



2. GEOLOGIA REGIONAL

2.1. Contexto Geológico Regional

A Província Tocantins (Almeida *et al.* 1977, 1981, Almeida & Hasui 1984), entidade orogênica neoproterozóica, de dupla vergência estrutural encontra-se no Brasil central e integra o sistema Brasileiro/Pan-Africano. Ao seu lado oeste a Província Tocantins é balizada pelo Cráton Amazônico e a leste pelo Cráton do São Francisco, enquanto os limites norte e sul são encobertos pelos depósitos fanerozóicos das bacias do Parnaíba e Paraná, respectivamente.

A Província Tocantins apresenta direção geral norte-sul com cerca de 2.000 km de comprimento e até 800 km de largura. Compreende as faixas dobradas Araguaia e Paraguai a oeste, edificadas na margem do Cráton Amazônico, e a Faixa Brasília estabelecida na margem do Cráton do São Francisco, onde se encontra o Arco Magmático de Goiás (Pimentel *et al.* 1991, Pimentel & Fuck 1992).

O Arco Magmático de Goiás é estudado em maior detalhe em duas áreas: no sudeste de Goiás as unidades estão agrupadas no Arco de Arenópolis e no nordeste de Goiás o Arco de Mara Rosa, que se estendem até a região de Porto Nacional, no sudeste de Tocantins.

Com exceção de uma pequena porção do Maciço de Goiás localizado no canto sudoeste, quase toda a área de interesse do presente trabalho está inserida no Arco de Mara Rosa, que consiste principalmente em ortognaisses tonalíticos e faixas de rochas metavulcânicas e metassedimentares neoproterozóicos, com afinidade com rochas de ambiente de arco intra-oceânico. Escamas ou fragmentos de rochas arqueanas e/ou paleoproterozóicas afloram eventualmente.

A evolução do conhecimento sobre a região passou por várias etapas. Os primeiros trabalhos de mapeamento geológico nas áreas próximas a Santa Terezinha de Goiás levaram Ribeiro Filho (1981) a nomear de “Seqüência Mara Rosa” as seqüências de micaxistos, quartzitos e anfibolitos que ocorrem na região de Santa Terezinha, Chapada e Mara Rosa. Também propôs as mesmas idades mais jovens em relação às dos terrenos arqueano de Pilar de Goiás e Crixás. Mais do que isso, sugeriu correlação entre a Seqüência de Mara Rosa e as seqüências de Palmeirópolis, Indaianópolis e

Juscelândia; estas associadas aos complexos acamadados de Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto, respectivamente.

A descoberta de esmeralda por [Ribeiro e Sá \(1983\)](#) alavancou novas discussões de mapeamento geológico na área de Campos Verdes ([Souza e Leão Neto 1984](#)) e alterou a nomenclatura ao introduzir a Seqüência Santa Terezinha no conjunto de rochas supracrustais que contém intercalações de talco xistos portadores de esmeralda. Trabalhos posteriores retomaram a idéia de que a Seqüência Santa Terezinha estaria dentro do que é considerado Seqüência Mara Rosa ([Lacerda Filho e Ribeiro Filho 1985](#), [CPRM 1998](#)). Logo, na região de Santa Terezinha de Goiás - Campos Verdes, a Seqüência Mara Rosa (ou, nessa nova visão “Seqüência Santa Terezinha”) seria constituída por quartzito basal, granada-muscovita-clorita-quartzo xistos, sericita quartzitos, clorita-quartzo xistos e magnetita-clorita-quartzo xistos com intercalações de talco xistos, clorita-quartzo xistos com intercalações de anfíbolitos, anfíbolio xistos e gonditos e cianita-muscovita quartzitos, incluindo depósito de cianita ([Ribeiro Filho e Lacerda Filho 1985](#)). Os autores atribuíram-lhe idade proterozóica inferior a média e recentemente, foi confirmado à idade neoproterozóica ao conjunto de unidades supracrustais e ortognaisses expostas em quase toda parte do Arco Magmático, contrariando ao estudo anterior que lhe atribuiu idade proterozóica.

A Seqüência Santa Terezinha - apesar de, até então, não ter essa denominação - foi considerada na década de 80 como unidade de rochas supracrustais pertencentes ao *greenstone belt* de Crixás, atribuindo-lhes idade arqueana ([Machado 1981](#), [Costa 1986](#)).

Nos anos 1990, iniciaram-se estudos de datações isotópicas, fato que possibilitou a assimilação e definição do extenso arco magmático juvenil, com idades neoproterozóica, na porção sudoeste do que então vinha sendo chamado de Maciço de Goiás ([Pimentel et al. 1991](#), [Pimentel e Fuck 1992](#)). Posteriormente foi possível ampliar o Arco Magmático de Goiás para o norte de Goiás ([Viana et al. 1995](#), [Pimentel et al. 1997](#)) e para parte do estado de Tocantins ([Fuck et al. 2001](#)).

Em 1998, ao lançar um novo mapa de Goiás - na escala de 1:500.000 - onde as unidades de rochas supracrustais se apresentavam como parte integrante da Seqüência Mara Rosa, a [CPRM](#) respaldou o que já havia sido sugerido por trabalhos anteriores.

Na área onde se localiza a cidade de Santa Terezinha de Goiás, estudantes de graduação do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília ([Fuck et al. 2003](#)) mapearam, em escala 1:25.000, as rochas supracrustais, organizadas em pilha de escamas tectônicas, as diferenciando em: i) seqüência metavulcânica; ii) seqüência

metavulcano-sedimentar (muscovita-clorita xisto, anfibólio xisto e biotita xisto); iii) seqüência metassedimentar (mica xisto feldspático e muscovita xisto); iv) clorita-muscovita xisto, v) biotita xisto feldspático. Além do número relativamente grande de intrusões de pequeno porte que variam em composição de granito a diorito, presentes nas áreas de exposição das rochas supracrustais, foi cartografada intrusão extensa de gnaiss tonalítico, na qual se associa metagabro, metadiorito, metapiroxenito e granitos deformados. As medidas estruturais coletadas pelos estudantes mostraram o comportamento das escamas de empurrão com forte vergência para sul.

Dantas (2001), a partir de zircão de amostra de rocha metavulcânica félsica coletada ao sul de Santa Terezinha de Goiás, obteve idades de 661 ± 8 Ma e mostrou que a seqüência Mara Rosa (800-900 Ma) é mais antiga que a Seqüência Santa Terezinha (670 Ma), fato este comprovado por recentes estudos (Fuck *et. al* 2006) e amparado pelos produtos geofísicos que delimitaram as duas seqüências (De Sordi *et. al* 2006).

Fuck (2006) limitou, no leste da área estudada, ocorrências de micaxistos diversos, rochas vulcânicas e depósitos químicos que representam a continuação da Seqüência Mara Rosa (Oliveira *et al.* 2006), com ocorrência de intrusões de rochas félsicas de idade mínima de ca. 860 Ma (Pimentel *et al.* 1997). Na região de Campos Verdes-Santa Terezinha de Goiás, expõem-se as rochas supracrustais da Seqüência Santa Terezinha, mais jovem, com idades da ordem de 650-670 Ma determinadas em amostras de rochas de origem vulcânica. Fuck *et. al.* 2006 ainda diferenciou a suíte plutônica do arco e localizou novas intrusões como pode ser visto no mapa geológico (Figura 2.2).

A região tem um alto potencial econômico, assim como todo o Arco Magmático de Goiás. Ocorrem mineralizações de ouro e cobre, principalmente perto de Crixás, de esmeralda - na cidade de Campos verdes; e cianita, mais abundante na serra das Araras. O depósito de cianita da Serra das Araras é considerado um dos maiores depósitos de cianita do mundo. As mineralizações estão contidas nas seqüências metavulcano-sedimentares ou em corpos intrusivos de natureza básica/ultrabásica (Lacerda *et al.* 1999).

2.2. O Arcabouço Geotectônico

O comportamento tectônico da região de Santa Terezinha de Goiás é caracterizado pelo encurvamento dos alinhamentos estruturais de direção NW para NE, e EW, gerando feições estruturais em forma de “U” com concavidade voltada para norte-noroeste com vergência para sul. Os limites das rochas do arco magmático de Mara Rosa são relacionados aos sistemas de cisalhamento do Lineamento Transbrasiliano e do Sistema de Falhas do Rio dos Bois (Marini, 1984, Dardene 2001) localizado ao sul da região de estudo.

O limite leste do arco com o Maciço de Goiás é a falha Rio dos Bois que é uma zona de cisalhamento transcorrente caracterizada pelo baixo ângulo de mergulho e responsável pela separação da seqüência neoproterozóica dos terrenos arqueanos granito-greenstone de Crixás-Hidrolina no sul e das seqüências metassedimentares mesoproterozóicas da Serra da Mesa a leste (Oliveira *et al.* 2004, Jofilly *et al.* 2006), cujas principais zonas de cisalhamento são as da Serra das Araras, Campo Limpo, Varalzinho, Vargem Grande entre outras (Fuck *et al.* 2006). A Zona de Cisalhamento Mandinópolis, segundo Just 2001 e Blum *et al.* 2001, é uma falha de empurrão de caráter regional responsável pela separação da seqüência proterozóica dos terrenos arqueanos na região de Crixás- Cedrolina (Oliveira *et al.* 2004).

Trabalhos de detalhe foram realizados na área de Campos Verdes os quais focavam a geologia estrutural e os controles da mineralização (Barros Neto 2000, D’el-Rey Silva e Barros Neto 2002). Esses autores consideram que o Arco Magmático de Goiás é composto de lascas tectônicas arqueanas-paleoproterozóicas (Domo de Santa Cruz), rochas metavulcano-sedimentares meso-neoproterozóicas (Seqüência Santa Terezinha), ortognaisse milonítico e granito porfirítico sintectônico (Granito São José do Alegre).

D’el-Rey Silva e Barros Neto (2002) ainda identificaram três fases de formação e outra fase presente apenas nas rochas gnáissicas do domo, o que resulta em estruturas tectônicas planares NE-SW com mergulhos fracos a moderados para NW. A tectônica de escape sin-D2 para sul deu origem a uma língua de rochas que abriga camadas de talco xisto com esmeralda, afetadas por dobras em bainha com caimento para NNW que controlam a mineralização de esmeralda. A fase final de compressão D3 deu origem ao sinclínório Rio do Peixe e ao Domo de Santa Cruz.

Hasui *et. al* 1998 apresentou uma visão um pouco diferente a respeito do controle estrutural do depósito de esmeraldas de Campos Verdes, denunciado pela ocorrência em corpos de geometrias variadas concordantes com a foliação e alongamento segundo N15W/20NW. O controle tectônico foi evidenciado pela formação do depósito durante a tectônica de cavalgamento e remobilização na Zona de Cisalhamento Santa Terezinha (Z.C. Varalzinho, segundo Fuck *et al.*2006), uma rampa lateral, e nas dobras laterais por ela geradas. A ZCST deslocou sinistralmente a faixa mineralizada, fazendo com que as escavações sejam mais profundas para o norte. O autor dividiu a tectônica do depósito em quatro pulsos de deformação de um mesmo evento: 1-formação de rampa frontal, com desenvolvimento de foliação, lineação e dobras intrafoliais; 2-formação da Zona de Cisalhamento Santa Terezinha, cujo deslocamento relaciona-se ao desenvolvimento de uma antiforma e um par sinforma-antiforma por arrasto; 3-formação da sinforma do Rio do Peixe ligada a ascensão de domos gnáissicos e de dobras transversais e 4- formação de quatro famílias de juntas e falhamentos.

O arcabouço estrutural dessa região pode ser entendido como um sistema de *nappes* que deu origem a uma série de escamas tectônicas limitadas por um feixe de zonas de cisalhamento compressionais (Dantas *et al.* 2007). Este autor ainda considera que a variação do *trend* estrutural da direção NW para EW e NE acompanha a concavidade do sistema de cavalgamentos, cujo transporte tectônico principal é considerado de NW para SE. Todo o sistema dessa região pode ser considerado como desenvolvido em rampa frontal com variações de rampa oblíqua e lateral durante a deformação Brasileira.

2.3. AEROGEOFÍSICA

Os primeiros levantamentos aerogeofísicos registrados no Brasil são datados na década de 50; inicialmente restringia-se ao monitoramento das atividades do campo magnético e atividades sísmicas. No entanto, a partir de 1970 a geofísica estendeu suas atividades para exploração do setor mineral e vem sendo utilizada amplamente até os dias de hoje. Avanços no setor como a sofisticação dos sensores, eficiência do GPS, a velocidade de execução dos aerolevantamentos, bem como tratamento dos dados

coletados inclusive em áreas de difícil acesso, fizeram da aerogeofísica ferramenta fundamental para a prospecção mineral.

Em 1975, foi assinado um projeto entre o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM - e a Agência de Desenvolvimento Canadense – CIDA – nomeado Projeto Geofísico Brasil-Canadá (PGBC) que envolveu aeromagnetometria, aerogamaespectrometria, geofísica terrestre e geoquímica em um levantamento de uma área de 780.000 km² em Goiás e no atual estado de Tocantins.

Apesar da importância desse projeto, considerado por alguns autores um marco para o desenvolvimento da aerogeofísica no Brasil, os dados coletados pelo PGBC – apesar de realizados com toda a tecnologia disponível da época – não podem ser comparados com o levantamento realizado em 2004, base de dados para o presente trabalho. A diferença está na utilização de equipamentos com maior sensibilidade e sistemas de navegação e orientação, como o GPS. Mais do que isso, esse levantamento foi realizado com características mais afinadas, como o espaçamento de 500m entre as linhas de produção contra 1 a 2km utilizado no PGBC.

Os novos levantamentos de alta resolução no estado do Goiás foram inicialmente divididos em duas áreas e posteriormente em cinco, sendo a área referente a esta dissertação denominada projeto Arco de Mara Rosa.

Blum (2001) obteve excelentes resultados utilizando os dados aerogeofísicos do PGBC, com novas técnicas no tratamento destes que conseguiram melhorar em muito a qualidade dos dados. Sua análise das estruturas magnéticas sugeriu que as estruturas da região estejam ligadas a um evento com tensão principal, σ_1 , na direção ~E-W. As estruturas magnéticas paralelas ao Lineamento Transbrasiliano, N30E, foram consideradas levóginas e o autor ainda afirmou que as estruturas que infletem de N60W a N30E aparentemente se associam a falhas de empurrão e rampas laterais.

GEOLOGIA REGIONAL

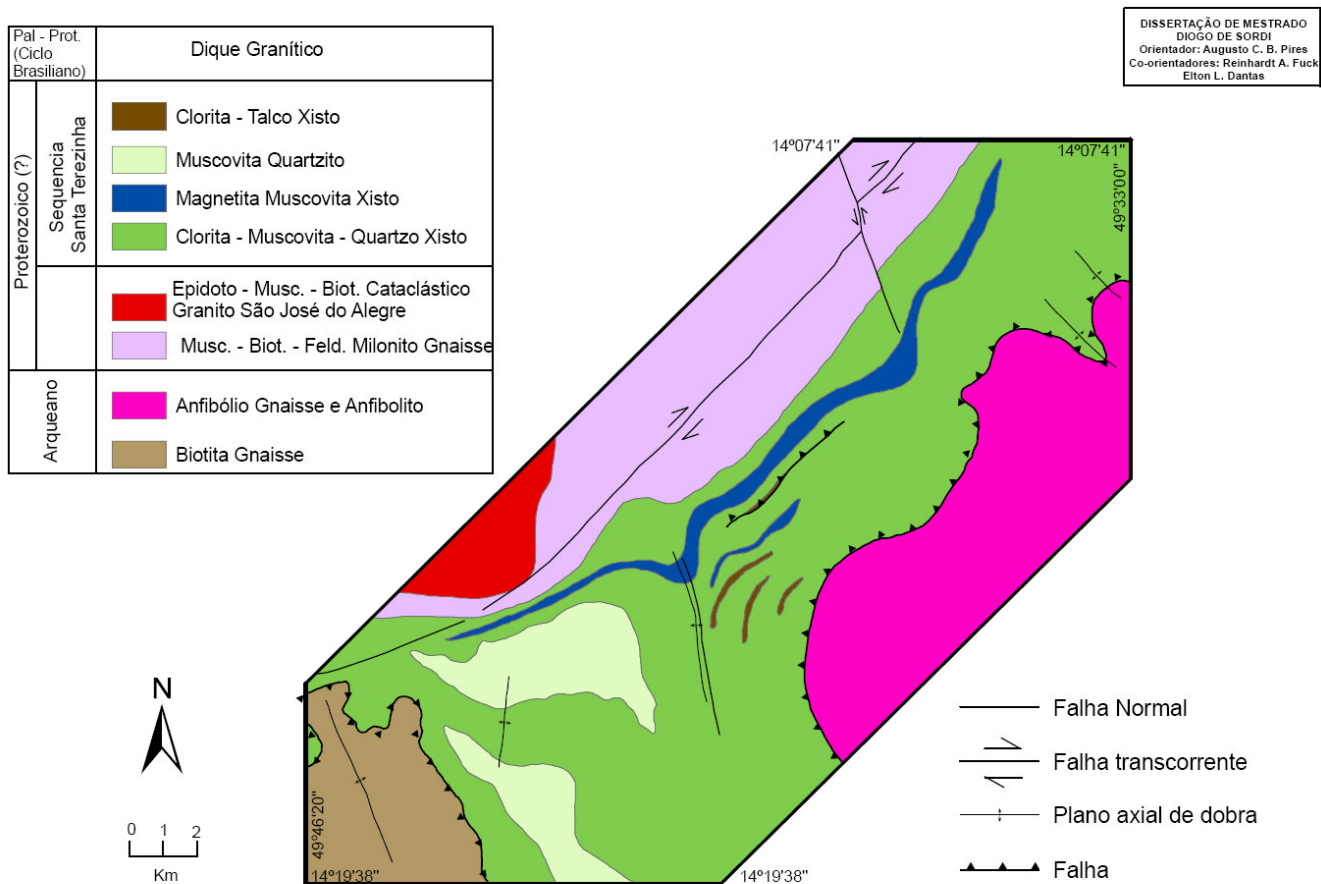


Figura 2.1 – Mapa geológico da região de Campos Verdes (, mostrando a localização dos Clorita Talco Xisto mineralizados (Biondi 1990, modificado).

GEOLOGIA REGIONAL

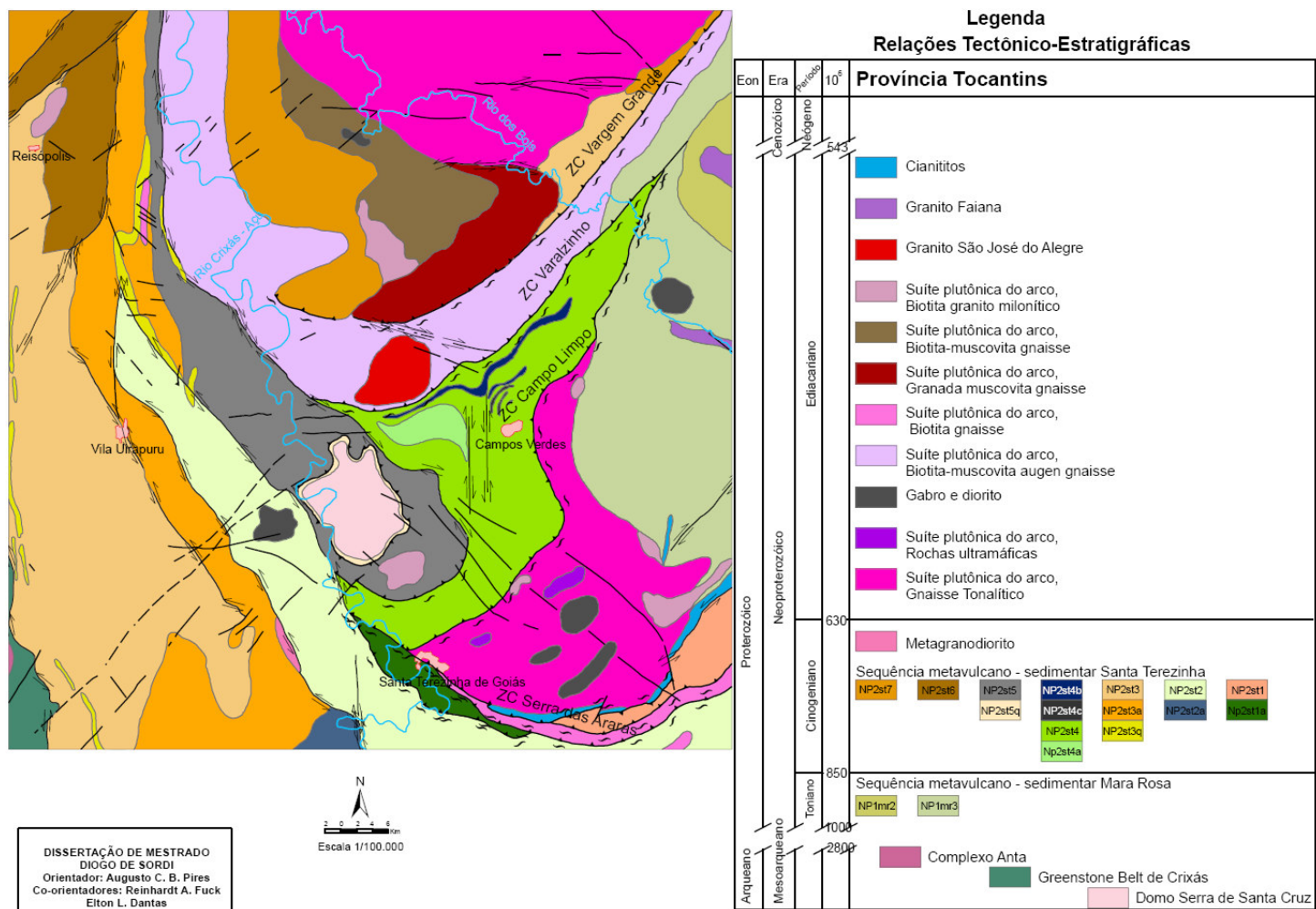


Figura 2.2 – Mapa geológico do PRONAGEO (Fuck *et al.* 2006 modificado e simplificado)