

PROJETO AVALIAÇÃO DE ROCHAS CALCÁRIAS E FOSFATADAS PARA
INSUMOS AGRÍCOLAS DO ESTADO DE MATO GROSSO -
CPRM/METAMAT

FAIXA CARBONÁTICA ARARAS – ZONA CRATÔNICA

RELATÓRIO DA 1ª FASE DE CAMPO

Geólogo Ricardo Gallart de Menezes
Departamento de Recursos Minerais – DEREM



DEZEMBRO DE 2005

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	pag. 3
GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS CALCÁRIAS.....	pag. 8
Unidades Geológicas Associadas.....	pag. 8
Faixa Carbonática.....	pag.12
CARACTERÍSTICAS DAS OCORRÊNCIAS LEVANTADAS.....	pag. 13
Ponto GM-01/Mina Inativa da Império Minerações..Ltda.....	pag. 13
Ponto GD-01/Mina Ativa da Império Minerações..Ltda.....	pag. 17
Ponto GM-02/Ocorrência de Sonho Azul.....	pag. 22
Ponto GD-02/Mina Ativa da Calcário Tangará.....	pag. 24
Ponto TER/Mina da Pedreira Mirassol (Grupo Terconi).....	pag. 29
BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS.....	pag. 32

INTRODUÇÃO

Os dados apresentados são preliminares e referem-se à 1ª etapa de campo do Projeto em epígrafe, instituído através de convênio de cooperação técnico-científica entre o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) e o governo do estado de Mato Grosso, a qual realizada entre os dias 01/10/05 e 22/10/05.

O foco principal do trabalho consistiu um segmento calcário da Formação Araras, Grupo Alto Paraguai, de idade neoproterozóica, cartografado a oeste da cidade de Cáceres, conforme a base geológica ao milionésimo do Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Mato Grosso (CPRM, 2004), e onde se localizam algumas minas do estado voltadas à exploração das rochas carbonáticas para corretivo de solos.

Esta fase de campo, além do seu caráter de reconhecimento desta parte da área, principalmente no tocante aos meios de acesso e aspectos dos contextos calcários, foi direcionada ao treinamento e a familiarização da equipe técnica com os procedimentos de trabalho a serem aplicados no trato dos mesmos, os quais calcados no levantamento de seções verticais e amostragens sistematizadas das camadas caracterizadas. As análises programadas compreendem ensaios químicos e exames petrográficos, os primeiros direcionados, sobretudo, à dosagem dos teores de CaO, MgO, SiO₂, P₂O₅, K₂O e Al₂O₃, importantes para caracterização e avaliação da especificidade dos calcários.

Durante a fase de campo, considerando a metodologia de trabalho, mereceu atenção especial áreas marcadas por relevos positivos, naturalmente aptos a contemplarem afloramentos contínuos e de grande expressão nos flancos das encostas, bem como os empreendimentos mineiros existentes no âmbito da faixa carbonática, para levantamento de suas frentes de lavra mais representativas.

Nesta etapa foi exaustivamente enfatizada a identificação e detalhamento de estruturas sin e pós-sedimentares, orgânicas e mecânicas, muitas peculiares aos calcários, além de feições texturais e outros aspectos megascópicos, como as cores (de alteração ou não), possibilitando considerações diversas sobre as condições dos ambientes ao tempo da sedimentação e diagênese.

O deslocamento total da equipe ao longo desta fase de campo foi de aproximadamente 2.675 km, sendo levantadas cinco seções verticais. Uma é relativa a um afloramento natural na vertente de uma elevação, 4 km a sul da localidade de Sonho Azul (P¹⁰ **GM2**) no município de Mirassol D'Oeste, e as demais de áreas mineradas, duas

pertinentes a frentes de lavra da empresa Império Minerações Ltda (P^{tos} **GM1** e **GD1**), próximas a BR-174, município de Glória D'Oeste, a terceira de uma frente de lavra denominada Pimenta, da empresa Calcário Tangará (P^{to} **GD2**), a SW da cidade de Tangará da Serra no extremo norte da área de trabalho, e a última da pedreira do Grupo Terconi nos arredores da cidade de Mirassol D'Oeste (P^{to} **TER**).

Deste levantamento resultou a descrição de 104,1 m de seção vertical, sendo coletadas dos afloramentos 43 amostras de rocha calcária para fins de análises química e petrográfica.

A figura 1, além das ocorrências supracitadas, destaca a localização do segmento carbonático, bem como de alguns outros pontos visitados na presente a etapa de campo, principalmente relacionados a rochas siliciclásticas. Descrição pormenorizada sobre os afloramentos encontra-se em itens pertinentes ao longo texto.

Ao fim desta fase, especificamente no dia 20/10/05, a equipe se deslocou para Planalto da Serra, situado a 175 km a nordeste de Cuiabá, para reconhecimento de ocorrências carbonatíticas recém-caracterizadas a sul da sede do primeiro município, e até então desconhecidas na literatura geológica do estado do Mato Grosso. Para tal finalidade foi acertado um encontro com o geólogo responsável pelas pesquisas no prospecto, o Prof. Renato Neder, a quem coube a apresentação do andamento dos trabalhos e considerações sobre o depósito.

De acordo com este técnico, os corpos carbonatíticos relacionam-se basicamente a intrusões ultramáficas alcalinas com grande diversificação litológica, aparentemente com formas tabulares, geneticamente em conexão com um rifteamento crustal, cuja sua maior expressão constitui a falha São Manoel, com aproximadamente 35 km na direção E-W.

As encaixantes compreendem basicamente filitos subverticais do Grupo Cuiabá, que junto às intrusões se mostram hidrotermalmente alterados (finitizados). Ainda, segundo suas informações, os carbonatitos possuem teores elevados de cobre (calcopirita) e apresentam correlação positiva com os teores de P₂O₅, que chegam a alcançar 32 %.

Em algumas amostras obtidas de trincheiras a pirita se sobressai disseminada na massa carbonatítica, formando cristais euédricos de até 5 mm. As amostras apresentam aspecto maciço, granulação muito fina, cor cinza a levemente esverdeada, e exibem fortes sinais de alteração, patenteadas por aparente epidotização e intenso microfraturamento com preenchimento de calcita, localmente como agregados milimétricos. Estas alterações

estariam presumivelmente relacionadas a processos tardi-magmáticos, que também responderiam pela sulfetação da rocha.

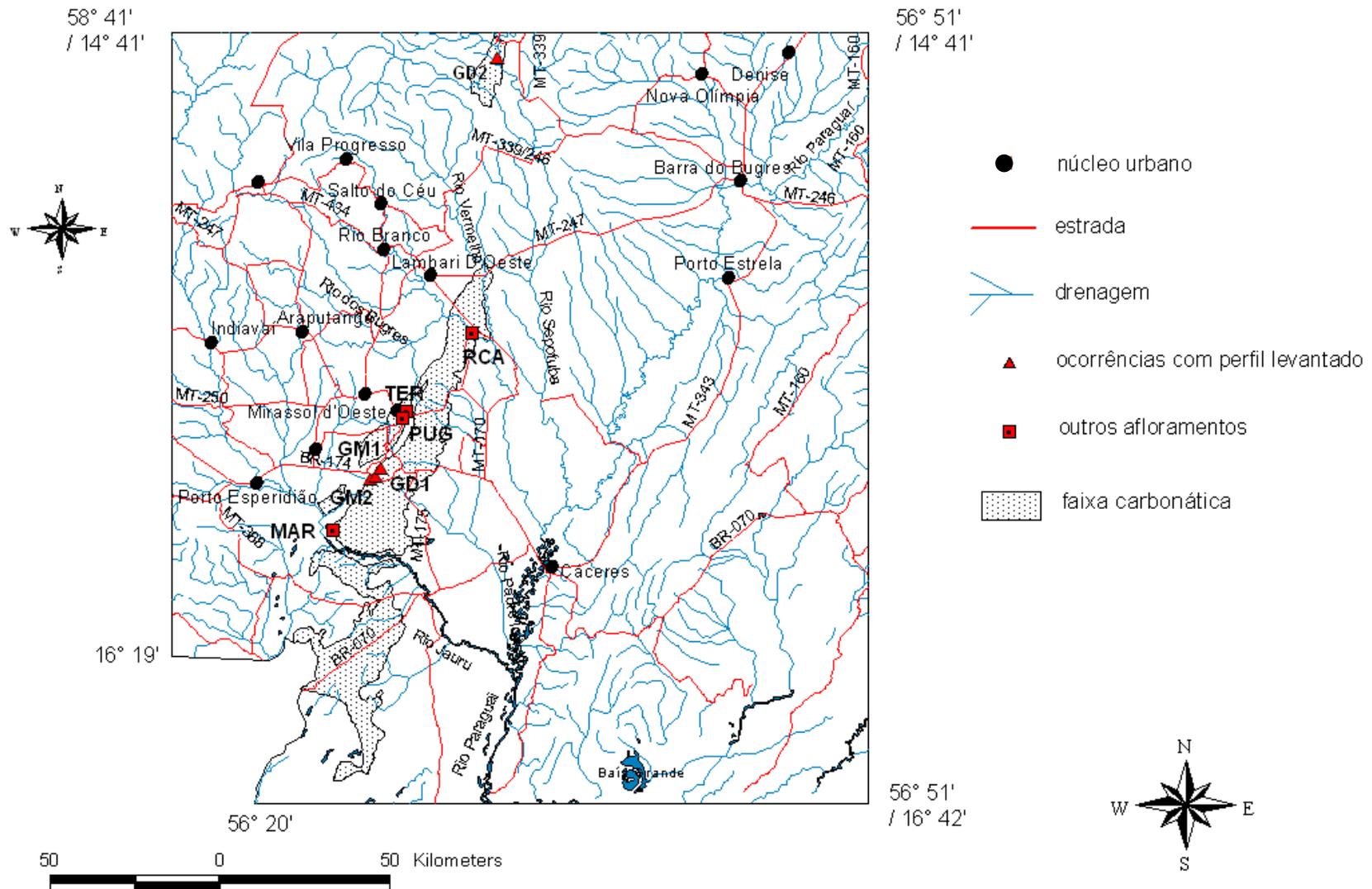


Figura 1: Base geográfica simplificada com os afloramentos descritos e disposição dos mesmos em relação ao segmento calcário da Formação Araras.

Considerando os teores de Cu, tal ocorrência, segundo os responsáveis pelas pesquisas, poderia ter similaridade com o depósito de Palaborwa, na África do Sul, único carbonatito no mundo a ter no cobre seu principal produto, obtido juntamente com vermiculita.

Neste sentido, é auspicioso assinalar que nos solos extraídos de uma trincheira (T-2) a vermiculita era onipresente nas massas alteradas. Desta mesma trincheira uma amostra residual de cor branca e com baixa densidade exibiu agregados prismáticos de apatita, cujos resultados analíticos, segundo as informações, apresentaram teores de P_2O_5 entre 12 % e 15 %.

O foco principal dos trabalhos presentemente estende-se ao longo de uma faixa de 2 km, nomeada *Rift dos Cavalos* (figura 2), acompanhando a falha de São Manoel, esta até então caracterizada apenas como uma estrutura subsidiária da zona de dobramentos do Grupo Alto Paraguai e interpretada originalmente como uma falha de transcorrência. Nesta faixa foram delimitados sete (7) alvos prioritários para as pesquisas: Massao, Lau, Mutum, *Big Valley 1*, *Big Valley 2*, Chibata e Denizar (Figura 2).

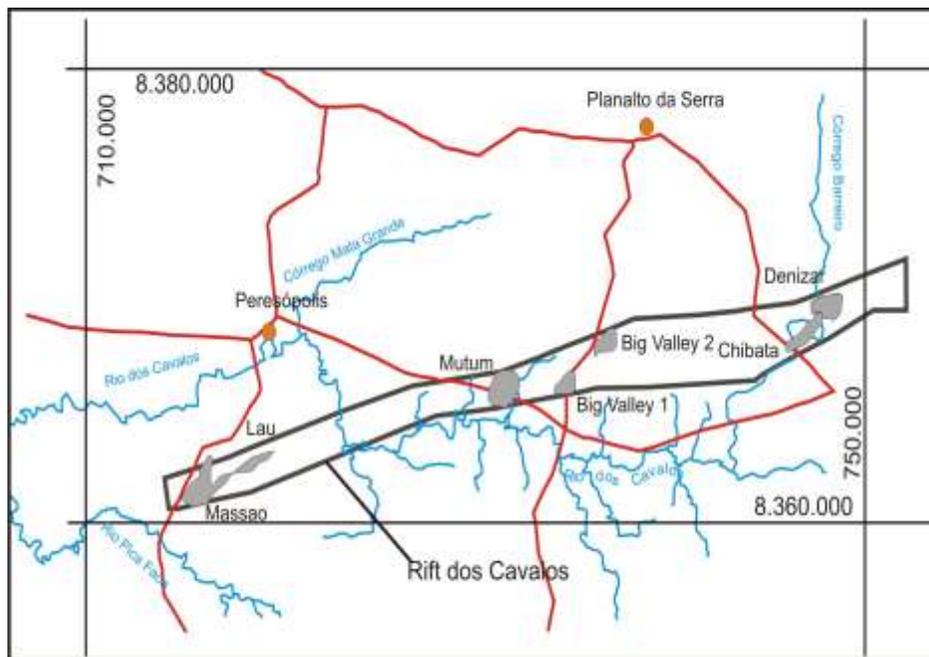


Figura 2: Limites do *Rift dos Cavalos* e localização dos principais alvos alcalino-carbonatíticos, Complexo Alcalino de Planalto da Serra, MT (adaptado de Neder *et al*, 2005)

Os serviços até agora implementados compreenderam aberturas de trincheiras com direção N-S (fotos 1 e 2), portanto, perpendiculares à estruturação regional, e execução de malhas de solos, sendo realizadas mais de duas mil análises químicas, que também incluíram amostras de rocha, bem como descrições petrográficas. De acordo com as informações, mais de 300 amostras de solos já estavam preparadas para novos ensaios analíticos.



Fotos 1 e 2: Aspecto das trincheiras no alvo da Fazenda Mutum, município de Planalto da Serra. Na foto superior, ocorrência de carbonatitos de cor cinza-escura, granulação fina a média, com microfraturas preenchidas por calcita e disseminação de sulfetos. A rocha encaixante compreende filitos subverticais do Grupo Cuiabá. Na trincheira da foto inferior, exposição de solos residuais com agregados prismáticos de apatita e grande quantidade de vermiculita. Análises químicas indicaram teores entre 10% e 12% P_2O_5 neste material.

GEOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DAS ÁREAS CALCÁRIAS

Geologicamente, a área do presente levantamento está localizada no âmbito da Província Tocantins, abrangendo unidades sedimentares correspondentes a uma cobertura plataformal depositada sobre a margem SSE do Cráton Amazônico. Especificamente, caracteriza a parte mais rasa da bacia, que se aprofunda em sentido leste, com sedimentação em domínio cratônico próximo às suas bordas.

Tal segmento representa o domínio praticamente indeformado da Formação Araras, com apenas dobramentos e falhamentos localizados, diferentemente das suas ocorrências no âmbito da Faixa Alto Paraguai. Na figura 3 consta um esboço geológico simplificado focando a área em epígrafe. Nela se destaca a faixa calcária não dobrada da Formação Araras e de suas unidades circunvizinhas, e a leste, alinhamentos configurados por grandes dobramentos em estilo holomórfico, que marcam o domínio extensivamente deformado da Faixa Dobrada Alto Paraguai, entidade tectônica neoproterozóica relacionada ao Ciclo Brasileiro (500-550 Ma).

Unidades Geológicas Associadas

A unidade sobre a qual repousam as rochas carbonáticas, é representada por sedimentos glaciogênicos, siliciclásticos e principalmente de caráter paraconglomerático, relacionados à Formação Puga. Tais depósitos, nos afloramentos observados, ocorrem estruturados como camadas maciças a tenuamente estratificadas com clastos desde dimensão de grânulos a blocos decimétricos caoticamente dispersos em matriz argilo-arenosa. Os componentes maiores são de composição diversa, incluindo quartzitos, quartzo, granitóides, metarenitos, filitos e aparentes rochas vulcânicas, com formas angulosas a arredondadas.

Um corte de estrada na rodovia Mirassol D'Oeste-Cuverlândia, a dois quilômetros da primeira cidade (GPS 15^o 41,242'S / 58^o 04,711'W), que expõe mais de 5 m de diamictitos subhorizontais (P¹⁰ **PUG**), mostra a camada basal formada por diamictitos maciços com matriz argilo-siltosa e de cor cinza-chumbo, encimados por diamictitos branco-amarelados, levemente estratificados e com matriz caracteristicamente silto-arenosa. O contato é plano-paralelo, sendo destacáveis estratos cruzados de baixo ângulo nos diamictitos superiores e a ocorrência de seixos facetados, alguns grosso modo lembrando formas de ferro de engomar,

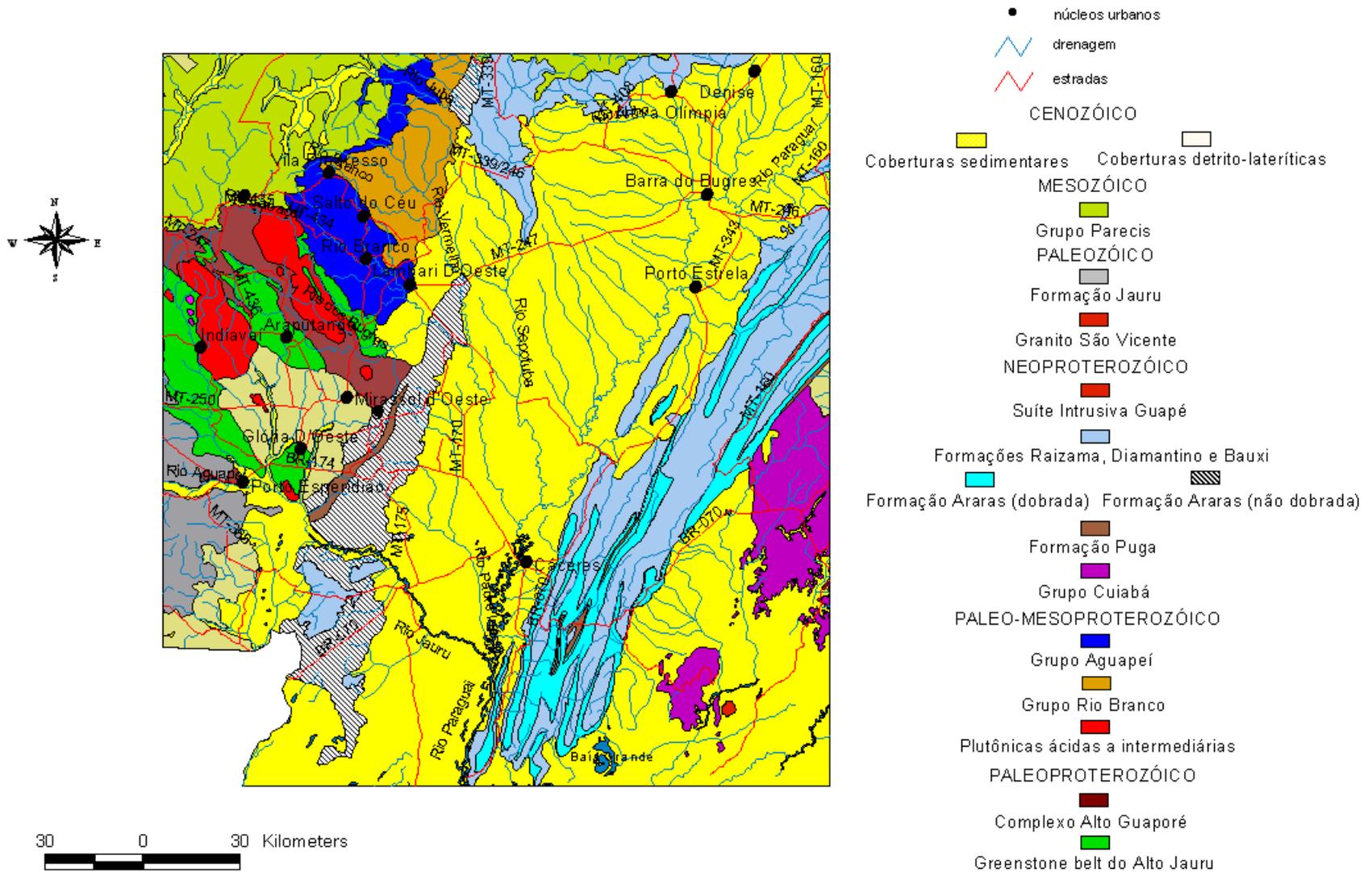


Figura 3: Esboço geológico simplificado abrangendo a área estudada, com destaque da faixa carbonática não dobrada da Fm Araras. Ressaltam-se a leste alinhamentos relativos a dobramentos configurados por unidades do Grupo Alto Paraguai (Compilado de Lacerda Filho *et al.*, 2006)

indicativos de processos de abrasão glacial de fundo de geleiras. Alguns blocos evidenciam correspondência com “seixos pingados” (*dropstone*), liberados gravitacionalmente a partir da liquefação de massas de gelo (fotos 3, 4, 5 e 6).



Fotos 3 e 4: À esquerda, contato plano-paralelo entre camadas paraconglomeráticas, caracterizando o nível inferior uma matriz de natureza mais argilosa em relação a camada superior, denotando mudança no regime de sedimentação. À direita, detalhe da camada basal mais argilosa (Rodovia Mirassol D'Oeste - Cuverlândia)



Fotos 5 e 6: À esquerda, diamictitos superiores da Fm Puga, com estratos cruzados de baixo ângulo. À direita, detalhe de seixos facetados, indicando processos abrasivos de fundo de geleiras (Rodovia Mirassol D'Oeste - Cuverlândia)

A unidade que capeia as rochas carbonáticas constitui a Formação Raizama, predominantemente siliclástica e depositada em ambiente marinho. Na pedreira ativa da Império Mineração, no município de Glória D'Oeste (P^{to} **GD1**), supõe-se que a mesma estaria representada pelos mais de seis metros sedimentos principalmente siliciclásticos que ocorrem sobre as rochas carbonáticas, segundo camadas centimétricas a decimétricas,

horizontais, compostas por alternância entre arenitos com estratificação plano-paralela e argilitos esverdeados finamente laminados.



Fotos 7 e 8: À esquerda, contato entre camadas plano-paralelas de argilito (nível superior) e arenito fino, expostos às margens do rio Cabaçal, compondo contexto presumivelmente correlacionáveis à Fm Raizama. À direita, detalhe de estratificações cruzadas planares de baixo ângulo evidenciadas nas rochas areníticas (Rodovia Cuverlândia - Lambari D'Oeste).

A base da seção é iniciada por delgado nível de folhelho no contato com a rocha carbonática, com poucos centímetros de espessura, sotoposto a uma possante camada de arenitos finos a médios, carbonáticos, com cerca de 40 cm de espessura. Em sentido de topo os arenitos perdem sua expressão, dando lugar a camadas mais regulares com intercalações mais freqüentes das rochas argilosas com contatos plano-paralelos bruscos e bem evidentes. A passagem entre as duas formações é aparentemente gradacional.

Cabe complementar, o registro às margens e no leito do rio Cabaçal (GPS 15° 28,038' / 57° 53,650'), a 25 km a NNE do ponto **PUG**, de arenitos finos com laminações cruzadas de baixo ângulo, com intercalações de níveis de argilitos laminados esverdeados (fotos 7 e 8).

Tal afloramento (P^{lo} **RCA**) está localizado imediatamente no limite oriental da faixa de ocorrência definida para as rochas carbonáticas na zona cratônica, e aparentemente seriam correlacionáveis aos sedimentos da Formação Raizama, em função da similaridade com a seqüência que recobre os carbonatos na mina inativa da Império Minerações.

Faixa Carbonática

Na região em epígrafe, a cartografia para rochas carbonáticas (Formação Araras) configura grosso modo uma faixa com disposição submeridiana (NNE), quase que contínua que se estende das proximidades da cidade de Tangará da Serra, a norte, passando pelas cidades de Mirassol D'Oeste e Cuverlândia, indo além da cidade boliviana de San Matias, já na divisa do Brasil com este país, prolongando-se à depressão do Pantanal mato-grossense, onde se perde sob os sedimentos quaternários da Formação homônima (figuras 1 e 3).

Esta faixa calcária, na realidade, corresponde à união de dois segmentos, um de grande expressão, a sul, com aproximadamente 155 km de comprimento, da cidade de Lambari D'Oeste até a depressão do Pantanal, e o outro, bem menor, localizada a WSW da cidade de Tangará da Serra, com mais ou menos 20 km de extensão. São segmentos irregulares e separados entre si por 40 km.

Morfologicamente, os calcários encontram-se associados tanto a terrenos peneplanizados, com praticamente sem qualquer exposição de rocha, quanto a relevos caracterizados por morros e morrotes, com vertentes não muito íngremes, onde é possível obter afloramentos adequados à finalidade do trabalho.

Freqüentemente a monotonia dos terrenos arrasados é quebrada por pequenas ondulações que expõem sedimentos glaciogênicos da Formação Puga, aparentemente podendo corresponder a irregularidades do substrato paleogeográfico ou mesmo a ápices de dobramentos amplos e abertos que afetam ambas as unidades.

De um modo geral, os calcários exibem-se estruturados segundo camadas plano-paralelas, subhorizontais, centimétricas a decimétricas, com cores variegadas, entre elas, preto, cinza, bege e rósea, formando afloramentos que chegam a expor pacotes com mais de 40 m de altura.

Estruturas ligadas à sedimentação e diagênese, entre outras, estão representadas por estratificações plano-paralelas, cruzadas angulares, acanaladas e bidirecionais, marcas de onda, cavidades fenestrais, estruturas orgânicas como estromatólitos e esteiras microalgais, estilólitos, além de estruturas de ressecamento, como *tepees* e gretas de dissecação.

Além das rochas calcárias, nesta etapa foi registrada ainda uma ocorrência de margas (P^{to} **MAR**), a 36 km a sul de Mirassol D'Oeste, próxima a margem esquerda do rio Jauru (GPS 15^o 59,040' / 58^o 15,628').

O afloramento corresponde a um corte de estrada com cerca de 5 m de altura em média ao longo de 60 metros, o qual expõe um pacote notavelmente estratificado, onde se evidenciam laminações plano-paralelas tenuamente onduladas (foto 9). O caráter estratificado é dado por delgadas intercalações (centimétricas a decimétricas) entre camadas de margas arroxeadas e cinza-esverdeadas, e subordinados leitões de folhelhos finamente laminados, presumindo-se que a variação de cor nas primeiras pode estar relacionada a diferenças no percentual de argilas. Tal contexto, de acordo com a literatura, caracterizaria porções basais da Formação Araras.

Tectonicamente, as deformações mais conspícuas que afetam as rochas carbonáticas e unidades associadas parecem se resumir à presença de suaves e amplas ondulações irregulares das camadas sedimentares, e, localmente, de dobramentos mais cerrados, com eixos alinhados entre E-W e WNW-ESE e com leve caimento para leste, em conexão com falhas inversas (foto 10), bem como zonas brechadas tanto associadas a essas deformações como a falhas normais com direção E-W.



Foto 9: Ocorrência de margas interestratificadas próximo às margens do rio Jauru, município de Glória d'Oeste, MT.



Foto 10: Seqüência interestratificada dobrada e falhada reunindo arenitos calcíferos e níveis de argilitos laminados. BR-070, município de Cáceres,

CARACTERÍSTICAS DAS OCORRÊNCIAS LEVANTADAS

Ponto GM-01 / Mina inativa da Império Minerações Ltda

(GPS 15° 50,787' / 58° 09,488'; cava da mina)

A ocorrência corresponde a uma antiga frente de lavra, desativada há pelo menos três anos e hoje com um único pavimento. Suas dimensões compreendem mais ou menos 300 m de comprimento por 30 m de largura, com altura das paredes oscilando entre 10 m e 15 m. Sua maior dimensão alinha-se na direção NE-SW, praticamente confinada no alongamento de uma elevação (fotos 11 e 12).

A seção vertical levantada (figura 4) corresponde à face nordeste da mina, mais adequada para observações e amostragens, com uma altura em torno de 8,5 m.

O pacote carbonático é formado por camadas decimétricas a métricas plano-paralelas, com contatos bruscos e bem evidentes, suportado basicamente por duas variedades de rochas carbonáticas, que se alternam ao longo da seção vertical.



Fotos 11 e 12: À esquerda, tomada da cava remanescente da mina calcária desativada da Império Minerações, município de Glória do Oeste. À direita, piso superior no flanco SW da referida mina.

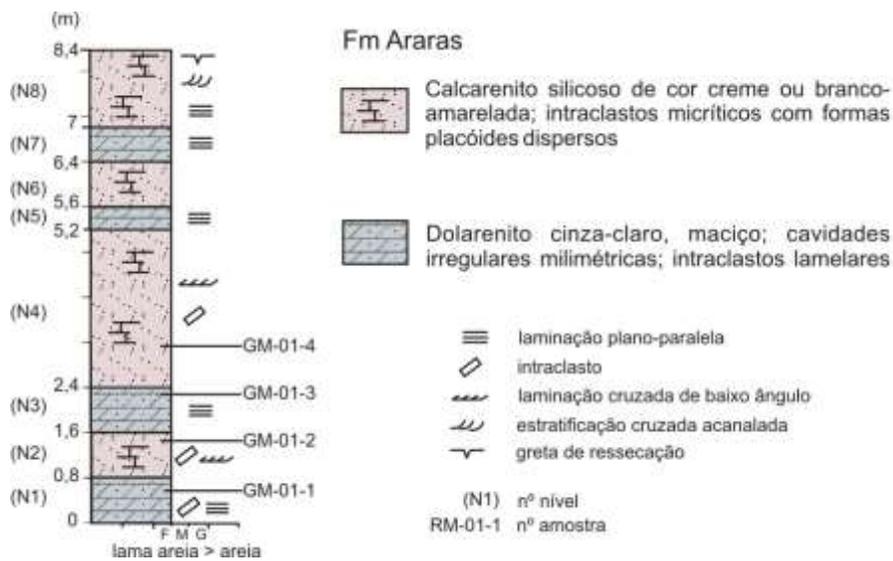


Figura 4: Seção litoestratigráfica esquemática da Formação Araras na frente de lavra desativada da Unidade Mirassol d'Oeste da Império Minerações. Glória d'Oeste, MT.

O primeiro tipo (amostras GM-01-1 e GM-01-3), que inicia a base do perfil, possui cor cinza clara a tonalidades róseas, quando levemente alterado, granulação muito fina, textura sacaróide, com laminação plano-paralela pouco perceptível, apresentando caracteristicamente cavidades milimétricas, irregulares a grosseiramente alongadas, dispersas na rocha, as quais interpretadas como estruturas fenestrais (foto 13). Na continuidade lateral ao perfil levantado, na face SE da cava, a rocha em pauta exhibe contatos na forma de estilólitos com uma subordinada variedade calcária, pouco representativa no contexto da mina, que se intercala segundo uma camada com menos de 10 cm e forma lenticular (foto 14). Esta, megascopicamente, se ressalta por um aspecto mais homogêneo, granulação mais fina e cor arroxeadada, em relação ao tipo ao qual se associa. A rocha principal é pouco reativa ao HCl 10%, denotando tendência à composição dolomítica.



Fotos 13 e 14: À esquerda, calcário homogêneo, muito fino, cor cinza-claro a levemente rosado quando alterado, com cavidades milimétricas características, aparentemente correspondendo a estruturas fenestrais. Inicia a base da seção vertical levantada na cava da mina desativada da Império Minerações. À direita, em sua continuidade lateral, evidenciam-se estilólitos nos contatos com uma lente calcária pouco representativa.

A segunda variedade calcária (amostras GM-01-2 e GM-01-4) corresponde a um calcarenito, que prepondera no perfil do afloramento. A rocha possui cor creme a branco-amarelada a levemente rosada, quando alterada, granulação fina a média, textura sacaróide, com estratificação cruzada planar de baixo ângulo bem evidente (foto 15). Em camadas no topo do perfil, estratificações cruzadas acanaladas com amplitude métrica sobressaem localmente associadas ao calcário em pauta (foto 16). A presença de intraclastos lamosos centimétricos, arredondados a placóides, alinhados em conformidade com estratificação (foto

17), é um aspecto destacável na textura do calcário, que inclui substancial participação de quartzo detrítico na sua composição, e também apresenta baixa reatividade ao HCl 10%.

A foto 18 detalha o contato entre as duas rochas carbonáticas predominantes, representando a camada superior à rocha mais expressiva no contexto da mina desativada.

No topo da pedreira, registra-se a presença de gretas de dissecação preenchidas por material argiloso, este se ressaltando como estruturas de alto-relevo no nível do chão em função da erosão diferencial.

Principais fraturas apresentam atitudes de N 45°-50° E / subvertical e N70° - 75° W / subvertical.



Fotos 15 e 16: À esquerda, variedade calcária predominante no perfil da mina desativada da Império Minerações, correspondendo a um calcarenito laminado, fino a médio, silicoso, com estratificações cruzadas planares de baixo ângulo. À direita, estratificações cruzadas acanaladas de amplitude métrica evidenciam-se localmente associadas ao calcário em pauta, no topo do perfil.



Fotos 17 e 18: À esquerda, no calcarenito predominante presença de intraclastos lamosos arredondados a placóides (alguns circunscritos), alinhados segundo estratificação da rocha. À direita, detalhe do contato (indicado pelo martelo) entre este último (camada superior) e a segunda variedade mais representativa no contexto da mina desativada.

Ponto GD-01 /Mina ativa da Império Minerações Ltda

(GPS 15° 50,597' / 58° 08,002'; cava da mina)

A mina, localizada próxima a BR-364, se desenvolve efetivamente em três bancadas sobre calcários subhorizontais no flanco de uma elevação, ocupando uma área retangular com aproximadamente 2800 m², tendo sua maior dimensão, como da mina anterior, alinhada na direção NE-SW. O comprimento da cava é estimado em 70 m, enquanto a largura entre 40 a 50 metros (fotos 19 e 20).



Foto 19 e 20: Pedreira ativa da Império Minerações, às margens da BR-174, município de Glória d'Oeste. À esquerda, tomada integral do terceiro pavimento do empreendimento mineiro, com sua frente desmonte (A), e parte da segunda bancada, à direita da foto (B). Na foto à direita, acesso à bancada inferior da mina, onde iniciado o levantamento do perfil calcário do depósito.

Um quarto piso, na face NW da mina, é fruto do aprofundamento da frente de lavra da bancada superior e é utilizado para sua operacionalização, como sondagens e instalação de explosivos. Ele limita o topo do depósito carbonático, quando passa então a predominar sedimentos siliciclásticos da Formação Raizama. A espessura total do pacote calcário exposto na mina é de aproximadamente 32 metros.

Na cava inferior, no nível de base do terreno e com dimensões aproximadas de 40 metros por 25 metros, a seção vertical levantada corresponde a sua face SW, possuindo uma altura por volta de 8 metros. Basicamente, duas principais variedades calcárias se alternam ao longo do perfil vertical (foto 21).



Foto 21: Frente de lavra relativa a primeira bancada da mina ativa da Império Minerações, selecionada para levantamento da seção vertical. O calcário **A**, dominante no pacote carbonático, corresponde a um calcarenito silicoso creme a branco-amarelado, de granulação fina a média, enquanto calcário **B**, associado às camadas indicadas pelas setas, uma variedade homogênea cinza-claro de granulação muito fina.

O primeiro tipo, que inicia a base da seção, é preponderante e está associado às camadas mais espessas, com até 80 cm. É um calcário de cor creme (branco-amarelado), de granulação fina a média, com estratificações cruzadas planares de baixo ângulo. Níveis subcentimétricos argilosos marcam freqüentemente o topo de suas camadas, sendo registrada, localmente, a presença de ondulações decimétricas na estratificação da rocha, a qual inclui quartzo na composição. A rocha tem baixa reatividade ao HCl 10%, indicando tendência magnesiana ou a composição dolomítica. Tal variedade, aparentemente, é similar ao dolarenito silicoso descrito na ocorrência anterior (GM-01).

O segundo tipo, bastante subordinado, apresenta cor cinza, maior homogeneidade da textura, granulação fina, com estratificações cruzadas de baixo ângulo tendendo a tangenciais. A espessura de suas camadas é mais delgada, atingindo apenas 20 a 25 cm no máximo.

As amostras correspondentes a presente seção incluem as de sigla GD-1-1 a GD-1-6, sendo especificamente a amostra GD-1-4 pertinente ao calcário menos abundante.

Na segunda bancada, a frente de lavra levantada para a composição do perfil da mina corresponde a sua face NW, com aproximadamente 12 metros de altura, em função da sua maior representatividade. Entretanto, devido a questões de acesso, apenas pouco mais de três metros puderam ser levantados e amostrados.

Neste perfil, as mesmas variedades calcárias descritas na cava inferior, compõem a presente seção, porém agora com maior representatividade do calcário cinza, que chega a expor camadas com até 60 cm de espessura (foto 22). O calcarenito (calcário creme) continua a preponderar e inicia a base da seção com uma camada com cerca de 70 cm. Estratificações cruzadas planares de baixo ângulo são comuns às duas variedades.

Na parte superior da frente de lavra, aparentemente, o calcarenito parece predominar amplamente, com algumas intercalações subordinadas da variedade cinza, mais homogênea.



Foto 22: Seção vertical levantada da frente de lavra da segunda bancada da mina ativa da Império Minerações. No presente perfil, o calcário cinza subordinado (**B**) tem maior recorrência e representatividade, suportando camadas com mais de 60 cm. A base é iniciada pelo mesmo calcarenito anteriormente relatado, que continua a preponderar amplamente ao longo do perfil.

As amostras relacionadas à seção em pauta são as de siglas GD.1-7 a GD.1-10, correspondendo as amostras GD.1-8 e GD.1-10 ao calcário subordinado.

A frente de lavra da última bancada, com 11 metros de altura (foto 23), pode ser integralmente levantada graças a composição com exposições naturais, que margeiam a via

de acesso a seu topo (4ª bancada). Corresponde a uma face NW da mina, com cerca de 60 metros de comprimento aproximadamente, e é a única frente de lavra neste pavimento.



Foto 23: Tomada panorâmica de todo empreendimento mineiro, com visão lateral da frente de lavra da última bancada (A). A direita dela tem-se o pátio relativo à segunda bancada (B), e, ao fundo, a cava pertinente ao pavimento inferior da mina (C). O corte acima da terceira bancada corresponde ao quarto piso da mina, utilizado para sua operacionalização. Neste último pavimento passa a predominar sedimentos siliciclásticos da Formação Raizama.

O trecho levantado da frente de desmonte corresponde a mais ou menos a uma seção vertical com 4 metros, composto basicamente por um calcarenito creme com nuances para cores ocre, esbranquiçada e rosácea (cores de alteração), com estratificações cruzadas tabulares de baixo ângulo, se assemelhado àqueles associados às camadas inferiores. A granulação do calcarenito é principalmente média, que tem como particularidade a presença de notáveis estratificações bidirecionais com amplitudes decimétricas (foto 22). Localmente,

nas camadas inferiores do perfil, ocorre plano ondulado truncando a estratificação, sugerindo uma superfície de reativação por ondas (foto 24).



Fotos 24 e 25: À esquerda, estratificações cruzadas bidirecionais decamétricas em calcarenitos silicosos, associadas a camadas de topo na mina da Império Minerações, BR-174, município de Glória D'Oeste. À direita, detalhe de marcas onduladas, presumivelmente correspondendo a superfícies de reativação por ondas, nos mesmos calcarenitos silicosos.

Foram coletadas no perfil quatro amostras de rocha, identificadas pelas siglas GD.1-11 a GD.1-14.

As exposições naturais estão caracterizadas por paredões contínuos com altura média em torno de 3,5 metros (foto 26), sustentadas pelos mesmos calcarenitos, porém evidenciando estratificações cruzadas tabulares de maior porte e com maior inclinação dos sets.

O topo da seqüência está marcado pela presença de níveis mais argilosos, com marcas de ondas em sua superfície, sotopostos a arenitos com cimento carbonático. Estas últimas unidades caracterizam a passagem dos calcários para os sedimentos siliciclásticos da Formação Raizama, como citado antes.

As amostras referentes a tais exposições compreendem as de siglas GD.1-15 e GD.1-16.



Foto 26: Exposições calcárias naturais, no acesso à quarta bancada, utilizadas para composição do perfil vertical carbonático na Mina ativa da Império Minerações. Correspondem a camadas plano-paralelas de calcarenitos silicosos, finos a médios, com estratificações cruzadas tabulares angulares.

Ponto GM-02 /Ocorrência de Sonho Azul

(GPS 15^o 49,225' / 58^o 07,968')

Corresponde a um afloramento de rochas carbonáticas subhorizontais na vertente de uma elevação, a cerca de 5 km a sul da localidade de Sonho Azul, município de Mirassol D'Oeste, com aproximadamente 40 metros de altura, dos quais 32 metros levantados e amostrados (foto 27).

Da seção vertical levantada, apenas seus 12 metros finais referem-se a exposições contínuas de camadas carbonáticas na forma de paredes subverticais. Seu perfil inferior retrata eventuais e pequenas exposições de calcários em meio a depósitos coluvionares, com grande quantidade de lascas e fragmentos de rochas, em sua grande maioria como resultado de sua exploração rudimentar para obtenção de pequenos blocos para pavimentação de vias. A seção tem como nível de base uma planície de pastagem ao pé da elevação.



Foto 27: Ao fundo, morrote calcário com afloramentos nas encostas, na forma de pequenos paredões subverticais. Distrito de Sonho Azul, município de Mirassol D'Oeste.

Como nas ocorrências anteriores, basicamente duas variedades de calcários compõem o afloramento, estruturados em camadas decimétricas, que aparentemente são similares às rochas já descritas.

O primeiro tipo (amostras GM.2-1 a GM.2-5), ao que parece, o menos abundante, possui cor cinza, granulação muito fina, textura sacaróide, com laminações cruzadas tabulares de baixo ângulo tendendo a tangenciais (foto 28). Parece ser mais freqüente nas partes basais do perfil, onde ocorre associado a pequenas exposições em meio ao colúvio, presumivelmente compondo camadas intercaladas à rocha supostamente predominante. Uma medida de acamamento indicou atitude E-W / 8° S.

A segunda variedade (amostras GM.2-6 a GM.2-12) corresponde a calcários de cor creme com variações para tonalidades branco-amarelados a levemente rosadas, quando alterados, granulação fina a média, textura sacaróide, laminados, com estratificações tabulares de baixo ângulo e bidirecionais, com sets decimétricos bem evidentes (foto 29). Localmente plano de ondulação truncando estratos, presumivelmente correspondendo a superfície de reativação por ondas. Rocha com grande quantidade de quartzo na composição e predominantes na porção superior do perfil do afloramento.

De modo geral, as rochas carbonáticas são pouco reativas ao HCl 10%, indicando composições de tendência magnesianas (dolomítica).



Fotos 28 e 29: À esquerda, calcário dolomítico bastante homogêneo, cinza-claro, granulação muito fina, com laminações cruzadas tabulares de baixo ângulo tendendo a tangenciais. São subordinados no contexto do perfil GM2. À direita, dolarenitos do topo e da seção mediana do perfil, finos a médios, exibindo estratificações cruzadas bidirecionais e tabulares de baixo ângulo. Ocorrência de Sonho Azul, município de Mirassol D'Oeste.

Ponto GD-02/Mina ativa da Calcário Tangará

(GPS 14° 44,811' / 57° 49,587')

A mina, localizada no extremo norte da faixa carbonática da Fm Araras, no município de Tangará da Serra, desenvolve-se em diversas frentes, sendo especificamente o alvo do levantamento as frentes de lavra denominadas “Pimenta”, composta por duas bancadas (foto 30), e “Abelha”.

A cava da frente Pimenta configura grosso modo um anfiteatro, alinhado na direção com 60 a 80 metros de extensão e 11 metros de seção vertical, respectivamente, com 4 e 7 metros para a 1ª e 2ª bancadas.

O contexto da cava é basicamente sustentado por rochas carbonáticas cinza-escuras a róseas (cor de alteração), predominantemente calcíticas, granulação muito fina, estruturadas em camadas com 10 cm a 15 cm de espessura, plano-paralelas e horizontais, intercaladas com delgados leitos de folhelhos finamente laminados de cor cinza-chumbo a esverdeado, com espaçamento regular (fotos 31 e 32).

Internamente, os calcários exibem, grosso modo, um aspecto bandeado muito irregular, segundo feições lenticulares com nuances em matizes cinzentas, a qual, se presume, reflexos da presença de matéria orgânica e argilo-minerais na composição da rocha (foto 33).



Fotos 30 e 31: À esquerda, vista parcial da bancada inferior da frente de lavra Pimenta da empresa Calcário Tangará, selecionada para levantamento da seção vertical, município de Tangará da Serra. À direita, aspecto do depósito calcário, notavelmente estruturado em camadas regulares decimétricas, plano-paralelas, horizontais.



Foto 32: Detalhe dos calcários cinza-escuros da Frente Pimenta, com intercalações de delgados leitos de folhelhos finamente laminados (indicados pelas setas).

A ocorrência de aragonita é um aspecto notável no afloramento. O mineral assoma como feixes de agulhas com até 6 cm, irradiados de baixo para cima, com raízes bem definidas em níveis específicos dentro das camadas calcárias, sobrepondo-se à estratificação da rocha e deformando-a (foto 33), sugerindo seu desenvolvimento durante a fase diagenética, com a rocha ainda em estágio plástico.



Foto 33: Detalhe de feixes de agulhas de aragonita (setas), irradiadas de baixo para cima, a partir de raízes bem definidas em níveis específicos dentro das camadas calcárias (Frente de Lavra Pimenta).

Deformações tectônicas impostas aos calcários estão patenteadas por zonas de brechação (foto 34), com até um metro de espessura, associadas a falhas subverticais com direção E-W, aparentemente gravitacionais com pequeno deslocamento. Caracterizam-se pela presença de blocos e fragmentos com formas e tamanhos diversos caoticamente dispersos em uma matriz argilo-arenosa. Drusas de calcita com cristais de até 5 cm marcam as zonas tectonizadas, que tem como peculiaridade impregnações de betume, inclusive incorporado a vários cristais, emprestando-lhes cor preta (foto 35).

Aproximadamente a 200 metros a sul da cava da frente de lavra Abelha, os calcários já se exibem bastante deformados, com ondulação das camadas, localmente com

dobramentos mais cerrados, levando-as à ruptura com aparente acavamento em estilo reverso (foto 36). A desfiguração do acamamento, com as rochas bastante fraturadas e brechadas, é um aspecto notável, assim como o espessamento dos níveis pelíticos (~ 50 cm), que se mostram lenticularizados e complexamente contorcidos, como resultado do seu comportamento plástico frente à deformação.

De acordo com as informações prestadas pelos técnicos da mina, a dolomitização é característica nestes segmentos, o que é corroborado pela baixíssima reatividade das rochas ao HCl 10%. Eixos das dobras aparentemente estão alinhados NW-SE com suave mergulho para SE. Em um suspeito plano de falha, estrias indicavam atitude de $260^{\circ} / 20^{\circ}$, e o plano da camada, N-S / 15° E.



Foto 34: Zona brechada com mais ou menos 1 metro de espessura em calcários laminados associada a descontinuidade de direção E-W, subverticalizada. Frente de lavra Pimenta da empresa Calcário Tangará, município de Tangará da Serra.



Fotos 35: Detalhe da faixa brechada, com encurvamento e fragmentação das camadas calcárias, sugerindo sua correspondência com falhas gravitacionais com deslocamentos de pequena monta. Na porção superior da foto, venulções irregulares com preenchimento de calcita, culminando na formação de drusas com cristais de até 5 cm (seta).



Foto 36: Dobramento suave em calcários laminados, dolomitizados, localmente com deformação mais cerrada, levando a ruptura das camadas com aparente acavalamento em estilo reverso. Frente de lava Abelha, mina da Calcário Tangará, município de Tangará da Serra.

Mina da Pedreira Mirassol D'Oeste (Grupo Terconi)

(GPS 15° 40,620' / 58° 04,306')

Cava na forma de um anfiteatro e com apenas um nível de exploração, no flanco de uma elevação, com mais ou menos 60 metros de frente de lavra e altura média das paredes por volta de 20 metros (foto 37).



Foto 37: Visão parcial da mina de calcário da empresa Terconi, nos arredores da cidade de Mirassol D'Oeste.

Um breve reconhecimento permitiu constatar a existência de duas seqüências, com uma zona transicional entre elas. A seção carbonática basal (~6 m) é formada por rochas de cor creme a rosada, laminadas, granulação fina a média, com estratificações cruzadas tabulares de baixo ângulo, localmente exibindo feições de ressecamento representadas por *tepees* (foto 38 e 39). Laminações onduladas aparentemente parecem corresponder a estruturas estromatolíticas. A pouca reatividade ao HCl 10% indica tratar-se de termos de composição dolomítica. Já a seção superior (~16 m) é formada por calcários *stricto sensu* cinza-escuros, de granulação extremamente fina, estruturados em camadas com mais ou menos 20 cm, plano-paralelas e com grande regularidade. Delgados níveis de folhelhos negros intercalam-se de forma regular ao acamamento, emprestando uma notável laminação

à seção calcária (foto 40). Localmente, foi assinalada a presença de fraturas preenchidas por agregados de cristais de calcita e impregnações de betume, além de disseminação esparsa de sulfetos (foto 41).

A transição entre as duas sequências rochas carbonáticas é marcada pelo paulatino escurecimento dos calcários dolomíticos basais, devido à incorporação de níveis cinzentos (foto 42).



Fotos 38: Calcário dolomítico da seção basal da mina da Terconi, com cerca de seis metros de espessura. A rocha apresenta laminação plano-paralela, textura muito fina e cor creme com nuances para tons amarelo-esbranquiçados a rosados, quando levemente alterados.

É importante citar uma ocorrência carbonática a menos de 600 metros a WSW da pedreira em epígrafe, composta por calcários dolomíticos de cor creme a rósea com notáveis estruturas estromatolíticas (foto 43) e aparentes esteiras microalgais no mesmo nível topográfico dos calcários da base daquela pedreira. O afloramento, associado a uma modesta elevação do terreno, caracteriza-se por exposições descontínuas na forma de grandes blocos rolados e pequenos maciços *in situ* com típica morfologia cárstica (foto 44). Estima-se uma espessura de pouco mais de 8 metros para as camadas calcárias, cuja

peculiaridade é a sua associação com depósitos glaciais da Formação Puga, que assomam sotopostos à seção carbonática.



Foto 39: Detalhe da textura do calcário dolomítico basal da mina da Terconi, evidenciando estruturas de ressecamento do tipo *teppes*.



Foto 40: Calcário calcítico das camadas superiores da mina da Terconi, com delgadas lâminas de folhelhos negros.



Foto 41: Plano de fratura em calcário calcítico da mina Terconi, preenchido por agregados de calcita e impregnações de betume (pretos), com disseminação esparsa de sulfetos.



Foto 42. Calcários cinzentos e finamente laminados da zona de transição entre os dolomitos basais e os calcários calcíticos da seção superior na mina da Terconi. Detalhe de estrutura *teppes*.



Fotos 43 e 44: À esquerda, estruturas estromatolíticas em calcários dolomíticos cremes, correlatos às rochas carbonáticas basais da mina da Terconi. Afloramento a pouco mais de 600 metros da pedreira em epígrafe, sobreposto a sedimentos glácio-marinhos da Formação Puga, que assomam próximos em nível topográfico inferior. À direita, aspecto da ocorrência em pautas, com típica morfologia cárstica.

BIBLIOGRAFIAS CONSULTADAS

Lacerda Filho, J.V. de et al, 2004 – Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso. Esc. 1:1.000.000. Goiânia, CPRM, 2004. 1 vol., 200 p. mapas, cd-rom;

Alvarenga, J.S. de; Fairchild, T.R.; Boggiani, P.C., 2004 – *The Neoproterozoic Paraguay Belt: Stratigraphy and Regional Geology : 1st Symposium on Neoproterozoic-Early Paleozoic Events in SW-Gondwana. Field Excursion Guidebook*. IGCP – Project 478. IUSG/UNESCO. Brazil, 2004;

Alvarenga, J.S. de, Trompette, R., 1992 – *Glacially influenced sedimentation in the Later Proterozoic of the Paraguay belt (Mato Grosso, Brazil)*. *Paleogeogr., Paleoclimatol., Paleoecol.*, 92:85-105.

Tucker, Maurice E., 1982 - *The field description of sedimentary rocks*. New York, J. Wiley, 112p. (*Geological Society of London Handbook Series*).