
VI.2. Elemento Ouro (Au).....	96
VI.3. Elemento Arsênio (As).....	98
VI.4. Elemento Bário (Ba).....	99
VI.5. Elemento Bismuto (Bi).....	100
VI.6. Elemento Cério (Ce).....	101
VI.7. Elemento Cobre (Cu).....	102
VI.8. Elemento Lantânio (La).....	102
VI.9. Elemento Estrôncio (Sr).....	104
VI.10. Elemento Titânio (Ti).....	106
VI.11. Elemento Ítrio (Y).....	107
VII. CONCLUSÕES.....	108
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.01	- Localização da área de pesquisa e principais vias de acesso..	14
Figura 2.03.1	- Gráfico demonstrando a variação pluviométrica média ao longo do ano no município de Campinorte.....	17
Figura 2.03.5	- Rede hidrográfica dos afluentes da margem esquerda do Rio Maranhão.....	23
Figura 2.04	- Mapa geológico da Mina da Chapada.....	26
Figura 4.02.1	- Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins.....	53
Figura 4.02.01.a)	- Recorte do mapa geológico regional, com seção geológica interpretativa e destaque para as grandes falhas de empurrão.....	55
Figura 05	- Mapa geológico local, com as unidades individualizadas e propostas neste estudo.....	64
Figura 5.02.1	- Sistemas de cisalhamento rúpteis na área do projeto. SCRMM - sistema de cisalhamento rúptil do Rio Miéis; SCRCC- sistema de cisalhamento rúptil do Córrego do Criminoso; SCRSC- Sistema de Cisalhamento Rúptil da Serra do Encosto.....	86
Figura 5.02.2	- Vista em planta do caráter dúctil-rúptil em zona de cisalhamento destal de atitude N12E/80SE. Observar arrasto dúctil em um bloco da falha e paralelismo da foliação no outro bloco.....	87
Figura 5.02.3	- Feições de perda de volume em zona de cisalhamento rúptil de atitude 318/85.....	87
Figura 5.02.4	- Representação esquemática do sistema de fraturamento em quartzito xisto da Fm. Córrego do Encosto.....	88
Figura 5.02.5	- Sistema de fraturamento em quartzito xisto grafitoso da Fm. Córrego do Palmeira.....	89
Figura 06	- Recorte do mapa de pontos, mostrando a malha utilizada para coleta de amostra e prospecção geoquímica.....	90
Figura 6.01	- Mapa geológico da área de pesquisa, mostrando as principais ocorrências de prata presentes na região.....	95
Figura 6.02	- Mapa geológico da área de pesquisa, mostrando as principais ocorrências de ouro presentes na região.....	96

Figura 6.03 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de arsênio presentes na região.....	97
Figura 6.04 - Mapa de isoteores da área de pesquisa,mostrando as principais anomalias de bário presentes na região.....	98
Figura 6.05 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de bismuto presentes na região.....	99
Figura 6.06 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de cério presentes na região.....	100
Figura 6.07 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de cobre presentes na região.....	102
Figura 6.08 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de lantânio presentes na região.....	103
Figura 6.09 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de estrôncio presentes na região.....	104
Figura 6.10 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de titânio presentes na região.....	105
Figura 6.11 - Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de ítrio presentes na região.....	106

LISTA DE SIGLA E ABREVIATURAS

CPRM	Serviço Geológico Brasileiro
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Elementos Químicos:

Ag	Prata	Pt	Platina
Al	Alumínio	Rb	Rubídio
As	Arsênio	Re	Rênio
Au	Ouro	S	Enxofre
B	Boro	Sb	Antimônio
Ba	Bário	Sc	Escândio
Be	Berílio	Se	Selênio
Bi	Bismuto	Sn	Estanho
Ca	Cálcio	Sr	Estrôncio
Ce	Cério	Ta	Tântalo
Cd	Cádmio	Te	Telúrio
Co	Cobalto	Th	Tório
Cr	Cromo	Tl	Tálio
Cs	Césio	U	Urânio
Cu	Cobre	V	Vanádio
Fe	Ferro	W	Tungstênio
Ga	Gálio	Y	Ítrio
Ge	Germânio	Zn	Zinco
Hf	Háfnio	Zr	Zircônio
Hg	Mercúrio		
In	Índio		
K	Potássio		
La	Lantânio		
Li	Lítio		
Lu	Lutécio		
Mg	Magnésio		
Mn	Manganês		
Mo	Molibdênio		
Na	Sódio		
Nb	Nióbio		
Ni	Níquel		
P	Fósforo		
Pb	Chumbo		
Pd	Paládio		

RESUMO

Esta monografia apresenta um estudo de caso focando técnicas de exploração geológica e prospecção geoquímica a partir de mapeamento geológico de semi-detalle (1:25.000), métodos investigativos diretos, campanha de amostragem e interpretação geoquímica, aplicados para a pesquisa mineral de ouro e outros metais nos Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa – município de Campinorte, estado de Goiás. O trabalho consistiu basicamente na interpretação dos resultados obtidos nas etapas de mapeamento geológico e campanha de amostragem e análises geoquímicas de superfície, obtidos ao longo de oito anos de pesquisa mineral realizado pelas empresas Cetenco S.A. e Campinorte Mineração S.A. O trabalho constou com cerca de 800 (oitocentas) descrições de afloramentos e mais de 1.000 (mil) análises químicas, principalmente de sedimento de corrente, concentrados de batéia e poços exploratórios. Também foram propostas nomenclaturas locais para as variações de xisto encontrados e realizada uma caracterização estrutural rúptil, voltada para compreensão dos eventos deformacionais e caracterização dos veios de quartzo auríferos. Como resultado, foram elaborados 11 (onze) mapas geoquímicos de superfície, variando entre mapas com pontos de concentração e curvas de isoteores, definindo assim, possíveis alvos para exploração mineral em futuras frentes de lavra para as substâncias de interesse.

PALAVRAS CHAVE: Mapeamento geológico, prospecção geoquímica, ouro, metais base

ABSTRACT

This monograph presents a case study focusing on geological exploration techniques and geochemical prospecting from geological mapping of semi-detailed (1:25.000), direct investigation methods, sampling campaign and geochemistry interpretation applied to mineral search from gold and other metals in Metasediments of the Serra da mesa Group – city of campinorte, state of Goiás. The work consisted mainly in the interpretation of results obtained in geological mapping and sampling campaign steps and surface geochemical analyzes obtained over eight years of mineral research carried out by companies Cetenco S.A. and Campinorte Mining S.A. The work consisted of about 800 (eight hundred) description of outcrops and more than 1.000 (one thousand) chemical analysis, mainly stream sediments, concentrates bateia and exploratory wells. There were local nomenclatures proposals for changes in shale found and held one brittle structural, focused on comprehension of deformational events and characterization of gold-bearing quartz veins. As a result, they were prepared 11 (eleven) geochemical maps of surface, ranging from maps with points of concentration and isotores curves, thus defining possible targets for mineral exploration in future mining fronts for substances of interest.

KEYWORDS: Geological mapping, geochemical exploration, gold, base metals

I. INTRODUÇÃO

O presente estudo pretende abordar o interesse na pesquisa mineral das ocorrências auríferas, bismutiníferas e titâníferas existentes no município de Campinorte, porção centro-norte do Estado de Goiás. Para isso o trabalho irá contar com mapeamento geológico em escala de semi-detalhe (1:25.000), descrição de furos de sondagem rotativa, perfuração de poços exploratórios e interpretação de resultados obtidos na etapa de prospecção geoquímica em uma área total de aproximadamente 150 km².

A região consta com um histórico de exploração de ouro, iniciado com os bandeirantes no século XVIII e intensificada entre as décadas de 30 e 40. Entretanto, foi na década de 80 que ocorreu uma verdadeira "febre do ouro" na região. Dados da época apontam a presença entre 1.500 e 2.000 garimpeiros na região e lavra de 360 kg de ouro apenas na Fazenda do Dedé (um dos locais onde a pesquisa será relatada de forma mais detalhada nesta dissertação). Ainda hoje, diversas trincheiras com dezenas a centenas de metros de extensão podem ser observadas no local da pesquisa mineral, o que corrobora de fato a intensidade da mineração por parte dos garimpeiros.

Na década de 90, o Grupo Cetenco S.A. adquiriu os direitos minerários na região e em 2002, devido à alta do preço do ouro no mercado, iniciou-se os trabalhos de pesquisa deste bem mineral e outros metais existentes na área de interesse. Esta tese pretende utilizar os dados obtidos desde o início da pesquisa mineral até o estágio atual de lavra exploratória na forma de um estudo de caso, detalhando o passo-a-passo da pesquisa mineral, assim como os resultados obtidos.

Por fim, a empresa Campinorte Mineração Ltda. foi criada, como uma extensão do Grupo Cetenco S.A. para executar a pesquisa mineral de 10 processos, totalizando 14.362,38 ha. A empresa Campinorte Mineração iniciou os trabalhos de pesquisa mineral no ano de 2008, entregando o Relatório Final de Pesquisa Integrado em Julho de 2013. Hoje, os processos se encontram no estágio de "Aguardando Aprovação" por parte do órgão competente, já que exigências mediante aos processos foram cumpridas, mas ainda sem resposta por parte do corpo técnico do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

II. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

II.1. Localização e vias de acesso

O conjunto de áreas está situado na localidade de Pau-Terra compreendida entre o Córrego Criminoso e Rio Miéis, na antiga Fazenda Miéis de propriedade da empresa Campinorte Mineração S/A. Está situada nas margens da estrada Campinorte-Campinaçu denominada GO-455-239, no município de Campinorte que se distancia 300 Km da capital Goiânia - GO (figura 2.01).

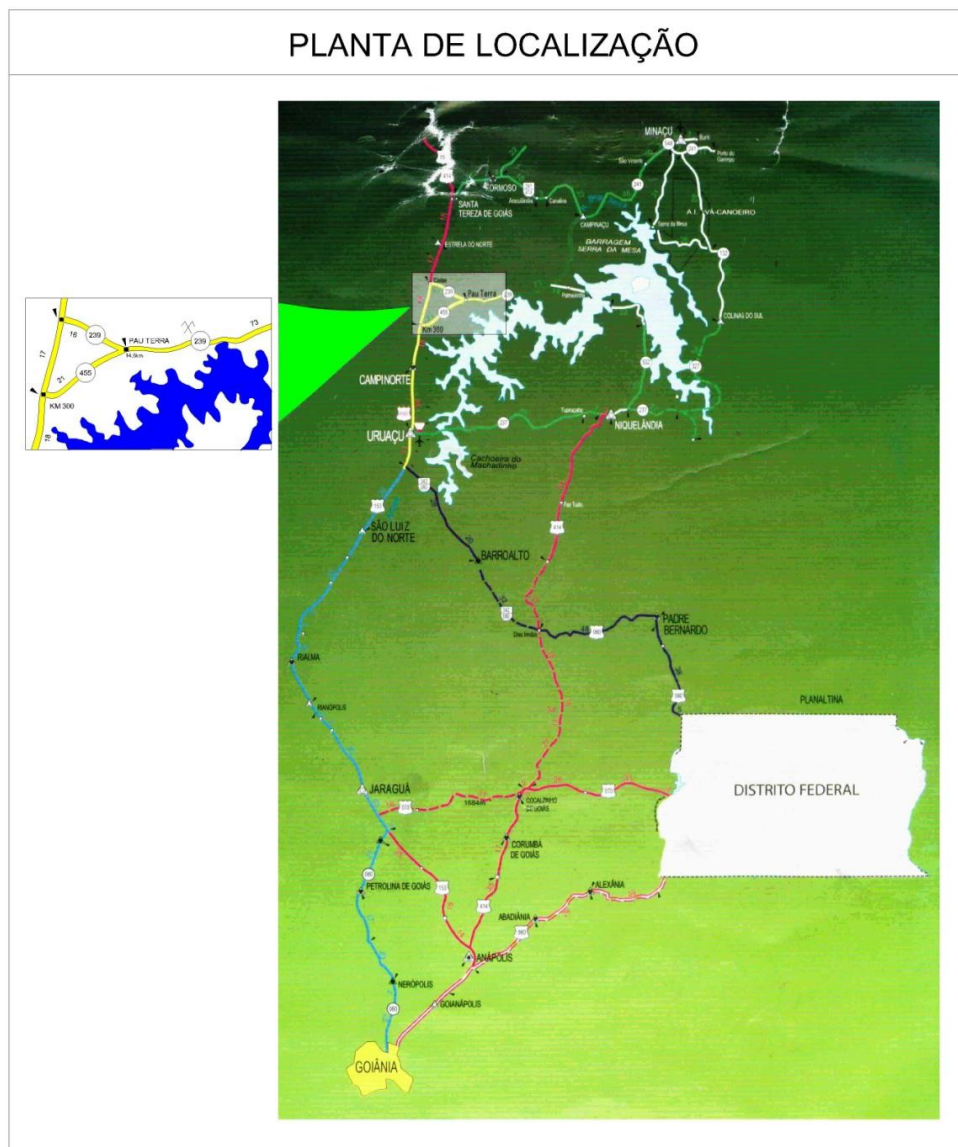


Figura 2.01: Localização da área de pesquisa e principais vias de acesso.

A principal forma de se chegar na área de pesquisa, via Brasília, se dá através da BR-080 via Brazilândia e Padre Bernardo num trecho de aproximadamente 140 km, daí segue-se até Barro Alto pela GO 342/080 por mais 80km, passando por Dois Irmãos. De Barro Alto prossegue-se em direção à BR 153 (Belém-Brasília) por mais 48km até o entroncamento da BR, onde toma-se a BR 153 em direção a Belém, passando-se pela entrada de Uruaçu e Campinorte até o Km 300, em trecho totalmente asfaltado. Aí, toma-se estrada GO-239 não pavimentada em direção a Campinaçu, passando-se por Pau Terra (ex Colinaçu), num trecho de aproximadamente 35 km até o acampamento-base do projeto, localizado na Fazenda Miéis.

II.2. Aspectos Sócio Econômicos dos Municípios de Campinorte e Uruaçu

Segundo dados do IBGE (2015), os principais fatores socioeconômicos referentes as cidades que serviram de apoio para pesquisa mineral, podemos citar:

- Campinorte é uma cidade com uma população de 12.071 habitantes e cerca de 1.067 Km² de área. Possui uma densidade populacional de aproximadamente 10 habitantes por Km² e um PIB per capita de R\$ 7.468,02 - segundo censo 2015 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Sua economia baseia-se na agropecuária, sendo a principal atividade a pecuária de bovinos. A cidade também se beneficia do atrativo turístico gerado pelo lago da Usina de Serra da Mesa, que é o maior lago artificial do Brasil.
- Uruaçu é uma cidade com uma população de 36.929 habitantes e área territorial de 2.142 Km². Segundo o IBGE (2015), apresenta densidade populacional de 17,25 hab./km² e PIB de R\$ 304.025,211 mil. O município tem seu perímetro urbano banhado pelas águas do Lago Serra da Mesa (54,4 bilhões de metros cúbicos em volume de água), formado a partir da construção da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa que vem atraído expressivo investimento na área de turismo, assim como ocorre com o município de Campinorte.

II.3 Aspectos Fisiográficos

II.3.1. Clima

O clima da região é tropical semi-úmido. Segundo Koppen, é classificado como do tipo **Aw**, o qual domina praticamente toda a área do planalto central brasileiro, caracterizado por 2 estações, uma rigorosamente seca (outono e inverno) de abril a outubro, e outra úmida com chuvas torrenciais (primavera-verão) ao resto do ano. A temperatura média varia entre 23° a 25° sendo considerada amena para todo o ano, porém ocorrem extremos quentes acima de 39°C e frios próximos de 5°C, sendo a média do mês mais quente de 27,2 °C - Setembro e o mês mais frio com média de 22,3 °C - Junho. A pluviosidade média anual é 1.714 mm, sendo que Julho é o mês mais seco, atingindo até 2 mm de média de chuva no mês, bem discrepante do mês de Janeiro, onde médias mostram 333 mm de pluviosidade, evidenciando esses dois extremos das estações seca e chuvosa (figura 2.03.1).

O regime de longo período de estiagem e chuvas torrenciais no verão, típicos do local, propicia elevado índice de lixiviação de solo e intensa laterização, como consequência, gerando solos pobres em nutrientes e muito ácidos, devido a rochas bastante silicáticas predominantes na área, que, aliadas a má distribuição hídrica e a impermeabilidade da capa laterítica, assim como da intensa insolação, fez desenvolverem-se a savana tropical com cerrados, campos sujos, e cerradões que cobrem toda a região.

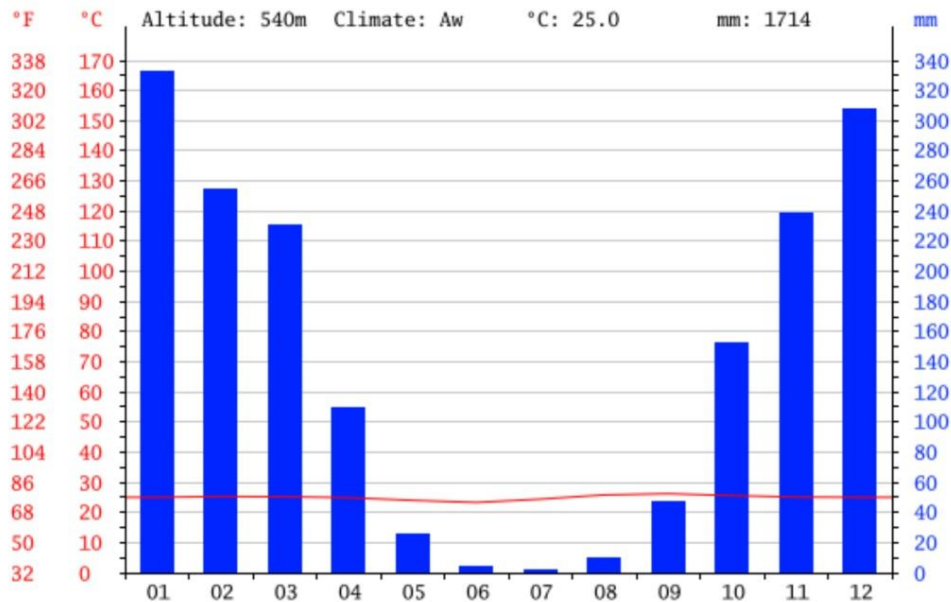


Figura 2.03.1: Gráfico demonstrando a variação pluviométrica média ao longo do ano no município de Campinorte. <http://pt.climate-data.org/location/43198/>

II.3.2. Morfologia

Segundo o Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do Estado de Goiás e Região Norte (1995), o nordeste do Estado de Goiás encontra-se no contato de vários domínios geomorfológicos. Suas feições são evidenciadas pela morfoestrutura que o clima retrabalhou, contrastando formas dissecadas e rebaixadas, interpostas a formas conservadas, que representam remanescentes da topografia mais antiga. É drenada pelos rios Paranã e Maranhão, formadores do Tocantins.

Os municípios de Campinorte e Uruaçu estão localizados na região centro-oeste do Brasil, possuindo um relevo bastante variado, com planaltos, chapadas, vales. Esta compartimentação morfológica é conhecida como *Maciço Goiano*, nela insere-se a unidade geomorfológica Serra da Mesa.

O Maciço Goiano está localizado na porção noroeste da Faixa Brasília, formando um alto do embasamento arqueano que deve ter recebido pequena cobertura sedimentar, a qual foi envolvida juntamente com o embasamento e as faixas orogênicas vizinhas. Como conseqüências desses fenômenos originam-se grandes divisores hidrográficos regionais, constituídos pelo maciço goiano. As orientações e controles direcionais se relacionam com a imposição orográfica do

Maciço Goiano (remobilizado no Proterozóico Superior) e às faixas tectônicas Brasilianas que sempre tiveram uma participação fundamental na modelagem do relevo. Ainda como fruto da orogênese Brasiliana constata-se orientações definidas por falhamentos normais de grandes proporções, como as evidenciadas através do rio Palmeira. O entalhamento dos talwegues por epigenia favoreceu a evolução das vertentes, ficando restos de paleoplanos, testemunhando aplanamentos terciários.

A Serra da Mesa está inserida no Maciço Goiano e suas ramificações se fazem presente regionalmente, constituindo-se também como pontos de referência de limites entre o Município de Campinorte e outros Municípios circunvizinhos. Das ramificações da Serra Mesa, temos de grande importância no Município: Serra do Barro Vermelho ou Gongo, Serra da Titara ou Quitara, Serra do Mieis, Serra Amaro Leite, Serra Grande e Serra das Trombas. Alguns pontos mais altos são mais conhecidos como: Morro do Vento, Morro do Gongo, Morro Agudo, Morro da Onça, Morro do Cavalo e Serra do Encosto.

O relevo predominante do local é definido como planalto (nos locais mais altos são chamados de serras). Há variação de relevo no local que ocorrem devido a heterogeneidade das rochas locais; responsáveis pela formação de áreas de planaltos bastante trabalhadas pela erosão, bem como chapadas, principalmente quando sob terrenos cristalinos e sedimentares antigos. As maiores altitudes localizam-se a norte, na Serra do Encosto (789-893 metros - Foto 01). As altitudes mais baixas ocorrem especialmente nos vales localizadas a sul da integração das áreas e a jusante do Córrego Miés. Modelados em micaxistos e calcários, os quartzitos (e/ou veios de quartzo) formam relevos de cristas em meio a relevos residuais de morros e serras isoladas, orientados segundo as direções principais NWW – NS e EW (foto 02). Neles observam-se contrafortes intensamente dissecados, em meio a perfil pedológico mal elaborado e associado muitas vezes com extensas cascalheiras.



Foto 01: Relevo das porções mais altas áreas (setor norte) visto do topo da Serra do Encosto.

Nas localidades onde afloram rochas carbonáticas ainda ocorrem terrenos com relevo cárstico, que, embora pouco expressivos, são representados por dolinas, morros arredondados ou morros residuais com vertentes fortemente inclinadas. Outro tipo de cobertura muito comum na região é o das crostas lateríticas ou cangas, disseminadas sobre as altas superfícies aplainadas.

O geossistema aluvional ocorre por toda a área, embora nem sempre seja cartografável. Alguns aluviões são fontes de ouro, rutilo, turmalina e prata, nos quais é comum a atividade garimpeira, como ocorre nos Córregos Miés, Criminoso e Palmeira.

Os vales aluvionais são compostos por depósitos holocênicos que constituem planícies e terraços fluviais, localizando-se ao longo do leito dos principais córregos da região. Esses depósitos quaternários são compostos em sua quase totalidade por areias finas a médias, que formam áreas planas resultantes de acumulação fluvial, preenchendo calhas fluviais e se estendendo pelas planícies de inundação e terraços. Muitos cursos de água apresentam leito seco preenchido por material rochoso trabalhado, principalmente quando nas encostas de serras e morros.

Os córregos da região possuem gradiente de vazão que variam de médio a baixo, entre cheia e vazante. No período das cheias as águas extravasam os limites da calha fluvial e passam a depositar sedimentos nas planícies e terraços, que chegam a ter 100m de largura (e.x córrego Palmeira), compõem-se principalmente de areias, cascalhos, silte e argilas transportadas como carga de fundo ou depósitos nas barras de meandros, em suspensão ou ainda como depósitos híbridos.

Os depósitos das planícies de inundação, por efeito de transbordamento dos rios nos períodos de cheia são, nas raras incidências, de espessura e extensão lateral reduzidas, em razão da baixa precipitação anual e o consequente afastamento dos cursos fluviais de seus perfis de equilíbrio.



Foto 02: Cristas quartzítica alinhadas NNW, Serra do Encosto.

II.3.3 Fauna e Flora

A vegetação normal das áreas secas é do tipo cerrado e campo sujo, gerados da degradação do cerrado por sucessivas queimadas, já nas margens dos córregos e áreas úmidas, desenvolve-se uma mata subcaducifólia que grada para cerradão, porém bastante já degradada no local. O histórico de desmatamento nas áreas de pesquisa remete desde a época da exploração dos Bandeirantes, mas tomaram proporções maiores entre as décadas de 1980 a

1990, no ápice da atividade garimpeira no local. Desta forma, a atuação antrópica dessas áreas encontra-se atualmente em sua terceira geração.

A vegetação rala e de pequeno porte espelha solos muito fracos, o que demanda na aplicação de calcário para a maioria das plantas cultivadas na região.

Sobre os calcários ocorre uma mata seca (caducifólia) com a presença de "barrigudas". Também nas proximidades dos córregos ocorrem babaçuais e matas ciliares raramente intactas, com buritis e espécies melastomáceas. Como exemplares originais típicos da região, foram observados, pequizeiros, muricis, pau-terra, ipê do cerrado, jatobá do cerrado, araticum, cajueiros do cerrado, saboeira, ipê roxo e amarelo, e muito mais raramente a sucupira, o jatobá, o angico, a canela e a aroeira.

A fauna, praticamente já dizimada, ainda apresenta raros espécimes de mamíferos, tipo capivara, anta e veado, assim como onça, lobo-guará e maracajá. Quanto à ave-fauna, temos a seriema, perdizes, codornas, jaó, inhambu, mutum e jacu - já bem raros - além de araras, papagaios, maritacas, tucanos e uma grande variedade de pássaros menores, como sabiás, canários, pica-paus e etc.

II.3.4 Solos

São frequentes os solos concrecionais lateríticos e latosolos que dominam os chapadões e áreas pouco dissecadas. No geral ocorrem regolitosolos pedregosos com concreções lateríticas e fragmentos de rochas semi-alteradas. É muito comum encontrar saprolito laterizado sobre os xistos. Apenas sobre os calcareos desenvolvem-se solos mais ricos. Já sobre as rochas quartzíticas e xistos silicosos ocorrem os famosos "areiões", que são solos arenosos de cobertura eluvial e aluvial.

Segundo Kuymjian et al. (2004), essas crostas lateríticas mostram-se em estágio avançado de degradação, registrada por uma ampla dispersão de solos arenosos lixiviados, fragmentos quartzosos e nódulos lateríticos, que se desenvolveram preferencialmente sobre as sequências vulcano-sedimentares Mara Rosa e Campinorte .

II.3.5 Hidrografia

Praticamente toda área do projeto é drenada pelo o Rio Maranhão, hoje pertencente ao lago de inundação da usina hidrelétrica Serra da Mesa, tendo como principais cursos de água secundários os Rios Miéis, Criminoso, e a leste o Rio Palmeira, todos com sentido de fluxo geral norte-sul, tendo contribuintes terciários como o Córrego Macaco, dos Bois, Encosto, Lajinha e etc. correndo o sentido geral W-E, em drenagens de padrão dentrítico de malha ortogonal e paralela (figura 2.03.5).

O Município é um grande divisor de águas, separando a vertente do Araguaia da vertente do Tocantins. Assim, a rede de drenagem local está inserida na bacia hidrográfica do Rio Maranhão, afluente do Rio Tocantins e formador do lago da usina hidrelétrica Serra da Mesa. A represa criou um nível de base local, reestabelecido em 2010 a 460 metros.

Dentro os rios de destaque no local, ressaltam-se o rio Miéis e o córrego Criminoso. Ambos encontram-se posicionados em direção basicamente Norte-Sul, associados a falhamentos de caráter regional. Esses rios são de grande importância no estudo devido aos elevados teores auríferos aluvionares encontrados em sedimentos de corrente e poços exploratórios analisados, que serão abordados em tópicos futuros.

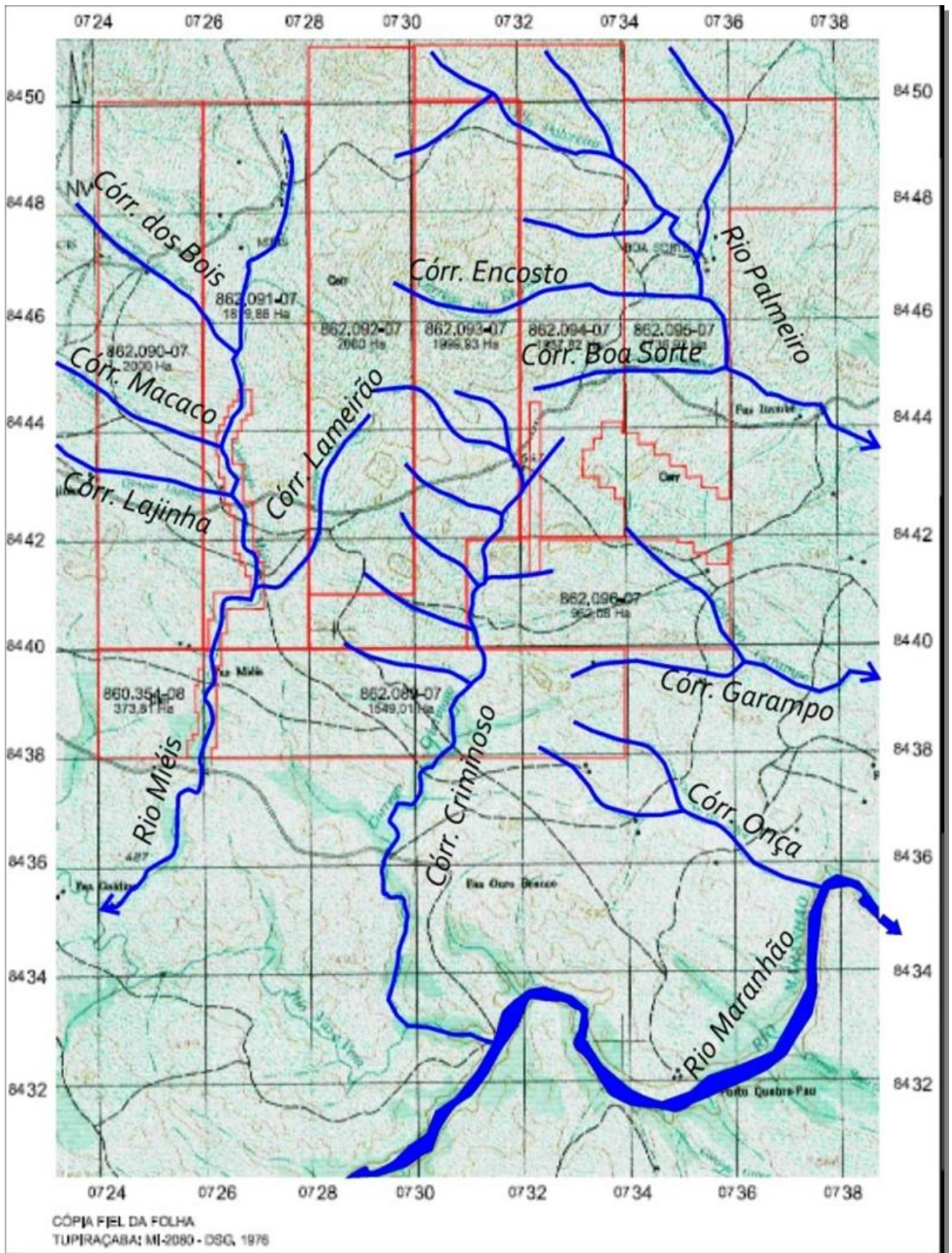


Figura 2.03.5: Rede hidrográfica dos afluentes da margem esquerda do Rio Maranhão (atualmente represado).

II.4. Histórico da Área

A história da exploração mineral na área pesquisada é antiga. Ela data da época dos Bandeirantes, iniciada por volta do ano de 1715, quando os Portugueses exploradores de ouro e pedras preciosas chegaram ao “Riacho do Criminoso” na rota para Niquelândia.

Contudo, a "redescoberta" da área mineralizada deu-se em 1984 no sítio e local hoje conhecido como fazenda Miéis, do então proprietário João Alves Siqueira, o Déde – da fazenda “Dedé”, nome como é também conhecida. Esta área contém um dos centros mineralizados principais, entre os vários existentes. Sendo neste período que o GRUPO CETENCO iniciou pesquisa geológica na região.

De 1984 a 1989, o fazendeiro Dedé negociou a sua parte na jazida com os garimpeiros e pequenos mineradores interessados na exploração de ouro que então existia nos limites de sua propriedade. Foi ele o pioneiro nesta fase de redescoberta e de nova febre do ouro. Logo outros fazendeiros fizeram o mesmo, abriram assim suas terras à exploração aurífera, por cotas, em troca de um royalty de 5% do ouro bruto minerado.

Cerca de 1.500 a 2.000 garimpeiros chegaram a explorar toda jazida, e em mais de 16 locais distintos. Somente neste período cerca de 360 Kg de Au foram retirados e contabilizados apenas na FAZENDA DO DEDÉ. Contudo, algumas pequenas “explorações garimpeiras” sempre existiram e ainda podiam ser vistas até os anos 2010, atacando apenas o ouro aluvionar que era dragado na parte referente ao Rio Mieis (um dos afluentes menores do Rio Maranhão e que corre paralelo ao Córrego Criminoso).

Finalmente, em 1989, o Grupo CETENCO negociou a entrada de uma boa parte da Jazida Aurífera do Riacho Criminoso, quando acertou com o fazendeiro Dedé, e como detentor dos direitos minerários do alvará de pesquisa que cobria um dos seus núcleo mineralizados mais importantes, que era justamente, próximo à sede velha da fazenda Mieis.

Nesta época, apenas cerca de 70 garimpeiros ainda atuavam na jazida. Os mesmos foram indenizados e solicitados para se retirarem, deixando a área livre nesta parte da Jazida, a fim de que a empresa passasse a trabalhar sem molestações.

Em novembro de 1990, iniciaram-se os trabalhos mineiro-geológicos de campo, e a montagem de um acampamento e comodidades no local da Jazida. Cerca de 38 homens foram contratados diretamente. Na forma de subcontratação, chegou a contar com 64 funcionários, época máxima do “pique” dos trabalhos que durou de novembro/dezembro de 1990 e março de 1992 e foi paralisado pela queda do preço de ouro no mercado internacional.

Em 2008, motivado pelo aumento do preço do ouro no mercado mundial, o GRUPO CETENCO reconquistou os direitos minerais perdidos e reiniciou a campanha de pesquisa geológica no local, onde perdura até os dias atuais. Com os direitos minerários agora incorporados a CAMPINORTE MINERAÇÃO S.A., empresa especialmente formada para a pesquisa mineral deste projeto.

A região possui diversos empreendimentos minerários em atividade, dentre elas destacam-se:

- Ouro e cobre em Alto Horizonte;
- Níquel em Uruaçu;
- Calcários diversos em Uruaçu e Campinorte;
- Agregados de brita em Campinorte.

Historicamente, são conhecidas diversas associações auríferas à falhamentos geológicos de caráter regional, os quais estavam sendo intensamente pesquisados por inúmeras empresas de mineração em toda região (figura 2.04). Entretanto, infelizmente houve um desaquecimento no setor, devido à paralisação na emissão de alvarás de pesquisa por parte do Ministro de Minas e Energia no ano de 2011, reduzindo consideravelmente os investimentos em pesquisa mineral por parte das empresas.

Segundo a bibliografia vigente, essas associações estão inseridas no que são conhecidas como de Depósitos de Cu e Au de Chapada. O depósito do tipo Chapada está localizado no município de Alto Horizonte (antigo Chapada Grande), 300 km a noroeste de Brasília, no Estado de Goiás. A cava principal da mina está situada 7 km a oeste da área urbana de Alto Horizonte. Os recursos estimados do depósito são de 788.000 t de cobre a 0.365 % e 62,3 t de ouro a e 0,289 g/t (Cintra 2003). Segundo Richardson et al. (1986), a zona mineralizada está disposta em uma lente subhorizontal paralela ao *strike* regional, com 2km de comprimento, 500 m de largura e espessura entre 100 e 150 metros. O cobre

está contido em calcopirita disseminada (até 5%) em lenticulas de 1 a 2 mm em anfibólio-mica xisto. O Ouro encontra-se em inclusões (5 a 100 µm) ricas em prata (10 a 40% de Ag) em calcopirita.

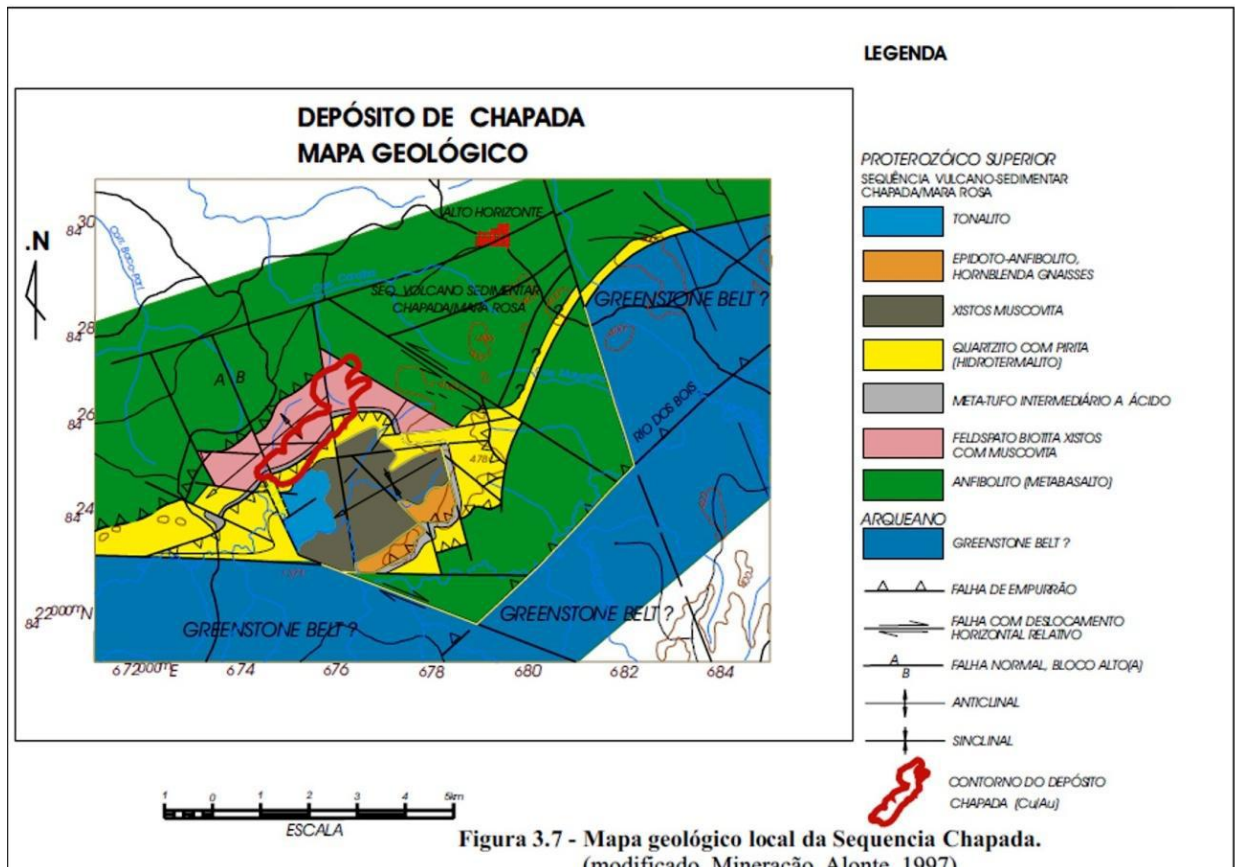


Figura 2.04: Mapa geológico da Mina da Chapada, Mineração Alonte (1997) in Cintra (2003).

II.4.1. Correlações do Depósito Chapada com o Projeto Campinorte

Dentre as rochas distribuídas ao longo da coluna estratigráfica local, Cintra 2003 descreveu tipos petrográficos comuns a geologia de Campinorte estando incluídos na Unidade Metavulcânica Ácida, a parte da coluna que hospeda a mineralização. São eles: biotita-muscovita xisto (metariolito); muscovita xisto (metassedimentar), com ausência de cianita em Campinorte; quartzito piritoso (metachert).

Rochas geradas por hidrotermalismo intenso na área da Mina de Chapada ocorrem com frequências na área do Projeto Campinorte (pirita quartzito, muscovita-pirita-quartzo xisto e muscovita-pirita quartzo xisto).

O ouro em depósito do tipo “Chapada” é fino (micrométrico) e está contido em calcopirita distribuída ao longo da xistosidade. Outros sulfetos menos frequentes são: pirita, pirrotita, calcocita, bornita, molibdenita, galena, esfalerita e, em quantidade traço, stibinita e cubanita, como descrito por Lacerda, 1990.

No Projeto Campinorte, foram observados, em superfície: arsenopirita, pirrotita e raramente bornita e covelita (sulfeto de cobre), e também pirita limonitizada. O óxido abundante é o rutilo, seguido da ilmenita e magnetita. Em testemunhos de sondagem foram identificados veios de quartzo milimétricos em biotita clorita quartzo xisto com pirita, arsenopirita e ouro. Este xisto contém intercalações concordantes de calcário calcítico (com sulfeto de cobre) e quartzito com arsenopirita e pirita.

Nos depósitos aluvionares, a assembléia de minerais pesados encontrada é: rutilo metálico e vítreo vermelho em grãos grossos; Ilmenita; magnetita limonitizada; zircão; epidoto e limonita-hematita; sulfetos; ouro nativo fino; ouro com cobre ou ligas oxidada com ferro.

Comparando-se as assembléias mineralógicas entre os dois projetos (vide quadro abaixo) verificam-se diferenças significativas. Aparentemente, o ouro no Projeto Campinorte está associado às diversas formas de veios de quartzo, enquanto que no Depósito Chapada Ouro e Cobre estão associados à sulfetos disseminados ao longo da foliação.

Depósito Chapada	Projeto Campinorte
Ouro micrométrico incluso em calcopirita, sem ouro visível.	Ouro livre fino ou até em pepitas.
cristais de calcopirita disseminados na xistosidade	sulfetos concentrados em veios de quartzo milimétricos.
calcopirita, pirita, pirrotita, calcocita, bornita, molibdenita, galena, esfalerita e, em quantidade traço, stibinita e cubanita	arsenopirita, pirrotita e raramente bornita e covelita (sulfeto de cobre), e também pirita limonitizada.
	Frequente ocorrência de rutilo.

Quadro 01: Assembléias mineralógicas no Depósito Chapada e no Projeto Campinorte.

Desta maneira, é possível afirmara partir da comparação de dados, que existem diferenças significativas na gênese dos processos hidrotermais e os produtos gerados ocorreram com origem distinta, quando comparadas as minerações observadas entre as ocorrências minerais no Projeto Campinorte e o Depósito do tipo Chapada. Ao nível do conhecimento mineralógico atual, as

assembléias mineralógicas portadoras de metais são diferentes entre os dois projetos.

III. METODOLOGIA DO SERVIÇO

Utilizando como base tanto trabalhos anteriores (mapeamentos geológicos e análises geoquímicas realizados pela CETENCO), além de visitas realizadas aos antigos garimpos da região e somados aos novos dados colhidos pela equipe de campo da empresa CAMPINORTE MINERAÇÃO S/A, foi possível implantar uma malha prospectiva adequada para a pesquisa dos metais de interesse.

Foi previsto uma campanha sistemática de prospecção mineral, baseado no interesse de obtenção de dados básicos da geologia local que nos pudessem indicar diretrizes de aprofundamento das substâncias minerais encontradas, com vistas de projetar-se sua viabilidade econômica a justificar o aprofundamento das pesquisas em detalhamentos feitos. Estes métodos foram os seguintes:

- Mapeamento geológico e estrutural da área requerida na escala de semi-detalhe 1:25.000;
- Visita técnicas, cadastramento das ocorrências minerais existentes e dos garimpos e trabalhos de prospecção antigos efetuados. Além de todo um mapeamento detalhado nas trincheiras abertas da região;
- Coleta de sedimentos de correntes, análises química e mineralógica dos concentrados pesados e minerais metálicos existentes em depósito aluviais, eluviais e rochosos principais da litologia geral mapeada;
- Descrição mineralógica dos concentrados de minerais pesados;
- Abertura de poços e trincheiras;
- Coleta de amostras para testes industriais;
- Amostragens volumétricas por caracterização dos minerais a serem lavrados;
- Estudo de interpretação dos testemunhos de sondagens, recuperados de pesquisas anteriores e das novas sondagens realizadas, com cunho extremamente locado na procura de minerais metálicos e calcários;

- Análises físicas e químicas dos minérios;
- Interpretação geológica-geoquímica a partir do mapeamento geológico de semi-detalhe e correlação com a campanha de amostragem de geoquímica de superfície.

III.1. Serviços de Implantação – Acampamento Base

Para a equipe técnica responsável pelo projeto e demais funcionários que residem longe do local de pesquisa, foram construídos alojamentos individuais para sua estadia. Os trabalhadores braçais foram contratados nos distritos e povoados próximas a área de interesse, de modo que retornassem diariamente às suas casas, não necessitando pernoitar no local de trabalho. Neste caso especificamente, os trabalhadores foram contratados principalmente do vilarejo de Pau-Terra, pertencente ao município de Campinorte - GO.

Portanto, o acampamento utilizado como base operacional consta com alojamento, escritório, laboratório, moinho e bica de lavagem, depósito para armazenamento de amostras dos furos de sonda, almoxarifado, estacionamento, banheiros, e também um refeitório com dispensa para alimentos, fogão, geladeira e freezer para os funcionários que ficam em campo e no escritório (fotos 03 e 04).



Fotos 03 e 04: Entrada e alojamento da Campinorte Mineração S.A., utilizado como acampamento-base para a pesquisa mineral.

O laboratório é equipado com diversos equipamentos de apoio para o preparo e análise de amostras, como lupas binoculares; balanças; estufa de secagem; separador vibratório granulométrico; instrumentos de separação de pesados tais como tubo de ensaio, vaso, suporte para embudo de decantação e outros. O laboratório também é equipado com EPI's necessários para o manuseio de substâncias diversas (máscaras, luvas e óculos de proteção).

III.2. Levantamento Bibliográfico

Consistiu na etapa inicial do projeto em questão, sendo realizadas pesquisas bibliográfica e cartográfica para levantamento e aquisição de trabalhos já realizados sobre a área em questão, assim como a forma de ocorrência dos principais depósitos minerais nas adjacências. Ademais, foram reunidos trabalhos sobre geologia de cunho regional ou local, envolvendo a região de interesse e caracterização dos principais litotipos ali aflorantes e sua contextualização com a geologia regional. Foram selecionados nesta etapa, mapas topográficos, fotografias aéreas, e imagens de satélite para um maior detalhamento do local, além de artigos capítulos e descrições das cartas geológicas publicadas.

Dentre os trabalhos levantados, vale a pena ressaltar os relatórios finais de pesquisa da Cetenco Engenharia S/A; “Geologia do Estado de Goiás e do Distrito Federal - CPRM (2008); “A Contribuição a Tipologia dos Depósitos Auríferos da Região Central Do Brasil” - Lacerda (1990); “Aplicação de Redes Neurais no Controle de Teores de Cobre e Ouro do Depósito de Chapada (GO)” - Cintra (2003); As folhas geológicas Campinorte SD.22-Z-B-I e Tupiraçaba SD.22-Z-B-II , em escala 1:50.000 publicadas pela CPRM, além de outros trabalhos técnicos geológicos/geomorfológicos de maior relevância existentes sobre a região do projeto. Este material serviu de base técnica para a execução dos serviços de campo.

III.3. Topografia e Memorial descritivo das áreas

A delimitação das áreas de pesquisa constituiu-se inicialmente no reconhecimento em campo das facilidades para a colocação de marcos de madeira, para execução do trabalho pelo método de poligonização, determinando-se assim os locais ideais para proceder com o levantamento. Isto possibilitou uma rápida campanha de campo para o procedimento de instalação dos vértices prioritários. Tais trabalhos topográficos foram exercidos em todas as dez áreas requeridas para a pesquisa mineral.

Para demarcação dessas áreas foram efetuados caminhamentos com uso de GPS, a partir de coordenadas reais obtidas no ponto de amarração (P.A), que conseguiu demarcar com absoluta precisão os vértices da poligonal delimitadora da área de pesquisa. Assim sendo, após demarcação física dos pontos de amarrações dentre todas as áreas, foram confirmados os conjuntos de coordenadas dos mesmos a partir dos memoriais descritivos presentes nos planos de pesquisa e no cadastro mineiro dos respectivos processos minerários e disponíveis para consulta no site do DNPM.

III.4. Mapeamento Geológico

O mapeamento geológico da área foi realizado utilizando-se da grade de coordenadas plano-retangulares UTM, Fuso 22L, datum SAD69. Destaca-se neste ponto a parceria entre a Empresa Campinorte Mineração S.A. e a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), onde foi contratado o professor adjunto Miguel Antônio Araújo Souza, do Departamento de Geologia/Geofísica (DGEL/UERJ) como consultor do projeto e elaboração do mapa final, aqui apresentado. O mapeamento constou com quatro etapas que serão detalhadas a seguir.

- Fase 1 - ESCRITÓRIO

Nesta fase foi realizado um estudo de foto-interpretação auxiliar baseada em imagens Geoeye©, de domínio público disponíveis no website-programa Google Earth©, tendo a finalidade de caracterizar as feições geológicas, geomorfológicas e geográficas observáveis, e principalmente selecionar as

faixas e/ou zonas de possível ocorrência de minério. Também foi possível identificar feições morfológicas marcantes como rios e córregos, falhas regionais, possíveis contatos geológicos, assim como identificação das antigas trincheiras abertas pelos garimpeiros.

Essa fase inicial constou também com o levantamento bibliográfico de mapas, artigos e teses utilizadas para confecção do capítulo de geologia regional e mapas (geologia regional e planta de situação) em anexo.

- Fase 2 - MAPEAMENTO GEOLÓGICO

O mapeamento foi efetuado por caminhamento em escala 1:25.000, sendo mapeadas todas as litologias existentes e suas variações. Além disso, foram realizadas medidas de estruturas, assim como visitados e estudados todas as ex-ocorrências de lavra por garimpeiros e demais ocorrências minerais da área, coletando-se amostras de rocha e de sedimentos para posterior estudo microscópico em laboratório. Para tal mapeamento, utilizou-se uma base planialtimétrica na escala 1:25.000, com equidistância de curvas de nível de 5 metros.

Os pontos visitados e amostrados foram devidamente locados com auxílio de GPS da marca garmin, em planta topográfica feita para este fim, gerando após interpretação dos dados, os mapas geológico, estrutural e de pontos, que serviram de base para outros trabalhos.

- Fase 3 - INTEGRAÇÃO DE DADOS

De posse de dados de campo referentes as diversas áreas mapeadas, iniciou-se a etapa de integração dos mesmos. Essas informações foram plotadas nos mapas topográficos e fotografias aéreas, permitindo que novos estudos de foto-interpretação fossem realizados para a determinação das características geológicas definitivas, a fim de finalizar na confecção de mapas nas escalas de 1:25.000 e dos textos que compõem este Relatório Final de Pesquisa.

Essas informações, em conjunto com a cubagem, volume de exploração mensal, taxas de exequibilidade entre outros irão compor a viabilidade econômica da implantação de lavra pela empresa Campinorte Mineração S/A.

III.5. Tipos de Amostragem

A campanha de amostragem se mostrou fundamental para o tipo de pesquisa mineral aqui apresentado. Segundo Pereira (2003), a Prospecção Geoquímica visa a medição sistemática do conteúdo em um ou mais elementos traços contidos nos mais diversos tipos de materiais como, sedimentos de corrente, concentrados de batéia, solos e rochas. Com esse tipo de campanha, é possível ressaltar a presença de anomalias geoquímicas, ou seja, zonas de concentração anômalas de determinados elementos, que contrastem o ambiente e representem o fundo geoquímico ou *background*. Os tipos de amostragem utilizados serão descritos a seguir:

III.5.1. Prospecção Através de Minerais Pesados

A prospecção aluvionar é um dos métodos de pesquisa mineral mais antigos que se tem conhecimento, tendo sido empregado desde o início do século XX, utilizado principalmente para a pesquisa de ouro e outras pedras preciosas. De acordo com Cassedanne (1981), esse método pode ser aplicado na fase de Prospecção Geral ou Estratégica, onde a coleta dos concentrados se faz em região virgem ou de pouco conhecimento geológico. Esse método é uma forma muito eficiente para identificação/caracterização de todos os minerais pesados que ocorrem no local de coleta (leito vivo), detectando assim a presença de zonas anômalas que podem ser detalhadas na fase posterior.

Esse foi o primeiro método de pesquisa aplicado, buscando fontes primárias de mineralizações que ficam concentrados no fundo da batéia. Nesta etapa a pesquisa foi efetuada na coleta direta de material em leitos ativos (*lit viv*), sendo amostradas preferencialmente as porções mais cascalhosas. Esse método foi aplicado inicialmente nos rios de terceira e quarta ordem, numa malha de coleta inicial de uma 1 amostra/km². Nos locais onde foram detectadas as mineralizações de interesse, as malhas de amostragem (*follow up*) foram adensadas na tentativa de se localizar a área fonte do mineral de interesse.

A fim de se obter dados sobre os concentrados de minerais pesados existentes na região, foram efetuados amostragens de sedimento de corrente vivos e rejeitos de garimpo, em diversos pontos da área. Essa campanha de

amostragem foi fundamental para identificação das anomalias com presença de mineralizações que pudessem indicar indícios de mineralizações com interesse econômico – principalmente Au. Inicialmente consistiu com uma campanha de amostragem mais regional, onde eram realizados coletas nos principais rios existentes. Em seguida, assim que eram identificadas a presença do minério de interesse, a malha de amostragem era adensada, tentando identificar a gênese ou, pelo menos, a distribuição da mesma. Nessa segunda etapa, já na prospecção geoquímica de semi-detalle, a malha de amostragem foi adensada para aproximadamente 1 amostra por quilômetro quadrado, atendendo assim a metodologia vigente. Durante os trabalhos de campo foram coletadas 356 amostras de sedimento de corrente (SC) ao longo das drenagens das áreas, a fim de obter dados referentes aos teores dos elementos de interesse da pesquisa mineral realizada.

III.5.2. Perfuração de Poços

A escavação de poços é uma das ferramentas mais comuns para amostragem em depósitos detríticos e outros tipos não consolidados (como os aluviões, no qual foram utilizados). Nesta pesquisa mineral foram implantados dois tipos de malha para amostragem sistemática, sendo o primeiro uma campanha regular, com malha de 50 x 50 metros implantada próxima aos veios de quartzo, sobre solo coluvionar. A segunda uma malha de 100 x 100 metros implantada ao longo da planície de inuncação dos principais rios da região, principalmente o Miéis.

A fim de delimitar os teores propícios para mineração e investigar a distribuição de ocorrência do minério, foram coletadas dentro das áreas de estudo 404 amostras nos poços escavados de forma manual (com o auxílio de pás, trados, alavancas, cavadeiras, marretas e picadeiras). Essas amostras eram descritas, coletadas e os poços fechados ou lacrados com arame farpado (conforme determinação do órgão de fiscalização ambiental). As características dos poços perfurados varia conforme o substrato, no entanto, de uma forma geral, as profundidades desses poços variam entre 1 a 3,5 metros de profundidade por 1 metro de largura (foto 05).

Dado o poço aberto, era elaborado um perfil estratigráfico pelo geólogo responsável, individualizando as camadas observadas nos poços e fazendo as respectivas coletas de material a ser analisado. Geralmente o poço era escavado até atingir o substrato rochoso ou até encontrar a camada de cascalho, já que a mesma costuma apresentar bons teores das mineralizações de interesse.

A amostragem dos poços foi realizada sempre que se encontrava uma camada de areia mais grossa ou cascalho, podendo um poço ter 2 a 3 camadas ou intercalações entre cascalho ou areia. As amostras foram identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, contendo: nome da projeto, número do poço, coordenada de coleta e intervalo de profundidade da amostra, assim como a data do dia de coleta. No geral foram coletados cerca de 20 litros de amostra por camada de interesse, sendo média coletadas 03 amostras por poço escavado.



Fotos 05 e 06: Abertura e cercamento de poços exploratórios, necessários para pesquisa mineral.

Após a descrição dos poços, os mesmos eram cercados temporariamente com arame farpado, evitando assim que ocorressem acidentes como quedas de pessoas e/ou animais. Assim que as coletas de material eram realizadas, o poço era novamente soterrado (foto 06).

III.5.3. Abertura de Trincheiras

A abertura de trincheiras é um tipo de investigação de subsuperfície recomendada onde o material escavado é inconsolidado (assim como os poços exploratórios). Seu caráter investigativo é superficial, já que as profundidades atingidas dificilmente ultrapassam de 8 metros de profundidade se considerarmos o fator de segurança e o risco do mesmo colapsar.

Com o intuito de se obter dados confiáveis e recentes de análise geoquímicas e geologia, iniciou-se uma campanha de mapeamento e coleta sistemática de amostras de todas as 89 trincheiras da região. A maioria dessas trincheiras foi aberta pela CETENCO durante a década de 90 e outras escavadas recentemente com a ajuda de escavadeiras.

A grande maioria das trincheiras ali escavadas são longitudinais a mineralização, sendo escavadas no mesmo sentido dos veios de quartzo auríferos.

A preparação para o mapeamento se deu a partir da limpeza da vegetação superficial e interna ao longo de toda sua extensão, além da limpeza das paredes através de raspagem, para isso foram utilizadas ferramentas como foice, facão, enxada e escada. A limpeza também se deu por queimada controlada no interior das mesmas para eliminação de troncos e galhos que pudessem ferir ou atrapalhar os trabalhadores.



Foto 07: Abertura de trincheira e coleta de material realizado pelos funcionários da Campinorte Mineração S.A.

Após essa etapa, iniciou-se o processo de amostragem dos veios de quartzo e da porção da rocha encaixante em contato com veio. Para isso utilizou-se picaretas, talhadeira, escada, balde, lona, sacos plásticos e etiquetas para identificação, trena e outras ferramentas e/ou materiais necessários para atender as exigências da obra. A amostragem foi realizada em suas paredes por meio de canaletas (amostragem de canal), cortando as faixas mineralizadas.

O mapeamento das trincheiras foi efetuado na forma de seções geológica das suas paredes. Para isso foi nivelada a cota inicial em uma de suas partes terminais, seguido pelo prendimento de um fio nivelado horizontalmente de um ponto a outro da trincheira e piquetando-se o bordo da trincheira com distanciamento compatível a escala de mapeamento (1,5 1/100). A partir desta metodologia é possível desenhar, em escala apropriada, a parede da trincheira e os demais elementos geológicos caracterizados. Além disso, também foram coletados dados estruturais com auxílio de bússola geológica para mapeamento dos veios de quartzo que se encontram mineralizados. Esses dados se mostram fundamentais para entendimento do comportamento estrutural desses litotipos de interesse.

III.5.4. Preparação de amostras

Após a descrição e coleta dos poços e trincheiras realizada pela equipe técnica responsável, o material coletado é devidamente identificado e enviado para o laboratório da empresa localizado no Rio de Janeiro, onde são descritas detalhadamente, preparadas e, posteriormente, efetuado o envio para realização de análises químicas.

No laboratório da empresa, a preparação das amostras varia conforme o tipo de análise que a mesma será submetida. As amostras oriundas de sedimento de corrente, solo ou concentrado de bateia passam pelo o processo no qual após serem pesadas, são encaminhados de 30 a 250g deste material para as análise química. Já no caso de amostras de rocha, o procedimento restringe-se em cortar a amostra ao meio; onde uma das metades permanece na litoteca da empresa, enquanto a outra é encaminhada para a química. Abaixo são descritos os métodos de amostragem empregados em campo.

III.5.4.a) Programa de moagem e concentrado de rochas

O programa de moagem para obtenção de concentrado das rochas amostradas foi estabelecido pela equipe técnica da empresa Campinorte Mineração S/A, que optou pela utilização de moinho de martelo. A moagem foi feita no acampamento tendo sempre como objetivo o concentrado dos minerais pesados de cada rocha coletada.

Esse tipo de preparação de amostras variou conforme o tipo de material coletado e do produto final esperado. Normalmente, o processo inicia-se com a moagem, feita através do moinho de martelo ou por pilão manual quando há pouca quantidade de material.

O moinho de martelo consiste em uma alternativa econômica empregada para o processo de redução de grãos de uma grande quantidade de material. Este processo foi executado por via úmida, ou seja, está associado a um sistema de bica de lavagem, treliça e carpete de esteira que auxiliam na captura dos grãos pesados (concentrado). Nesta fase, o material acumulado é condicionado em toneis, sendo que em seguida este subproduto é peneirado e bateado para que se possa gerar o concentrado. Também foram realizadas descrições desse concentrado para identificação dos minerais pesados e uma quantificação modal de suas porcentagens (fotos 08 e 09).

A última etapa do processo consiste na pesagem e embalagem do material que é enviado ao laboratório químico. O método específico escolhido será abordado mais a fundo nos tópicos específicos de geoquímica.

Passo a passo para preparação de concentrado de cada amostra:

1- Pesar a amostra total e indicar o volume;

2- Dividir a amostra (guardar metade para o arquivo);

3- Passar nas peneiras:

→ Indicar o peso do material retido em cada peneira;

→ Dividir o material retido em cada peneira e guardar metade (arquivo);

→ O material retido na última peneira e o pó (passante) irá ser decantado. Esse será retirado com muito cuidado, retirando a água do tambor;

→ O restante do material (retido nas outras peneiras) será britado no moinho ou no pilão, dependendo da pesagem (se for menor que 5 Kg, britar no pilão).



Fotos 08 e 09: Sistema de lavagem do material, visando a acumulação dos concentrados de minerais pesados presos nas esteiras.

III.5.4.b) Amostragens Volumétricas

A fim de se obter dados geológicos e geoquímicos referentes à presença de minerais exploráveis em teores que viabilizassem a implantação de uma lavra dentro das áreas pesquisadas, foram realizados diversos pontos de amostragens volumétricas. O trabalho foi estruturado utilizando processos de amostragem que variam conforme o tipo de material e principalmente do método que será empregado na análise química. Ressalta-se, apenas, que o método de amostragem volumétrica foi utilizado em pontos específicos, onde já era constatada a presença de ouro, titânio, prata, bismuto e calcário. Esses locais selecionados foram:

- Amostras de aluvião: Para este tipo de amostragem foi padronizado a coleta de 1m^3 de material, utilizando-se de baldes com volume de 20 litros. Esse trabalho foi executado ao longo dos córregos da região (Criminoso, Palmeira, Miés e Córrego Novo) onde foram obtidos cerca de 4.000m^3 de sedimentos.
- Poços: Ao redor do poço 4-50E, localizado no acampamento base, onde ocorre o corpo de *Greisen*, foram executadas 26 escavações de poços, com tratamento de volume médio de 5m^3 de material. O material retirado

era britado e/ou processado, passando posteriormente da bica de lavagem, onde só o concentrado era armazenado.

- Solos: Foram feitas amostragens de solo ao longo da Serra do Encosto, totalizando 26 pontos. Neste caso, a amostragem consistiu na coleta de 1 kg de solo a cada 500 metros.
- Veios de quartzo: O método de amostragem empregado para os veios de quartzo consistiu na coleta de 3 toneladas de material, em diversos veios de diferentes gerações, tentando associar a evolução estrutural com a gênese na mineralização ali presente.
- Trincheiras: O procedimento adotado para as trincheiras consistiu na coleta de 3 kg do veio de quartzo e 3 kg da rocha encaixante, para serem enviadas para o laboratório químico.
- No caso da trincheira "T105-A1-I" localizada na propriedade do Sr. Dedé - área do antigo "garimpo do Dedé", a amostragem foi feita nas duas fases da pesquisa. Na primeira fase, foi padronizado um volume de 1m³ de amostras para cada trincheira coletada. Na reamostragem da trincheira "Paredão do Dedé", foram coletados 500 kg de rocha (fotos 10, 11 e 12). As amostras volumétricas referentes aos cortes foram extraídas com uso de compressor e martelo pneumático, com perfuração e desmonte a frio. Este material foi totalmente moído (100 – 150 mesh) em moinho de martelo e submetido a uma separação granulométrica artesanal por "slwices box". Ambos os processos foram realizados no acampamento, tomando-se os devidos cuidados para que se evitassem perdas e contaminação dos concentrados destas rochas.



Fotos 10, 11 e 12: Coleta de amostragem volumétrica para análise do xisto do paredão do Dedé (trincheira T105-A1). Após a pesagem inicia-se o procedimento de homogeneização, quartejamento e concentrado final do material coletado.

III.5.4.c) Análise granulométrica de minerais

Este processo tem como objetivo, realizar uma separação mecânica de minerais através da utilização de peneiras que estabelecem o percentual de minerais retidos nas respectivas frações, fornecendo dados para interpretação geológica da área.

Para a realização da análise granulométrica foi utilizado um conjunto de peneiras da série Tyler números 8, 10, 16, 35, 80, 100, 150, >200, <200 (com diâmetro em mm), juntamente com agitador por vibração com temporizador.

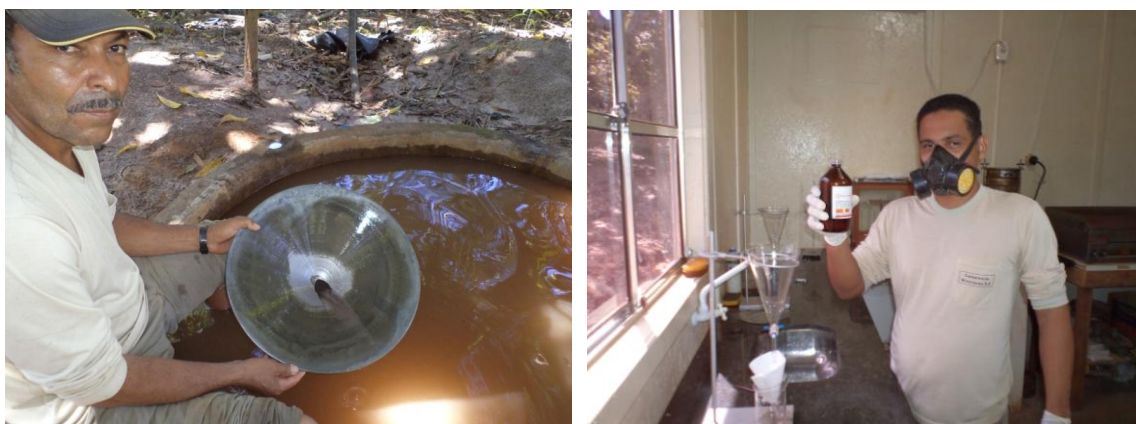
Foram processadas inicialmente 2 (duas) amostras, GO-TI-M e GO-CCS, ambas recuperadas de serviços anteriores, para se estabelecer o peso retido e a porcentagem (%) de material, neste caso concentrados de minerais, que passam nas peneiras com diferentes diâmetros. Estes resultados serviram de base para a elaboração de curvas granulométricas dos respectivos minérios.

III.5.4.d) Separação, concentração e análises mineralógicas de minerais pesados

Durante as etapas iniciais de campo, foram efetuadas moagens de todos os litotipos presentes nas áreas. Este processo resultou em concentrados de minerais pesados que foram separados e detalhados com auxílio de lupa binocular (com até 40x de aumento). Mesmo após a moagem, o material de interesse era concentrado pelo processo de bateamento, onde todos os minerais pesados presentes ficam concentrado do centro do equipamento (foto 13).

Em seguida, para certificar que não haverá a presença de minerais "leves" no concentrado, a separação e concentração foram feitas no laboratório construído na base de operações da Campinorte Mineração S.A, pela equipe de geólogos com utilização de técnicas e utensílios apropriados tais como: funil de vidro, placa de petrie, Becker e bromofórmio (foto 14). O bromofórmio utilizado teve por objetivo a decantação dos minerais pesados separando-os dos leves que permanecem em solução (quartzo, por exemplo).

Após a separação coube ao geólogo presente em campo a realização da descrição dos minerais presentes baseados em parâmetros como: clivagem, tipo de brilho, atração magnética, hábito dos minerais, etc. Também foram efetuadas análises semi-quantitativa dos mesmos, na tentativa de correlacionar um determinado percentual a certo litotipo específico. Estes dados descritivos são comparados com os resultados geoquímicos, fornecendo maior exatidão para identificação de certos minerais, através dos elementos químicos ali presentes (fotos 15 e 16).



Fotos 13 e 14: Utilização de batéia para concentração dos minerais pesados e bromofórmio para limpeza dos minerais leves.



Fotos 15 e 16: Cristais de rutilo metálico centimétricos encontrados nos aluviões. Sua forma prismática indica proximidade da área-fonte. Pintas de ouro encontrados nos concentrados.

III.5.5. Sondagens Rotativas Diamantadas

Foram realizados um total de 36 furos de sondagem rotativa com inclinações variando de 90° a 45° nas porções norte e centro-nordeste da área. No total foram obtidos cerca de 2.000 metros de testemunhos de rocha, fundamentais para descrição do substrato rochoso.

Para furos rasos de até 20m de profundidade foi utilizada a sonda modelo 920 da marca *Maquesonda*, com coroa diamantada de diâmetro BW (em todo o comprimento do furo). Já para furos que necessitavam atingir maiores profundidades (até 130m), foi utilizada a sonda 850 hidráulica, da mesma marca. No caso da sonda 850, os furos foram iniciados com coroa diamantada de diâmetro HW e reduzida para coroa NW conforme avanço da profundidade (foto 17).

O objetivo principal dos serviços de sondagem na área foi a obtenção de dados detalhados sobre a geologia local, além de delimitar possíveis jazidas. O enfoque da pesquisa foi dado para os corpos de calcário, veios de quartzo auríferos, chapéu de ferro (gossan) presente na Serra do Encosto e para o corpo de gresein próximo ao acampamento base, entre outros locais com condições geológicas no qual se julgou necessário a execução de um furo de sondagem rotativa.

Os testemunhos destes furos foram descritos, classificados e analisados através da presença de sulfetos, ouro e carbonatos associadas as suas respectivas profundidades de ocorrência, e atualmente encontram-se acondicionados em caixas de madeira em um dos depósitos do acampamento (foto 18).



Fotos 17 e 18: equipamento de sondagem utilizado e caixas de testemunhos armazenadas no equipamento.

III.5.6. Análise Química

Na área do projeto, os dados obtidos puderam demonstrar teores em ppm, ppb ou % peso dos elementos químicos, principalmente os de interesse econômico como Au, Ag, Bi, Ti e outros. Para as análises litogeoquímicas, foram escolhidos os laboratórios SGSGeossol e ACMElabs obtendo-se assim resultados confiáveis e de grande relevância para os mapas de anomalias geoquímicas. Ao todo foram enviadas para análise mais de 1.000 amostras colhidas em poços, sedimento de corrente, concentrados de bateia, testemunhos de sondagem e de rocha sã.

Para o conhecimento amplo da composição química das principais rochas existentes na região utilizaram-se métodos mais abrangentes (56 elementos), assim como métodos específicos com limite de detecção mínima (até 0,01 ppb), comumente usados em elementos como Au e Ag.

No laboratório SGSGeosol foram utilizados os métodos ICM-14B, ICP-12B, ICP-95A e FAA505 (específico para Au) e na ACMElabs, os métodos foram

4A4B, 4A, 4B, 1E, 1F, 1F15 e 1F30. Segue abaixo a descrição detalhada dos métodos utilizados pela empresas supracitadas:

III.5.6.a) ICM14B

Esse processo se baseia na digestão de dois ácidos (uma combinação de HNO₃ e HCl). Após a digestão, a solução é analisada tanto por ICP-AES quanto por ICP-MS. Nos casos de determinação de elementos híbridos (Hg, Sb, As, Bi, Se, Te) usa-se o método de digestão Hydride AAS.

As digestões de dois ácidos são fracas e não atacam minerais silicatados. Conseqüentemente, o processo fornece resultados parciais para a maioria dos elementos. Os métodos listados com a designação “14” são baseados em uma combinação de 3:1 (HCl : HNO₃). Essa é uma digestão em água régia e é recomendado para todas as amostras que não contenham matéria orgânica e/ou possuem pouco conteúdo mineralógico sulfetado.

Dentre os 53 elementos analisados, os principais destacam-se no quadro 02; os outros são: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Tl, U, V, W, Y, Yb, Zn, Zr.

Elemento	Detecção ICM14B
Ag	0,01ppm-10ppm
Bi	0,02 ppm – 1%
Ti	0.01%-15%

Quadro 02: Principais elementos de interesse do método ICM14B, e respectivos limites de detecção.

III.5.6.b) ICP12B

Para o ICP12B, vale a mesma descrição do ICM14B, com o diferencial que nesse método (e outros que contenham a designação “12”) são baseados em uma combinação de 2:1 (HNO₃: HCl). Neste caso, esta digestão é recomendada para amostras com matéria orgânica e/ou alto conteúdo mineralógico sulfetado.

Dentre os 34 elementos analisados, os principais destacam-se no quadro 03; os outros são: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn, Zr.

Elemento	Detecção ICM12B
Ag	0,01ppm-10ppm
Bi	0,02 ppm – 10000 ppm
Ti	0.01%-10%

Quadro 03: Principais elementos de interesse do método ICP12B, e respectivos limites de detecção.

III.5.6.c) ICP95A

Este método envolve a fusão e dissolução completa da amostra em fluxo fundido. No caso de minerais refractários, as fusões são geralmente mais agressivas do que as obtidas através do processo de dissolução por ácido; por esse fato, foram escolhidas para as análises do projeto em específico. Esse processo, conhecida como FUSÃO DE METABORATO DE LÍTIO dissolve tanto os elementos formadores de uma amostra quanto seus elementos secundários.

O ICP95A é um pacote de métodos litológicos, que inclui as análises de elementos formadores e alguns secundários via ICP-AES. Para uma seleção mais apurada de elementos, a mesma solução é analisada via ICP-MS.

Dentre os 18 elementos analisados, o principal destaca-se no quadro 04; os outros são: Al₂O₃, Ba, CaO, Cr₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, Nb, P₂O₅, SiO₂, Sr, Y, Zn, Zr, LOI.

Elemento	Detecção ICP95A
TiO ₂	0.01%-25%

Quadro 04: Principais elementos de interesse do método ICP95A, e respectivos limites de detecção.

III.5.6.d) FAA505

No método FAA505, os limites mínimo e máximos de detecção de Au é 0.01 ppm - 100 ppm, para cada 50g de amostra. Nesse caso, o método se enquadra no grupo de análises instrumentais e gravimétricas, utilizando-se as etapas de Fire assay e AAS finish.

O Fire Assay é um procedimento básico que envolve a mistura de uma alíquota de amostra em pó (pesos padrão de 10g, 15g, 30g, ou 50g) contendo carbonato de sódio, boráx (borato de sódio), litharge (PbO), farinha (usada para adicionar carbono como um redutor), sílica e nitrato de potássio. Nesta mistura (Fire Assay) o Ag é coletor, e pode ser adicionado como solução ou filmes. Os materiais misturados sofrem ignição, atingindo temperaturas entre 1100°C a 1200°C. Quando o Pb e o Ag na mistura se depositam no fundo do recipiente, eles retiram o Au (+/- Pd, Pt) da mistura, onde o ponto principal é alcançado a 950°C em um recipiente de magnésia. Uma pequena gota de prata que contém Au, Pt e Pd pode ser dissolvida e analisada por absorção atômica, ICP ou ICP/MS. Alternativamente a Ag pode ser dissolvida deixando um pequeno floco de Au que pode ser pesado (técnica gravimétrica) ou toda a gota pode ser irradiada por determinação INAA direta. Uma variação da técnica usando Au como coletor é usada para determinação de Rh.

III.5.6.e) 1E

Esse método feito pelo ACME Labs, tem alta relação custo-benefício, onde combina uma forte digestão multi-ácida, que dissolve a maioria dos minerais com a opção de escolha tanto para análise ICP-ES ou ICP-MS, com total determinação com limites de detecção baixos a muito baixos. Uma parcela da amostra (0,25g) é aquecida em HNO₃-HClO₄-HF até fumegar, depois é seca e dissolvida em HCL. As soluções obtidas neste processo podem ser analisadas utilizando-se o ICP-ES (para Grupo 1E) ou ICP-MS (para Grupo 1EX).

Nos casos das análises do projeto, optou-se pela detecção de teores representados pelo Grupo 1E, onde foram analisados 36 elementos, sendo que os principais estão destacados na quadro 05. Os outros são: Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, La, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Th, U, V, W, Y, Zn, Zr.

Elemento	Deteção 1E	Limite Superior
Ag	0.5 ppm	200 ppm
Au	4 ppm	200 ppm
Bi	5 ppm	4000 ppm
Ti	0.01%	10%

Quadro 05: Principais elementos de interesse do método 1E, e respectivos limites de detecção.

III.5.6.f) 1F – (Ultratrace by ICP Mass Spec)

A análise ICP é feita para detecção de teores de baixa concentração em solos, sedimentos e rochas alteradas. É comumente utilizado para elementos como Au e Ag.

O método é obtido após a análise de uma porção de 0.5, 15 ou 30g de amostra pós-digestão por Aqua Régia. No caso de porções maiores (15g ou 30g), o resultado é mais representativo para elementos sujeitos ao efeito pepita (ex. Au). A solubilidade do ouro pode ser limitada em amostras refratárias ou grafitosas.

O pacote 1F pode ser realizado para a análise parcial com 37 elementos e para análise total com 53 elementos, sendo que os principais estão destacados no quadro. Na análise total, os outros são: Al, As, B, Ba, Be, Ca, Ce, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr. * Os grupos 1F15 e 1F30 estão inseridos no grupo 1F.

Elemento	Detecção 1F	Limite Superior
Ag	2 ppb	100 ppm
Au	0.2 ppb	100 ppm
Bi	0.02 ppm	2000 ppm
Ti	0.001%	5%

Quadro 06: Principais elementos de interesse do método 1F, e respectivos limites de detecção.

III.5.6.g) 4A

Neste método a rocha total é analisada por espectrometria de emissão ICP a partir de três testes analíticos. O processo consiste na análise de 0.2g de material, onde são reportadas as abundâncias totais de elementos maiores e de vários outros menores. Em seguida, a amostra passa pelo processo de fusão de lítio metaborato/tetraborato e digestão por solução nítrica diluída, por fim o material é submetido a temperaturas de 1000° C a fim de atingir a perda por ignição por diferença de massa.

III.5.6.h) 4B

Esse é o mesmo método utilizado para o Grupo 1DX, no qual se obtêm teores de todos os elementos traços (raros e refratários) através do método ICP-MS.

Para o processo, uma amostra de 0.2g é submetida a fusão de metaborato/tetraborato de lítio e uma digestão de ácido nítrico. Em adição, uma porção separada de 0.5g é digerida em Aqua Regia e analisada por espectrometria de massa ICP para reportar os metais básicos e preciosos. A quantidade para amostragem varia conforme os grupos 4A e 4B são necessárias 5g para análise, cada um, já para uma análise combinada (4A-4B), são necessários pelo menos 10g de material para realização dessa análise.

Elemento	Detecção 4A	Detecção 4B	Limite Superior
Ag	-	0.1 ppm	100 ppm
Au	-	0.5 ppb	100 ppm
Bi	-	0.1 ppm	2000 ppm
Ti	-	-	-
TiO ₂	0.01%	0.01%	100%

Quadro 07: Principais elementos de interesse do método 4B, e respectivos limites de detecção.

III.5.7. Dados Físicos de Produção

Os trabalhos de campo foram desenvolvidos pela Campinorte Mineração S/A em dois intervalos: a) junho de 2008 a outubro de 2009; b) maio de 2010 a janeiro de 2013. Nestes períodos foram elaborados mapa geológico e mapa geoquímico, abertura de poços, limpeza de trincheiras, etc.. em uma área de 14.362,38 hectares, com o intuito de delimitar as áreas das ocorrências minerais comum a área (Calcário, Ti, Bi, Au, Ag).

A seguir, é apresentado um resumo dos dados de produção das atividades de campo e de laboratório de análise mineral:

III.5.7.a) Dados de Mapeamento:

- Afloramento descritos.....796
- Amostras de rocha.....240
- Poços escavados.....404

• Trincheiras descritas.....	89
• Furos de sondagens.....	36
• Análises petrográficas.....	15
• Amostras volumétricas coletadas (ton) – Total	20

III.5.7.b) Prospecção Geoquímica:

• Amostras de poços coletadas.....	471
• Amostras de poços analisadas	814
• Amostras de trincheira.....	70
• Amostras de sedimento de corrente.....	356
• Amostras de testemunhos de sondagem.....	163
• Análises químicas de solo.....	19

III.5.7.c) Equipamento de trabalho em campo

• Caminhão Volkswagen Worker.....	1
• Pick-up Strada Fiat.....	1
• Utilitário - Caminhonete Mitsubishi L200.....	2
• Trator agrícola de pneu.....	1
• Martelo pneumático.....	1
• Compressor XA 150.....	1
• GPS Garmin HCx.....	1
• Computador portátil Acer.....	3
• Câmera digital Sony.....	5
• Bússola brunton de geólogo.....	4
• Martelo Estwing de geólogo.....	6
• Bombas para água limpa Honda.....	2
• Moinho de Martelo CBC com slwice box.....	1
• E.P.I – diversos.....	20
• Sonda Maquesonda 920 com acessórios completos	1
• Sonda Maquesonda 850 com acessórios completos.....	1

- Lupas binoculares Wild.....4
- Laboratório de análises de minerais pesados.....1
- Microscópio de luz polarizada LEITZ.....2
- Laboratório de solos de campo.....1
- Trator de esteira D50 Komatsu.....1
- Rede de computadores interligados com sistema de transferência (AutoCAD e ArcGis 9.3)6
- Ferramentas (facões, enxadas, foices, peneiras, picaretas, escadas, etc).....*diversos

IV. GEOLOGIA REGIONAL

IV.1 Considerações Gerais

A área de pesquisa encontra-se inserida na porção centro-norte do Estado de Goiás, contendo rochas de idades Paleoproterozóicas pertencentes a Sequência metavulcano-sedimentar Campinorte, a Suíte plutônica Pau de Mel e principalmente rochas do Grupo Serra da Mesa. A Sequência Campinorte faz parte de um contexto geológico recentemente descrito na Folha Campinorte onde idades Paleoproterozóicas eram até então desconhecidas.

O principal incentivo para a evolução do conhecimento geológico da região de Campinorte-Mara Rosa pode ser relacionado diretamente ao histórico de exploração mineral no arco magmático neoproterozóico de Goiás, principalmente na área do depósito de Chapada, como já citado anteriormente.

IV.2. Contexto Geotectônico

A Província Tocantins se trata de uma mega-entidade litotectônica, de direção aproximada N-S, erigida entre os Crátons Amazônico e São Francisco-Congo (Almeida *et al.*, 1981), no ciclo Pan-Africano/Brasiliano, durante o Neoproterozóico, no período em que colidiu e se amalgamou sobre o supercontinente do Gondwana (Unrug, 1992). Segundo Pimentel *et al.* (2000b) e

Dardenne et al. (2000), a Província Tocantins foi constituída durante a Orogênese Brasileira Neoproterozóica como resultado da convergência de três blocos continentais representados pelos Crátons Amazônico, São Francisco/Congo e Paranapanema, englobando as Faixas Araguaia e Paraguaia, fazendo fronteira com o limite leste do Cráton Amazônico, e a Faixa Brasília, na margem oeste do Cráton São Francisco (figura 4.02.1).

Segundo a proposta de compartimentação tectônica de Almeida *et al.* (1977), a região estudada pertence a Província Tocantins, e é constituída por duas grandes unidades: o Maciço Mediano de Goiás, de idade predominantemente arqueana; e as Faixas de Dobramentos Uruaçu e Brasília, respectivamente do Proterozóico Médio e Superior.

IV.2.1 Província Tocantins

De acordo com Oliveira *et al.* (2007), a Província Estrutural Tocantins corresponde a um amplo orógeno neoproterozóico (Brasiliano/Pan-Africano) desenvolvido entre dois blocos continentais maiores, o cráton Amazônico a oeste e o cráton São Francisco a leste. A parte leste da Província Tocantins é ocupada pela Faixa Brasília, que compreende uma espessa sequência de rochas metassedimentares e uma larga área em que rochas de um arco neoproterozóico juvenil mostram-se expostas (Arco Magmático de Goiás). É nesta porção centro-leste, inserida na Faixa Brasília que está localizada a área de pesquisa, compreendendo uma espessa sequência de rochas metassedimentares e uma larga área em que rochas de um arco Neoproterozóico juvenil mostram-se expostas. Por esse motivo, essa faixa será enfatizada e melhor detalhada na contextualização geológica regional (figura 4.02.1.a).

Legenda

- Coberturas Fanerozóicas
- Faixas Paraguai e Araguaia**
- NPap Grupo Alto Paraguai
 - NPc Grupo Cuiabá
 - NPi Grupo Tocantins
 - NPe Grupo Estrondo
 - Granulitos/ortognaisses (Embasamento?)

Faixa Brasília

Zona Externa

- NPb Grupo Bambuí (inclui a cobertura sobre o Cráton São Francisco)
- NPpc Grupos Paranoá e Canastra
- PPar Grupo Araí
- PPn Grupo Natividade
- Greenstone belts / Ortognaisses

Zona Interna

- MPoa Mélange Ofiolítica / Grupo Araxá
- Terrenos Granulíticos + ortognaisses

Arco Magmático de Goiás

- Seqüências vulcano-sedimentares
- Ortognaisses

Maçço de Goiás

- MPsm Coberturas dobradas / Grupo Serra da Mesa
- Complexos máfico-ultramáficos / seqüências vulcano-sedimentares adjacentes:
 - PPMPbj - Barro Alto / Juscelândia
 - PPMPnc - Niquelândia / Coitezeiro
 - PPMPcp - Cana Brava / Palmeirópolis
- Greenstone belts/Ortognaisses

Convenções

- Principais elementos estruturais:
 - 1 - Lineamento Transbrasiliano
 - 2 - Sintaxe dos Pirineus
- Falhas de empurrão (rampas frontais e oblíquas)
- Limites geológicos
- Limites da Província Tocantins
- Limites estaduais
- Limite da folha Campinorte

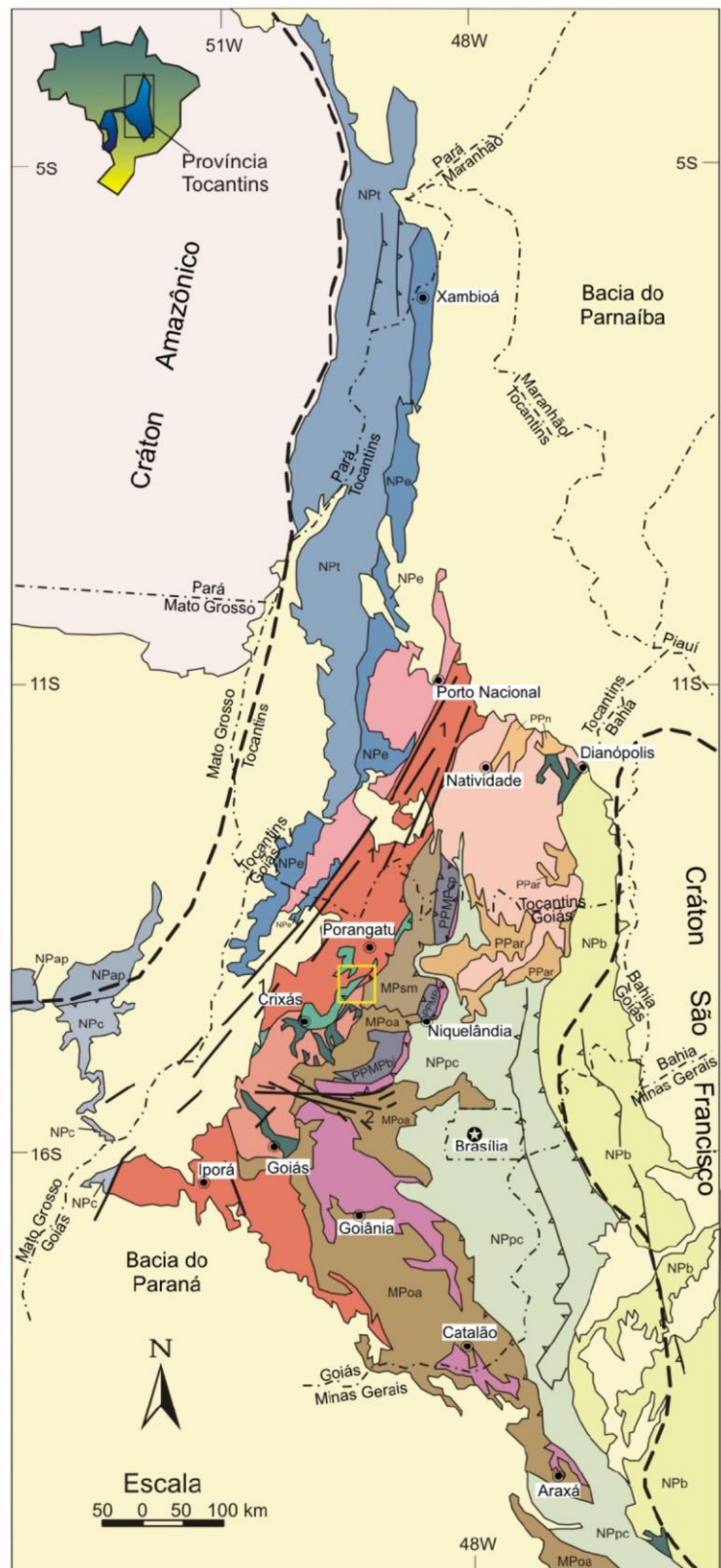


Figura 4.02.1: Mapa geológico simplificado da porção centro-leste da Província Tocantins (Pimentel *et al.* 2004).

IV.2.1.a) Faixa Brasília

A Faixa Brasília é um cinturão móvel Neoproterozóico situado na porção centro-leste da Província Tocantins. Esta faixa de dobramentos estende-se por mais de 1.000 km numa direção N-S e engloba grande parte do Estado de Goiás, até o sul do Estado de Tocantins.

A faixa em questão é caracterizada pela associações de rochas metassedimentares de margem passiva e metavulcanossedimentares, deformadas em regime progressivo durante a colagem Brasileira (Freitas-Silva, 1996; Fonseca *et al.* 1995), com desenvolvimento de dobras, e empurrões com imbricamentos com vergência para o Cráton São Francisco.

Neste relatório irá se utilizar da divisão da Faixa Brasília proposta por Lacerda Filho *et al.*, (2008). Segundo os autores a arquitetura da Faixa Brasília compreende os seguintes compartimentos envolvidos na Orogenia Brasileira: (I) Terrenos Granito-Greenstone; (II) Sequências Metavulcanossedimentares; (III) Arco Magmático de Goiás. Estes compartimentos se caracterizam por apresentarem deformação progressiva que culminou com o desenvolvimento de sistemas de dobras, empurrões e imbricamentos de vergência para o Cráton São Francisco. Claro que diversos outros eventos foram importantes para a evolução tectônica, contudo para esta tese, vamos destacar apenas o contexto para formação das três compartimentações citadas.

No interior da Faixa Brasília, o mais proeminente grupo de estruturas compreende um sistema de falhas reversas e de empurrão, com vergência tectônica em direção ao cráton São Francisco, a leste. Este padrão estrutural é interpretado como as mais conspícuas feições da deformação neoproterozóica durante o ciclo orogênico Brasileiro (Fuck *et al.*, 1994; Strieder & Suita, 1999; Araújo Filho, 2000).

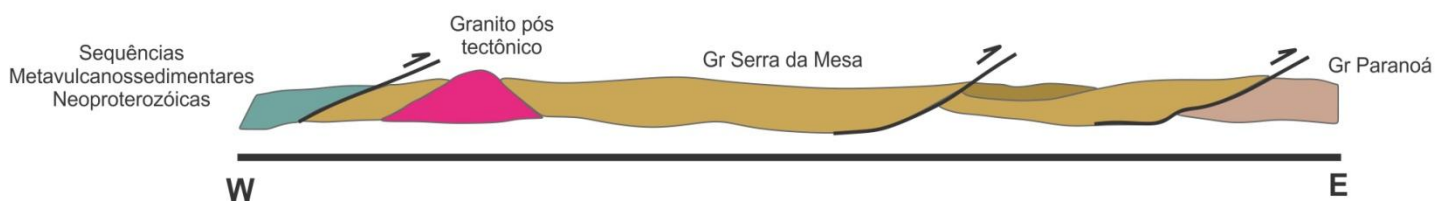
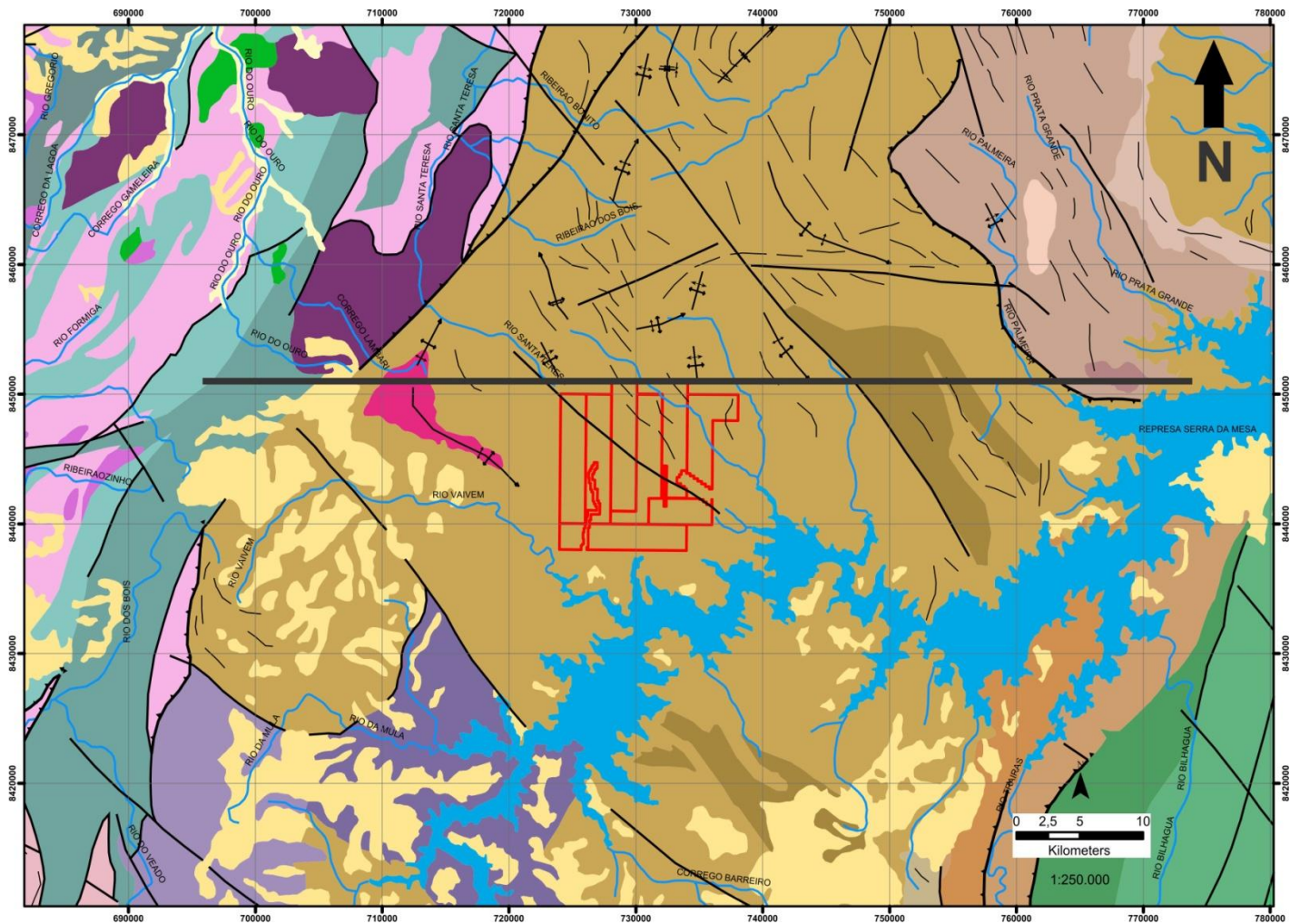


Figura 4.02.01.a): Recorte do mapa geológico regional, com seção geológica interpretativa e destaque para as grandes falhas de empurrão. A área de pesquisa é mostrada pelas poligonais em vermelho, indicando o contexto tectônico no qual está inserido. Lacerda Filho *et al.* 2000 - *Mapa Geológico do Estado de Goiás e Distrito Federal em escala 1:500.000*, CPRM, MME - Goiânia.

Principais Unidades Geológicas Contextualizadas com a Área de Estudo

(I) Terrenos Granito-Greenstone

Os primeiros reconhecimentos de terrenos do tipo granito-greenstone realizados em Goiás foram propostos por Danni & Ribeiro (1978), que identificaram, em Crixás, Pilar de Goiás, Hidrolina e Guarinos, sequências vulcano-sedimentares com características de *greenstone belt*. A identificação de textura spinifex em derrames ultramáficos nas sequências vulcano-sedimentares de Crixás (Saboia, 1979) e de Hidrolina (Danni *et al.* 1980) evidenciaram sua classificação como do tipo *greenstone belt*.

Os terrenos *greenstones* acima mencionados ocorrem como faixas estreitas, alongadas na direção geral NNW-SSE, e separadas por terrenos constituídos, predominantemente, por tonalitos e granodioritos, com enxames de diques máficos (Danni *et al.* 1986, Kuyumjian 1990, Jost *et al.* 1994). A estratigrafia geral, a grosso modo, é semelhante aos demais *greenstones* do mundo: porção inferior constituída essencialmente por vulcânicas ultramáficas komatiíticas, porção intermediária com predomínio de basalto almofadados e, na porção superior sedimentos químicos e detríticos, por vezes com vulcanismo piroclástico associado (Saboia 1979, Kuyumjian 1986, Jost & Oliveira 1991). Intrusões tonalíticas, granodioríticas, thondjemíticas e graníticas estão presentes nos terrenos granito-greenstone de Goiás.

(II) Sequências Metavulcanosedimentares

Essas sequências acontecem principalmente nos segmentos Setentrionais e Meridionais da Faixa Brasília. Ocorrem na forma de um Cinturão de Dobras e Empurrões supracrustais de baixo grau metamórfico, bem como unidades de seu embasamento envolvidas em um sistema de empurrões com transporte tectônico em direção ao Cráton São Francisco.

Complexo Hidrolina

Mapeamentos realizados pelo CPRM (2007) mostram que o Complexo Hidrolina é definido como uma estrutura de formato dômico batolítico ligada à evolução arqueana dos *greenstone belts* de Crixás-Hidrolina. O Complexo Hidrolina é composto predominantemente por uma associação de leucognaisses granodiríticos e granodioritos pouco deformados, que se mostram recortados por grande volume de diques anfibolíticos e encobertos esporadicamente por relictos de uma associação de clorita-muscovita-quartzo xisto, granada-clorita-muscovita xisto, quartzo xisto e quartzitos pertencentes supostamente ao Grupo Serra da Mesa. Enquanto o bandamento dos gnaisses não apresenta tendência bem definida, zonas de cisalhamento direcionais e fraturas dispostas segundo N-S, E-W e NW-SE se destacam na estruturação desse domínio. Subordinadamente ocorrem intrusões menores de metatonalito e metagranito, e frequentes diques de metadiabásio.

Sequência metavulcano-sedimentar Campinorte

Estudos realizados por Oliveira *et al.* (2007) afirmam que essa sequência engloba como principais litotipos variações de metapsamitos (quartzito, muscovita quartzito e quartzo-mica xisto), metapelitos (muscovita xisto, clorita-muscovita xisto com ou sem granada, clorita-biotita-carbonato xisto com ou sem grafita, muscovita-quartzo xisto e, subordinadamente, xistos carbonosos) e rochas metassedimentares químicas (gondito e *metachert*). Os litotipos vulcânicos mais representativos dessa unidade são rochas piroclásticas ácidas com pronunciado bandamento granulométrico, seguidas de riolitos e riodacitos porfiríticos. Intercalações de metaultramáficas (talco-clorita xisto, anfibólio xisto, actinolititos), anfibolito fino e epidoto anfibolito são subordinados. O empilhamento original da sequência não foi reconhecido uma vez que as unidades são descontínuas em superfície e foram submetidas à intensa deformação. As paragêneses metamórficas, principalmente dos xistos (granada-clorita-muscovita), são da fácies xisto verde.

Determinações isotópicas realizadas por métodos Sm-Nd em rochas metavulcânicas e metaplutônicas ácidas, apresentaram idades entre 2,30 e 2,52 Ga, sugerindo protólitos de idade paleoproterozóica (Kuyumjian *et al.* 2004).

Suíte plutônica Pau-de-Mel

Os trabalhos publicados pela CPRM (2007), na nota explicativa da folha Campinorte mostram que a Sequência Campinorte engloba ainda uma ampla variação de rochas plutônicas ácidas (tonalito, granodiorito e granito) deformadas e metamorfizadas sob condições das fácies xisto verde a anfibolito. Tais rochas constituem, provavelmente, equivalentes plutônicos do vulcanismo ácido da Sequência Campinorte. Na suíte de metaplutônicas ácidas destacam-se:

- **Milonito granítico Mundinho:** Este metagranito tem geometria fortemente alongada (12 km de extensão e 3 km de largura) e foliação milonítica NS subvertical, resultado de deformação intensa controlada por uma zona de cisalhamento transcorrente norte-sul. O corpo ocorre intrusivo em um pacote de quartzitos e magnetita-pirita-quartzo-muscovita xisto da sequência vulcano-sedimentar Campinorte.
- **Gnaise tonalítico Pau-de-mel:** Este corpo aflora em grandes exposições ao longo do rio homônimo, dentro do contexto de janela tectônica em meio a pacote de rochas metassedimentares mesoproterozóicas do Grupo Serra da Mesa. O granito pau-de-mel ocorre intrusivo em uma sequência de anfibolitos e xistos manganésíferos da Sequência Campinorte.
- **Protomilonito tonalítico Rio dos Bois:** As exposições deste litotipo ocorrem próximas ao Rio dos Bois, no contexto da sequência vulcano-sedimentar Campinorte, ao longo de uma zona de cisalhamento transcorrente com disposição geral N20°E. De maneira geral, o metatonalito foi submetido a intensidades variáveis de deformação, sendo que o protomilonito representa o domínio com características mais bem preservadas do protólito ígneo.
- **Metatonalito hidrotermalizado:** Este corpo aflora em um único e pequeno afloramento, com disposição geral norte-sul, intrusivo em um pacote de pirita-magnetita-quartzo-muscovita xisto da sequência vulcano-sedimentar de Campinorte. A análise microestrutural deste litotipo indica que um protólito ígneo de composição tonalítica foi submetido inicialmente à deformação dúctil sob condições de metamorfismo de fácies xisto verde

alto a anfibolito. Esta rocha metamórfica foi submetida à intensa alteração hidrotermal dominada por sericitização dos feldspatos.

Grupo Serra da Mesa

São rochas metassedimentares que ocorrem na porção centro-norte de Goiás e que sustentam a serra homônima. O Grupo Serra da Mesa foi definido por Marini *et al.* (1977) como um espesso pacote de quartzitos e micaxistos com espessura média de até 1.850 metros. Estendem-se até o Estado do Tocantins e foram correlacionados ao Grupo Araxá por Barbosa *et al.* (1969). Posteriormente, Marini *et al.* (1978) reuniu sob a denominação de Grupo Serra da Mesa, rochas pertencentes aos complexos máfico-ultramáficos de Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto. A seção-tipo da unidade se localiza na serra homônima, região de relevo acidentado de direção geral norte-sul, com espessura máxima aparente de 1.700 metros. As semelhanças entre os grupos Serra da Mesa e Serra Dourada e sua continuidade física a norte e a sul da inflexão dos Pirineus levam a sugerir a fusão de ambos em uma única unidade informalmente denominada de Grupo Serra da Mesa/Serra Dourada. Lacerda Filho (1999) propôs a subdivisão deste, da base para o topo, nas unidades A, quartzítica e B, metapsamo-pelítica.

Unidade A – Quartzítica – é constituída de quartzitos finos a médios e biotita-quartzo xistos preservados nas cotas mais elevadas da serra. Os quartzitos possuem acamamento definido, são em geral friáveis e com variadas proporções de muscovita. O contato com o substrato é marcado por milonitos com evidências de alteração hidrotermal e venulações de quartzo dobradas.

Unidade B – Metapsamo-pelítica – consiste de quartzo xistos, clorita-muscovita-quartzo xistos, magnetita-clorita-muscovita xistos e granada-clorita-muscovita xistos com intercalações de quartzito e lentes de calcixisto e metacalcário em níveis de micaxisto granadífero. Também ocorrem xistos grafitosos, micaxistos com lentes de quartzito com porfiroblastos de granada e estauroлита e/ou cianita.

Os carbonatos (calcixistos e metacalcários) da Unidade B do Grupo Serra da Mesa, definem uma sequência Psamo-Pelito estudada por Araújo Filho

et al. (2007), e é um dos produtos de interesse econômico a serem explorados na região. Exemplos dessa unidade podem ser observados em algumas pedreiras da região e o produto é utilizado como corretivo de solos, muito útil para o desenvolvimento da agricultura devido as suas propriedades corretivas de solo.

Essas rochas são descritas como uma associação de metamargas e metacalcários dolomíticos de granulação fina a média, com macroestrutura bandada e/ou laminada realçada pela alternância de domínios brancos, com predominância de carbonato (bandas mais claras) e bandas cinzas, com predominância de filossilicatos. Essa sub-unidade exibe geometria lenticular e tem ocorrência restrita a toda folha Campinorte.

Coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas

Esta unidade tem ampla distribuição no estado e atapeta superfícies de aplainamento desenvolvidas sobre rochas de todas as unidades litoestratigráficas, principalmente as sequências presentes nos cinturões de dobramento e sequências metavulcano sedimentares citadas.

Estes sedimentos são formações superficiais que se desenvolveram em zonas de interflúvios. Compreendem sedimentos aluviais ou coluviais constituídos por conglomerados oligomíticos com seixos de quartzito e lateritos autóctones com carapaças ferruginosas. As crostas, quando possuem perfis completos, podem alcançar mais de 30 m de espessura, embora, nem sempre apresenta nítida diferenciação em horizontes.

Depósitos aluvionares

De grande importância na área de estudo, os depósitos aluvionares se associam à rede de drenagem que flui sobre o embasamento cristalino e as bacias sedimentares, notadamente a tributária dos rios Araguaia e Tocantins. Estes compreendem as acumulações de sedimentos de calha e de planície de inundação, compostos por areias finas a grossas, cascalhos e lentes de material silto-argiloso e turfa.

As frações mais grossas podem conter concentrações de rutilo, ouro, zircão e diamante, as quais podem constituir depósitos de interesse econômico.

(III) Arco Magmático de Goiás

Segundo Bizzi *et al.* (2003), o Arco Magmático de Goiás ocorre na região oeste do Estado de Goiás e no sul de Tocantins, ocupando uma extensa faixa com largura de aproximadamente 300 km, separada em dois segmentos (norte e sul) pelo Bloco Crixás. Limita-se a leste com as rochas metassedimentares da Faixa Brasília e seu embasamento; a oeste, com as coberturas da Bacia do Bananal; e a sul, com as rochas sedimentares da Bacia do Paraná.

Estudado por Pimentel & Fuck (1987) e Kuyumjian (1994), o Arco Magmático de Goiás ocorre na porção do extremo oeste da Faixa Brasília, representando um segmento crustal juvenil de idade neoproterozóica. Este arco é constituído por estreitas faixas de sequências vulcano-sedimentares de arcos de ilha oceânicos. O segmento norte é representado pelo Arco Mara Rosa e o segmento sul contém uma série de arcos coalescentes entre as cidades de Bom Jardim de Goiás até Pontalina, no sul de Goiás. Nesse domínio são identificadas diversas faixas estreitas de sequências metavulcanossedimentares, separadas por terrenos ortognáissicos (graníticos, tonalíticos e granodioríticos), frequentemente milonitizados e com idade de cristalização de 860 Ma (Viana *et al.* 1995).

Num âmbito mais geral, o arco é composto por: rochas graníticas sin-tectônicas; sequências vulcanossedimentares; e granitos sin à tarde e pós-tectônicos. Dois domínios principais desta crosta juvenil neoproterozóica têm sido estudados em maior detalhe e são referidos como arcos magmáticos de Arenópolis e Mara Rosa, que ocorrem nos setores sul e norte do arco de Goiás, respectivamente (Pimentel & Fuck, 1992; Pimentel *et al.* 1997).

IV.2.1.b) Evolução Tectônica e Metamorfismo

A faixa Brasília apresenta metamorfismo crescente de leste para oeste e transporte tectônico de oeste para leste. Esta respectiva Faixa constitui,

provavelmente, o mais completo cinturão orogênico Neoproterozóico do Brasil, em função tanto da sua compartimentação tectônica quanto da sua diversidade litológica, ambas típicas de terrenos orogênicos.

Baseados na intensidade da deformação e na polaridade dos eventos metamórficos, Fuck (1994) e Fuck *et al.* (1994) individualizaram-se dois domínios principais na faixa, a Zona Externa e a Zona Interna. A sua porção central é transposta por expressivo sistema de zonas de cisalhamento dúcteis dextrais de direção E-W, com variação para NE-SW. Esta é responsável por brusca mudança nas direções estruturais que resultaram na Sintaxe dos Pirineus, caracterizada por uma megatranscorrência oblíqua derivada da compressão de oeste para leste que dividiu a Faixa Brasília nos segmentos setentrional e meridional, cada qual com características evolutivas próprias e contrastes no arcabouço tectono-estratigráfico e metalogenético.

Segundo Bizzi *et al.* (2003) na região da Serra da Mesa, os litotipos do Arco Magmático Mara Rosa cavalgam as rochas sedimentares do Grupo Serra da Mesa por meio de grandes falhas de empurrão de direção geral submeridiana, com vergência para leste, em direção ao Cráton São Francisco. Na região entre Uruaçu e Cachoeira de Goiás, rochas metassedimentares dos grupos Serra da Mesa e Serra Dourada cavalgam os terrenos granito-*greenstone* arqueano do Bloco Crixás-Goiás, como resultado de esforços compressivos de SE para NW.

Análise estrutural realizada em rochas da Sequência metavulcano-sedimentar Campinorte e do Complexo Hidrolina realizados pelo CPRM (2007), foi possível enumerar dois eventos de deformação (E_{n-1} e E_n) responsáveis por, pelo menos, três fases (D_{n-1} , D_n e D_{n+1}). A fase D_{n-1} está representada por lineações minerais e de estiramento, de orientação aproximada NS e foliação de atitude frequentemente ajustada ao contato com o Complexo Hidrolina. A relação entre ambas estruturas mostra transporte oblíquo a tangencial, com vergência geral para sul, indicando que a Sequência Campinorte foi tectonicamente colocada sobre o Complexo Hidrolina nesta fase.

V. GEOLOGIA LOCAL

A área em questão apresenta afloramentos com rochas bastante alteradas, onde a geologia é constituída basicamente por Quartzo Xisto, (Grafita) Quartzo Xisto com capa residual, apresentando localmente sedimentos coluviais e/ou coberturas detríticas e lateríticas recentes de ferro/manganês; veios de quartzo; cascalheiras; além das coberturas aluviais presentes em diversos pontos das calhas dos córregos e rios da região.

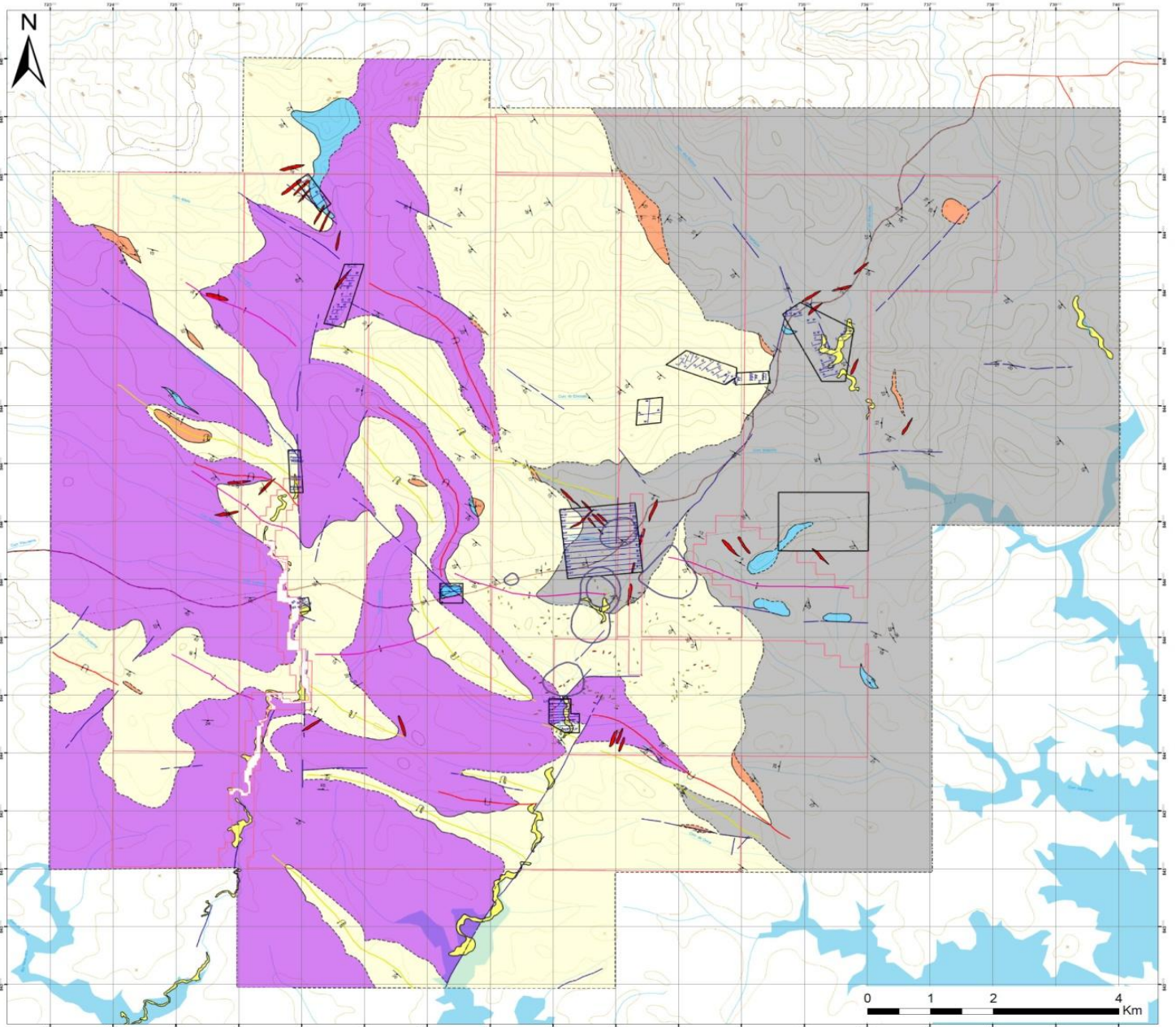
Uma das questões levantadas durante o mapeamento foi em relação estratigráfica regional proposta pela literatura. Para isso houve a tentativa de individualização das unidades litoestratigráficas locais referentes ao Grupo Serra da Mesa e da Sequência Campinorte, onde foram propostas pela equipe técnica as seguintes Formações:

- a. **Formação Córrego Palmeira**: Sequência meta psamo-pelítica com: (grafita)-quartzo micaxisto; corpos isolados de metacalcário; e quartzo micaxisto.
- b. **Formação Miéis**: Sequência meta psamo-carbonática, contendo micaxisto, calcixisto, lentes de metacalcário, e protominério aurífero e titanífero.
- c. **Formação Córrego do Encosto**: Sequência meta psamo-pelítica com (Biotita-Pirita)-quartzo micaxisto e lentes de quartzito.

Essas formações foram divididas com base na textura/composição e associação litológica da rocha predominante, o xisto. Nestas rochas o teor em quartzo recristalizado e micas (biotita, muscovita) determinam dois tipos composicionais/texturais, sendo: a) Quartzo micaxisto - elevado teor de quartzo, com predomínio de *microlitons* quartzíticos sobre domínios de clivagem micáceos; b) Micaxisto - menor conteúdo em quartzo com predomínio de domínios micáceos sobre matriz quartzosa.

Sendo assim, neste capítulo, serão abordados os aspectos litotípicos macro e microscópicos das principais unidades geológicas encontradas na área de pesquisa, que resultou em um mapa em escala 1:25.000, impresso na escala real em anexo e mostrada de forma representativa abaixo (figura 05).

Mapa Geológico 1:25.000 - Projeto Campinorte (GO)



Legenda:

- | | |
|---|---|
| ● Cascalheira | ■ Corpos Calcáreos |
| ▨ Veio de quartzo | ■ Quartzito |
| □ Anomalia de Bismuto | Formação Rio Miéis:
micaxisto, calcixisto e lentes de metacalcário;
protominério aurífero e titanífero |
| ■ Depósitos aluvionares potencialmente auríferos
e titaníferos | Formação Córrego do Encosto:
quartzo micaxisto e lentes de quartzito |
| ■ Veios de quartzo auríferos | Formação Rio Palmeira:
grafita quartzo micaxisto, lentes de quartzito e
metacalcário; protominério aurífero e titanífero |

Figura 05: Mapa geológico local, com as unidades individualizadas e propostas neste estudo.

V.1. Unidades Litológicas – Descrição dos Litotipos

V.1.1. Formação Córrego Palmeira

Esta Formação é composta basicamente por (grafita) – quartzo micaxisto, aflorando na porção central e a leste das áreas, principalmente nos arredores da fazenda em que se situa o alojamento atual – também conhecido como *Área Base*. Essa unidade é representada com a cor cinza no mapa geológico. Estratigraficamente está abaixo de todas as demais rochas no contexto geológico estudado. Ocorre como blocos *in situ* ou rolados, nos pés dos morrotes, perfis de trincheira ou em lajes de rios, podendo ser visualizadas principalmente nos cortes da rodovia GO-239 (pontos MT1 a 16) além de ter sido descrito em testemunhos de sondagem rotativa (FP-09). Por vezes, ocorre muito alterada ou completamente fragmentada, dificultando a identificação de qualquer estruturação. Pode exibir espessa capa de alteração ferruginosa.

V.1.1.a) (Grafita)-quartzo micaxisto

Esse litotipo é, mineralogicamente, composto de quartzo, biotita predominando sobre muscovita como mineral micáceo; contém níveis de granulação fina, filítica, de cor preta, sedosos, de brilho graxo, e baixa dureza. Estes níveis podem ser considerados como *microlitons* por seu tamanho de grão e textura filítica. O mineral responsável por estas características é a grafita, que apresenta concentrações bastante variáveis tanto em escala de afloramento quanto em escala de mapa. A relação de contato com as Formações Córrego do Encosto e Rio Miés é, na maioria das vezes gradacional ou por falha.

Referente a essa litologia foram confeccionadas seis lâminas petrográficas (MT4A, MT4B, MT10A, MT15A, MT76A, MT76B). Ao microscópio este xisto apresenta granulação fina, textura granolepidoblástica, estrutura xistosa a milonítica definida pela orientação de muscovita e grafita. A assembleia mineralógica é composta em média por muscovita (43%), grafita (30%), quartzo (7%), clorita (5%), biotita (3%) podendo ser observados minerais acessórios tais como escapolita, zircão, pirita, rutilo, opacos e traços de zircão. A muscovita é anédrica, tem granulação fina, e ocorre principalmente como micrólitons, e juntamente com a biotita, grafita e clorita define a foliação (Sn). Eventualmente

são observados cristais relictos de plagioclásio, cristais prismáticos opacos (rutilo) e porfiroclastos de quartzo simétricos. Paralelo a foliação (Sn) é comum a presença de estreitas faixas alteradas ricas em cristais oxidados. A assembleia mineral e textura relictas com biotita e quartzo cortada por domínios filíticos grafitosos sugere que essas rochas possuem protólito gnáissico ou xistoso (fácies anfibolito) sendo retrometamorfisadas em fácies xisto-verde.

A análise de minerais pesados das rochas indicou a presença de arsenopirita, rutilo, ilmenita, magnetita, pirita, ouro nativo e bismutinita.



Fotos 19 e 20: A primeira foto mostra afloramento de Grafita-quartzo xisto referente ao ponto GH-31 e a segunda ilustra o Muscovita-biotita xisto, laje do córrego Palmeira.

V.1.1.b) Quartzo micaxisto

Encontra-se no topo da Formação Córrego Palmeira, podendo ser observado nas seções ao longo do curso do Córrego Palmeira (pontos EV17 a 22), Córrego do Encosto (pontos GH 34 a 40) e entre as propriedades dos senhores Rui e Dedé (pontos GH 20 a 31), encontrando-se quase sempre alterada. O teor de quartzo pode atingir até 50% do total da rocha, individualizando níveis puros de quartzo recristalizado limitados por filmes de mica que definem a foliação. Na estrada para a propriedade de Sr. Bertolino (MT13) há uma rara ocorrência de matacões desta rocha. Da parte oriental da

Serra do Encosto para norte ocorre um predomínio desta rocha até o fim das áreas, intercaladas, algumas vezes com níveis quartzíticos.

O Quartzo-micaxisto aflora junto ao acampamento-base do projeto, no Garimpo do Dedé (MT77) e ao longo do curso médio do Córrego do Criminoso até sua cabeceira na Serra do Encosto (MT44). Contém proporção maior de veios de quartzo da primeira geração (V1) em dois tipos: lentes milimétricas com alongamento centimétrico (MT44, p. ex.); lentes centimétricas com extensão métrica (MT27, p. ex.), estas menos frequentes. Também é descrito em testemunhos de sondagem como portador de lentes de quartzo centimétricas sulfetadas e cortadas por veios de quartzo auríferos.

O Quartzo-micaxisto tem cor cinza avermelhado, granulação fina e foliação definida pela orientação preferencial dos minerais micáceos, que ocorrem alternados com níveis quartzosos, de dimensões milimétricas e localmente oxidados. A mineralogia é composta por quartzo, muscovita e biotita e como mineral acessório foi observado grafita e porfiroclastos de óxido de ferro. Ocorrem localmente pequenas cavidades de dimensões milimétricas, possíveis "boxworks" - sem forma definida, ora com indícios de preenchimento de quartzo recristalizado e/ou óxido de ferro.

Ao microscópio (ponto MT16) este xisto apresenta granulação fina, textura granolepidoblástica, estrutura xistosa dada pela orientação de muscovita e grafita. A mineralogia é composta por quartzo (55%), muscovita (28%), biotita (6%), opacos (10%) e rutilo (1%). A rocha encontra-se intensamente intemperizada e com alta concentração de hidróxido de ferro. Há um predomínio de muscovita sobre biotita; porém ambas ocorrem orientadas paralelamente e definem a foliação (Sn). O quartzo é polimodal, em sua maioria tem contatos poligonais entre si, os quais indicam um processo de recristalização, também observado em vênulas e/ou *ribbons* paralelos a foliação. Pontualmente observa-se cristais de quartzo cataclados; quando associados as sombras de alteração da pirita, o quartzo se encontra com bordas. O óxido/hidróxido de ferro aparece principalmente preenchendo espaços intersticiais (clivagem, micro fraturas e cavidades), porém também ocorre como porfiroclastos euédricos de pirita com aspecto de dissolução em suas bordas. É provável que o óxido de ferro seja

proveniente da alteração da biotita e da pirita. A biotita e a muscovita estão orientadas e também definem a xistosidade, estão muito alteradas e com contatos serrilhados entre os outros minerais. Essas rochas atingiram metamorfismo de grau médio a baixo de fácies anfibolito, tendo sido retrometamorfisadas em fácies xisto-verde.

A mineralogia acessória observada nos concentrados de bateia e amostras de mão indica a presença de magnetita, ilmenita, rutilo, sulfetos como arsenopirita, pirita e calcopirita.



Foto 21: Afloramento de Quartzo micaxisto na trincheira T1005-A1 – Paredão do Dedé.



Foto 22: Amostra de mão de Quartzo micaxisto, fresco a pouco alterado T-139.

V.1.2. Formação Córrego Miéis

Essa Formação pode ser observada na cabeceira do Rio Miéis (ex.p MT29, MT30), a extremo norte da área, onde afloram Micaxistos carbonáticos, quase sempre alterados. A relação de contato entre esta unidade e a Formação Córrego do Encosto se faz por contato do tipo gradacional ou por falha.

V.1.2.a) Calcixisto ou Micaxisto Carbonático

O calcixisto ou micaxisto carbonático é representado por um calcário xistoso, cor cinza claro, granulação fina a média, estrutura foliada definida pela alternância de níveis micáceos e quartzosos de dimensões milimétricas (foto 23).

Ocorrem localmente pequenas cavidades de dimensões milimétricas, sem forma definida, por vezes preenchida por quartzo recristalizado e/ou óxido de ferro. Também foi observada a ocorrência de sulfetos, principalmente esfarelita (blenda), pirita, calcopirita e bornita. Trata-se, portanto de um litotipo metassedimentar com metamorfismo que atingiu a fácies xisto verde de baixo a médio grau metamórfico.

Ao microscópio (ponto MT29) este xisto apresenta textura granolepidoblástica e estrutura xistosa definida pela orientação de biotita (predominante) e muscovita em meio a matriz carbonática. Sua mineralogia é composta por biotita (37%), quartzo (28%), muscovita (19%), calcita (8%), titanita (4%) e opacos (4%) ocorrem como minerais acessórios. Os cristais de biotita são estirados e define a foliação (Sn). Os cristais de quartzo variam de granulares a estirados com contatos irregulares; eventualmente com bordas corroídas e inclusões de biotita. A muscovita tem granulação fina e ocorre preenchendo espaços intersticiais entre os cristais de quartzo e calcita. A calcita juntamente com a muscovita constituem a matriz da rocha, não ocorrem orientadas, tem granulação fina, por vezes apresenta suas bordas corroídas e/ou substituídas por quartzo. Como mineral acessório é observado titanita, por vezes fraturadas e com bordas corroídas. Contém *ribbons* milimétricos de quartzo paralelos a xistosidade e porfiroblastos sigmoidais de quartzos, rotacionados, que indicam na maioria das vezes sentido sinistral.



Fotos 23 e 24: Paredão de micaxisto carbonático bastante deformado, com lentes de quartzo, sigmoides e dobras isoclinais e recumbentes - CL-19 e amostra de mão - MT-29.

V.1.3. Formação Córrego do Encosto

Formação litológica predominante, abrangendo todas as áreas de pesquisa requeridas mediante o DNPM. É constituída por xistos com granulação fina a média, coloração variando de cinza escura, cinza esverdeada a cinza aço, quando frescas; e vermelha alaranjada a vermelha-arroxeadada, quando alteradas.

V.1.3.a) (Biotita-Pirita) - quartzo micaxisto

Os xistos desta Formação são bastante silicosos em função de um bandamento intenso com veios de quartzo milimétricos a decimétricos, concordantes a foliação metamórfica. Isto faz com que os mesmos sejam mais resistentes aos processos erosivos e venham a sustentar o relevo local formando cristas de serra alongadas, como a Serra do Encosto (foto 25). Seus afloramentos costumam ser na forma de *blocos in situ* ou rolados, nos pés dos morrotes ou em lajes de rios. Por vezes, ocorre muito alterada. De acordo com as proporções entre estes minerais, há quatro tipos de xisto: biotita-clorita-quartzo xisto, muscovita- biotita quartzo xisto, biotita- xisto carbonático e pirita-biotita-quartzo xisto (foto 26).

As análises petrográficas dos pontos MT68, MT44 e MT31 mostram que estes xistos de textura granoblástica são compostos em média por muscovita (50%), quartzo (35%), biotita (10%), pirita (4%) e opacos (4%), podendo ocorrer pontualmente cristais de plagioclásio ou cimento carbonático.

Sua foliação é definida pela intercalação de níveis micáceos e níveis quartzosos. Os cristais de quartzo são polimodais e algumas vezes ocorrem estirados paralelos a foliação (Sn). A biotita ocorre como cristais subédricos a euédricos, em forma de lamelas alongadas subparalelas aos cristais de muscovita. A muscovita tem granulação fina (comparadas aos cristais de quartzo) e também está orientada subparalelamente a xistosidade. Como minerais acessórios ocorrem óxido/hidróxido de ferro preenchendo alguns interstícios e também um mineral opaco de seção retangular e oxidado, provavelmente pirita que ocorrem alinhados aos planos de xistosidade. Além disso, observam-se cristais fraturados, preenchidos ou não por sericita. A análise petrográfica mostra que essas rochas foram geradas em fácies anfibolito tendo sofrido um retrometamorfismo.

Como exemplo de bons afloramentos, pode-se citar o leito do rio Palmeira, os cortes da estrada Colinaçu-Campinaçu e a Serra do Encosto, onde inclusive foram efetuados os furos de sonda SR-07, SR-10 e SR-11.

A mineralogia acessória, observada a partir dos concentrados de bateia e amostras de mão, é: magnetita, ilmenita, rutilo, zircão e epidoto. Os sulfetos pirita, arsenopirita, calcopirita e bornita, também foram observados, entretanto especula-se uma origem tardia para estes minerais, associada a um possível hidrotermalismo (sulfetação).

Nesta unidade há uma grande quantidade de cristais de pirita que ocorrem distribuídas por todas os pontos onde este litotipo foi observado, sendo uma das unidade com ocorrências mais expressivas da região. Esses cristais são visíveis normalmente na superfície do solo, em meio a cascalheiras de quartzo e em calhas de rio.

Nos xistos (pirita-quartzo xisto) a pirita se encontra oxidada, disseminada na forma de cristais euédricos de 2 mm a 1,5 cm paralelos a foliação (Sn). Essa variação de xisto é observada nas áreas D.Joana, Virgínia e Serra do Encosto. Já nos veio de quartzo ela ocorre como inclusão, podendo ter dimensões centimétricas.



Fotos 25 e 26: Afloramento e detalhe do pirita-biotita-quartzo xisto, ponto realizado no sopé da Serra do Encosto.

V.1.4. Corpos isolados de Calcário e Quartzitos

V.1.4.a) Calcários

As rochas calcárias correspondem a um litologia pouco expressiva, ocorrendo sob a forma de morros- testemunho arredondados, ou como lajedões destacando-se na paisagem pelas quebras de relevo e feições cársticas, onde é comum a intercalação entre camadas centimétricas a métricas contendo metacálcareos e calcixistos, com raras porções de calcário puro. Independente da variação composicional dessas rochas, quando alteradas, gera como produto um solo de cor marrom, argilo - siltoso pouco arenoso, micáceo, com grânulos de quartzo, entretanto essas rochas quase sempre se encontram pouco alteradas.

As ocorrências de metacalcários estão restritas aos seguintes processos: 862.090/2007, com dois corpos aflorando na fazenda do Jair, denominados Jair 1 e Jair 2, 862.091/2007 com um corpo na fazenda do Lao Corrêa, 862.092/2007 com dois corpos, um aflorando na fazenda do Oswaldo e outro na propriedade

do Adalto e outros dois corpos ocorrendo na fazenda do Belém, denominados Belém 1 e Belém 2, sendo o primeiro no processo 862.093/2007 e o outro no 862.095/2007 (foto 27).

Esses corpos ocorrem distribuídos em todas as unidades aqui supracitadas, e muito embora tenha havido a tentativa da subdivisão desses corpos dentre as Formações, optou-se por integrá-los como parte de suas associações litológicas. Tal decisão foi tomada após terem sido observadas intercalações concordantes de metacalcários (assim como de quartzitos), em praticamente todas as rochas da região.

Uma das principais características dessas rochas é quanto a sua heterogeneidade, onde ocorrem proporções variadas entre material calcítico, dolomítico e micáceo. Por esse motivo, tanto o calcário puro quanto o laminado (foto 28) serão descritos na mesma unidade litoestratigráfica, já que o contato entre eles é transicional.

Assim, os chamados “calcários puros” (composto por até 90% de calcita) ocorrem de forma errática nos corpos calcários e são compostos essencialmente por calcita e/ou dolomita, de cor branco acizentado, estrutura maciça, textura sacroidal (granoblástica) e granulação grossa, provavelmente formado por diferenciação química (foto 28). Ocorrências como essa podem ser observadas no topo no calcário do Lao (ponto 86), onde ocorre romboédros perfeitos de calcita cinza com até 6,0 cm.

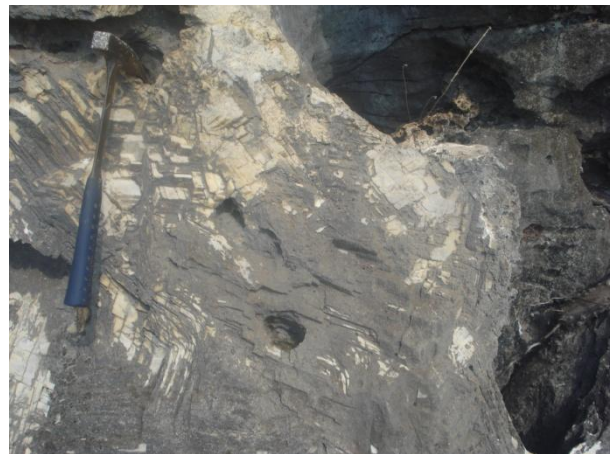
Já o metacalcário apresenta-se como uma rocha cinza clara a branca com granulação grossa, aspecto maciço ou textura sacaroidal (granoblástica) e minerais sulfetados como (pirita, galena, esfalerita, calcopirita e bornita) disseminados.

Independente da composição, foram identificados em todos os corpos a presença de Blenda (Zn), Galena (Pb) e Bornita (Cu), além da calcita, grafita e muscovita (flogopita).

Ao microscópio (MT53) apresenta trama de minerais equigranulares, composta por mosaico de carbonato (98%) e quartzo (2%), onde os grãos maiores possuem orientação, e têm as suas faces maiores alinhadas na direção

da foliação (Sn). O quartzo recristalizado ocorre como cimento preenchendo os espaços intersticiais da rocha, e como *boudins* de quartzo, normalmente paralelas à xistosidade. Como mineral acessório, pode ser observada titanita e óxidos.

No corpo de calcário no processo 862.091/2007, na propriedade do Lao Correa, ocorre um bolsão com dimensão de cerca de 8 metros de comprimento e 3 de altura de calcita pura, de formato romboédrico perfeito, com cristais variando entre 2 e 10 cm (foto 29). Essas calcitas foram formadas a partir de uma diferenciação química (concentração de carbonato de cálcio) em conjunto com o espaço necessário para a evolução macroscópica do sistema cristalino desses minerais.



Fotos 27, 28 e 29: As duas primeiras representam calcários puros encontrados no morro do Belém *BE-PH-03* e a terceira indica cristais de calcita encontrada no morro do Lao Correa *CL-05*.

V.4.1.b) Quartzito

É a unidade litológica menos expressiva na região de estudo. Ocorre em poucas e pequenas extensões mapeáveis, principalmente como lentes em meio ao xisto ou através de pequenos morros que surgem no contato entre unidades (foto 30)

O quartzito aparece geralmente como camadas decimétricas em meio ao xisto, apresentam coloração branca amarelado (fotos 31 e 32), textura granoblástica (sacaroidal), estrutura foliada, e são compostos essencialmente por quartzo, muscovita e argilominerais (quando alterado).

A análise mineralógica de minerais pesados, da amostra referente ao ponto 40, revelou a presença de arsenopirita, rutilo, ilmenita, zircão, bornita, pirita e óxido de ferro. A análise petrográfica do ponto REGMT3 mostrou que a rocha é constituída por: quartzo 55%, plagioclásio 20%, k-feldspato 15% muscovita 2%, epidoto 2%, clorita 2%, opaco 2%, rutilo 1% e zircão 1% (composição modal estimada).



Fotos 30, 31 e 32: Ocorrência de quartzito nas áreas de estudo. Unidade pouco significativa e sem grande relevância para viabilidade econômica.

V.1.5. Veios de quartzo tardios e zonas de contato

V.1.5.a) Veios de quartzo Tardios

É a subunidade litológica economicamente mais importante, alvo de inúmeros garimpos no passado. Os veios ocorrem como pequenos corpos discordantes à foliação das rochas, distribuídos por toda área, com geometrias tabulares e lenticulares, espessuras variando de centimétricas a métricas e comprimentos variados, e estão quase sempre associados à remobilização do ouro nas zonas de contato com as rochas encaixantes.

Esses veios são evidenciados em campo pela presença de grandes blocos de quartzo alinhados e cascalheiras quartzosas, e são comumente observados no corte da estrada para Campinaçu, na área base e nos arredores do córrego Criminoso.

Para melhor entender às observações feitas em campo, foi necessária a seguinte classificação dos veios de quartzo descritos na região:

- **V1:** Correspondem aos veios concordantes à foliação metamórfica, geralmente apresenta mergulhos sub-horizontais (foto 33).
- **V2:** Correspondem aos veios discordantes com a foliação Sn num ângulo de 20 graus (foto 34).
- **V3:** Correspondem aos veios discordantes com *strike* semelhante ao da foliação Sn porém com mergulhos para os quadrantes NE, N e NW, variando de 35 a 60 graus (foto 35). Esses veios são geralmente espessos, escalonados, irregulares em alguns pontos. Assimilam o xisto encaixante, e não apresenta perda de volume.
- **V4:** Correspondem aos veios encaixantes nos sistemas N-S e E-W, verticais, espessura métrica, grande persistência ao longo do *strike/dip*. Ocorre associações de xenólitos e restitos de xisto, além de turmalina, rutilo e óxidos cúbicos. Geralmente apresentam bordas de reação com o xisto e sinais de perda de volume. Historicamente, esses veios foram alvo dos antigos garimpeiros da região, onde a busca pelo ouro deu origem a extensas e profundas trincheiras (foto 36).



Fotos 33, 34, 35 e 36: Representações de cada tipo de veio de quartzo, classificado sequencialmente de V1 a V4, formados em eventos deformacionais distintos.

V.1.6. Aluviões Recentes

De grande importância na área da pesquisa o geossistema aluvional ocorre por toda a área, embora nem sempre seja cartografável. Associam-se à rede de drenagem, especificamente a tributária do rio Maranhão. Alguns aluviões são fontes de ouro, rutilo, turmalina e prata, nos quais é comum a atividade garimpeira, como ocorre nos Córregos Miés, Criminoso e Palmeira e outros. A assembleia mineralógica nesses córregos permanece constante e homogênea, e em ordem de abundância ocorrem: Rutilo metálico e vítreo vermelho em grãos finos e grossos; ilmenita; hematita, magnetita limonilizada, epidoto, especularita e titanita.

O padrão de drenagem da área em questão é do tipo dendrítica. Ocorrem três drenagens principais, consideradas neste relatório como de primeira ordem, com direção principal Norte-Sul e diversas drenagens secundárias que têm direções variadas, principalmente Noroeste- Sudeste e Leste-Oeste.

Os córregos da região possuem gradiente de vazão que varia de médio a baixo, entre cheia e vazante. No período das cheias as águas extravasam os limites da calha fluvial e passam a depositar sedimentos nas planícies e terraços, que chegam a ter 100m de largura (e.x córrego Palmeira). São sedimentos de natureza carbonática e terrígena, compõem-se principalmente de areias, cascalhos, silte e argilas transportadas como carga de fundo ou depósitos nas barras de meandros, em suspensão ou ainda como depósitos híbridos.

Os vales aluvionais são compostos por depósitos holocênicos que constituem planícies e terraços fluviais, localizando-se ao longo do leito dos principais córregos da região.

Os depósitos quaternários são compostos em sua quase totalidade por areias finas a médias, que formam áreas planas resultantes de acumulação fluvial, preenchendo calhas fluviais e se estendendo pelas planícies de inundação e terraços. Muitos cursos de água apresentam leito seco preenchido por material rochoso trabalhado, principalmente quando nas encostas de serras e morros.

Os depósitos das planícies de inundação, por efeito de transbordamento dos rios nos períodos de cheia, são, nas raras incidências, de espessura e extensão lateral reduzidas, em razão da baixa precipitação anual e o conseqüente afastamento dos cursos fluviais de seus perfis de equilíbrio.

É comum também a presença de *stone-lines*, embora pouco contínuo, é composto por seixos e clastos de quartzo leitoso/avermelhado, com espessuras de até 1,5m.

Para o melhor entendimento da descrição destas drenagens, deve-se levar em conta que os tamanhos citados correspondem ao comprimento do córrego compreendido dentro dos limites das poligonais do DNPM. Para a medida de largura dos córregos será considerada a largura média dos aluviões, e não dos leitos dos córregos. Estas drenagens, importantes alvos da prospecção, serão descritas a seguir.

V.1.6.a) Córrego Miéis

O córrego Miéis está inserido na porção mais a leste de conjunto de áreas pesquisadas. Esta drenagem é caracterizada por sua capacidade de transportar e depositar grandes volumes de sedimentos, ocasionando assim muitos depósitos do tipo praia e também do tipo terraços aluvionares ao longo do seu curso (foto 37). Trata-se de um rio retilíneo, correndo de direção norte-sul, no contato entre o micaxisto e quartzo-xisto.

Ao todo, o tamanho da parte pesquisada do córrego Miéis somaram 9.350m de comprimento, com depósitos aluvionares em média de 50 metros, chegando a até 150 metros de largura. O córrego Miés tem gradiente de vazão relativamente maior que os outros córregos (com exceção do córrego Palmeira), por isso os sedimentos deste rio têm variação granulométrica de areia média a cascalho.

A composição destes sedimentos é principalmente quartzosa. Na análise de minerais pesados foram observados turmalina verde, magnetita, pirita, Ilmenita, rutilo, titanita, bismutinita, especularita e também pintas de ouro (foto 38).



Foto 37: Aluvião do Córrego Miéis, extensa barra lateral constituída por cascalhos e areia grossa.

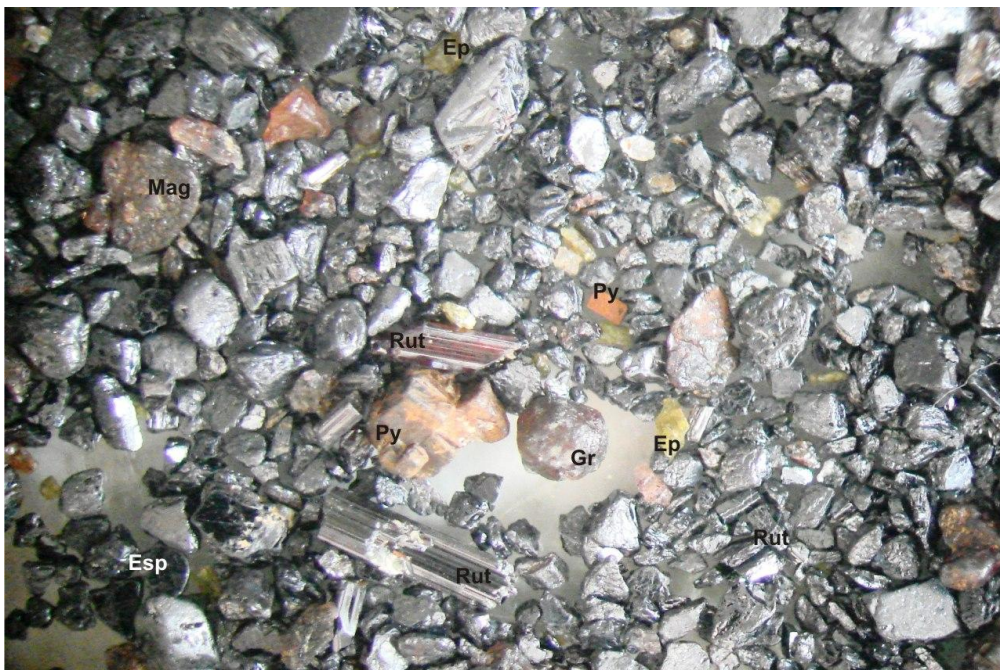


Foto 38: Concentrado do Córrego Miéis (40x), mostrando a presença da quase totalidade de rutilo metálico, além de magnetita, titanita, pirita, e granada.

V.1.6.b) Córrego Criminoso

O córrego Criminoso encontra-se próximo ao local onde foi construído o acampamento base, onde ocorrem depósitos aluvionares com dimensões médias de 50 metros e máximos de 170 metros (foto 39). Esse córrego corta as três principais unidades litológicas do mapa, o grafita-quartzo-micaxisto, o micaxisto e o quartzo-xisto, cruzando diversos veios de quartzo indiferenciados, que torna mais difícil determinar a qual geração de veios estão associados. Sua nascente está encaixada numa falha regional noroeste - sudeste, mas ao receber uma série de afluentes e ganha maior fluxo e passa a correr norte-sul. Seus afluentes têm direções gerais noroeste-sudeste e também leste-oeste.



Foto 39: *Placer* aluvial recente do Rio Criminoso, leito vivo. Coordenada 731230 e 8440542.

Quando comparado ao Córrego Miéis, este córrego possui uma capacidade de transporte e deposição de sedimentos menor, gerando depósitos aluvionares um pouco menores. A sua extensão é de aproximadamente 8.000 metros. Na análise de minerais pesados foi possível identificar rutilo, ilmenita, bismutinita, pirita, titanita, calcopirita, specularita e ouro (foto 40).

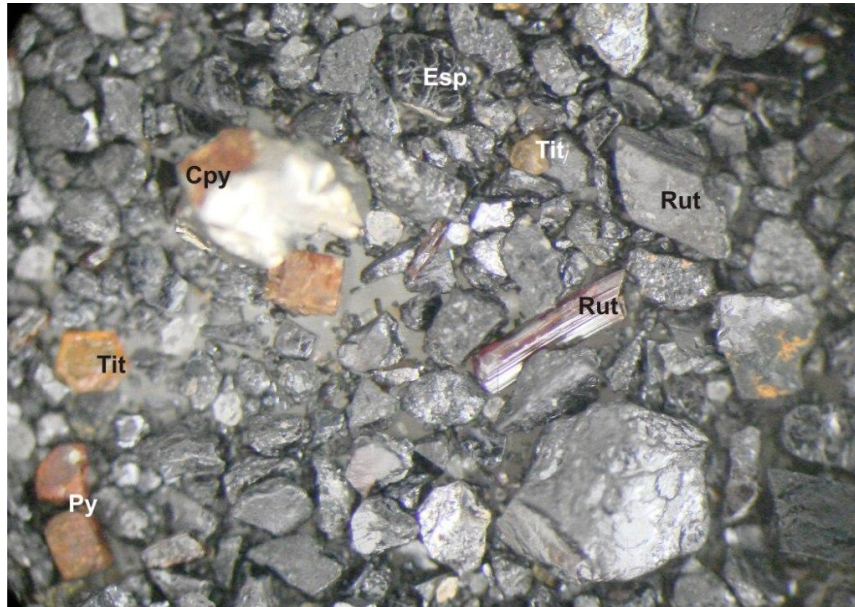


Foto 40: Foto ampliada 40x do concentrado de batéia de aluvião do Rio Criminoso, mostrando a quase totalidade do mineral rutilo, além de calcopirita (Cpy), pirita (Py), Titanita (Tit) e especularita (Esp).

V.1.6.c) Córrego Palmeira

O córrego Palmeira, que possui uma extensão de aproximadamente 9.000 metros, está encaixado em sua montante sobre falha regional de direção noroeste- sudeste. Ao recebe afluentes, como os dos córregos Boa-Sorte, Encosto, dos Bichos e Matinha, passa a correr com direção norte-sul. O córrego Palmeira nasce na parte norte das áreas requeridas e corre de noroeste para sudeste. A litologia cortada por esse córrego é o grafita-quartzo-micaxisto, além de lentes de quartzito e veios de quartzo subordinadas a este litotipo. Esta drenagem apresenta depósitos aluvionares em média de 45 metros entre uma margem e outra, atingindo máximas de 120 metros de largura (foto 41).

Na análise de minerais pesados observamos principalmente o conjunto mineralógico de rutilo e titanita, além de ilmenita, pirita, turmalina, monazita, especularita e granada (foto 42).



Foto 41: Leito do Córrego Palmeira correndo sobre rocha aflorante.

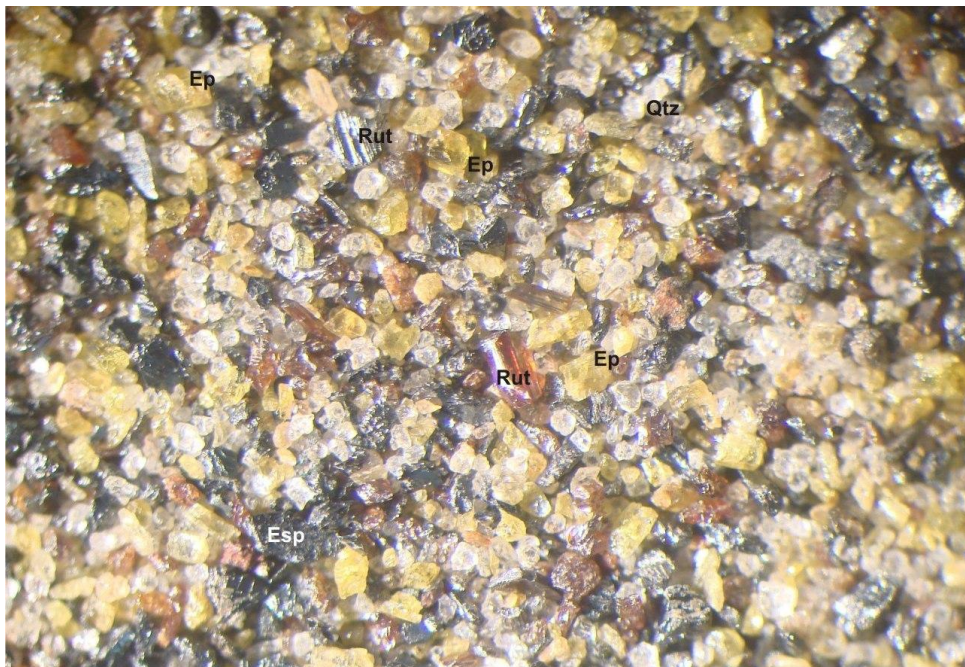


Foto 42: Concentrado do Córrego Palmeira (ampliação de 40x), neste ponto mostrando a presença principalmente de epidoto, rutilo vermelho, rutilo metálico e especularita.

V.2. Geologia Estrutural

Dentro das faixas que representam as poligonais dos processos DNPM, foram descritos cerca de 800 afloramentos. Nessas áreas mapeadas, foram identificadas feições regionais como zonas de cisalhamento, falhas etc. Neste aspecto serão descritas neste relatório as principais características estruturais reconhecidas associando, sempre que possível, a dados compilados da bibliografia levantada.

Os dados obtidos nos levantamentos de campo, bem como a análise estrutural, caracterizaram as quatro principais unidades descritas anteriormente como supracrustais, apresentando mergulhos subhorizontais e ocasionalmente cortadas por zonas de cisalhamento subparalelas à foliação regional. Essas zonas são responsáveis pela geração de *shear folds* recumbentes, comuns na região, das quais sofreram processos de deformação heterogênea, onde a estrutura mais penetrativa é a foliação (Sn) seguida das intrusões silicáticas.

Essas rochas pertencentes aos Grupos Serra da Mesa e Sequência Metavulcanosedimentar Campinorte, são representadas localmente pelas unidades descritas anteriormente, e foram atingidas por pelo menos três fases de deformação dúcteis D1, D2 e D3.

A primeira (D1) foi responsável pela formação da foliação metamórfica, representada pela xistosidade (Sn) marcada por minerais micáceos, com direções de mergulho principalmente para SW-WNW e mergulhos de baixos ângulos.

A segunda fase (D2) formou dobras recumbentes a apertadas. Ainda nesta fase foi formada uma clivagem espaçada paralela à subparalela ao plano axial destas dobras concordantes a foliação principal e microzonas de cisalhamento também paralelas a estes planos. Durante a descrição dos testemunhos de sondagem da fazenda Miéis, observou-se que nestas microzonas de cisalhamento ocorrem sulfetos venulados, principalmente arsenopirita.

A terceira fase (D3) foi responsável pela formação de sinformes e antiformes, gerando dobras abertas a suaves observadas em escala de regional

e de afloramento. É importante ressaltar que o plano axial dessas dobras foi o responsável pela crenulação da foliação Sn. Esses planos também podem ser observados através de alinhamentos estruturais regionais (ex. Serra do Encosto), com sentido N10-30W, onde encontram-se encaixados os Córregos dos Bois, Lontra e Macacos.

V.2.1. Sistema de Cisalhamento Rúptil

As estruturas ligadas à tectônica rúptil são representadas por três sistemas de falhas e juntas na escala regional, direcionados aproximadamente para norte-sul (N-S), noroeste (NE) e leste-oeste (E-W). Dois sistemas de maior persistência acompanham os cursos dos principais rios que cortam a área, o Rio Miéis e o Córrego do Criminoso (figura 08). A geometria dos contatos falhados indica um campo de tensões distensional para os sistemas, gerando falhas normais. Foram identificadas três famílias de fraturas, a primeira com direções N10E e N20W (do sistema N-S), a segunda com direções N70W e N80E (do sistema E-W) e a terceira com direções N40E-N45W. Os sistemas de cisalhamento rúptil foram classificados como:

- **Sistema de cisalhamento rúptil do Rio Miéis (SCRRM)**: Composto por segmentos de direção N-S e segmentos de direção N15E;
- **Sistema de cisalhamento rúptil do Córrego do Criminoso (SCRCC)**: Composto por segmentos de direção N25E, a sul, que passam a N40E, a norte.

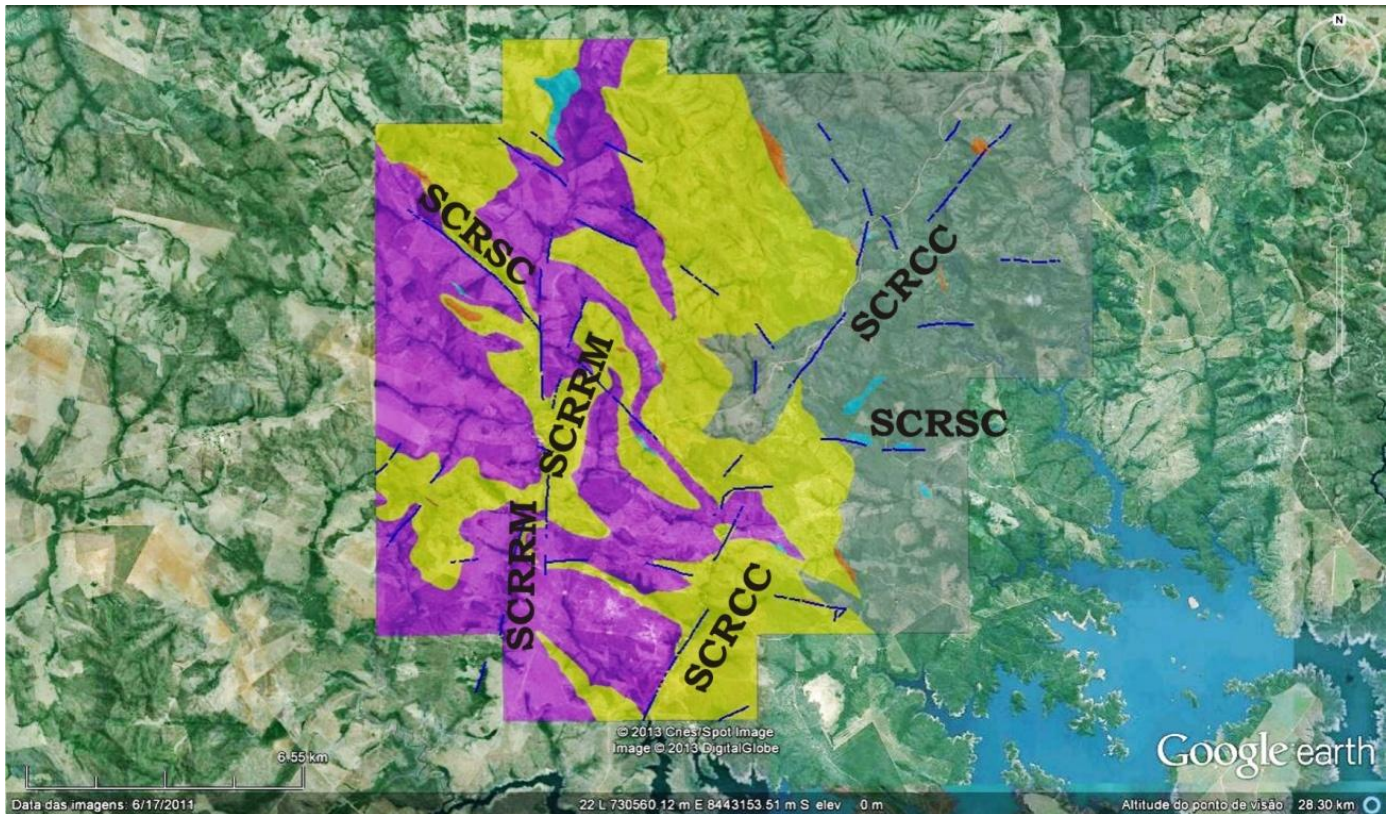


Figura 5.02.1: Sistemas de cisalhamento rúpteis na área do projeto. SCRMM -sistema de cisalhamento rúptil do Rio Miéis; SCRCC- sistema de cisalhamento rúptil do Córrego do Criminoso; SCRSC- Sistema de Cisalhamento Rúptil da Serra do Encosto.

Outro importante sistema de cisalhamento rúptil é o Sistema de Cisalhamento Rúptil da Serra do Encosto (SCRSC), aparentemente, mais antigo que os demais, passa pelo alto da Serra do Encosto, a leste do SCRCC. Tem direção E-W; a oeste a direção muda abruptamente para N40-50W.

A nível de afloramento, as zonas de cisalhamento tem comportamento transicional entre o dúctil e o rúptil (figuras 5.02.2 e 5.02.3). A xistosidade em contato com os planos de cisalhamento apresenta indícios arrasto dúctil, onde a convergência da foliação indica perda de volume local, com provável saída de fluidos.

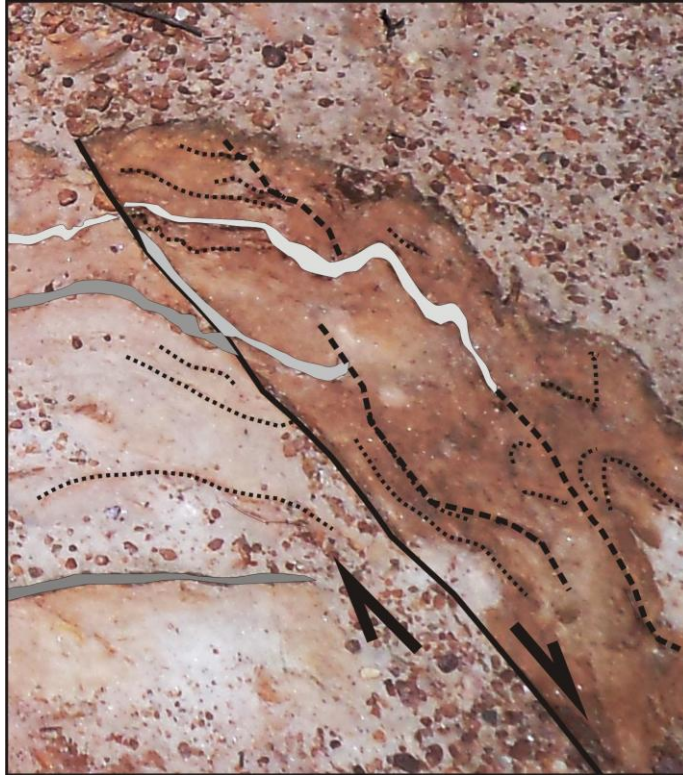


Figura 5.02.2: Vista em planta do caráter dúctil-rúptil em zona de cisalhamento dextral de atitude N12E/80SE. Observar arrasto dúctil em um bloco da falha e paralelismo da foliação no outro bloco. Esquema desenhado a partir de fotografia na estação MT63. Nivel quartzítico em quartzito muscovita xisto da Formação Córrego do Encosto.

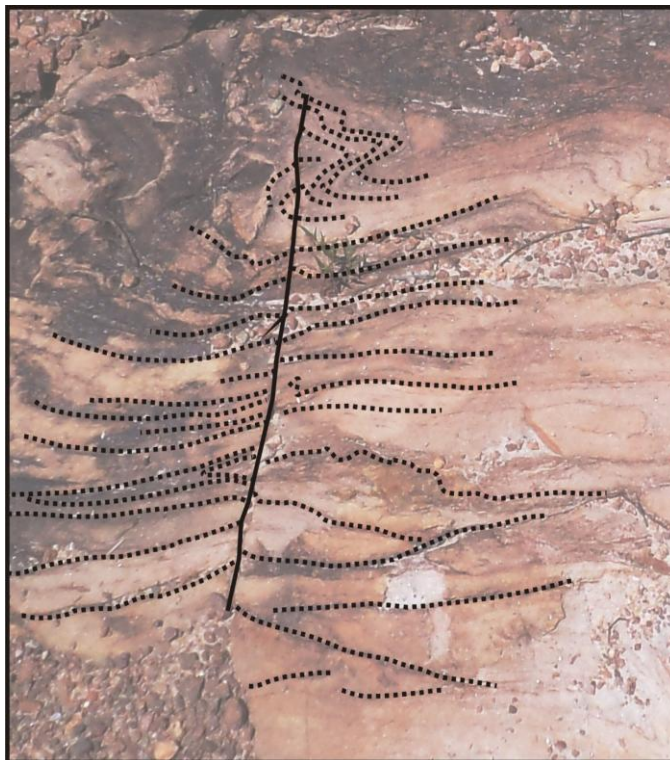


Figura 5.02.3: Feições de perda de volume em zona de cisalhamento rúptil de atitude 318/85 (direção N42W). Esquema desenhado a partir de fotografia na estação MT63 vista em planta. Nivel quartzítico em quartzito muscovita xisto da Formação Córrego do Encosto.

V.2.2. Fraturas e juntas preenchidas por veios de quartzo

O sistema de fraturamento na área do projeto consiste em três conjuntos principais de fraturas, aqui denominados de F1, F2 e F3 (figura 5.02.4). A determinação dos três conjuntos está baseada em análise de fraturas em afloramentos-chave em xistos das formações Rio Palmeira, Miéis e Córrego Encosto.

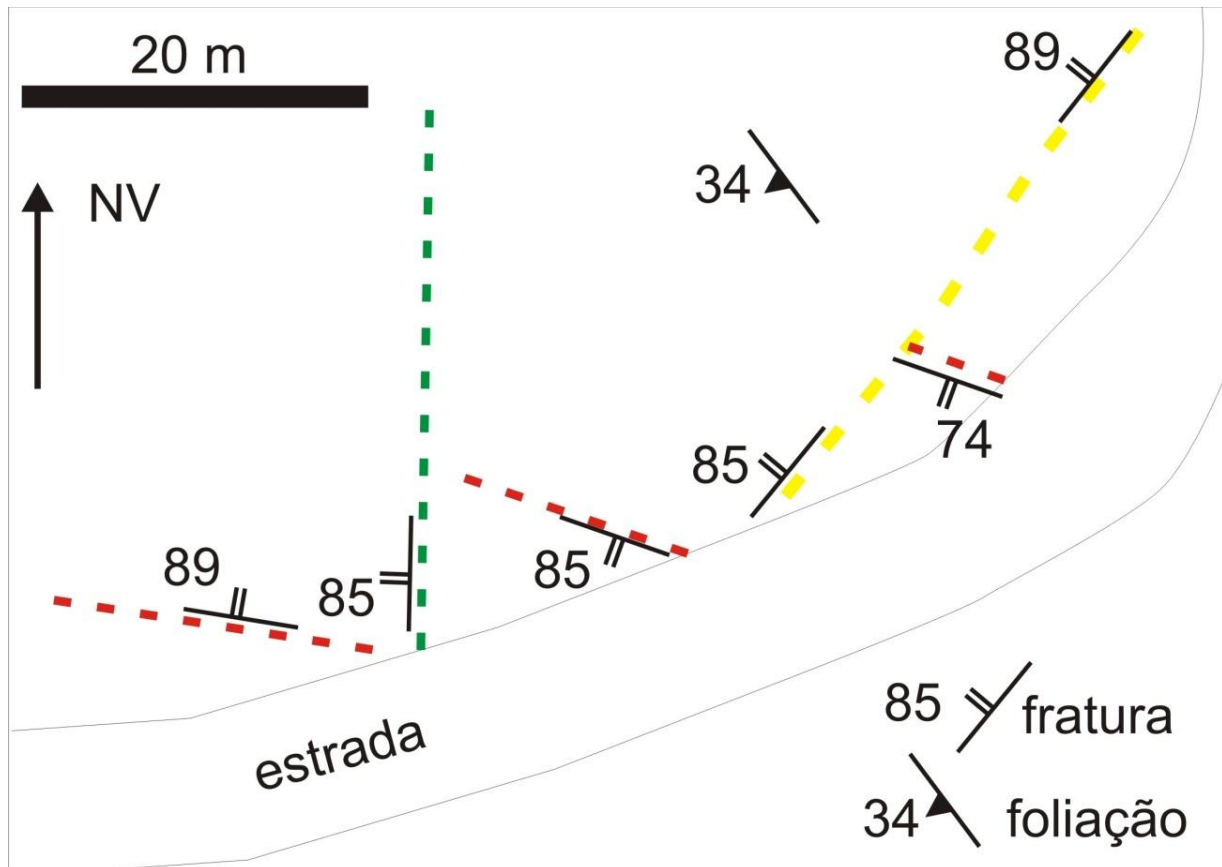


Figura 5.02.4: Representação esquemática do sistema de fraturamento em quartzo xisto da Fm. Córrego do Encosto. Estação MT66, leito de estrada vicinal na margem do Córrego do Criminoso. Traços em verde: fraturas F1; vermelho, fraturas F2; amarelo, F3.

O conjunto de fraturas F1 tem direção geral N-S e mergulho que varia de 65 a 85° para E ou W. O conjunto F2 é ortogonal à F1, com direção E-W e mergulho predominante para S de 60 a 65° (figura 11). A direção do fraturamento neste conjunto muda para o quadrante NW a partir do *Sistema de Cisalhamento Rúptil do Córrego do Criminoso (SCRCC)*. O conjunto F3 tem direção N40E, mergulho subvertical e grande persistência. Regionalmente, os mergulhos podem variar de médios a altos, no entanto na estreita área de pesquisa, foram identificados apenas mergulhos verticais a sub-verticais.

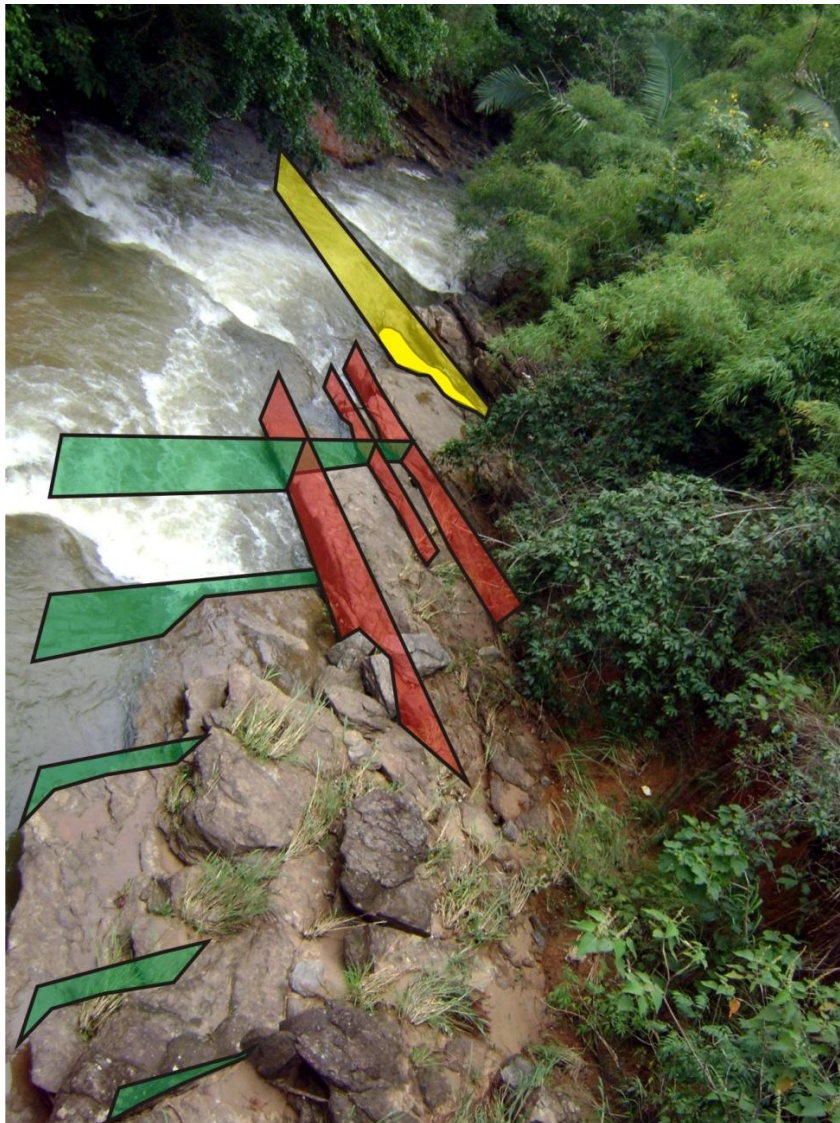
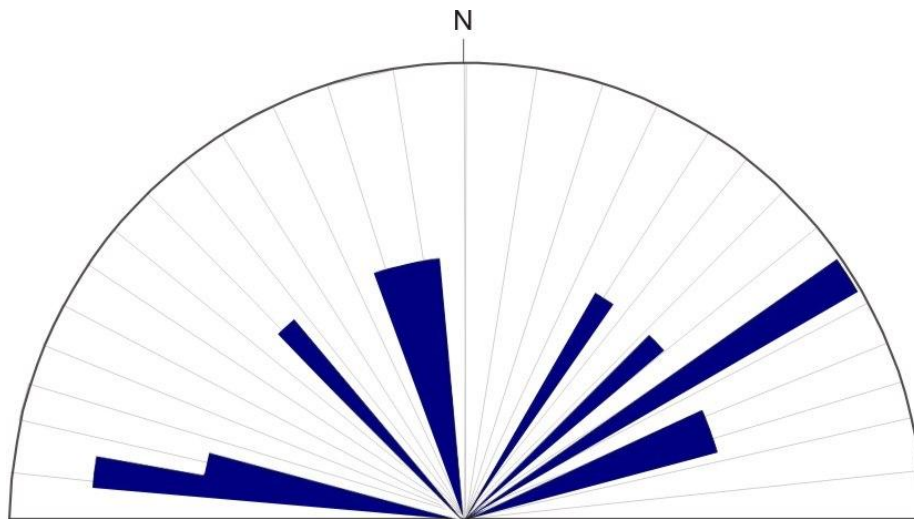


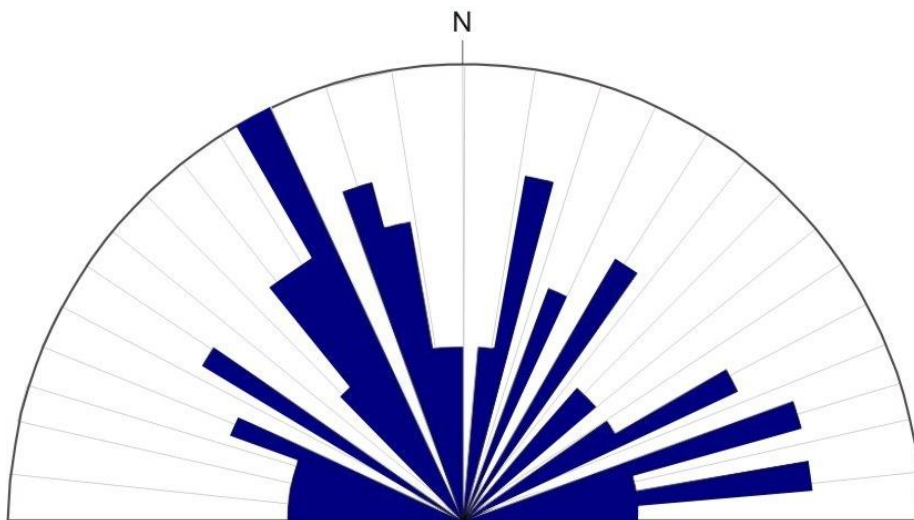
Figura 5.02.5: Sistema de fraturamento em quartzo xisto grafitoso da Fm. Córrego do Palmeira. Estação MT10, leito do Córrego Palmeira, a jusante da ponte na rodovia GO239. Planos em verde: fraturas F1; vermelho, fraturas F2; amarelo, veio de quartzo V4.

ESTAÇÃO MT10			ESTAÇÃO MT66		
Direção de mergulho	Caimento	Fratura	Direção de mergulho	Caimento	Fratura
185	68	F2	310	85	F3
189	61	F2	309	89	F3
189	65	F2	200	74	F2
185	63	F2	200	85	F2
196	80	F2	272	85	F1
84	67	F1			
207	63	F1			

Quadro 02: Atitude de fraturas em notação “direção de mergulho e caimento” nas estações MT10 e MT66.



N= 44
Distribuição das fraturas e juntas



N= 153
Distribuição dos veios de quartzo

Figura 5.02.6: Diagramas de roseta comparativos entre as distribuições dos veios de quartzo e das fraturas nas áreas requeridas.

Os principais sistemas de fraturamento observados nos metassedimentos regionais, foram lançados em diagramas de roseta e a partir disso, pode-se observar *trends* com direções N50-60E; N70-80E/N70-80W e N10-20W. O mesmo foi feito para os veios de quartzo, onde se destacam *trends* N40-60W, N10-30W, e N70-80E, onde observa-se que algumas direções de veios de quartzo coincidem com a direção de alguns dos planos de fratura observados na região.

VI. ANÁLISE GEOQUÍMICA

A geoquímica de exploração mineral, ou prospecção geoquímica, utiliza os princípios de distribuição dos elementos da natureza na busca de identificações para a localização de depósitos minerais de elevado valor econômico. Neste projeto, foram utilizados 2 malhas de amostragem, sendo a primeira correspondente a levantamentos de pesquisas antigas realizadas no projeto da Cetenco, onde análises químicas exploratórias em escala de semi-detalhe (1:25.000) tinham sido realizadas. Essa etapa serviu de base para estabelecer um *background* regional para minerais pesados de interesse econômico ou não, e consequente indicação dessas áreas que serviriam de base para garantir trabalhos adicionais de exploração. Posteriormente, a Campinorte Mineração S.A. adensou essa malha de coletas de amostras, destrinchando diversas áreas de detalhe, com malha de poços realizadas em escala de 1:2.000, e sedimentos de corrente e concentrado de batéia nas principais drenagens da região, com coleta de amostras realizadas, em média, a cada 1 quilômetro nas drenagens da região (figura 06).

Como já explicado no capítulo de metodologia, os laboratórios selecionados para realização das análises químicas foram a SGS e ACME labs. Foram escolhidos diversos métodos, tanto os mais abrangentes (56 elementos) para se ter um conhecimento mais amplo da composição química das principais rochas existentes na região, como métodos específicos para determinado elemento (principalmente Au), com um elevado grau de precisão de 0,01 ppb. Os métodos escolhidos na SGS Geosol, como já descritos anteriormente foram ICM-14B, ICP-12B, ICP-95A e FAA505. Já na ACME labs, os métodos foram

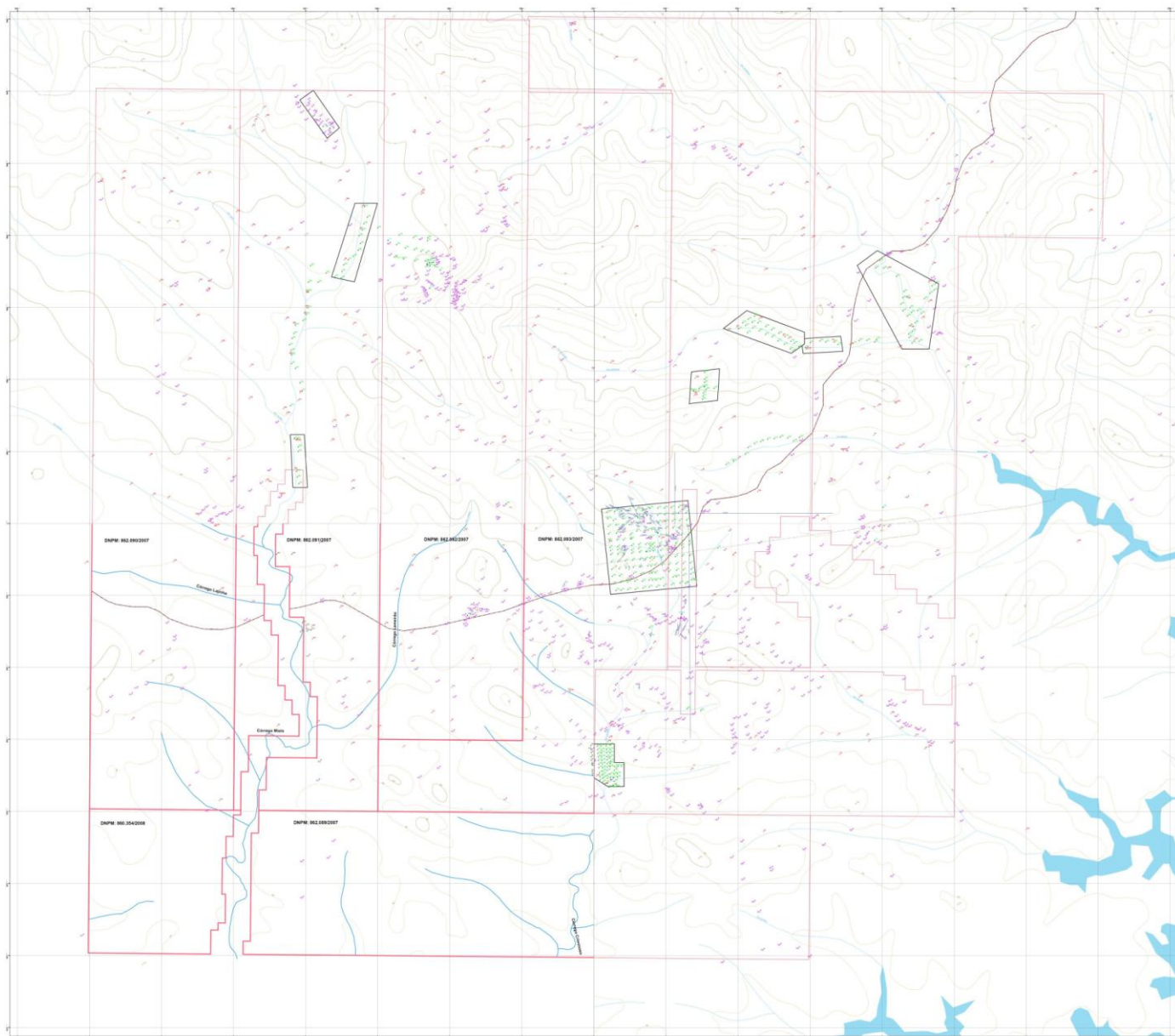
4A4B, 4A, 4B, 1E, 1F, 1F15 e 1F30. No geral, as análises geoquímicas, quando agrupados todos os métodos, possuem resultados para os seguintes elementos: Ag, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, Ho, In, K, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Tl, Tm, U, V, W, Y, Yb, Zn e Zr. Além dos óxidos Al_2O_3 , CaO, FeO (total), K_2O , MgO, MnO, P_2O_5 , TiO_2 .

Como resultado, foram elaborados 11 mapas mostrando os teores obtidos nas análises químicas de concentrados, obtidos principalmente nas campanhas de amostragem superficiais, de sedimentos de corrente e concentrados de batéia. Os mapas foram elaborados com a utilização do programa Arcgis – ferramenta de extensão Target. Esses mapas foram elaborados na forma de concentração pontual por ppm e de curvas de isoteores por porcentagem. Os mapas pontuais foram elaborados para as substâncias ouro (Au) e prata (Ag), enquanto que os das curvas de isoteores foram propostos para os elementos arsênio (As), bário (Ba), bismuto (Bi), cério (Ce), cobre (Cu), lantânio (La), Sr estrôncio (Sr), titânio (Ti) e ítrio (Y).

Os mapas de ouro e prata foram representados na forma de pontos, com os teores representados na forma de intervalos de concentrações obtidas. Os maiores valores obtidos nas concentrações estão restritos aos aluviões condicionados pelas zonas de cisalhamento de caráter regional já descritas. Os mapas de de curva de isoteores são representados na forma de cores quentes e frias, sendo importantes para caracterização de possíveis alvos exploratórios para os demais elementos de interesse econômico.

Como ressalva, destaca-se apenas o fato da porção mais ao sul da área de estudo não ter tido submetida a uma campanha de amostragem expressiva. Esse fato se deve pela ausência de acordo com os proprietários para realização de uma campanha de amostragem de sedimentos de corrente e poços exploratórios a serem analisados. Esse fato impossibilitou a obtenção de dados, e conseqüentemente, a interpretação dos resultados geoquímicos na porção mais ao sul da área de pesquisa.

Projeto Campinorte - Mapa de Pontos (Escala 1:25.000)



LEGENDA

- | | | |
|---|----------------------------------|----------------------|
| • Pontos do Mapeamento Geológico (afloramentos) | — Limite municipal | Massa d'água |
| • Poços | — Rodovia | Polígonos DNPM |
| • Pontos de coleta de Sedimento de Corrente e Concentrado de Batéia | — Drenagem | Malhas de amostragem |
| • Sondagens Rotativas | — Curvas de nível intermediárias | |
| | — Curvas de nível mestras | |
| | — Trincheiras | |

Figura 06: Recorte do mapa de pontos, mostrando a malha utilizada para coleta de amostra e prospecção geoquímica.

Para uma compreensão mais ampla das mineralizações de interesse, foram confeccionados 11 mapas de anomalias para os elementos Ag, As, Au, Ba, Bi, Ce, Cu, La, Sr, Ti e Y, que apresentaram os resultados mais significativos a partir dos pontos de coletas de amostras nos poços exploratórios, sedimentos de correntes e concentrados de batéia. O programa utilizado para a elaboração desses mapas foi o *Geosoft*, sendo o mais adequado para esse tipo de situação.

Esses mapas, que encontram-se na escala adequada em anexo, serão analisados individualmente, com teores máximos e mínimos destrinchados, a observação das principais anomalias para esses elementos. Segue a seguir a descrição dos mapas de teores para os elementos acima citados:

VI.1. Elemento Prata (Ag)

A prata ocorre geralmente na forma de pepitas ou grãos, embora possa também ser encontrada em agregados fibrosos e dendríticos. Quando recentemente minerada ou polida, ela possui uma cor branco-prata brilhante característica e um brilho metálico. Este metal é estável em ar puro e água, mas recobre-se de uma película de oxidação quando exposto ao ozônio, gás sulfídrico ou ar com enxofre. A prata geralmente é explorada como sub-produto de outros elementos nesse tipo de depósito mineral, e os estudos realizados constataram que neste caso não será diferente. Sua exploração irá ajudar a custear os gastos com a futura mineração. Este elemento é observado na região associado ao ouro nativo que ocorre nas principais drenagens da região. Os teores acima de 10 ppm estão associados a falhamentos NW na metade leste da área.

Na porção oeste, os teores elevados estão associados a falhas NW, no contato quartzo-xisto e mica-xisto (figura 6.01). Em função dos valores dispersos dos altos teores, não foi possível fazer a interpolação (gridagem), optando-se pela distribuição dos teores em símbolos. Dentre as anomalias de prata que merecem destaque, são os sedimentos de corrente coletados nos córregos do Miés e do Criminoso e os poços exploratórios realizados na área base. Os valores máximos obtidos em algumas análises apresentaram teores de acima de 100,0 ppm, entretanto, sem grandes dimensões. Destaca-se na malha de poços da base, que grande parte das análises químicas detectaram concentrações de

prata de baixo teor, entre 0,1 e 1 ppm, onde esses resultados foram obtidos também nos furos de sondagem SR-12 e 13 e nas amostras de silexito da Serra do Encosto. Os teores mínimos utilizaram os limites de detecção de 0,01 ppm.

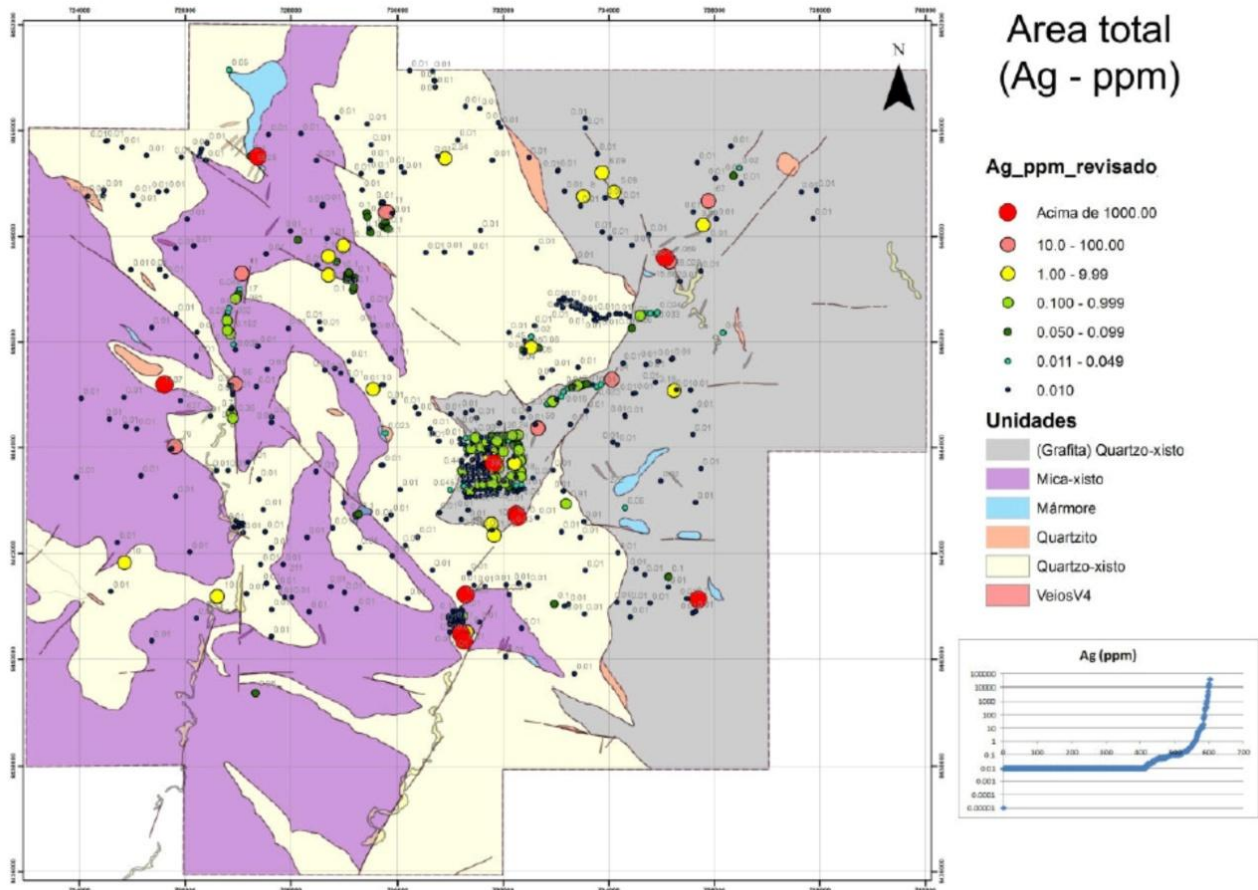


Figura 6.01 Mapa geológico da área de pesquisa,mostrando as principais ocorrências de prata presentes na região.

VI.2. Elemento Ouro (Au)

O ouro é um metal de transição brilhante, amarelo, denso, maleável, dúctil (trivalente e univalente) que não reage com a maioria dos produtos químicos. Como visto na figura 6.02, as anomalias de ouro ocorrem em dimensões menores se comparadas as de bismuto, entretanto em maior proporção. Em diversos pontos, ocorrem anomalias com teores superiores a 10 ppm analisados nas áreas pesquisadas, como veios de quartzo coletados, moídos e mandados para análises, nos locais próximo a base, e nas propriedades do Rui e Dedé. Esses altos teores estão relacionadas a antigas

trincheiras de garimpos hoje desativados. Anomalias também foram observadas na coleta de sedimentos de corrente nos córregos do Miés, Palmeira e Criminoso. Esse ouro aluvionar será o foco da prospecção mineral na região, onde as camadas de cascalhos presentes nos córregos e drenagens apresentaram teores viáveis a exploração.

Os teores acima de 10 ppm ocorrem principalmente nos veios de quartzo da quarta geração (denominados nos mapas de V4), nos depósitos aluvionares nos córregos já citados, ao longo dos falhamentos NW, tanto em quartzo-xistos como em (grafita) quartzo-xistos. Outro ponto que se destaca é a amostra coletada no furo de sondagem SR-12, aos 10,93 metros de profundidade com 9 ppm de Au em solo de alteração do xisto. Na porção oeste da área de pesquisa, estes teores ocorrem no contato quartzo-xisto e mica-xisto. Em função dos valores dispersos dos altos teores, assim como a prata, não foi possível fazer a interpolação (gridagem), optando-se pela distribuição dos teores em símbolos. Os teores mínimos utilizaram os limites de detecção de 0,01 ppm.

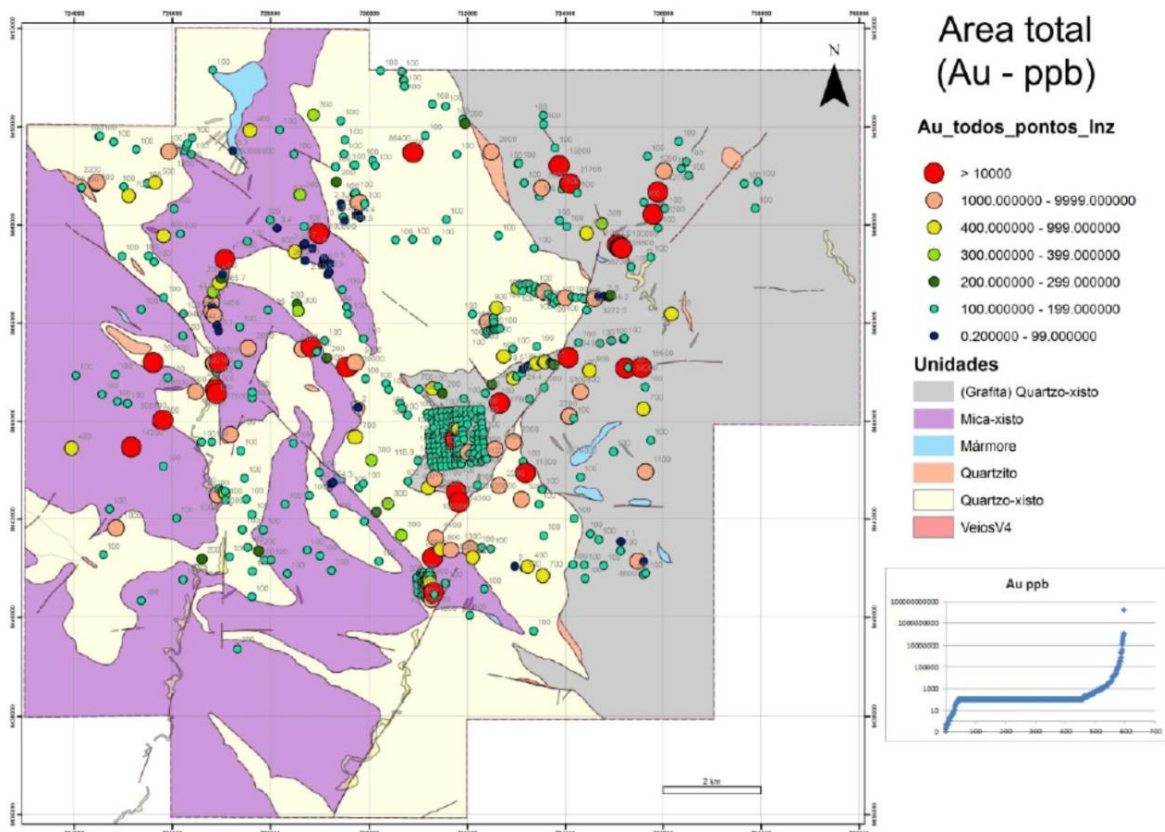


Figura 6.02: Mapa geológico da área de pesquisa, mostrando as principais ocorrências de ouro presentes na região.

VI.3. Elemento Arsênio (As)

O arsênio encontrado na natureza geralmente é liberado a partir do contato da água de rios e nascentes com rochas que apresentam elevada concentração do metal. O arsênio é um *pathfinder*, ou seja, um elemento guia para encontrar ouro, já que geralmente esses dois elementos ocorrem associados. Na área de pesquisa existem apenas alguns pontos com concentração de valores acima de 125 ppm que merecem destaque e estão representados com cores quentes (figura 6.03). Esses pontos estão localizados próximo ao calcário do Lao Correa, na porção N-NW da área de pesquisa e ao longo do córrego Miéis. Picos de 523 e 276 ppm são observados nas trincheiras próximas ao acampamento. Diversas anomalias menores, com mínimo de 25 ppm, são observadas na malha de poços realizados na base. A porção oeste do área de pesquisa, ao longo do córrego Miéis, onde aflora o mica-xisto também apresenta anomalia significativa. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,1 ppm, representados com cores frias.

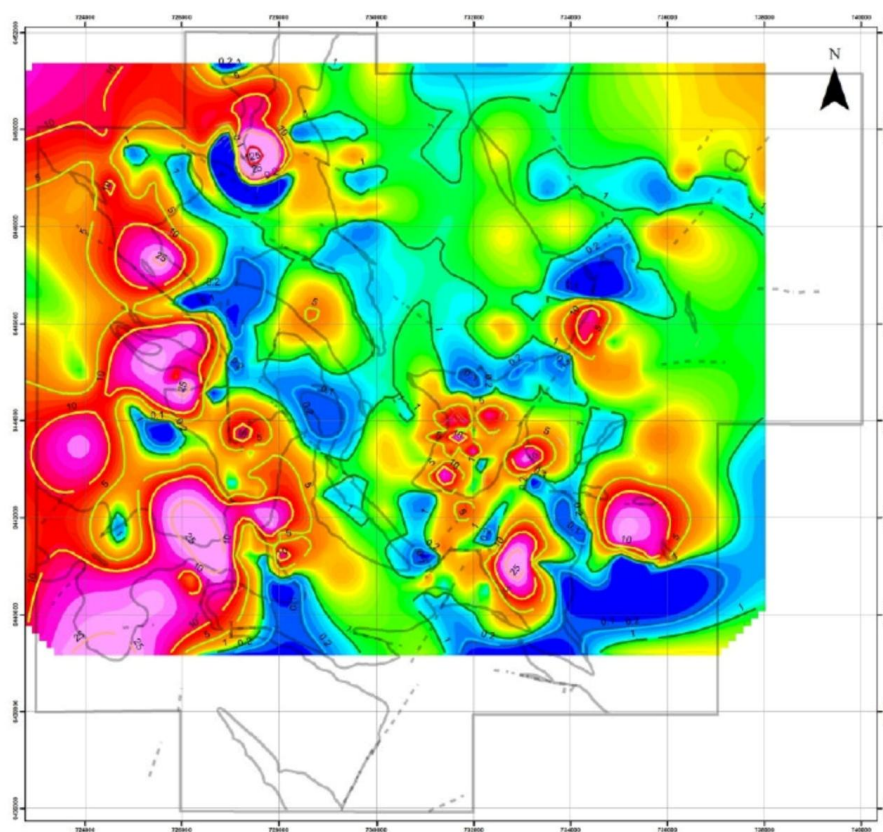


Figura 6.03: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de arsênio presentes na região.

VI.4. Elemento Bário (Ba)

O bário é um elemento metálico quimicamente semelhante ao cálcio, contudo é macio e, na forma pura, apresenta aspecto branco prateado semelhante ao chumbo. Este metal oxida-se muito facilmente quando exposto ao ar e é altamente reativo com água ou álcool. As anomalias de bário ocorrem em pequenas dimensões, e estão distribuídas por toda a área de estudo (figura 6.04). Porém observa-se uma concentração de valores acima de 625 ppm nas porções norte e SW da área, no furos de sondagem SR-01, SR-06 e SR-07 (na Serra do Encosto), com picos respectivos de 578, 889 e 1120 ppm. Trincheiras coletadas próximas a base também apresentaram valores significativos, superiores a 1600 ppm. Contudo, o resultado que vale a pena destacar é a amostra SC-PE-03, coletada na porção sul do córrego do Miés, com teor superior a 10.000 ppm. Todas essas anomalias estão representadas com cores quentes. Na parte norte, as anomalias estão limitadas ao falhamento NW. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,1 ppm, no mapa com cores frias.

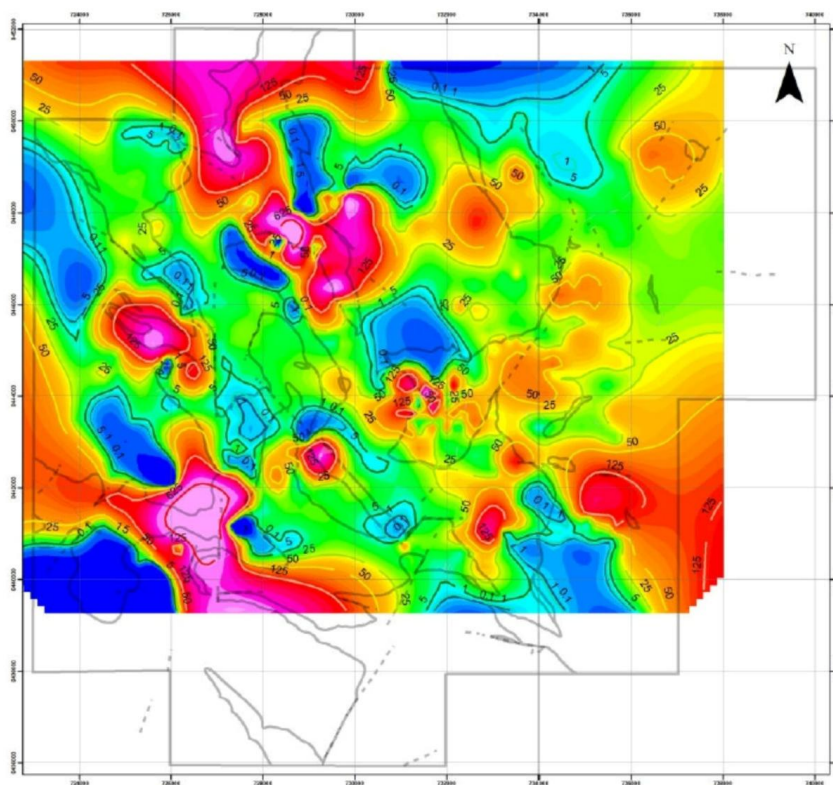


Figura 6.04: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de bário presentes na região.

VI.5. Elemento Bismuto (Bi)

É um elemento metálico frágil com uma tonalidade rosácea e com brilho iridescente. Como pode ser observado no mapa de teores, 6 anomalias podem ser observadas, merecendo maior destaque a anomalia encontrada nas propriedades do Rui e Miguelão, na malha de poços da base localizada na porção Centro-Sul da área, onde foram obtidos os teores máximos de 734,92 ppm de bismuto. A malha de poços da base, localizada nos arredores do acampamento, apresenta pequena dimensão, com 100 m de extensão, e teve como local de coleta de material o córrego Criminoso. Apesar de pouco extensa, foi aonde a coleta geoquímica apresentou maior detalhe, com maior proximidade entre os poços. As outras anomalias observadas são encontradas na Serra do Encosto, no Córrego Palmeira e Miés. Todas as anomalias positivas foram representadas com cores quentes. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,02 ppm, no mapa com cores frias (figura 6.05).

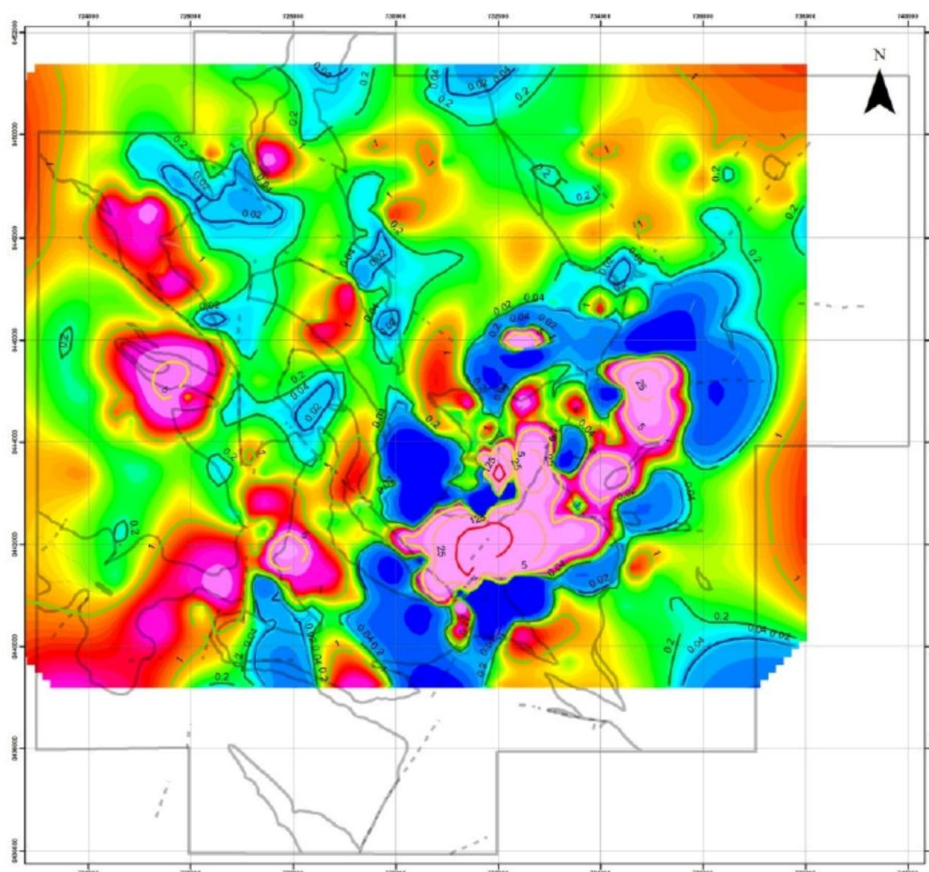


Figura 6.05: Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de bismuto presentes na região.

VI.6. Elemento Cério (Ce)

O cério é um elemento metálico prateado, pertencente a série química transição interna (terra rara e lantanídeo). O cério é o mais abundante dentre os elementos terras raras, encontrado principalmente nos minerais monazita e bastnasita. É comum que ocorra relacionado ao lantânio. Assemelha-se ao ferro na cor e no brilho, mas é macio, maleável e dúctil. No mapa de isotores, as anomalias (acima de 625 ppm) estão concentradas no (grafita) quartzo-xisto na parte mais a leste da área de pesquisa, limitadas a oeste pela falha NE (figura 6.06).

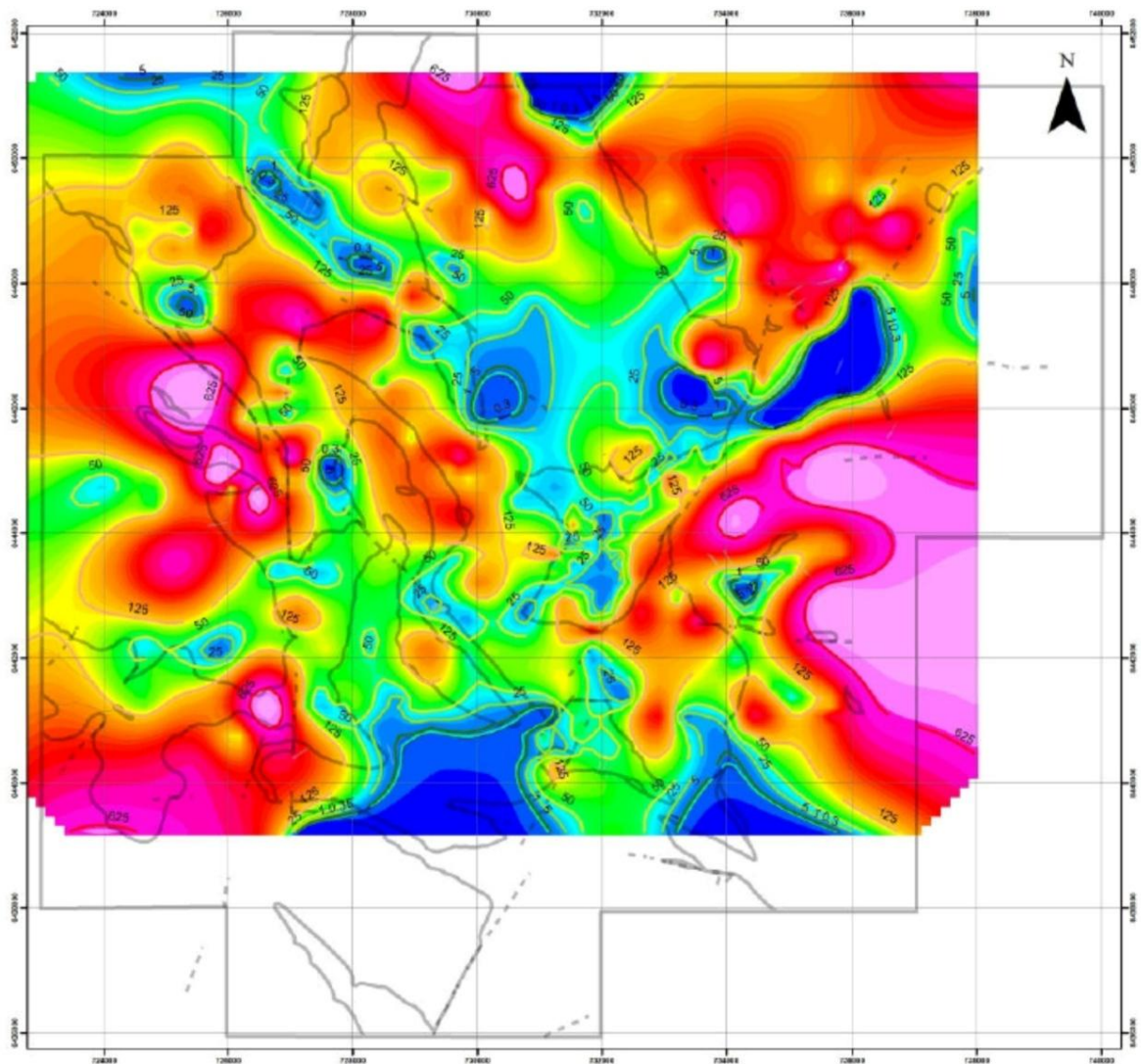


Figura 6.06: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de cério presentes na região.

Outra expressiva anomalia está localizada no mica-xisto a oeste, junto ao falhamento NW. Entretanto, a anomalia de Ce que vale a pena ser destacada é a encontrada próxima a base, num concentrado denominado *Concentrado do Gres*, onde o litotipo trata-se de um pegmatito totalmente alterado, com elevados teores de terras raras e pico de cério atingindo 1.125,6 ppm. Em diversos pontos de coleta de sedimento de corrente também foram obtidos valores superiores a 1.000 ppm, como SC-PE-03, SC-BS-05, SC-07, entre outras. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,3 ppm, representado no mapa com cores frias.

VI.7. Elemento Cobre (Cu)

É um metal de transição, sendo considerado um dos mais importantes industrialmente, de coloração avermelhada, dúctil, maleável e bom condutor de eletricidade. Não apresentou teores significativos com grandes dimensões, contudo elevados teores pontuais, principalmente nas zonas de contato do (grafita) quartzo-xisto e mica-xisto.

Os valores acima de 125 ppm ocorrem em (grafita) quartzo-xisto e mica-xisto, delimitados pelas falhas NW (figura 6.07). O cobre também é encontrado nos xistos piritosos presentes na região, entretanto com raros picos com teores superiores a 300 ppm, ficou claro a inviabilidade prospectiva desse elemento na área de estudo. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,3 ppm, representados no mapa com cores frias.

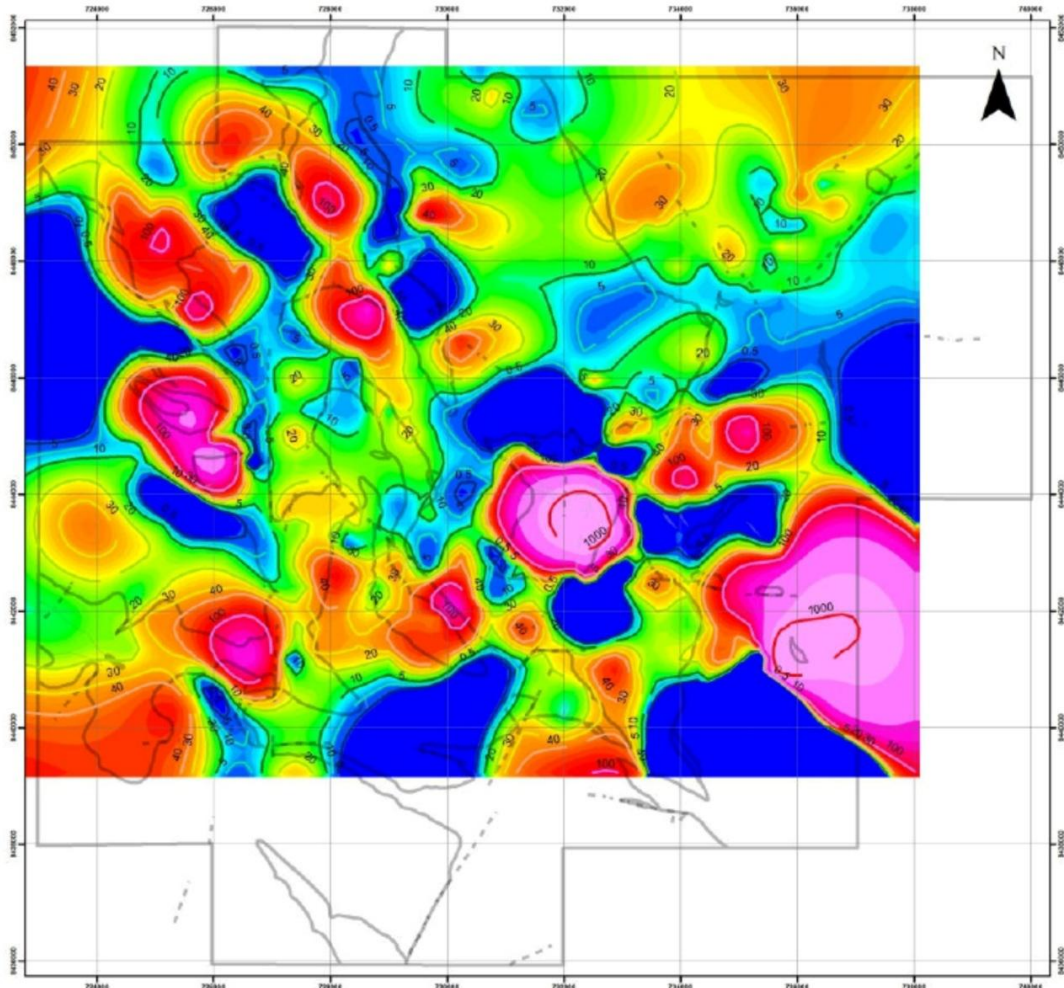


Figura 6.07: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de cobre presentes na região.

VI.8. Elemento Lantânio (La)

O lantânio é um elemento metálico branco prateado e é considerado frequentemente como sendo um lantanídeo. Encontrado em alguns minerais, geralmente em combinação com cério e outros elementos terras raras. O lantânio é maleável, dúctil, e mole bastante para ser cortado com uma faca. É um dos elementos mais reativos entre todos os terras raras. O metal reage diretamente com os elementos carbono, nitrogênio, boro, selênio, silício, fósforo, enxofre, e com halogênios. Esse elemento oxida rapidamente quando exposto ao ar.

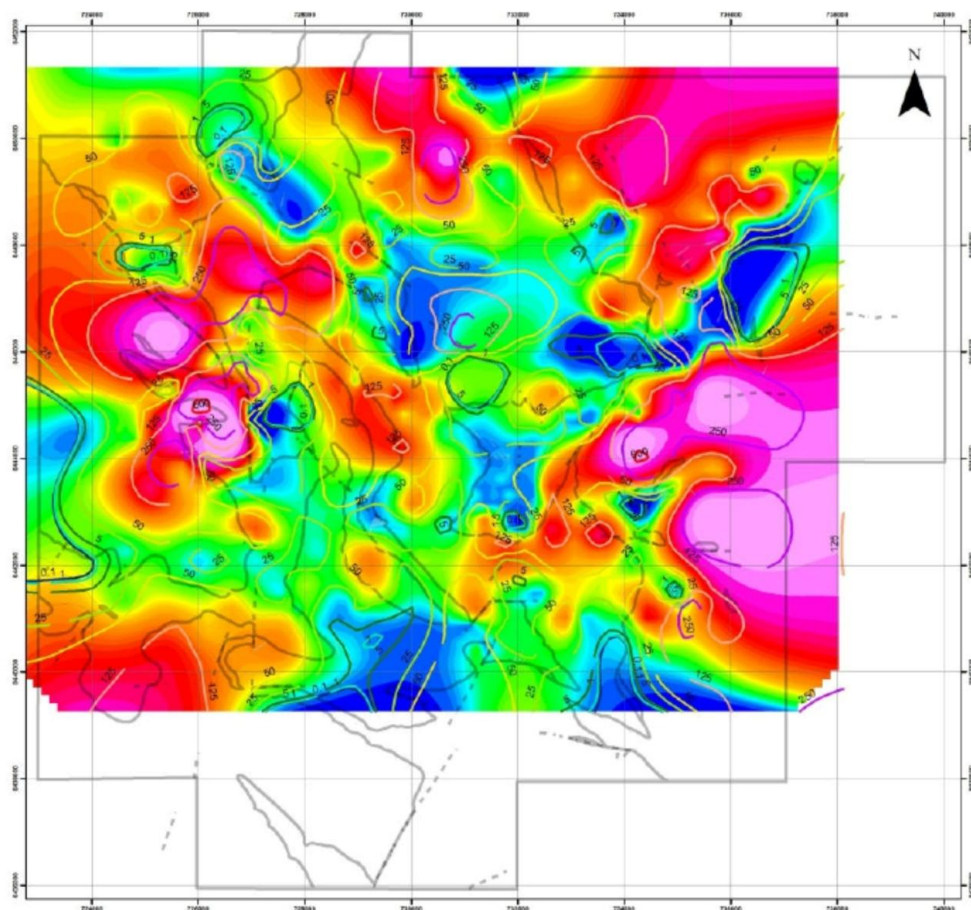


Figura 6.08: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de lantânio presentes na região.

Os valores anômalos (acima de 600 ppm) estão distribuídos no (grafita) quartzo-xisto, a leste e nordeste da área. À oeste ocorrem também duas anomalias, de menor expressão geográfica, junto ao falhamento NW no mica-xisto. Como esse elemento ocorre associado ao cério, observa-se que o mapa de anomalias dessas duas substâncias são bastante semelhantes entre si. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,1 ppm, no mapa representado com cores frias.

VI.9. Elemento Estrôncio (Sr)

O estrôncio elementar é um metal que apresenta coloração prateada brilhante, pouco maleável, que rapidamente se oxida na presença de oxigênio do ar adquirindo uma tonalidade amarelada devido a formação de óxido. Devido à sua elevada reatividade, o metal encontra-se na natureza

combinado com outros elementos formando compostos. Quando plotadas as análises geoquímicas relacionadas ao estrôncio, ficou claro que as mesmas estão restritas aos corpos de calcários mapeados na área (figura 6.09).

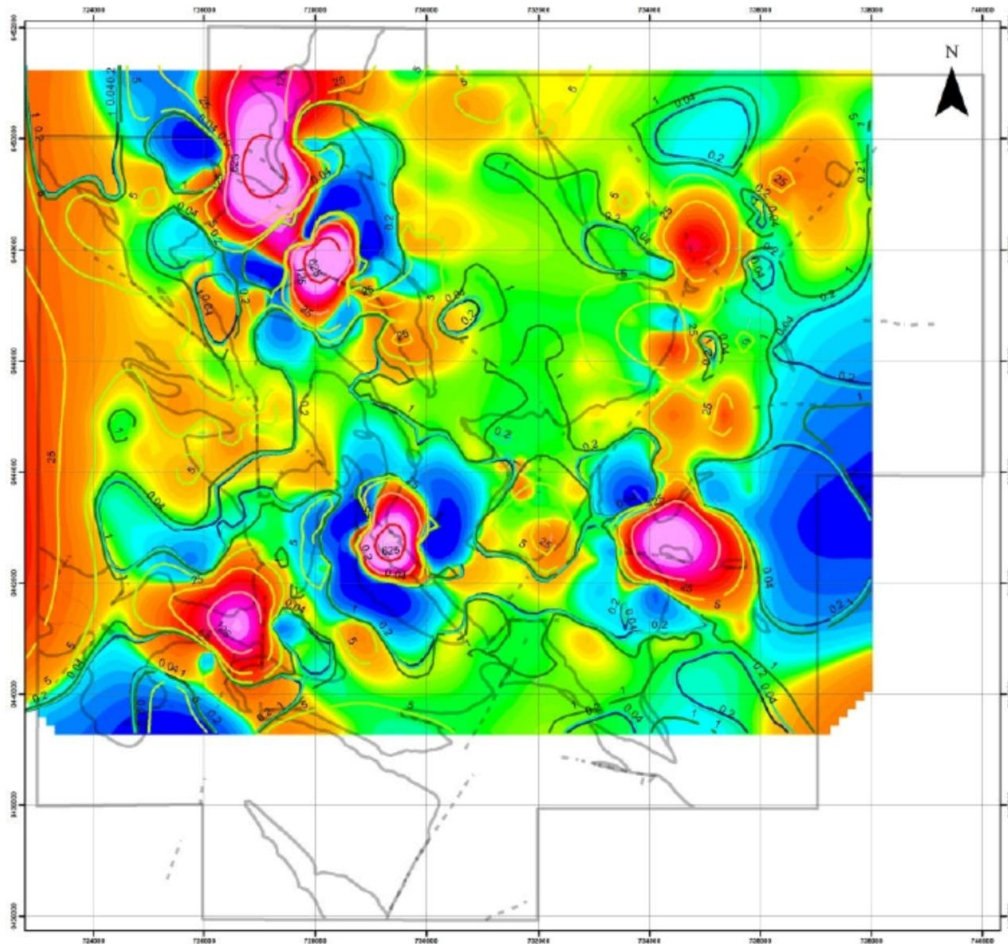


Figura 6.09: Mapa de isotores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de estrôncio presentes na região.

Podem ser observadas quatro anomalias com teores de Sr acima de 625 ppm, na área de pesquisa, abrangendo os metacalcários do Belém, Lao Corrêa e Adalto. As porções mais calcíticas desses corpos apresentaram teores superiores a 1.000 ppm de estrôncio, apresentando indícios de viabilidade econômica. Três dessas anomalias abrangem áreas também do mica-xistos, junto aos falhamentos NW. Resultados elevados de estrôncio também foram obtidos nas análises de concentrado do *Gres*, com resultados de 140 ppm. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,04 ppm, no mapa sendo indicados com cores frias.

VI.10. Elemento Titânio (Ti)

As anomalias de titânio foram as que apresentaram maior dispersão quando comparadas aos outros elementos de interesse. Como na análise química o resultado vem na forma de óxido de titânio (TiO_2), os resultados vem em porcentagem por se tratar de um óxido, e não em ppm, como os outros elementos analisados.

Os resultados para essa substância foram bem interessantes devido a maior quantidade de amostras com teores lavráveis de titânio (figura 6.10). Os teores mais elevados apresentavam porcentagens de até 2,79% do peso da amostra. Esses teores máximos foram observados principalmente no Córrego Virgínia e na fazenda da Beth, onde minerais centimétricos de rutilo são observados. Outro mineral que contribuiu para esses valores elevados é a ilmenita (óxido de ferro e titânio) que foram observados em diversos concentrados dos minerais pesados, nos córregos já citados.

Os valores entre 0.8 % e 1.0% estão distribuídos em (grafita) quartzo-xistos e micaxistos. Algumas falhas NW e NE delimitam em parte estas anomalias. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,01 %, no mapa com cores frias.

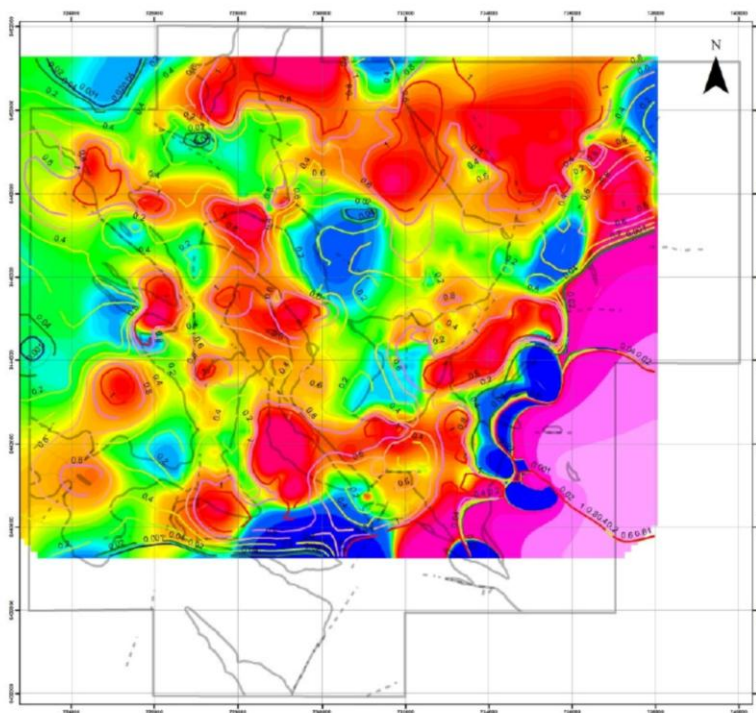


Figura 6.10: Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de titânio presentes na região.

VI.11. Elemento Ítrio (Y)

O ítrio é um metal pertencente ao conjunto de elementos denominados terras raras. Possui aspecto prateado, com brilho metálico, relativamente estável no ar, e quimicamente semelhante aos lantanídeos. As anomalias acima de 25 ppm ocorrem disseminadas pela área de pesquisa, apresentando maior destaque no (grafita) quartzo-xisto (figura 6.11). Assim como o Ce, a anomalia de Y que vale a pena ser destacada é a encontrada próxima a base, no concentrado denominado Concentrado do Gres, onde o litotipo trata-se de um pegmatito totalmente alterado, com elevados teores de terras raras e pico de cério atingindo 5.076,3 ppm. Nesta unidade, os falhamentos NW e NE tangenciam as anomalias. Os teores utilizados como mínimo de limite de detecção foram 0,1 ppm, no mapa com cores frias.

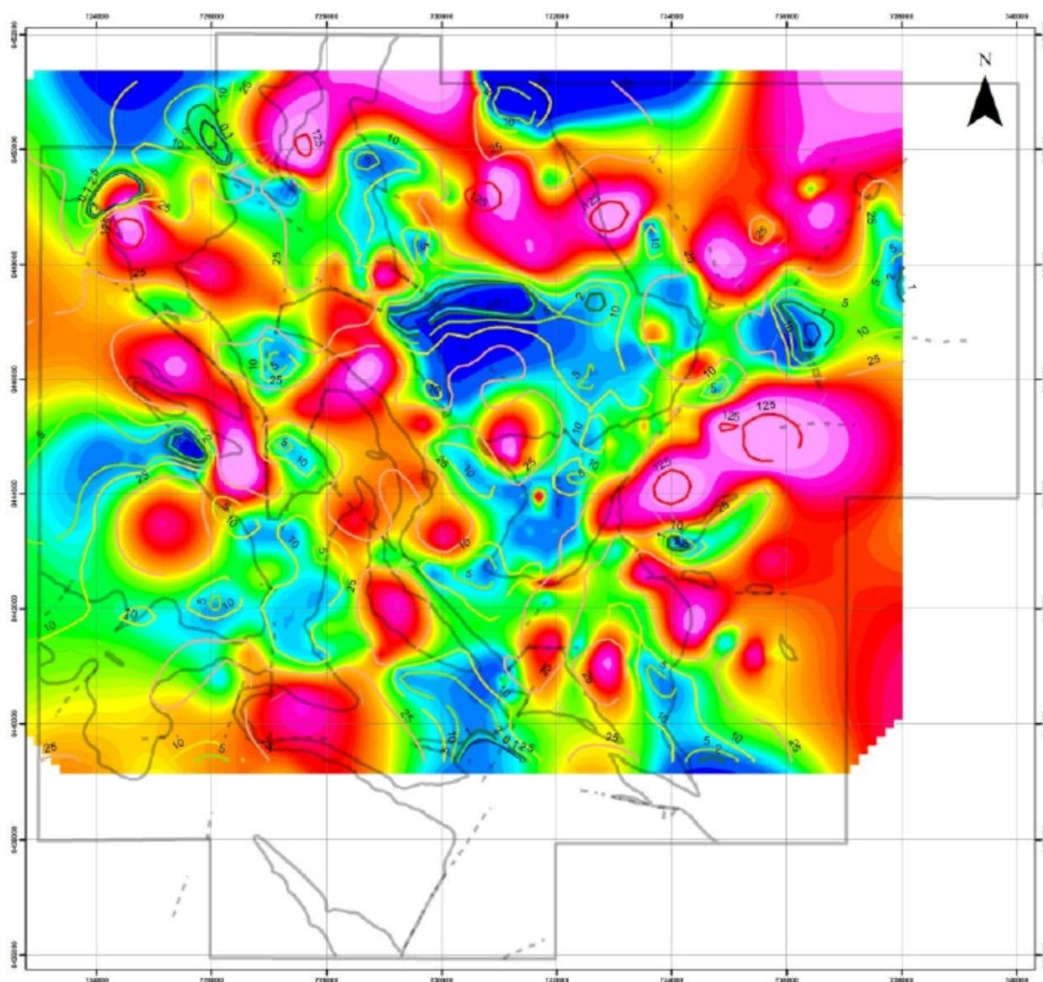


Figura 6.11: Mapa de isoteores da área de pesquisa, mostrando as principais anomalias de ítrio presentes na região.

VII. CONCLUSÕES

Em virtude do exposto, este trabalho teve como objetivo apresentar, na forma de um estudo de caso, as técnicas de pesquisa mineral para ouro e outros metais base de interesse econômico através de métodos de prospecção geoquímica nos Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa – Município de Campinorte (GO). O trabalho tentou compilar os dados e interpretações obtidos na pesquisa mineral realizadas pelo Grupo Cetenco S.A. e Campinorte Mineração S.A.

Como já descrito ao longo do relatório, a área consta com um histórico de exploração por meio de lavras garimpeiras, mas sem nenhum estudo específico sobre a gênese do ouro e outros metais base de interesse econômico.

A pesquisa mineral foi realizada em nove processos minerários requeridas perante o DNPM, totalizando uma área de quase 15.000 hectares. Todo o trabalho constou com levantamento bibliográfico, etapas de campo e elaboração do relatório final de pesquisa. As etapas de campo constaram com cadastramento das ocorrências dos antigos garimpos, mapeamento de semi-detalle (1:25.000), descrições macro e microscópicas, campanha de amostragem geoquímica (sedimentos de corrente e concentrados de batéia), além de serviços exploratórios como abertura de poços e trincheiras, amostragens volumétricas para caracterização dos minerais de interesse econômico, descrição e coleta de amostras dos testemunhos de sondagens e interpretação geológico-geoquímica a partir do mapeamento geológico e correlação com campanha de amostragem geoquímica de superfície.

Dentre os resultados obtidos, foram descritos cerca de 800 afloramentos rochosos, realizados mais de 35 furos de sondagem rotativo, coletados e analisados mais de 1.000 amostras geoquímicas.

Como resultado, foram propostas nomenclaturas locais para os litotipos descritos, além de uma caracterização estrutural de cisalhamento rúptil. Os litotipos consistiam basicamente de variações de quartzo xisto inseridos no contexto de Metassedimentos do Grupo Serra da Mesa. As estruturas ligadas estão relacionadas à tectônica rúptil, sendo representadas por três sistemas de

falhas e juntas na escala regional, denominadas por Sistema de cisalhamento rúptil do Rio Miéis, Sistema de cisalhamento rúptil do Córrego do Criminoso e Sistema de Cisalhamento Rúptil da Serra do Encosto.

Os resultados obtidos foram representados na forma de onze mapas geoquímicos de superfície elaborados a partir do programa Target - ferramenta de extensão do Arcgis. Desses, dois são de mapas de concentrações para ouro e prata (na forma de ppm) e nove mapas com curvas de isotores para os demais elementos de interesse (na forma de ppm e porcentagem %). Os resultados mostraram as anomalias para os diversos elementos de interesse, sendo eles: Ag, As, Au, Ba, Bi, Ce, Cu, La, Sr, Ti e Y. Os resultados destes mapas apontam para possíveis alvos exploratórios, onde trabalhos de detalhe têm sido realizados na forma de adensamento da malha de pesquisa, avaliação econômica por meio de cubagem e modelagem dos depósitos existentes.

Em virtude desses resultados, é possível interpretar que as anomalias de ouro estão associadas principalmente aos aluviões encaixados nas grandes zonas de cisalhamento regionais. O elemento prata não ocorreu da forma livre, e sim associado as ocorrências de ouro. O bismuto está associado ao mineral bismutinita, encontrado principalmente nos poços exploratórios ao longo da área-base. O cobre não apresentou grande representatividade, sendo elaborado na forma de confirmar a diferença entre os modelos de depósitos encontrados no Depósito Tipo Chapada (ouro invisível associado a calcopirita) e o Projeto Campinorte (pintas e pepidas de ouro encontrados nos veios de quartzo V1 e V4). O elemento estrôncio ocorreu associado aos corpos de meta-calcário e mármore existentes. O titânio, analisado como óxido TiO_2 , está associado aos minerais rutilo e ilmenita, onde os teores elevados observados em algumas anomalias, indicam viabilidade econômica para essa substância mineral.

Os teores observados para diversas substâncias na campanha de amostragem e prospecção geoquímica de superfície mostram possíveis áreas-alvos para as diversas substâncias analisadas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F.F.M. Observações sobre o Pré-Cambriano na região central de Goiás. Anais do XXI CONGR. BRAS. GEOL., SBG, Curitiba, v.26, 1967.

ALMEIDA, F.F.M. Geochronological division of the Precambrian of South America. Rev. Bras. Geoc. v.I, 1971.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R. R Províncias estruturais brasileiras. Anais do VIII SIMP. GEOL. NORD, SBG, Campina Grande, p.363-391,1977.

ARANTES, D.; OSBORNE, G.A.; BUCK, P.S.; PORTO, C.G. The Mara Rosa volcanosedimentary sequence and associated gold mineralization. In: BRAZIL GOLD'91, Belo Horizonte: E.A. Ladeira (ed), Balkema, Rotterdam, p. 221-229, 1991.

ARAÚJO FILHO, J.O. Structural characteristics and tectonic evolution of Pirineus sintaxs, central Brazil. 1999. 418p. PhD Thesis, Univ. of Illinois.

BARBOSA, P.A.R.; SILVA, A. da. Modelo Deformacional para o Sudeste de Goiás e suas Implicações Metalogenéticas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. Anais ... São Paulo: SBG, 1992. v. 2, p. 315-317.

BARBOSA, O. et. Al. Projeto Brasília, Goiás. PROSPEC S.A/ DNPM, Relatório Inédito, s.ident., il., fotos, mapas e seções geológicas. Petrópolis, 1969, 225 p.

BIONDI, J.C.; PIODEVIN, J.L. Idade da mineralização e da seqüência do depósito de esmeraldas de Santa Terezinha, Goiás, Brasil. Anais do XXXVIII CONGR. BRAS. GEOL., SBG, Balneário Camboriú, 1:302-304,1994.

BOTELHO, N.F.; MARINI, O.J.; PAGOTO, G.; ROSSI, G.; ABE, C.K.; URA, C.; POSTAL, F. 1986. Província estanífera do leste de Goiás. In: CONGR. BRÁS. GEOL., 34, Goiânia, 1986. Roteiro das Excursões Técnico-Científicas... Goiânia, SBG. Bol. 2, p.133-147.

CENSO AGROPECUÁRIO, Goiás; 8º Recenseamento Geral, 1970. Rio de Janeiro, IBGE 1974. 470p. (Série Regional, v.3, t.23).

CENSO AGROPECUÁRIO, Goiás; 9º Recenseamento Geral do Brasil, 1980. Rio de Janeiro, IBGE, 1984. v.2, t.3, N.25, 2ª parte.

CINTRA, E.C. Aplicações de Redes Neurais no Controle de Teores de Cobre e Ouro do Depósito de Chapada (GO). 2003 - Tese (Doutorado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Federal Paulista.

DANNI, J.C.M.; RIBEIRO, C.C. Caracterização estratigráfica da seqüência vulcano, sedimentar de Pilar de Goiás e de Guarinos, Goiás. Anais do XXX CONGR. BRAS. GEOL., SBG, Recife, p. 582-596, 1978.

DANNI, J.C.M.; LEONARDOS, O.H.; ANDRADE, G.F. Feições vulcânicas das rochas ultramáficas de hidrolina, GO. Anais do XXXI CONGR. BRAS. GEOL., SBG, Balneário Camboriú, v.4, p.1997-2003,1980.

DELGADO, I.M. et al. Província Tocantins. In: BIZZLI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, J.H. (Ed.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Rio de Janeiro: CPRM, 2003. p.281-292.

DRAGO, V.A. et al. Geologia. In: PROJETO RADAMBRASIL. Folha SD. 22 Goiás. Rio de Janeiro, 1981. 640p. (Levantamento de Recursos Naturais, 25) p. 27-300.

FONSECA, M.A. Estilos estruturais e o arcabouço Tectônico do Segmento Setentrional da Faixa Brasília. 1996. 172p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília - UnB, Brasília, 1996.

FUCK, R.A. A Faixa Brasília e a Compartimentação Tectônica na Província Tocantins. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO CENTRO-OESTE, 4, 1994, Brasília. Atas ... Brasília: SBG, 1994. p.184-187.

FUCK, R.A. ; MARINI, O.J. O Grupo Araxá e unidades homotaxiais. Anais do SIMP.CRÁT. SÃO FRANC. E FAIX. MARG., SBG, Salvador, p.118-129, 1981.

FUCK, R.A.; PIMENTEL, M.M.; D'EL REY SILVA, L.J.H. Compartimentação tectônica na porção oriental da província Tocantins. Anais do XXXVIII CONGR. BRAS. GEOL., SBG, Balneário Camboriú , p.215-216, 1994.

GONÇALVES, C.C.A. Caracterização Petrográfica dos Alvos Hidrotermalitos norte e Aul, Suruca e Porção NW da Mina de Chapada – Alto Horizonte, GO. Tese de Conclusão de Curso – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP). 2011

HASUI, Y.; BARTORELLI, A.; MORTARI, D.; RIBEIRO, A.C.D; JÁCOMO, A.A.C. Considerações sobre a geologia da região entre Porto Nacional e Ipueiras, GO. Rev. Bras. Geoc., 17(3):295-301, 1977.

JOST, H.; CARMELO, A.C. & MENESES, P.R. Litologias, relações de contato e estrutura do bloco caiamar, Crixás, Goiás. Anais do IV SIMP. GEOL. C., OESTE, SBG, Brasília, p. 18-20, 1994

KUYUMJIAN, R.M. & DARDENNE, M.A. 1983. O Controle das mineralizações auríferas do greenstone-belt da faixa Crixás (GO). In: SIMPÓSIO SOBRE MINERALIZAÇÕES AURÍFERAS NO ESTADO DA BAHIA, Salvador, 1983. Atas... Salvador, SBG. p.56-59.

KUYUMJIAN, R.M. et al. Geologia do limite entre os Terrenos Arqueanos e o Arco Magmático de Goiás na região de Chapada - Campinorte, Goiás. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.34, n.3, p.329, 2004.

KUYUMJIAN, R.M. A Trajetória do metamorfismo na região de Chapada, Goiás, Brasil. Anais do XXXVI Congr. Bras. Geol., Natal, v.3, p. 2007-2017, 1990.

LACERDA FILHO J.V. et al. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal – Relatório do Mapa Geológico do Estado de Goiás - Escala 1:500.000. Goiânia: CPRM/METAGO/UnB, 1999.

LACERDA, H.; PEREIRA, A.A. Contribuição à tipologia das mineralizações auríferas da Região de Uruaçu – Niquelândia, Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO de GEOLOGIA, 35, 1988, Belém. Anais ... Belém: SBG. v.1, p.107-111, 1988.

LACERDA, H.. As mineralizações auríferas da região de Mara Rosa (GO). Rev. Bras. Geoc. 16(3):274-284, 1986.

MACHADO, E.V. Novas considerações e integração geológica de pilar de Goiás/Mara Rosa/Porangatu. Anais do I SIMP. GEOL. C., OESTE, SBG, Goiânia, p. 185-207, 1981.

MARINI, O.J. BOTELHO, N.F. A Província de Granitos Estaníferos de Goiás. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.16, n.1, p.119-131, 1986.

MARINI, O.J. et al. A evolução geotectônica da Faixa Brasília e do seu Embasamento. In: SIMPÓSIO SOBRE CRÁTON DO SÃO FRANCISCO E SUAS FAIXAS MARGINAIS, 1, 1981, Salvador. Anais ... Salvador: SME-CPRM/SBG/NBASE, 1981. p.100-115.

PIMENTEL, M.M. et al. The basement of the Brasília Fold Belt and the Goiás Magmatic Arc. In.: CORDANNI, U. G. et al. Tectonic Evolution of South América. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000b, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, 2000b. p.195-229.

PIMENTEL, M.M.; FUCK, R.A. Neoproterozoic crustal accretion in Central Brazil. Geology, v.20, p. 375-379, 1992.

QUEIROZ, C.L. Evolução tectono-estrutural dos terrenos granite-greenstone belt de Crixás, Brasil Central. 2000. 209p. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília – UnB, Brasília, 2000.

OLIVEIRA, C.G. et al. Programa Geologia do Brasil (PGB/LGB) - Carta Geológica-escala 1:100.000 Relatório Final da Folha SD.22-Z-B-I – Campinorte. Brasília: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2007.

OLIVEIRA, C.G. , OLIVEIRA, F. B., DANTAS, E. L., FUCK, R. A. 2007. Campinorte- SD.22-Z-B-I, escala 1:100.000: nota explicativa. Goiás: UnB/CPRM, 2007. CD-Rom.

RAMOS FILHO, W.L.; ARAÚJO FILHO, J.O.; KUYUMJIAN, R.M.. Características da ambiência estrutural do depósito de Chapada, Goiás. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 33, n. 2, p.109-116, Jun. 2003

SABOIA, L.A. DE. Os Greenstone Belts de Crixás e Goiás,GO. SBG, NCO, boletim n.9, p.44-72,1979.

SCHOBENHAUS, C. et.al. Carta geológica do Brasil ao milionésimo. Folha Goiás. MME/DNPM, DGM, 1975.

SILVA, J.A.; SÁ J.A.G. Jazida de cobre da Chapada, Mara Rosa, Goiás. In: DNPM/CVRD, C.Schobbenhaus, C.E.S. Coelho (ed). Principais depósitos minerais do Brasil, v.3, p. 55-60, 1988.

SILVA, J.A. Jazida de cobre de Chapada, Mara Rosa - Goiás. In: Os Principais Depósitos Minerais da Região Centro-Oeste. Goiânia, DNPM. p. 50-64, 1982.

STRIEDER, A.J.; NILSON, A.A. Melange ofiolítica nos metassedimentos Araxá de Abadiânia (GO) e implicações tectônicas regionais. Rev. Bras. Geoc, v. 22, n. 2 p.204-215, 1992.

TASSINARI, C.C.G.; SIGA Jr., O.; TEIXEIRA, W. 1981. Panorama geocronológico do Centro-Oeste brasileiro: soluções, problemática e sugestões. In: SIMP. GEOL. CENTRO-OESTE, I, Goiânia, 1981. Ato... Goiânia, SBG/SCO. p. 93-113

TEIXEIRA, A.S. 1981. Geologia da região de Goiás - Faina. In: SIMP. GEOL. DO CENTRO-OESTE, I, Goiânia, 1981. Atas... Goiânia, SBG/NCO. p. 344-360.

VIANA, M. G. et.al. O arco magmático de Mara Rosa, Goiás: Geoquímica e geocronologia e suas implicações. Revista Brasileira de Geociência, v.25, n.2, p.111-123, 1995.

WINGE, M. Evolução dos terrenos granulíticos da província estrutural Tocantins, Brasil Central. Tese (Dissertação de Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. 1995.

