



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Geologia



Instituto de Geociências

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE GEOLOGIA

**BRUNO DE JESUS PORTUGAL DA SILVA**

**"ARRANJO ESTRUTURAL DA QUILHA DO SINCLINAL DA GUIA  
- FAIXA PARAGUAI-MT"**

GEOCIÊNCIAS  
U.F.P.A.

BELÉM – PARÁ  
SETEMBRO - 2013

**BRUNO DE JESUS PORTUGAL DA SILVA**

**"ARRANJO ESTRUTURAL DA QUILHA DO SINCLINAL DA GUIA  
- FAIXA PARAGUAI-MT"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Vizeu Lima Pinheiro

BELÉM – PARÁ  
SETEMBRO - 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA

---

- S586a Silva, Bruno de Jesus Portugal da  
Arranjo estrutural da quilha do sinclinal da Guia-Faixa Paraguai-MT / Bruno de Jesus Portugal da Silva – 2013  
67 f. : il.  
Orientador: Roberto Vizeu Lima Pinheiro  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em geologia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Belém, 2013.
1. Geologia estrutural – Faixa Paraguai (MT). 2. Sinclinal da Guia. 3. Formação Guia. 4. Transtensão. I. Pinheiro, Roberto Vizeu Lima *orient.* II. Universidade Federal do Pará. III. Título.
- CDD 22<sup>a</sup> ed.: 551.8098172
-

**BRUNO DE JESUS PORTUGAL DA SILVA**

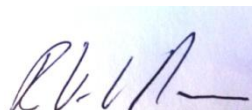
**"ARRANJO ESTRUTURAL DA QUILHA DO SINCLINAL DA GUIA  
- FAIXA PARAGUAI-MT"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Data da Aprovação: 19/09/2013

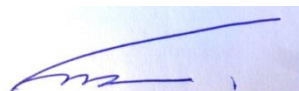
Conceito: EXCELENTE

Banca Examinadora:



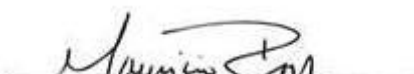
---

Prof. Roberto Vizeu Lima Pinheiro  
Doutor em Geologia Estrutural  
Universidade Federal do Pará



---

Prof. Francisco de Assis Matos de Abreu  
Doutor em Geologia e Geoquímica  
Universidade Federal do Pará



---

Prof. Maurício da Silva Borges  
Doutor em Geologia e Geoquímica  
Universidade Federal do Pará

Aos meus pais, Pascoal Silva e  
Mara Portugal, e à minha irmã Bruna  
Portugal

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de dedicar meus agradecimentos às pessoas e instituições que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho e durante o curso de graduação em Geologia. De modo particular ressalto:

Primeiramente a Deus que, pela Sua infinita misericórdia, me concede todas as graças de minha vida e é meu porto seguro em todos os momentos, principalmente nos de dificuldade, onde graças ao Seu Amor eu pude reerguer-me e superar os obstáculos.

Aos meus pais, Pascoal Silva e Mara Portugal e à minha irmã Bruna Portugal por sempre estarem ao meu lado, me apoiando e incentivando.

A toda a minha família que sempre me apoio e acreditou em minha capacidade, em especial minhas avós Caridade Ribeiro e Narvalina Miranda e meu avô Lili, além da tia Elvira, que me acolheu durante esse período.

A Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Geociências (IG) pela oportunidade de realizar o curso de graduação.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Roberto Vizeu Lima Pinheiro pelo auxílio, oportunidade, confiança, paciência e amizade ao longo desse período. Obrigado pelos ensinamentos, críticas e sugestões durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos do GES, Fábio Henrique, Iara Santos, Flora Madô, Kauê Seoane e Luís Kennedy pela convivência e auxílio.

Aos professores que também colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho, Dr. Afonso César Rodrigues Nogueira, Joelson Soares e José Bandeira.

Ao grupo PET-GEOLOGIA, em especial ao Prof. Dr. Vladimir de Araújo Távora, pela amizade e apoio durante toda a minha graduação.

Aos meus colegas da turma de 2009 pelo apoio em todos os momentos da graduação e companheirismo.

“Se os bons combates eu não  
combater;  
minha coroa não conquistarei.  
Se minha carreira eu não  
completar  
de que vale a minha fé tanto  
guardar?”  
Anderson Freire

## RESUMO

O presente estudo reúne dados referentes ao arranjo estrutural das rochas do Sinclinal da Guia que afloram nas adjacências do Distrito de Nossa Senhora da Guia, porção sul do estado do Mato Grosso. O trabalho teve como objetivo a caracterização geométrica e cinemática dos arranjos estruturais das rochas da área, para se entender a sequência de eventos responsáveis pela disposição atual dessa feição. Os dados estruturais coletados nesse trabalho sugerem uma história evolutiva particular para explicar o arranjo das rochas observadas, baseada em um modelo de deformação transtensiva em domínio rúptil ou rúptil/dúctil. Este evento teria ocorrido após o episódio colisional classicamente descrito para a faixa, sendo sustentado por evidências como: 1) as unidades rochosas apresentam o mesmo padrão de deformação, dominado por dobras forçadas não cilíndricas em arranjos antiformal-sinformais sem padrão de vergência 2) a distribuição heterogênea de diferentes domínios de deformação, onde áreas pouco deformadas são separadas por falhas de altos ângulos de mergulho com importantes componentes direcionais, de setores mais deformados onde as camadas mostram altos ângulos de mergulho (60-85°). A posição espacial das falhas observadas possui uma relação geométrica concordante com a trama foliada do Grupo Cuiabá. Isto sugere que a deformação impressa nas rochas da Formação Guia foi controlada pela trama tectônica pré-existente das rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá. Estas estruturas foram reativadas durante transtensão e controlaram o desenvolvimento de zonas restritas de maior ou menor concentração de deformação. Além disso, a disposição preferencial do acamamento com mergulhos altos (> 50°) e a ausência de estruturas de colisão são incompatíveis com a existência de zonas de cavalgamento. Dessa forma, as rochas carbonáticas que compõem a Formação Guia, na área estudada, são interpretadas como uma cobertura neoproterozóica-cambriana afetada por um

evento rúptil tardio, de caráter transtensivo, em muitos casos como resultado de reativação de estruturas do próprio Grupo Cuiabá. Admite-se que as rochas do Grupo Cuiabá, embasamento da Bacia Paraguai, possam representar de fato a Faixa Paraguai, como resultado de um evento colisional no Neoproterozóico.

Palavras-chave: Geologia estrutural – Faixa Paraguai (MT). Sinclinal da Guia. Formação Guia. Transtensão.

## ABSTRACT

The present work gathers data on the structural arrangement of rocks from the Guia Syncline that outcrop at the adjacencies of the District of Nossa Senhora da Guia, southern portion of the state of Mato Grosso. The study aimed to characterize the geometry and kinematics of the structural arrangements from rocks of the area, to understand the sequence of events responsible for the current disposition of this feature. Structural data collected in this study suggests an evolutionary history to explain the particular arrangement of rocks observed, based on a model of transtensive deformation in a brittle or brittle/ductile domain. This event occurred after the collisional episode classically described for Paraguai Belt, supported by evidence such as: 1) rock units show the same deformation pattern, dominated by non-cylindrical forced folds in antiform-sinform arrangements with no standard convergence 2) heterogeneous distribution of different deformation fields where little deformed areas are separated by faults with high dip angles with considerable directional components, and sectors where more deformed layers show high dip angles (60-85°). Spatial position of the observed failures has a consistent geometric relationship with the foliated pattern of Cuiabá Group. This suggests that the deformation printed in the rocks of Guia Formation was controlled by preexisting tectonic fabric of metasedimentary rocks of the Cuiabá Group. These structures were reactivated during transtension and controlled the development of restricted areas of greater or lesser concentration of deformation. In addition, the preferred arrangement of the bedding with high values of dip ( $> 50^\circ$ ) and no collision structures are incompatible with the existence of thrust zones. Thus, carbonate rocks that comprises Guia Formation, in the studied area are interpreted as a Neoproterozoic-Cambrian cover affected by a late brittle event, with transtensive characteristics, in many cases as a result of reactivation of structures of the Cuiabá Group itself. It is assumed that the rocks of the Cuiabá Group, basement of the Paraguai Basin, may actually represent the Paraguay Belt, as a result of a collisional event in the Neoproterozoic.

Keywords: Structural Geology - Paraguai Belt. Guia Syncline. Guia Formation. Transtension

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - A) Mapa de contextualização das faixas Paraguai, Araguaia e Brasília, porção sul do Cráton Amazônico e leste do Cráton São Francisco. B) Mapa de localização da área (o polígono marca a área estudada)..... 15
- Figura 2 – Configuração paleogeográfica esquemática dos blocos continentais que deram origem a Província Tocantins, após a colisão ocorrida durante o Ciclo Brasileiro. O polígono marca esquematicamente o limite geográfico da Província Tocantins. .... 18
- Figura 3– Localização da Província Tocantins na região central do Brasil e mapa geotectônico regional da Província Tocantins, com destaque para as faixas Paraguai, Araguaia, Brasília e o Maciço de Góias. .... 19
- Figura 4 – Mapa geológico simplificado da Faixa Paraguai no território brasileiro e sua ramificação (aulacógeno), o Cinturão Tucavaca-Chiquitos que prolonga-se em direção à Bolívia. .... 21
- Figura 5 – Proposta litoestratigráfica da Faixa Paraguai Norte . .... 25
- Figura 6 – Proposta litoestratigráfica do Projeto Planalto da Serra. .... 27
- Figura 7 - Seção da Sinclinal da Guia segundo Lima et al. (2008) que mostra o acamamento original  $S_0$ , a foliação  $S_1$  e falhas inversas. Atentar para a configuração geométrica o que indica que a deformação atuou em todos os seus estágios sobre todos os conjuntos litológicos da Sinclinal, tanto nos metadiamicritos do Grupo Cuiabá, como na cobertura metassedimentar. .... 28
- Figura 8 – Imagem SRTM-3 RGB da região que compreende as cidades de Guia, Acorizal e Jangada usada para identificação dos principais lineamentos estruturais da área de trabalho e suas adjacências. O polígono vermelho representa a área estudada em detalhe. .... 29
- Figura 9 – Modelo digital de terreno (MDT) da área de estudo, destacando as feições dos principais elementos de relevo presentes. Em destaque a estrutura objeto do trabalho (Sinclinal da Guia) e a área estudada (delimitada pelo polígono em preto). .... 30
- Figura 10 – Mapa dos principais traços estruturais na escala 1:250.000 obtidos a partir de imagem SRTM, com destaque para os lineamentos de relevo (verde) e drenagem (azul). .... 31
- Figura 11 – Mapa de lineamentos de relevo na escala 1:250.000. Pode ser observada a predominância de traços NE-SW, confirmado pelo diagrama de rosetas no canto superior direito da imagem. Na área de estudo se vê a presença de um traço de relevo dobrado e fechado, seguindo a estruturação regional. .... 32
- Figura 12 – Mapa de lineamentos de drenagem na escala 1:250.000. Pode-se observar a predominância dos traços NW-SE e NE-SW, confirmado pelo diagrama de roseta no canto superior direito da figura..... 33
- Figura 13 - Mapa geológico-estrutural da área com o perfil esquemático e disposição espacial das unidades e do Sinclinal da Guia. .... 35

- Figura 14 – (A) Xisto do grupo Cuiabá observado nas proximidades do Sinclinal da Guia (B) Clasto decimétrico de quartzito no xisto, que mostra aspectos do protólito que consiste de rocha conglomerática ou diamictito). ..... 36
- Figura 15 – (A) Metadiamictito da Formação Puga, notar o clasto de quartzo. (B) Diversidade de clastos encontrados, que estão associados ao metadiamictito, notar que alguns são facetados..... 37
- Figura 16 – Contato entre o calcário Guia e as rochas metapelíticas e metadiamictíticas (xistos) do Grupo Cuiabá. Notar o contato entre as litologias, através de falha normal. .... 37
- Figura 17 – (A) Rocha metapelítica de coloração avermelhada. Detalhe da deformação com dobras “forçadas” em padrão *chevron*. ..... 38
- Figura 18 – Corte da mina de Nossa Senhora da Guia, com camadas de calcários de cor cinza a preto, com destaque para a disposição das camadas, planares na porção direita da imagem e apresentando ondulação para a porção esquerda da imagem. .... 39
- Figura 19– Detalhe de veios de calcita no calcário Guia. Notar o aspecto dobrado do calcário associado com uma zona de falha na parte esquerda da imagem..... 39
- Figura 20 – Minerais de pirita presentes no calcário. A presença desse mineral sugere formação do calcário em ambiente com condições redutoras. .... 40
- Figura 21 - Aspectos petrográficos dos xistos do Grupo Cuiabá. (A) Caráter milonítico desenvolvido, notar que as terminações dos porfiroclastos indicam cinemática sinistral. (B) Destaque para as faixas de muscovita contornando os porfiroclastos de quartzo policristalino. .... 42
- Figura 22 - Aspectos petrográficos do calcário Guia. (A) Aspecto da rocha, em lâmina, com coloração vermelha devido o tingimento com indicando que o mineral carbonático se trata de calcita. (B) Cristais de calcita com dimensões acima de 10  $\mu\text{m}$ , consistindo em calcita espática. (C) Grão de quartzo e lamelas de muscovita. (D) Estilólito preenchido por um material escuro. (E) Veios de calcita, notar que os dois veios paralelos são cortados e deslocados por um veio posterior. .... 43
- Figura 23 - Aspecto da foliação contínua média, observada nas rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá. O estereograma mostra a distribuição dos planos e dos pólos para os 46 pontos onde os dados de foliação foram coletados na área estudada. .... 45
- Figura 24 - Exposição dos calcários da Formação Guia na pedreira “Brita Guia”. O estereograma mostra a distribuição dos dados coletados para os acamamentos na área de trabalho. .... 46
- Figura 25 - Camadas de calcário aflorantes no flanco oeste da dobra de Guia (Brita Guia). O estereograma mostra o *trend* principal do acamamento, que apresenta mergulhos baixos e médios para SE... 47
- Figura 26 - Camadas de calcário sub-verticais próximo ao contato (contato por falha normal) com os xistos do Grupo Cuiabá..... 48

- Figura 27 - Afloramento na Mina da Votorantim, porção interna da dobra mais próxima ao flanco leste. O estereograma exhibe acamamentos com mergulhos médios a altos, predominantemente para NW e subordinadamente para SE. .... 49
- Figura 28 - Calcário dobrado em sinforme, observado na mina da Votorantim. Atentar para a geometria em dobra forçada com padrão "*chevron*". .. 50
- Figura 29 - Acamamento dobrado em sinforme do calcário da Formação Guia, exibindo um sinforme. Atentar para a porção esquerda da foto, onde há presença de uma zona de falha associada ao dobramento onde as camadas encontram-se sub-verticais. .... 51
- Figura 30 - Estereogramas para os planos de acamamento em dobras. (A) Disposição dos planos dos acamamentos. (B) Eixos  $\beta$  das dobras determinados pela interceptação dos planos de acamamento. .... 51
- Figura 31- Dobra do acamamento do calcário Guia próximo à uma zona de falha transcorrente sinistral. .... 52
- Figura 32 - Afloramento da Mina Brita Guia onde nota-se a dobra do calcário e um forte controle desse dobramento por falhas normais. .... 53
- Figura 33 - Estereogramas que indicam a relação de paralelismos entre a direção dos planos de falha em (A) e entre a direção do acamamento em (B). .... 54
- Figura 34 -Falha normal que deforma e dobra as camadas calcário Guia. Atentar para presença de dobras no calcário com plano axial aproximadamente paralelo ao plano da falha. .... 54
- Figura 35 - Seção do contato observada na Brita Guia. (A) Camadas de calcário mais afastadas da zona de falha exibem mergulhos baixos, quase horizontais. (B) Calcário próximo à zona de falha, com mergulhos altos. (C) Contato entre as unidades por falha normal de alto ângulo. .... 55
- Figura 36 - Aspecto das linhas observadas na área estudada. (A) Lineações minerais presentes nos xistos do embasamento. (B) *Slickenlines* contidos no plano de uma falha transcorrente sinistral observada na Mina da Votorantim. .... 56
- Figura 37 -Trama rúptil da área estudada. (A) Bloco esquemático com a distribuição das fraturas. (B) Estereograma com os pólos da família de fraturas NE-SW. (C) Estereograma com os pólos da família de fraturas NW-SE. .... 57
- Figura 38 -Aspectos da deformação causada pelas fraturas. (A) *Kink bands* que deslocam a foliação em xistos. (B) e (C) fraturas que deformam a foliação e geram dobras. .... 57
- Figura 39 - Modelo evolutivo proposto por Souza (2011) para o segmento norte da Faixa Paraguai. .... 61
- Figura 40 - Modelo evolutivo adaptado para a área estudada. Nesse sentido a diferença para o modelo adotado por Souza (2011) se dá nos estágios 4 e 5, onde o estilo da deformação rúptil assume caráter transtensivo. .... 62

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Apresentação.....</b>	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Localização e Acesso da área estudada .....</b>	<b>14</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4</b>	<b>Atividades e métodos .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Província Tocantins .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Faixa Paraguai .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Litoestratigrafia .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Grupo Cuiabá .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Formação Puga .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Grupo Araras.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Formação Guia.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Sinclinal da Guia.....</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>ANÁLISE DE PRODUTOS DE SENSORES REMOTOS.....</b>	<b>29</b>
<b>3.1</b>	<b>Leitura e análise da imagem de radar (SRTM) .....</b>	<b>30</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Lineamentos de relevo .....</b>	<b>31</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Lineamentos de drenagem .....</b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b>Relações geométricas, temporais e discussões dos dados apresentados. ....</b>	<b>33</b>
<b>4</b>	<b>LITOESTRATIGRAFIA DO SINCLINAL DA GUIA.....</b>	<b>35</b>
<b>4.1</b>	<b>Grupo Cuiabá.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2</b>	<b>Grupo Araras .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3</b>	<b>Formação Guia .....</b>	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS CALCÁRIOS .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>GEOMETRIA DAS ROCHAS DO SINCLINAL DA GUIA E ADJACÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Foliação.....</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>Acamamento .....</b>	<b>46</b>
<b>6.3</b>	<b>Dobras .....</b>	<b>49</b>
<b>6.4</b>	<b>Falhas .....</b>	<b>53</b>
<b>6.5</b>	<b>Lineações.....</b>	<b>56</b>
<b>6.6</b>	<b>Faturas .....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>DISCUSSÃO DOS DADOS DE CAMPO .....</b>	<b>58</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>63</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>64</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Apresentação**

Neste trabalho foi feito um estudo estrutural das rochas sedimentares expostas no Sinclinal da Guia e adjacências, no contexto da Faixa Paraguai, envolvendo também as sequências metassedimentares do Embasamento.

Os dados obtidos a partir da análise geométrica dessas rochas sugerem uma nova proposta, parcialmente distinta daquela que tem sido convencionalmente adotada, porém há necessidade de estudos mais detalhados e melhor caracterização estratigráfica.

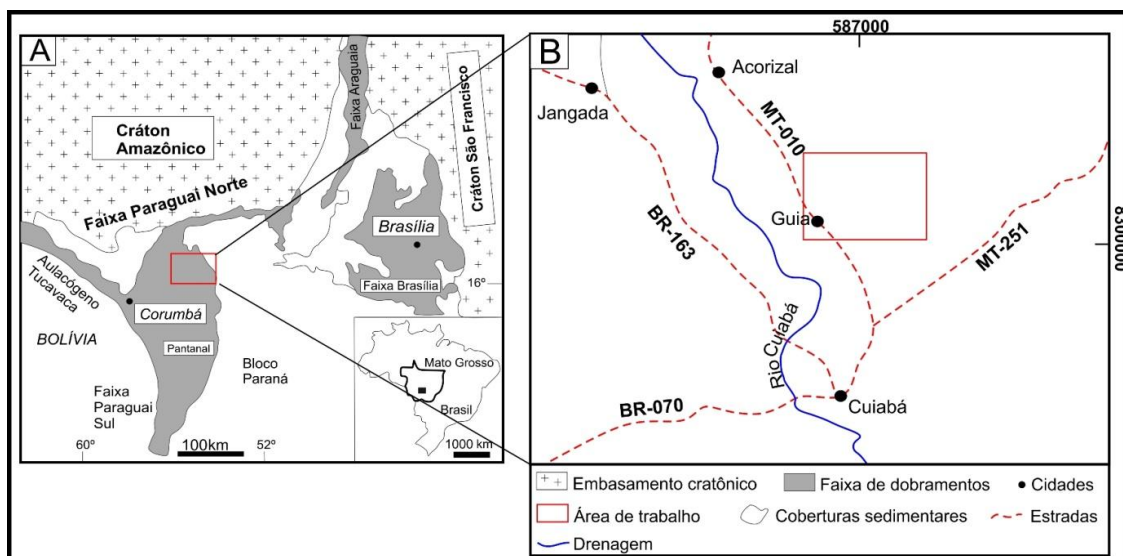
O presente trabalho expõe um panorama tectônico-estrutural dessa feição que constitui uma das peças-chave para o entendimento da evolução da Faixa Paraguai.

### **1.2 Localização e Acesso da área estudada**

A região estudada localiza-se a noroeste de Cuiabá, a leste do Rio Cuiabá (Figura 1). Há uma relativa escassez de afloramentos naturais, com exceção para as diversas minas a céu aberto que proporcionaram ótimos pontos para a coleta dos dados estruturais.

O acesso à área de trabalho é realizado, a partir da cidade de Cuiabá, através da MT-010 até o Distrito de Nossa Senhora da Guia. O deslocamento na área de estudo é feito através de estradas vicinais, sem pavimentação e que se distribuem de maneira relativamente escassa pela área.

Figura 1 - A) Mapa de contextualização das faixas Paraguai, Araguaia e Brasília, porção sul do Cráton Amazônico e leste do Cráton São Francisco. B) Mapa de localização da área (o polígono marca a área estudada).



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 1.3 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é a caracterização geométrica e cinemática dos arranjos estruturais das rochas presentes na região do Sinclinal da Guia (MT), exposto na mina de Nossa Senhora da Guia, no contexto da deformação da cobertura proterozóica do chamado Grupo Araras.

Com base nos dados de campo, pretende-se fornecer subsídios para auxiliar no avanço do entendimento da história geológica regional, em particular as rochas que compreendem a Formação Guia do Grupo Araras.

### 1.4 Atividades e métodos

Para atingir os objetivos propostos neste trabalho foram utilizadas técnicas básicas de coleta de dados estruturais de áreas deformadas, complementadas por técnicas digitais para a coleta dos dados em campo. Para tanto o trabalho foi dividido em três fases: (1) *Fase pré-campo* (2) *Fase de campo* e (3) *Fase pós-campo*, conforme descritas a seguir:

## 1) Fase pré-campo:

**a)** Interpretação digital de imagens SRTM, aerogeofísicas e de Modelo Digital de Terreno obtidas da base de dados da CPRM, com a utilização dos softwares *Global Mapper12*, *ArcGIS 10* para o processamento das imagens;

**b)** A partir do processamento das imagens SRTM, foi gerado um banco de dados digital contendo mapa de lineamentos fotogeológicos interpretados manualmente na escala 1:250.000, bases logísticas contendo as principais estradas e vias de acesso à área de trabalho;

**c)** O mapa base (logístico) para os trabalhos de campo foi confeccionado originalmente na escala 1:50.000, a partir da interpretação visual de imagens do *Google Earth*, onde foram retiradas as principais estradas e demais vias de acesso encontradas na área de estudo. Em seguida os traços das estradas foram inseridos no *software ArcGIS 10* para a geração do mapa logístico georreferenciado. Posteriormente este mapa foi transferido, em formato digital, para um dispositivo portátil modelo *Trimble LM-80*, o qual serviu de banco de dados digital para registro das estruturas mapeadas e posicionamento cartográfico das mesmas no mapa base, diretamente do campo.

## 2) Fase de campo

Foi realizada uma campanha de campo com 7 dias de duração. No campo houve a coleta dos dados estruturais seguindo os seguintes passos:

**a)** Estudos dos elementos tectônicos associados particularmente às rochas sedimentares e as rochas metassedimentares do embasamento, a partir da coleta de dados relacionados à geometria e cinemática das estruturas tectônicas (atitude do acamamento, foliação das rochas metamórficas, rejeitos de falhas, eixos de dobras, estrias e ressaltos em planos de falhas e lineações) seguindo os procedimentos descritos por (DAVIS; REYNOLDS, 1996; MCCLAY, 1991; PASSCHIER; MYERS; KRONER, 1993; RAMSAY; HUBER, 1987; TWISS; MOORES, 1992).

**b)** Os dados coletados (acamamento, foliação, falhas, eixos de dobras) foram armazenados diretamente no banco de dados digital do dispositivo móvel *Trimble LM-80*,

**c)** Nos afloramentos foram desenhados croquis esquemáticos orientados, com destaque para a representação geométrica e cinemática das rochas expostas. Algumas seções e desenhos de detalhe de estruturas foram desenhados a partir de fotos digitais.

**d)** Confeção de seções estruturais em diferentes escalas (elaboradas em campo a partir dos dados estruturais e estratigráficos).

### 3) Fase pós-campo

**a)** Os dados litoestratigráficos e estruturais coletados em campo e armazenados no dispositivo móvel *Trimble LM-80*, foram transferidos para uma estação computacional com o auxílio de um conector *USB* para serem tratados em ambiente digital;

**b)** Os dados foram agrupados e tratados no programa *ArcGis 10*, onde foi gerado o mapa estrutural e as seções geológicas. Posteriormente esses produtos cartográficos foram refinados e redesenhados com o auxílio do *software* de editoração *Corel Draw X5*;

**c)** Dados relacionados à geologia estrutural (atitudes de foliação, atitudes do acamamento, planos de falhas e eixos de dobras) foram estudados seguindo técnicas rotineiras, envolvendo, preparação de estereogramas de rede de igual-área ou de *Schmidt-Lambert* (hemisfério inferior), utilizando o *software* aplicativo "*Openstereo*" para posterior análise.

**d)** Foram feitas 5 lâminas delgadas no laboratório de laminação da UFPA para caracterização petrográfica dos litotipos chave da área.

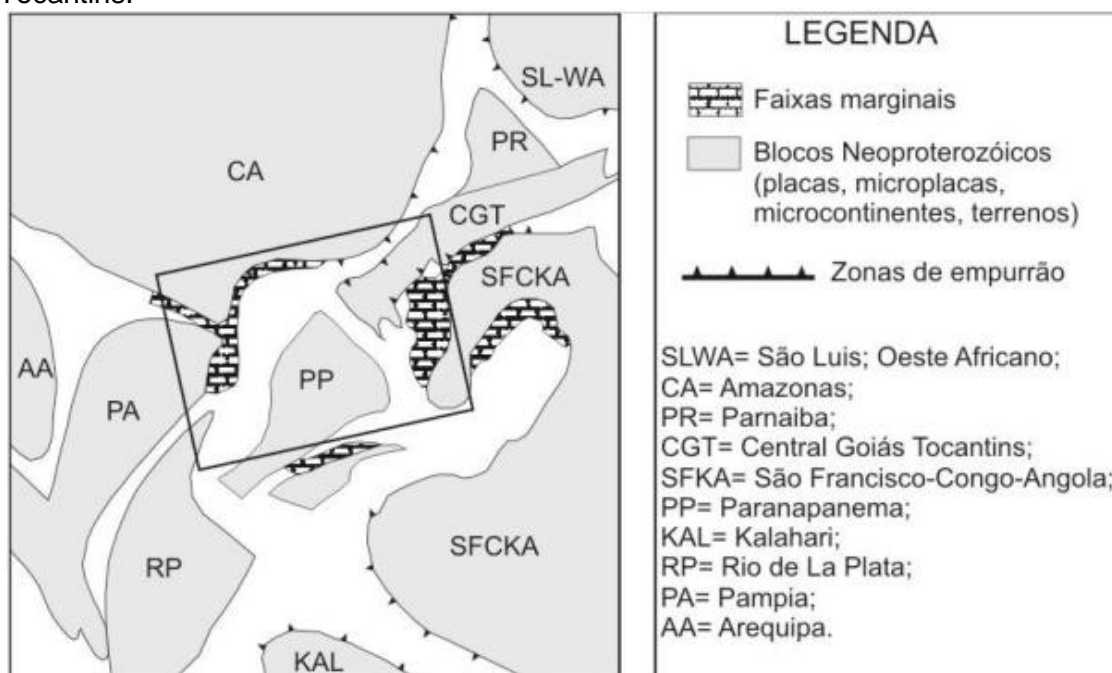
## 2 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

### 2.1 Província Tocantins

A Província Tocantins (ALMEIDA; HASUI 1984; ALMEIDA et al. 1977), segmento orogênico neoproterozóico, encontra-se no Brasil central e integra o sistema Brasileiro/Pan-Africano. Esta província apresenta rochas orientadas na direção norte-sul com cerca de 2.000 km de comprimento e, aproximadamente, 800 km de largura. Compreende as faixas dobradas Araguaia e Paraguai a oeste, situadas na margem do Cráton Amazônico, e a Faixa Brasília localizada na margem do Cráton do São Francisco, onde se encontra o Arco Magmático de Goiás (PIMENTEL; FUCK, 1992).

A Província Tocantins, de acordo com Almeida et al. (1977), constitui um sistema de orógenos brasileiros, caracterizados por cinturões de dobramentos e empurrões, resultante de processos de convergência e colisão de três blocos continentais, a oeste pelo Cráton Amazônico, a leste pelo Cráton do São Francisco-Congo e ao sul pelo Cráton Paraná ou Rio de La Plata, sendo seus limites norte e sul encobertos por depósitos fanerozóicos das bacias do Parnaíba e do Paraná respectivamente (Figura 2).

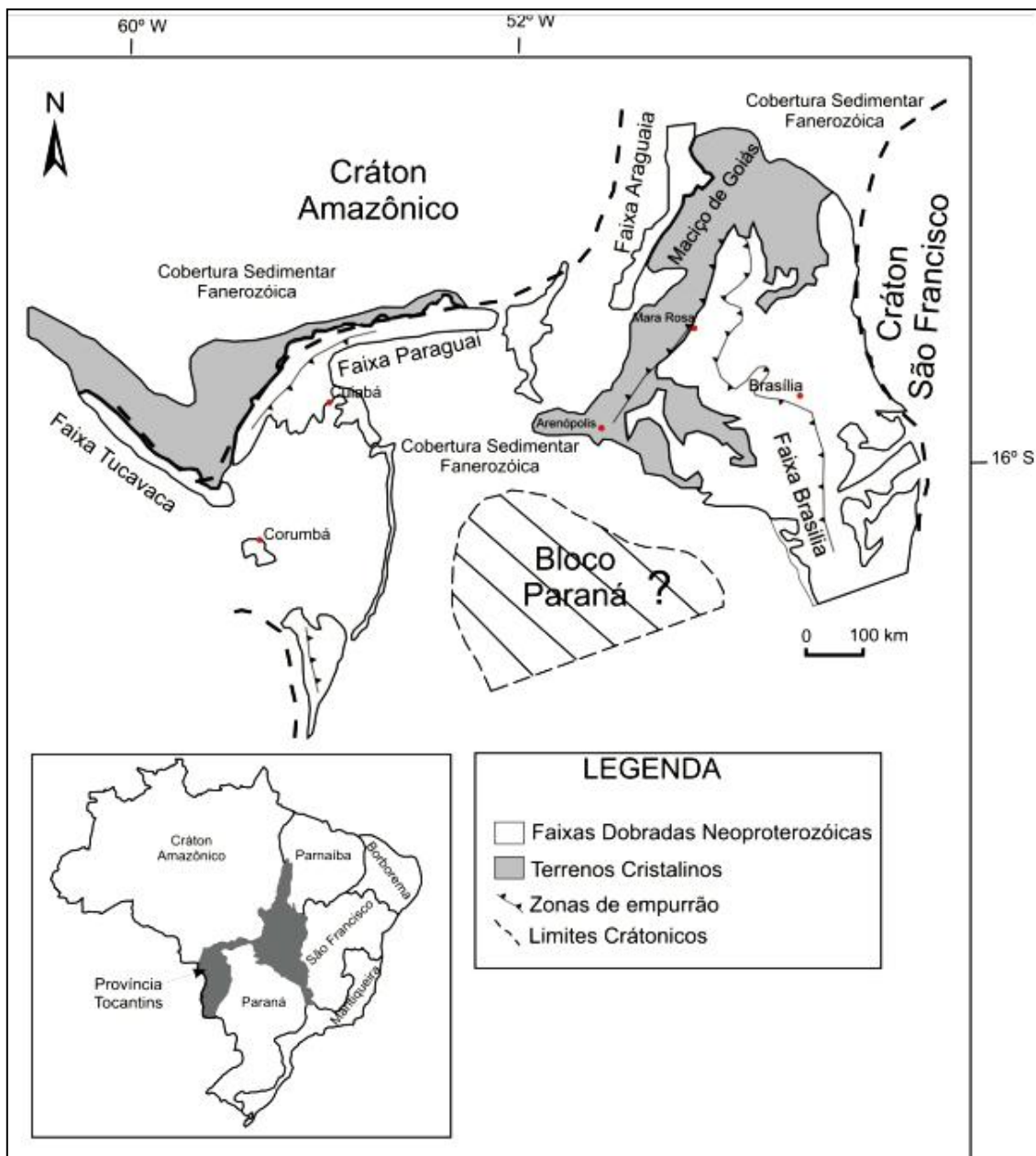
Figura 2 – Configuração paleogeográfica esquemática dos blocos continentais que deram origem a Província Tocantins, após a colisão ocorrida durante o Ciclo Brasileiro. O polígono marca esquematicamente o limite geográfico da Província Tocantins.



Fonte: Almeida, Brito Neves e Carneiro (2000)

Pimentel e Fuck (1992) e Trompette (1994) atribuíram a origem da Província Tocantins a quatro orógenos, denominados de faixas Brasília, Paraguai, Araguaia e Arco Magmático de Goiás. De acordo com Pimentel & Fuck (1987) esta província foi gerada pela convergência do Cráton Amazônico com blocos continentais menores que foram amalgamados durante a colisão e são representados pelo Maciço de Goiás (Figura 3).

Figura 3– Localização da Província Tocantins na região central do Brasil e mapa geotectônico regional da Província Tocantins, com destaque para as faixas Paraguai, Araguaia, Brasília e o Maciço de Goiás.



Fonte: Modificado de Pimentel e Fuck (1993).

## 2.2 Faixa Paraguai

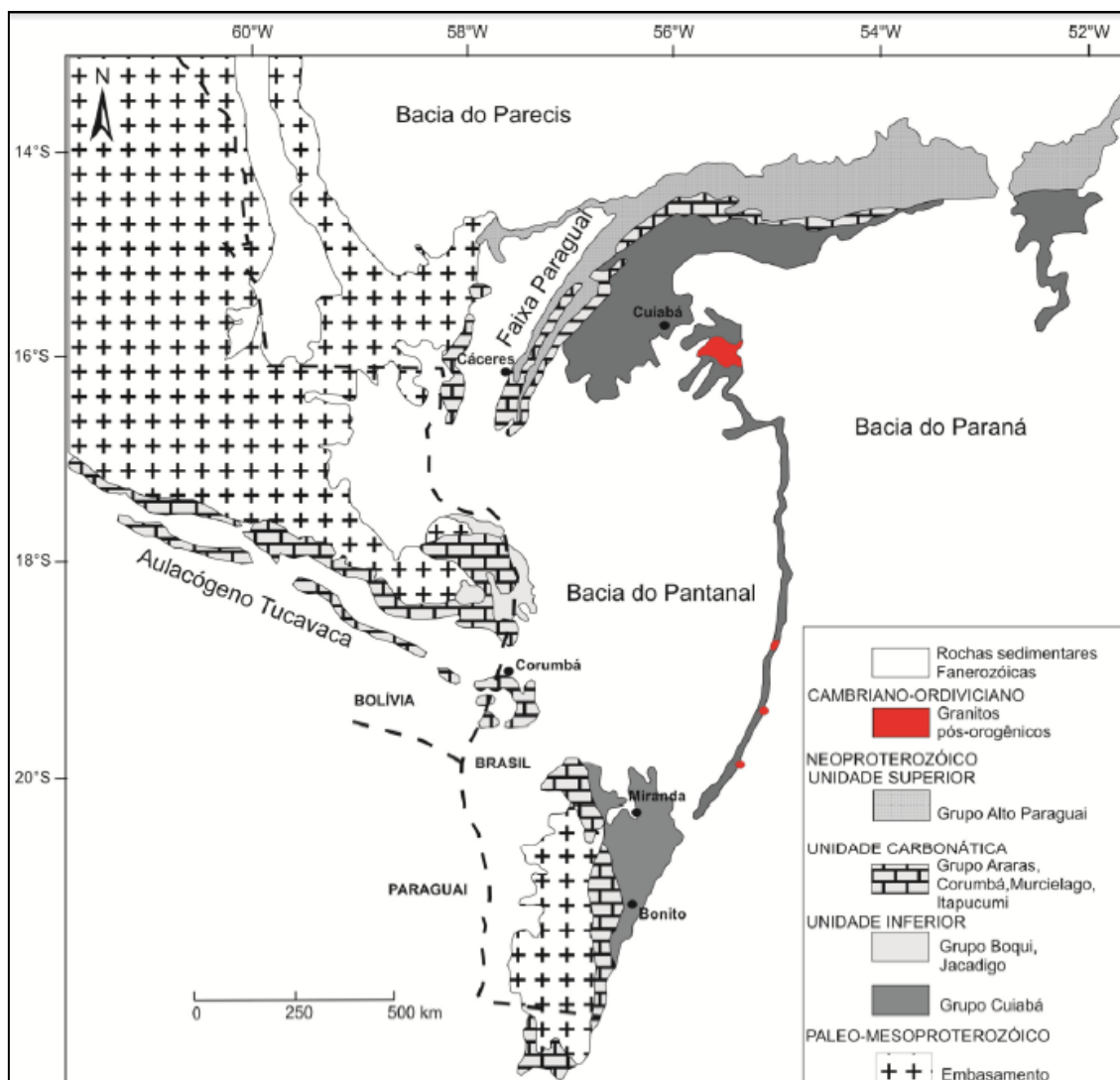
Este segmento geotectônico foi definido inicialmente por Almeida (1965) como Faixa Paraguai-Araguaia, um cinturão de dobramento destacado na região central do continente sulamericano. Posteriormente, a identificação de uma descontinuidade geográfica entre as faixas Paraguai e Araguaia, assim como, datações radiométricas (Hasui et al., 1980) levaram Silva et al. (1974) e Almeida (1974,1984) a sugerir a subdivisão do cinturão em dois segmentos: (1) Cinturão Tocantins-Araguaia, na borda leste do Cráton Amazônico e (2) Cinturão Paraguai, na porção sudeste do cráton (ALVARENGA; TROMPETTE, 1988).

A origem da Faixa Paraguai é atribuída à convergência de três blocos continentais (Figura 2): Amazônia, São Francisco-Congo e Paraná ou Rio de la Plata ou Paranapanema, este último coberto por rochas fanerozóicas da Bacia do Paraná (ALMEIDA, 1984; ALKMIN, MARSHAK; FONSECA, 2001; TOHVER et al., 2010; TROMPETTE et al., 1998).

A Faixa Paraguai tem como característica arquitetural uma geometria em arco convexo voltado para o Cráton Amazônico, com extensão de aproximadamente 1.200 km de comprimento que se estende desde a região do rio das Mortes no Mato Grosso, passando pela região de Cuiabá, onde inflete para direção norte-sul e se prolonga até Corumbá, na Serra da Bodoquena, no estado do Mato Grosso do Sul. Conforme Almeida (1984) trata-se de uma região em que as rochas apresentam várias fases de deformação, com falhas inversas ou empurrões, escassez de vulcanismo e a presença de plutões graníticos nas zonas internas (Figura 4).

Alvarenga e Trompette (1993) descreveram a Faixa Paraguai como um cinturão de dobramentos polifásicos afetado pelo Ciclo Brasileiro e constituído por metassedimentos dobrados e metamorfizados, que em direção ao Cráton Amazônico passam progressivamente a coberturas sedimentares em parte contemporâneas e estruturalmente onduladas, falhadas, mas não metamorfizadas.

Figura 4 – Mapa geológico simplificado da Faixa Paraguai no território brasileiro e sua ramificação (aulacógeno), o Cinturão Tucavaca-Chiquitos que prolonga-se em direção à Bolívia.



Fonte: modificado de Tokashiki e Saes (2008).

### 2.3 Litoestratigrafia

A maior parte das unidades litoestratigráficas da Faixa Paraguai se encontram distribuídas, principalmente, no domínio dobrado e na parte sul do Cráton Amazônico, onde os estratos estão dispostos de maneira subhorizontal (ALMEIDA, 1984; NOGUEIRA et al. 2003). O embasamento é representado por dois domínios: (1) rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá, situado ao longo da zona dobrada, onde essas sequências se estendem em direção a SE e (2) rochas da porção sul do Cratón Amazônico, situadas a oeste da faixa de dobramentos, onde as camadas são subhorizontais. Sobre as rochas do

embasamento estão distribuídos os diamictitos glaciogênicos da Formação Puga, correlatos à glaciação global Marinoana, encerrada há cerca de 630 Ma (ALVARENGA, SANTOS e DANTAS, 2004; NOGUEIRA et al. 2003). Os depósitos da Formação Puga são recobertos bruscamente por uma sucessão predominante carbonática, denominada de Grupo Araras, que por sua vez, é sobreposta por rochas siliciclásticas do Grupo Alto Paraguai.

### 2.3.1 Grupo Cuiabá

Almeida (1964) propõe o termo Série Cuiabá para reunir rochas metassedimentares de baixo grau metamórfico e compostas de filitos com intercalações de quartzitos, cortados por veios de quartzo ligados à intrusão granítica de São Vicente. Almeida (1965) reportou as rochas do Grupo Cuiabá, como sendo de depósitos *flysch*, originados por correntes de turbidez relacionadas com deslizamentos submarinhos ocorridos nos fundos instáveis do geossinclíneo. Guimarães e Almeida (1972) reconheceram cinco conjuntos de rochas separáveis e empilhadas estratigraficamente dentro do Grupo Cuiabá, sendo da base para o topo: metaconglomerados e quartzitos; filitos e filitos ardosianos; quartzitos; metagrauvascas e metarcóseos, englobados no Grupo Cuiabá indiferenciado; metassedimentos periglaciais denominados de Formação Coxipó.

Para Alvarenga (1984) o Grupo Cuiabá apresenta-se dobrado e exhibe paragêneses minerais de baixo grau metamórfico. É composto por filitos com intercalações de quartzitos, metagrauvascas, metaconglomerados, metaparaconglomerados e raras ocorrências de metacalcário e filitos calcíferos.

De acordo com Alvarenga e Trompette (1992) o mesmo é formado por pelitos ricos em matéria orgânica e dolomitos sobrepostos por sedimentos glaciomarinhos e turbidíticos, como diamictitos, conglomerados, arenitos e folhelhos, onde esta sucessão grada lateralmente para as formações Puga e Bauxi.

Conforme Luz et al. (1980) a deformação da faixa móvel foi de natureza polifásica, originando três fases de deformação em escala regional nos

metassedimentos do Grupo Cuiabá. A primeira, além de dobrar as rochas desse grupo, provocou o metamorfismo regional na fácies xisto-verde, com consequente segregação de veios de quartzo que se alojaram paralelamente à foliação S1.

A segunda fase originou dobras isoclinais assimétricas e recumbentes, envolvendo os acamamentos transpostos, e as dobras intrafoliais, e também formação de nova foliação S2 superimposta à primeira. Finalmente a terceira fase manifestou-se fundamentalmente nas seqüências plásticas, que localmente chega a transpor a foliação S2, formando uma clivagem de crenulação pronunciada e um novo elemento planar S3.

Luz et al. (1980) inferem idade mesoproterozóica, com base na intensidade da deformação que se encontram as unidades litológicas. Os granitos eocambrianos que intrudiram o Grupo Cuiabá no final do ciclo Brasileiro sugerem a idade neoproterozóica para o grupo (ALMEIDA, 1984).

### 2.3.2 Formação Puga

Esta formação foi descrita na região do Alto Paraguai como tilitos por Oliveira (1964), que as designou provisoriamente de Formação Puga e correlacionou às rochas descritas por Maciel (1959) no Morro do Puga, em Porto Esperança (MS). Consiste essencialmente de diamictitos associados a arenitos, siltitos e folhelhos. Os diamictitos contêm blocos e seixos de quartzito, calcário, gnaiss, anfíbolito, granito e riodacito, dispersos caoticamente na matriz siltítica a arenosa fina (RIBEIRO FILHO, LUZ e ABREU FILHO, 1975).

A espessura da Formação Puga foi estimada em menos de 100 m por Almeida (1965) e de 55 a 330 m por Vieira (1965a). Embora dados geocronológicos inexistam, estes depósitos glaciais são amplamente relacionados como produto da glaciação Marinoana (ALVARENGA, SANTOS e DANTAS, 2004; NOGUEIRA, 2003; TRINDADE et al., 2003). Na região dobrada esta formação se encontra sobre as rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá, enquanto que a oeste da faixa de dobramentos dispõe-se sobre o Cráton Amazônico. Acima dos depósitos glaciais da Formação Puga se encontra a seqüência carbonática do Grupo Araras.

### 2.3.3 Grupo Araras

Esta sucessão predominantemente carbonática foi classificada como Grupo Araras inicialmente por Almeida (1964), que as individualizou informalmente em duas unidades: uma inferior pelítica-carbonática e uma superior de composição dolomítica. Hennies (1966) manteve a definição de grupo proposta por Almeida (1964), mas sugeriu o termo Formação Guia e Formação Nobres para as unidades inferior e superior.

Luz e Abreu Filho (1978) adotaram a divisão da Formação Araras nos membros Inferior (calcário) e Superior (dolomito), com espessura total estimada em 1200 m, dos quais, 200 m corresponderiam à espessura máxima do membro inferior. Nogueira & Riccomini (2006) sugerem a divisão do Grupo Araras em quatro formações, da base para o topo em: Mirassol d'Oeste, Guia, Serra do Quilombo e Nobres (Figura 5).

Figura 5 – Proposta litoestratigráfica da Faixa Paraguai Norte.

IDADE	LITOESTRATIGRAFIA			PALEOAMBIENTE
Cambriano	Grupo Alto Paraguai	Formação Diamantino	Conglomerados, arenitos e pelitos.	Fluvial entrelaçado, delta e mar restrito/prodelta
		Formação Sepotuba	Pelitos, folhelhos e arenitos.	Plataforma marinha dominada por tempestade
		Formação Raizama	Arenitos e pelitos, carbonatos substituídos por sílex subordinados.	Plataforma rasa dominada por tempestade e maré
E D I A C R A N O	Grupo Araras	Formação Nobres	Dolomitos arenosos, estromatólitos dômicos estratiformes e rugosos. Sílica secundária substituindo camadas de carbonato. Arenitos finos, ritmitos e pelitos subordinados. Moldes de cristais de evaporitos.	Planície de maré/ <i>sabkha</i>
		Formação Serra do Quilombo	Brechas dolomíticas cimentada por dolomita espática, brechas dolomíticas de arcabouço aberto e dolomitos arenosos.	Plataforma moderadamente profunda dominada por tempestades e eventualmente por sismos
		Formação Guia	Calcários finos e folhelhos betuminosos. Subordinadamente calcários cristalinos ricos em crostas e cimento. Grãos terrígenos esporádicos.	Plataforma profunda anóxica
		Formação Mirassol d'Oeste	Dolomitos finos rosados, laminados, peloidais e estromatólitos estratiformes.	Plataforma profunda eufótica
		Formação Puga	Diamictitos e siltitos seixosos.	Glacial marinho
Criogeniano				

				 Descontinuidade regional

Fonte: Nogueira e Riccomini (2006).

### 2.3.4 Formação Guia

A Formação Guia é constituída por calcários finos betuminosos, folhelhos betuminosos, pelitos vermelhos e *cementstones* com leques de cristais de calcita (pseudomorfos de aragonita) e laminação plana, interrompida localmente por brechas e estruturas de deformação. Estima-se que sua espessura ultrapasse os 150m (NOGUEIRA; RICCOMINI, 2006).

Os calcários finos sem estruturas produzidas por ondas e correntes de maré, com camadas planas, contínuas por quilômetros, são compatíveis com sedimentação em uma extensa plataforma, em zona de baixa energia e abaixo da base das ondas de tempestade (CONIGLIO; JAMES, 1990; STOW, 1986). A cor escura dos calcários e a presença de folhelhos betuminosos e piritas

revelam a predominância de condições de anoxia e estagnação, que proporcionaram o acúmulo e preservação da matéria orgânica. As camadas onde se identificam brechas e estruturas de deformação podem estar associadas a intumescimento do assoalho marinho causado pela concomitante cimentação e cristalização expansiva sinsedimentar (KENNEDY, 1996).

RADAMBRASIL (1982) e Lima et al. (2008) interpretam as rochas dessa formação como sendo metassedimentares, deformadas e metamorizadas juntamente com as rochas do Grupo Cuiabá.

Nogueira e Riccomini (2006) defendem que as instabilidades gravitacionais em sedimentos parcialmente litificados são geradas em águas profundas, possivelmente relacionadas à declividade de uma rampa no assoalho marinho e podem ser responsáveis pela associação de falhas, estruturas de *slumping*, fluxo de massa, diques netunianos e brechas, sugerindo progressiva ruptura e deformação plástica de camadas, ressedimentação e eventos de cimentação sinsedimentar. O contato inferior da Formação Guia, na região cratônica, ocorre com a Formação Mirassol d'Oeste, enquanto que na faixa de dobramentos o seu contato basal ocorre com os diamictitos do Puga e o Grupo Cuiabá.

Propostas estratigráficas mais recentes como a de Souza et al. (2011) consideram que em algumas regiões ocorre o contato direto do Grupo Araras com as rochas do Grupo Cuiabá (Figura 6).

Figura 6 – Proposta litoestratigrafica do Projeto Planalto da Serra. Modificado de Souza et al. (2011).

Projeto Planalto da Serra (2011)	
GRUPO ALTO PARAGUAI	Fm. DIAMANTINO
	Fm. RAIZAMA
	Fm. SERRAAZUL
GRUPO ARARAS	Fm. PACÚ
	Fm. NOBRES
	Fm. GUIA
GRUPO CUIABÁ	Porção Conglomerática
	Porção Argilosa

Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.4 Sinclinal da Guia

Almeida (1964) caracterizou essa estrutura como um sinclinal do Grupo Araras, assimétrica, com plano axial inclinado 70° para NO, inferido pela posição da xistosidade, considera pelo autor supracitado como plano-axial.

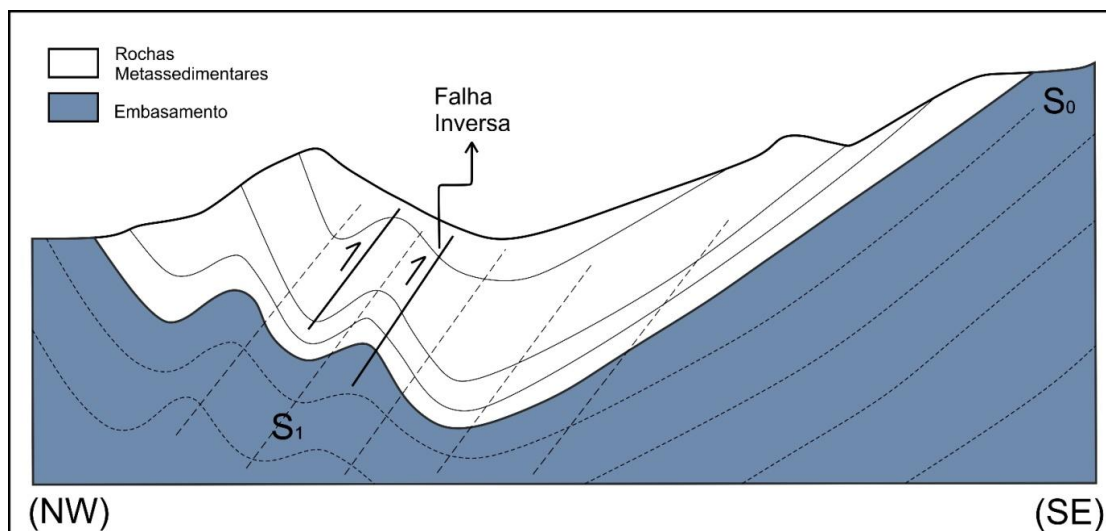
Luz et al. (1980) indicam essa estrutura no mapa geológico do Projeto Caxipó como um sinclinal normal, bordejada em seu flanco oeste por uma falha de empurrão, com sentido de movimentação de leste para oeste. Acrescenta-se aqui que esses autores incluíram essas rochas como pertencentes ao Grupo Cuiabá, conotação esta diferente da ideia de Almeida (1964) para as rochas de Guia.

RADAMBRASIL (1982) caracterizou aquela estrutura como uma sinclinal invertida, assimétrica, com o acamamento no flanco oeste mergulhando 73° para NW e no flanco leste mergulhando 42° também para NW. Este trabalho também suscita a presença de uma trama foliada com mergulho para NW, com

ângulos de 25° e 63° nos flancos oeste e leste, respectivamente. O eixo foi interpretado como de direção N45°E, com plano axial mergulhando para NW. A conclusão foi a de que a Sinclinal da Guia foi originada através de esforços compressivos de direção NW-SE com transporte de massa de NW para SE.

Lima et al. (2008) descrevem três eventos de deformação que teriam ocorrido para a configuração atual do sinclinal: D<sub>1</sub>, expresso pelo dobramento regional do acamamento (S<sub>0</sub>), apertado e assimétrico, e que gerou a foliação S<sub>1</sub>; D<sub>2</sub> que formou uma segunda geração de foliações S<sub>2</sub>, além de clivagens de fratura; o terceiro e último evento interpretado por Lima et al. (2008) manifesta-se pela presença de falhamentos inversos com atitude 35°/320°, que teriam afetado principalmente o calcário Guia. Assim as seqüências observadas na Sinclinal, tanto do embasamento, como metassedimentares (?) teriam sido submetidas aos mesmos eventos deformacionais, e, portanto, apresentam a mesma geometria (Figura 7).

Figura 7 - Seção da Sinclinal da Guia segundo Lima et al. (2008) que mostra o acamamento original S<sub>0</sub>, a foliação S<sub>1</sub> e falhas inversas. Atentar para a configuração geométrica o que indica que a deformação atuou em todos os seus estágios sobre todos os conjuntos litológicos da Sinclinal, tanto nos metadiamicititos do Grupo Cuiabá, como na cobertura metassedimentar.

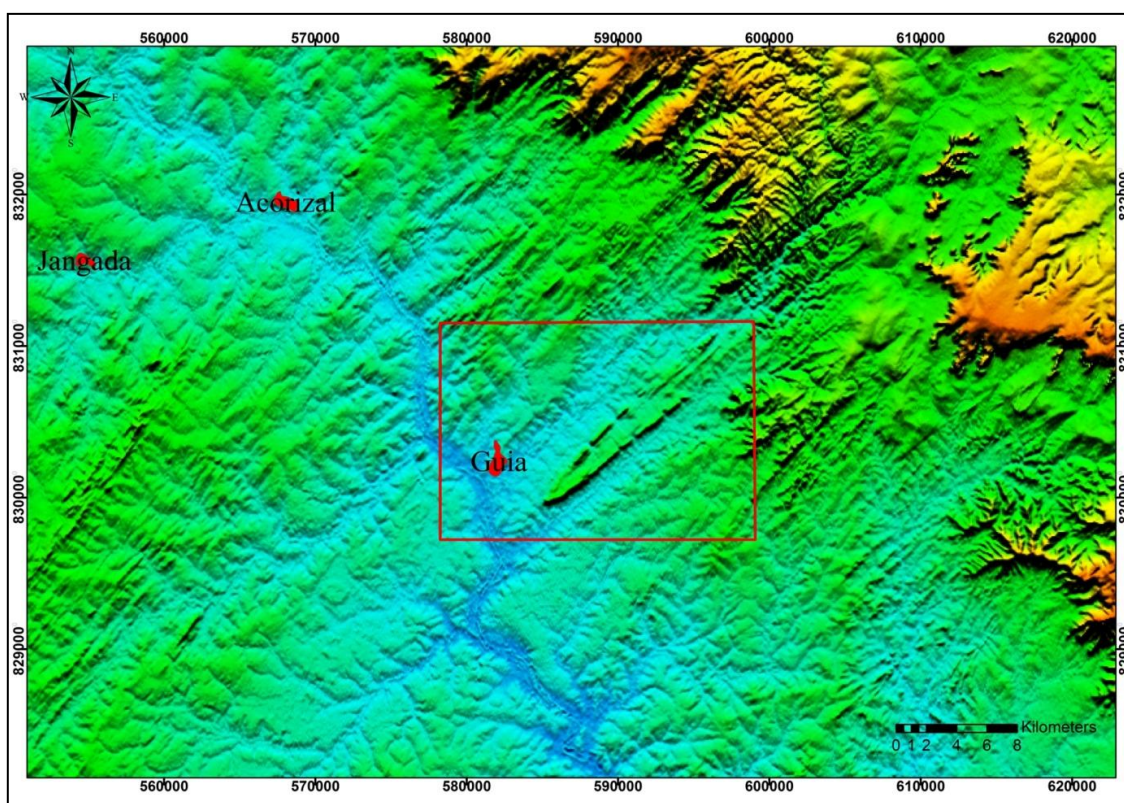


Fonte: Modificado de Lima et al. (2008).

### 3 ANÁLISE DE PRODUTOS DE SENSORES REMOTOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da interpretação visual de imagem STRM (*Shuttle Radar Topography Mission* - Missão Topográfica de RadarTransportado) da área de trabalho (Figura 8). O estudo foi feito, principalmente, a partir de imagens SRTM-3 (formato *tiff*) em composição colorida (RBG) e relevo sombreado, com uma resolução horizontal de 90 metros, analisadas na escala de 1:250.000.

Figura 8 – Imagem SRTM-3 RGB da região que compreende as cidades de Guia, Acorizal e Jangada usada para identificação dos principais lineamentos estrututrais da área de trabalho e suas adjacências. O polígono vermelho representa a área estudada em detalhe.

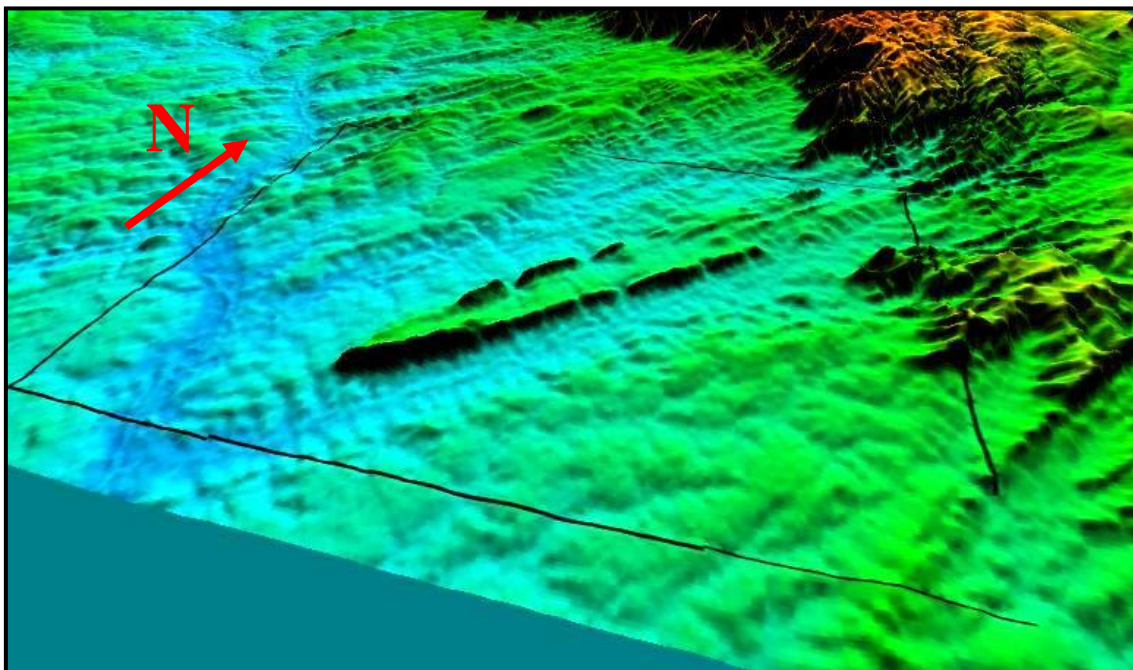


Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise visual dos elementos adquiridos com interpretação da imagem SRTM teve como objetivo principal investigar os lineamentos estruturais de relevo e drenagem para, posteriormente, tentar observar alguma correlação com os dados obtidos em campo. Esta imagem foi selecionada por fazer parte de um conjunto de imagens capazes de reproduzir um MDT - Modelo Digital do

Terreno (Figura 9), o que possibilita uma melhor visualização do arranjo estrutural da área, já que destaca as principais feições de relevo.

Figura 9 – Modelo digital de terreno (MDT) da área de estudo, destacando as feições dos principais elementos de relevo presentes. Em destaque a estrutura objeto do trabalho (Sinclinal da Guia) e a área estudada (delimitada pelo polígono em preto).



Fonte: Elaborado pelo autor.

A descrição e interpretação dos resultados obtidos a partir da análise destes elementos ultrapassa a área pré-estabelecida para a coleta dos dados de campo e teve como objetivo compreender o comportamento das estruturas em escala mais ampla, o que permitiu a elaboração de uma mapa na escala 1:250.000, com os principais lineamentos estruturais (relevo e drenagem) retirados a partir da imagem SRTM (Figura 10).

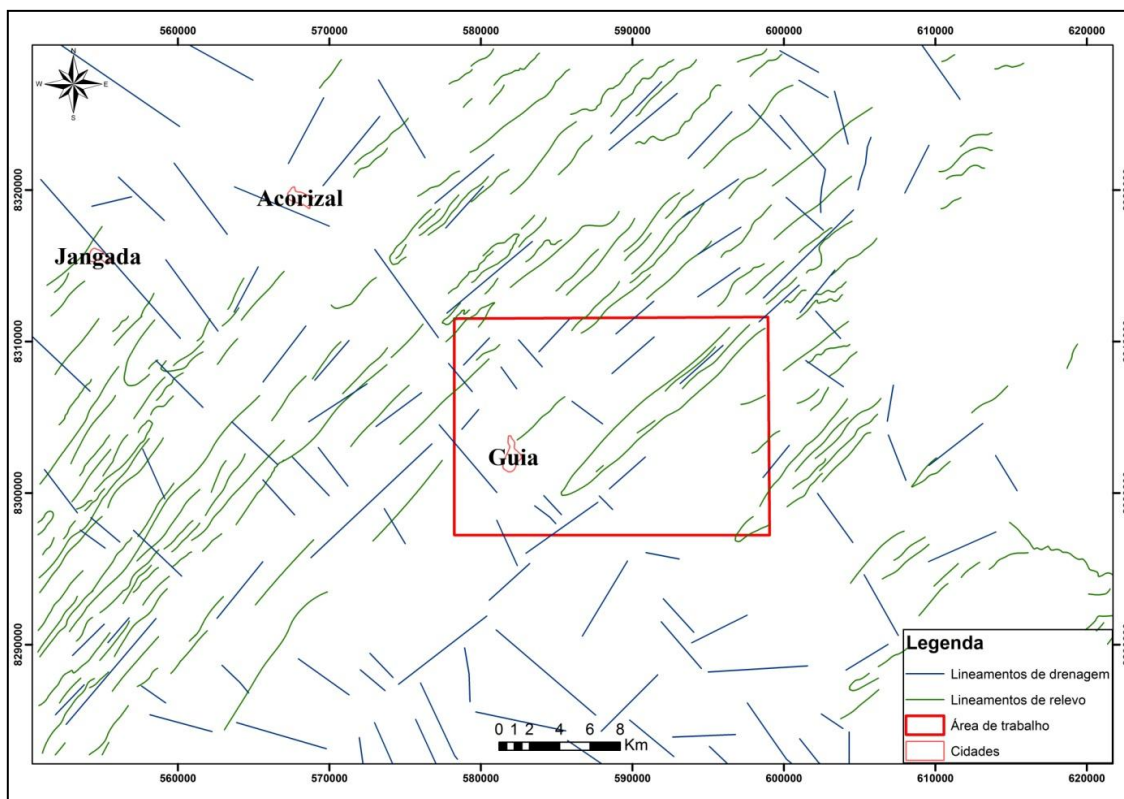
### 3.1 Leitura e análise da imagem de radar (SRTM)

A partir da leitura visual da imagem SRTM acima mencionada foram identificados traços de sensores, analisados como lineamentos estruturais regionais. Os lineamentos identificados através da fotoleitura apresentam traços que variam, aproximadamente, de 1 km até 15 km de comprimento.

Os lineamentos observados nas imagens, em geral, têm traçados contínuos e sinuosos e, em alguns casos, mostram-se suavemente curvos a

mistos (retos e curvos), com presença de lineamentos retilíneos (drenagem). A leitura do sensor permitiu separar esses traços estruturais em dois tipos: **(1)** Lineamentos de Relevô e **(2)** Lineamentos de Drenagem.

Figura 10 – Mapa dos principais traços estruturais na escala 1:250.000 obtidos a partir de imagem SRTM, com destaque para os lineamentos de relevô (verde) e drenagem (azul).



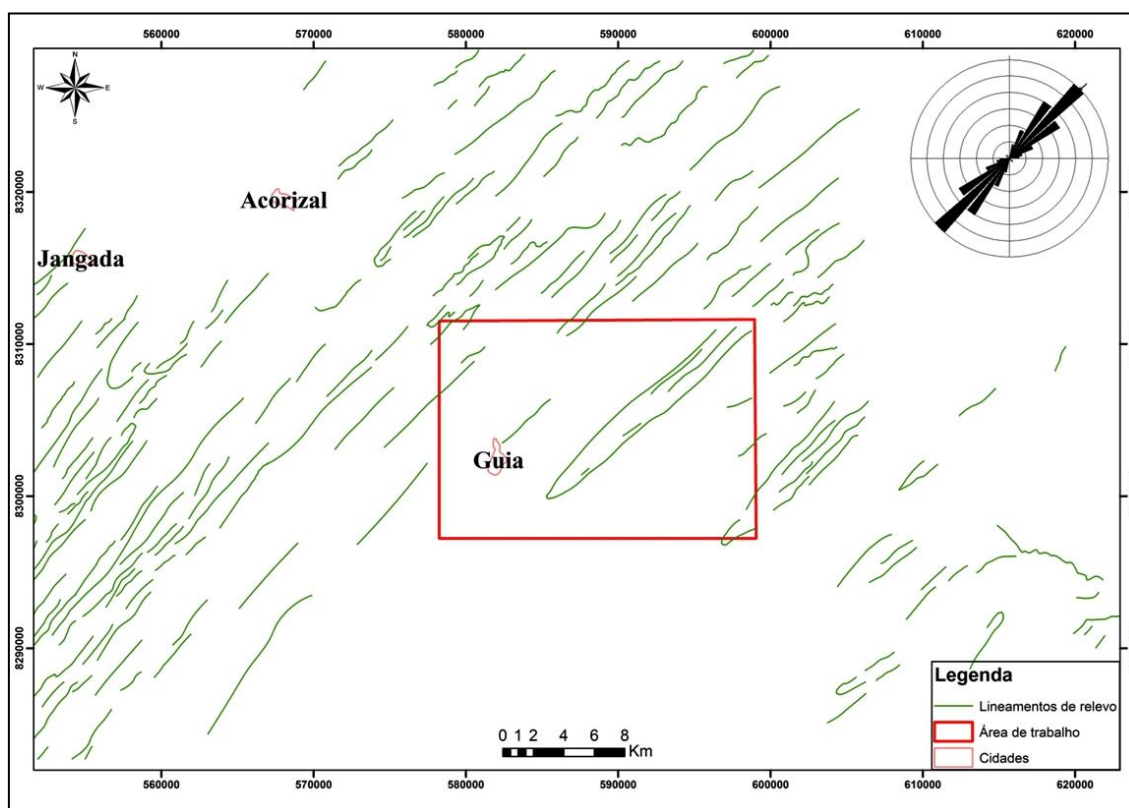
Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1.1 Lineamentos de relevô

O principal elemento textural identificado na imagem STRM corresponde aos lineamentos de relevô. A disposição espacial dos lineamentos mostra um padrão principal obedecendo a direção NE-SW (Figura 11). Os traços são mais escassos nas porções sul, noroeste e nordeste da área, apresentando densidade média a alta nas porções centro-norte, oeste e sudoeste. Os traços são predominantemente contínuos ao longo de toda a zona, mas também ocorrem segmentados, geralmente exibindo feições onduladas a curvadas.

Nas zonas mais densas exibem conjuntos relativamente pouco espaçados (aproximadamente 0,5-1 km), com comprimento médio de 7 km, e máximo de 15 km. Muitos dos traços curvados apresentam-se bastante fechados. Essa geometria, apesar de não ser a regra, é observada em todas as porções da área com densidade considerável dos lineamentos e pode ser bem observada na área demarcada em vermelho, que caracteriza a feição objeto de estudo deste trabalho.

Figura 11 – Mapa de lineamentos de relevo na escala 1:250.000. Pode ser observada a predominância de traços NE-SW, confirmado pelo diagrama de rosetas no canto superior direito da imagem. Na área de estudo se vê a presença de um traço de relevo dobrado e fechado, seguindo a estruturação regional.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 3.1.2 Lineamentos de drenagem

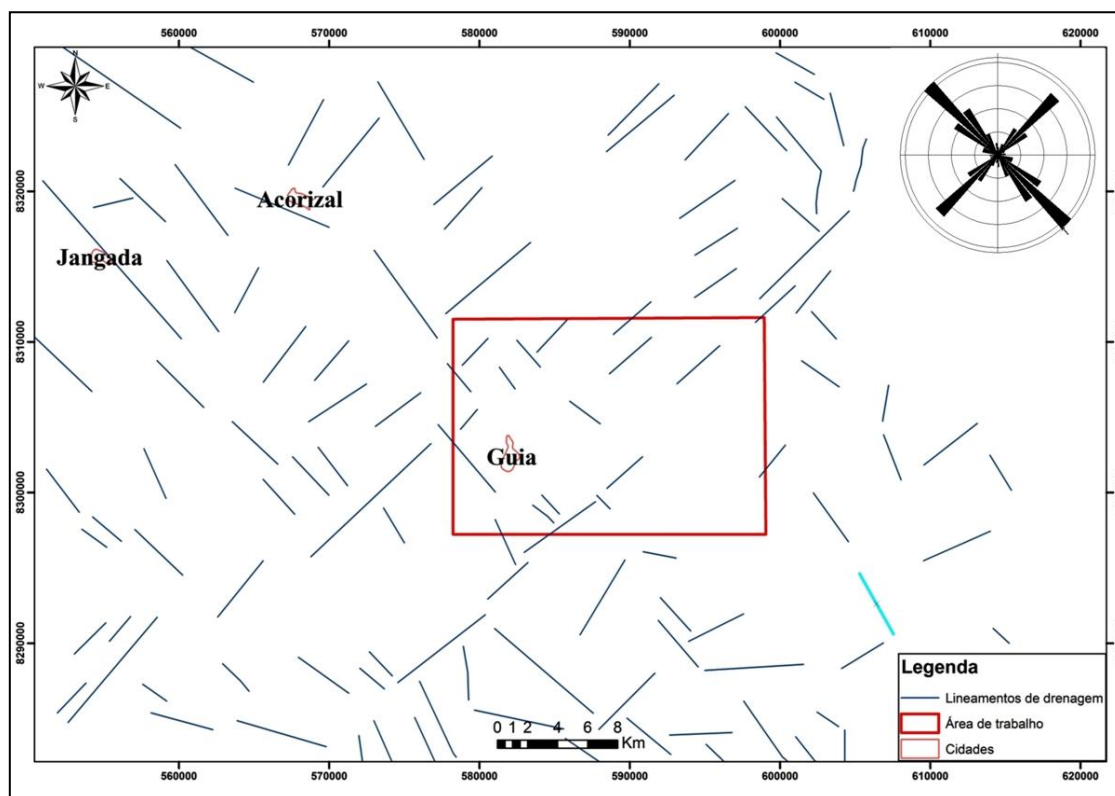
Os lineamentos de drenagem são os elementos texturais visualmente menos expressivos na imagem SRTM. As feições observadas apresentam traços com duas direções principais **NW-SE** e **NE-SW** (Figura 12). Os traços estão dispostos predominantemente retilíneos e curtos, com espaçamentos

médios da ordem de 2 até 4 km e comprimentos que variam de 2 km até aproximadamente 10 km. Na área de trabalho, assim como na configuração regional, são observados ambos os padrões de lineamentos, sendo que ambos apresentam uma mesma densidade de ocorrência.

### 3.2 Relações geométricas, temporais e discussões dos dados apresentados.

A leitura e análise feita na imagem SRTM para os lineamentos extraídos permitiu se inferir as relações geométricas e temporais destes. O **arranjo geométrico** observado na imagem para os traços estruturais evidencia a presença de dois conjuntos de lineamentos: (i) um conjunto de traços orientados segundo a direção NE-SW e (ii) um conjunto de traços retilíneos orientados nas direções NW-SE e NE-SW

Figura 12 – Mapa de lineamentos de drenagem na escala 1:250.000. Pode-se observar a predominância dos traços NW-SE e NE-SW, confirmado pelo diagrama de roseta no canto superior direito da figura.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O conjunto (i) de traços NE-SW compreende lineamentos sinuosos a curvilíneos, contínuos ou segmentados, espaçados entre 500 m a 1 km entre si. Estes traços podem exibir comprimentos da ordem de dezenas de quilômetros (mais de 100 km) e correspondem basicamente às cristas de relevo. O comportamento geométrico desses traços desenham estruturas alongadas, dispostas paralelamente e alinhadas seguindo a direção predominante NE-SW e por vezes dobradas.

O conjunto (ii) de traços NW-SE e NE-SW pode ser visto distribuído ao longo de toda área, através de traços com comprimentos que variam de 2 km a pouco mais de 10 km e que correspondem aos padrões da rede de drenagem.

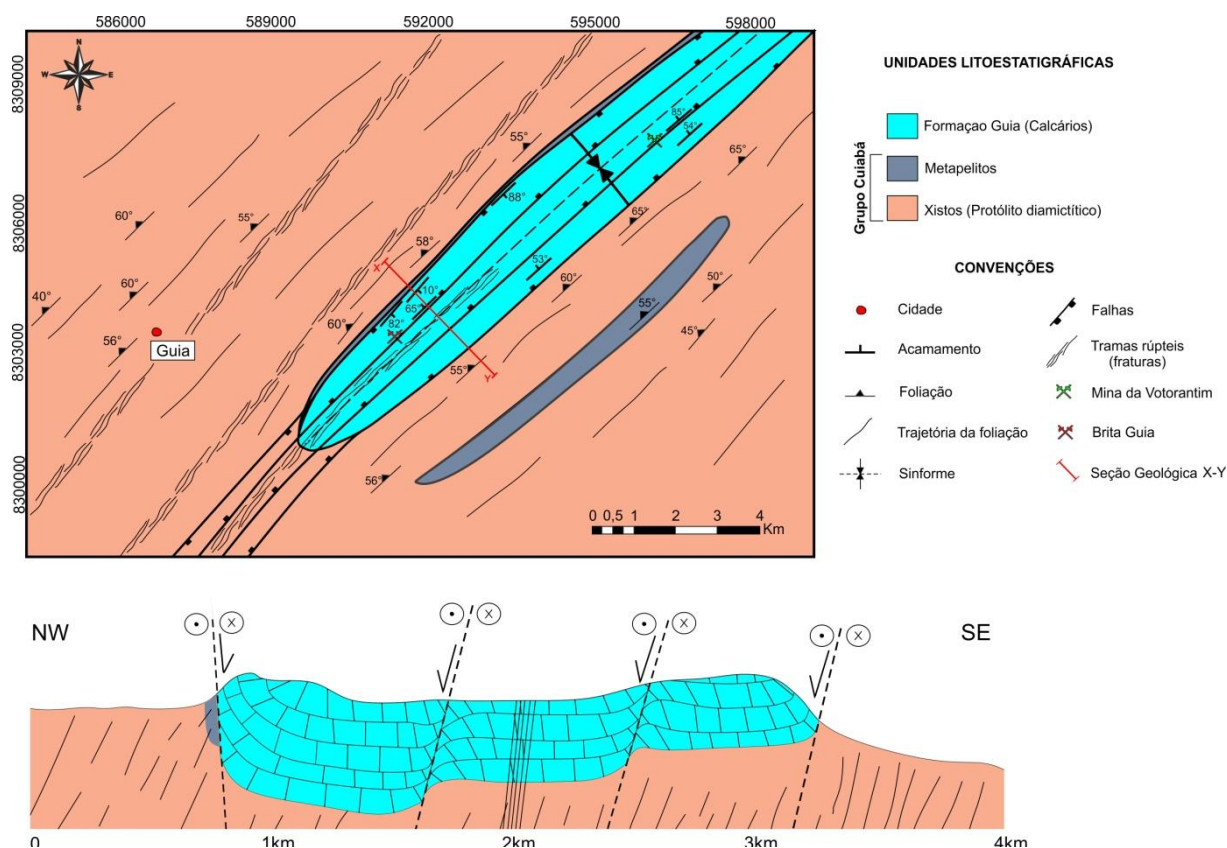
A relação temporal entre os traços é definida pela seguinte ordem: Os traços NE-SW, do conjunto (i), representados pelos lineamentos de relevo são os mais velhos. Em seguida estão os lineamentos de drenagem que truncam os de relevo e são representados pelo conjunto de traços NE-SW e NW-SE, sendo que o primeiro é truncado pelo segundo.

## 4 LITOESTRATIGRAFIA DO SINCLINAL DA GUIA

### 4.1 Grupo Cuiabá

As rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá são as mais antigas na região e representam o embasamento da Bacia Paraguai. Esta unidade ocorre, principalmente, nas porções NW e SE da área estudada (Figura 13) e foi observada ao longo da rodovia MT-010 e nas vicinais que dão acesso à Mina de Nossa Senhora da Guia. O principal litotipo observado consiste de xistos, cujos protólitos, segundo Almeida (1965) são diamictitos, interpretados como originados por correntes de turbidez, relacionadas a deslizamentos submarinos. Nota-se a presença constante de veios de quartzo, ora concordantes ora truncando a trama foliada.

Figura 13 - Mapa geológico-estrutural da área com o perfil esquemático e disposição espacial das unidades e do Sinclinal da Guia.



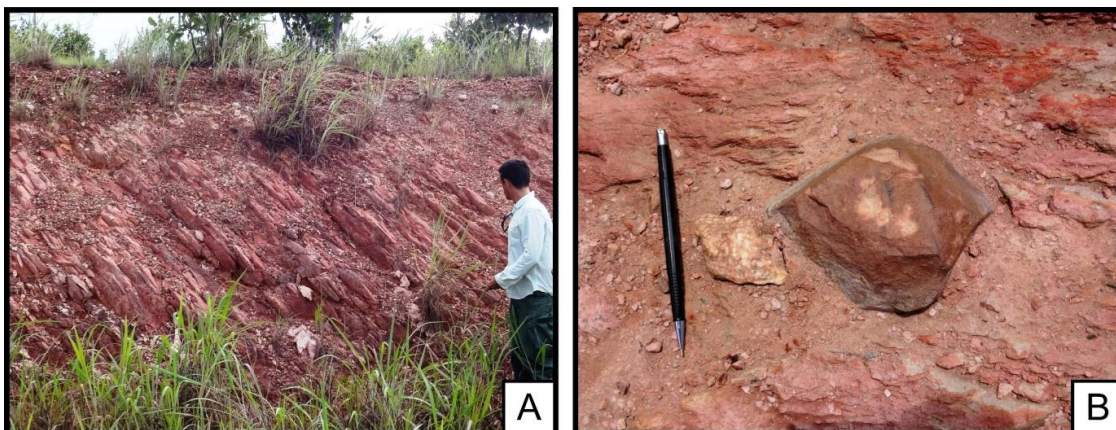
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os xistos apresentam coloração cinza-claro a vermelho alaranjado, grande quantidade de grãos de quartzo e granulação média (Figura 14A),

porém é possível observar uma gradação para porções com granulação mais fina, mais similar a um filito, mas sem uma distribuição regular. A foliação metamórfica é dada pela orientação dos minerais micáceos e alongamento de grãos de quartzo e dos seixos, apresentando atitude média  $55^{\circ}/330^{\circ}$ .

Apesar de estarem metamorfizadas essas rochas apresentam características remanescentes da rocha protólito, tanto que alguns autores chamam de metadiamicritos (LUZ et al. 1980). É possível observar que esse protólito consiste de uma rocha conglomerática polimítica, com seixos e matacões de naturezas variadas, mas principalmente de quartzitos (Figura 14B). A matriz é de areia e silte, cinza-esverdeada a vermelho-alaranjado. Os clastos são normalmente de quartzo (Figura 15A) arredondados e facetados (Figura 15B), com tamanhos variados da ordem de centímetros até matacões e são basicamente de composição quartzosa.

Figura 14 – (A) Xisto do grupo Cuiabá observado nas proximidades do Sinclinal da Guia (B) Clasto decimétrico de quartzito no xisto, que mostra aspectos do protólito que consiste de rocha conglomerática ou diamicrito, segundo Luz et al. (1980).

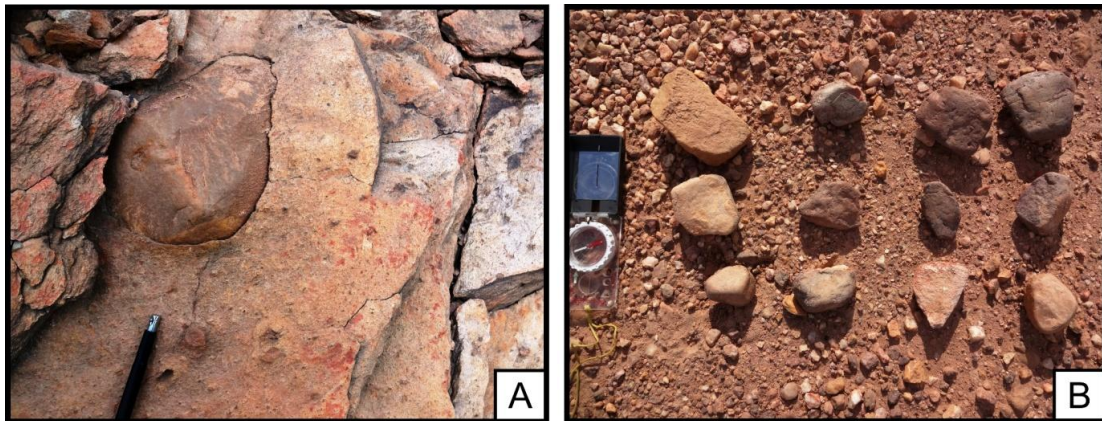


Fonte: Elaborado pelo autor.

Um litotipo que consiste de metapelitos pertencente ao Grupo Cuiabá, ocorre na parte SE do mapa como uma lente de direção NE-SW, e numa pequena faixa no contato com o flanco oeste do Sinclinal (Figura 16). Esta litologia é composta por uma sequência pelítica a sudeste do Sincinal que consiste em rochas de coloração esverdeada a avermelhada, que formam

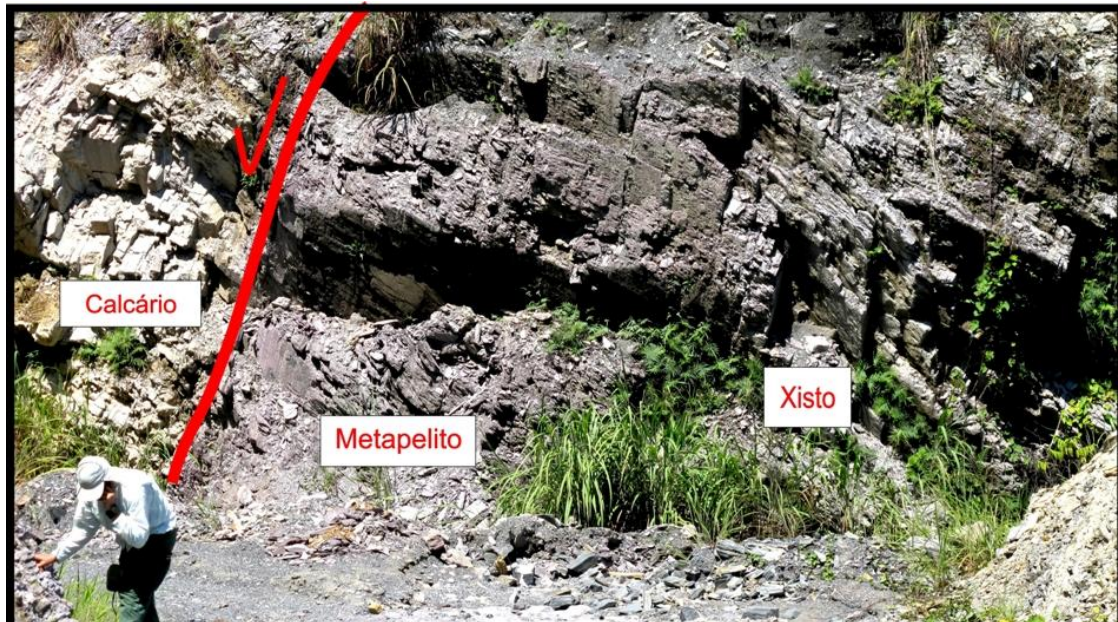
pacotes de camadas deformadas, foliadas e com a presença de dobras “forçadas” em padrão *chevron* (Figura 17).

Figura 15 – (A) Metadiamicrito da Formação Puga, notar o clasto de quartzo. (B) Diversidade de clastos encontrados, que estão associados ao metadiamicrito, notar que alguns são facetados.



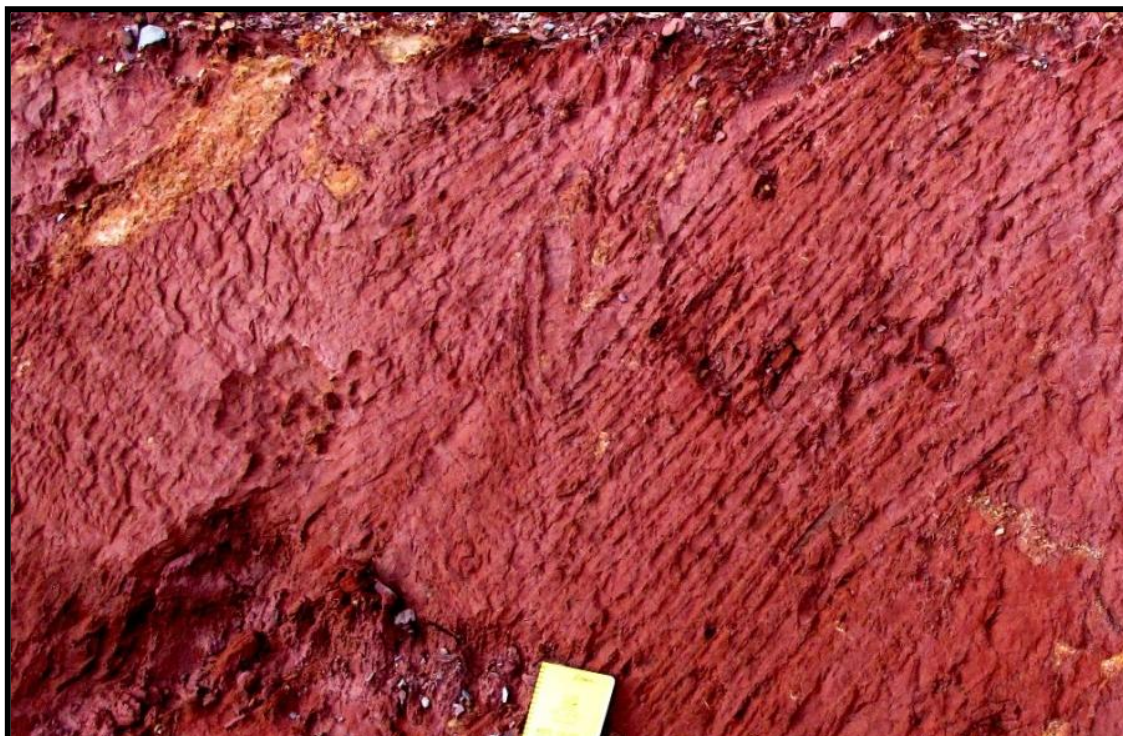
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 16 – Contato entre o calcário Guia e as rochas metapelíticas e metadiamicríticas (xistos) do Grupo Cuiabá. Notar o contato entre as litologias, através de falha normal.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – (A) Rocha metapelítica de coloração avermelhada. Detalhe da deformação com dobras “forçadas” em padrão *chevron*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 4.2 Grupo Araras

Compreende a sucessão carbonática subdividida por Nogueira e Riccomini (2006) da base para o topo em quatro formações: Mirassol d'Oeste, Guia, Serra do Quilombo e Nobres. Na área de estudo foi identificada a Formação Guia.

## 4.3 Formação Guia

A Formação Guia aflora no Sinclinal da Guia nas proximidades do Distrito de Nossa Senhora da Guia, tem suas melhores exposições em minas de calcário da Brita Guia e da Votorantim (Figura 13). Esta unidade foi observada em contato com os metapelitos e xistos do Grupo Cuiabá (Figura 16) e ao longo de todo o sinclinal. Consiste de uma faixa com direção NE-SW, caracterizada por calcários finos, de cor cinza, dispostos em camadas com 10 a 30 cm de espessura, planas a onduladas e contínuas lateralmente (Figura 18). Em alguns locais é possível observar a presença de veios de calcita no

calcário (Figura 19) e porções que exibem grande quantidade de pirita (Figura 20).

Figura 18 – Corte da mina de Nossa Senhora da Guia, com camadas de calcários de cor cinza a preto, com destaque para a disposição das camadas, planares na porção direita da imagem e apresentando ondulação para a porção esquerda da imagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 19– Detalhe de veios de calcita no calcário Guia. Notar o aspecto dobrado do calcário associado com uma zona de falha na parte esquerda da imagem.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Diferentemente das rochas sotopostas estratigraficamente, as rochas desta unidade não apresentam evidências de metamorfismo quando observadas estudadas em nível mesoscópico, exibindo caráter unicamente

sedimentar. Para ter um melhor entendimento acerca da inter-relação e dos processos que atuaram nesses conjuntos litológicos o próximo capítulo abordará alguns aspectos petrográficos.

A base desta unidade é interpretada como depósitos de plataforma marinha rasa, influenciada por onda, variando em direção ao topo para plataforma marinha relativamente profunda, de baixa energia e abaixo das ondas de tempestades (NOGUEIRA; RICCOMINI, 2006).

Figura 20 – Pirita presentes no calcário. A presença desse mineral sugere formação do calcário em ambiente com condições redutoras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 5 CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA DOS CALCÁRIOS

Serão descritas as características microscópicas dos xistos do Grupo Cuiabá e dos calcários da Formação Guia, para auxiliar na interpretação da relação estratigráfica e estrutural entre essas unidades.

Os xistos apresentam textura milonítica (Figuras 21A e 21B) com matriz constituída por minerais micáceos, principalmente muscovita, além de quartzo. Os porfiroclastos são principalmente constituídos por grãos de quartzo que se apresentam como agregados microcristalinos e são contornados pelos minerais micáceos (Figura 21B) e também pelos próprios grãos de quartzo formando um manto ao redor destes cristais maiores, conferindo cinemática com sentido de rotação sinistral (Figura 21A).

Segundo Twiss e Moores (2005) as feições observadas em rochas milonitizadas podem ser utilizadas para determinar o grau de metamorfismo ao qual foram submetidas. Considerando-se dois minerais de reologia diferente A e B, em baixo grau ambos devem apresentar características de deformação rúptil, já em médio grau A e B devem apresentar características dúcteis de deformação, porém um mais que outro, desenvolvendo vários porfiroclastos ou porfiroblastos, em alto grau a diferença reológica é quase que completamente superada, restando poucos grãos ou cristais porfiríticos. Dessa forma pode-se concluir que as rochas do Grupo Cuiabá, na região estudada, apresentam feições que indicam atuação de processos metamórficos de médio grau, além de deformação efetuada em regime plástico.

A caracterização petrográfica dos calcários foi realizada primeiramente partindo-se da identificação do tipo de carbonato presente, que concluiu se tratar do mineral calcita (Figura 22A). Os cristais de calcita observados abrangem quase que a totalidade do conteúdo mineral observado, apresentam dimensões submilimétricas, variando entre 10 a 100  $\mu\text{m}$ , configurando a calcita espática, que exhibe geralmente cristais anedrais (Figura 22B). Esporadicamente podem ser observados grãos muito finos, subarredondados de quartzo, além de muscovitas lamelares que se encontram dispostas sem orientação preferencial (Figura 22C).

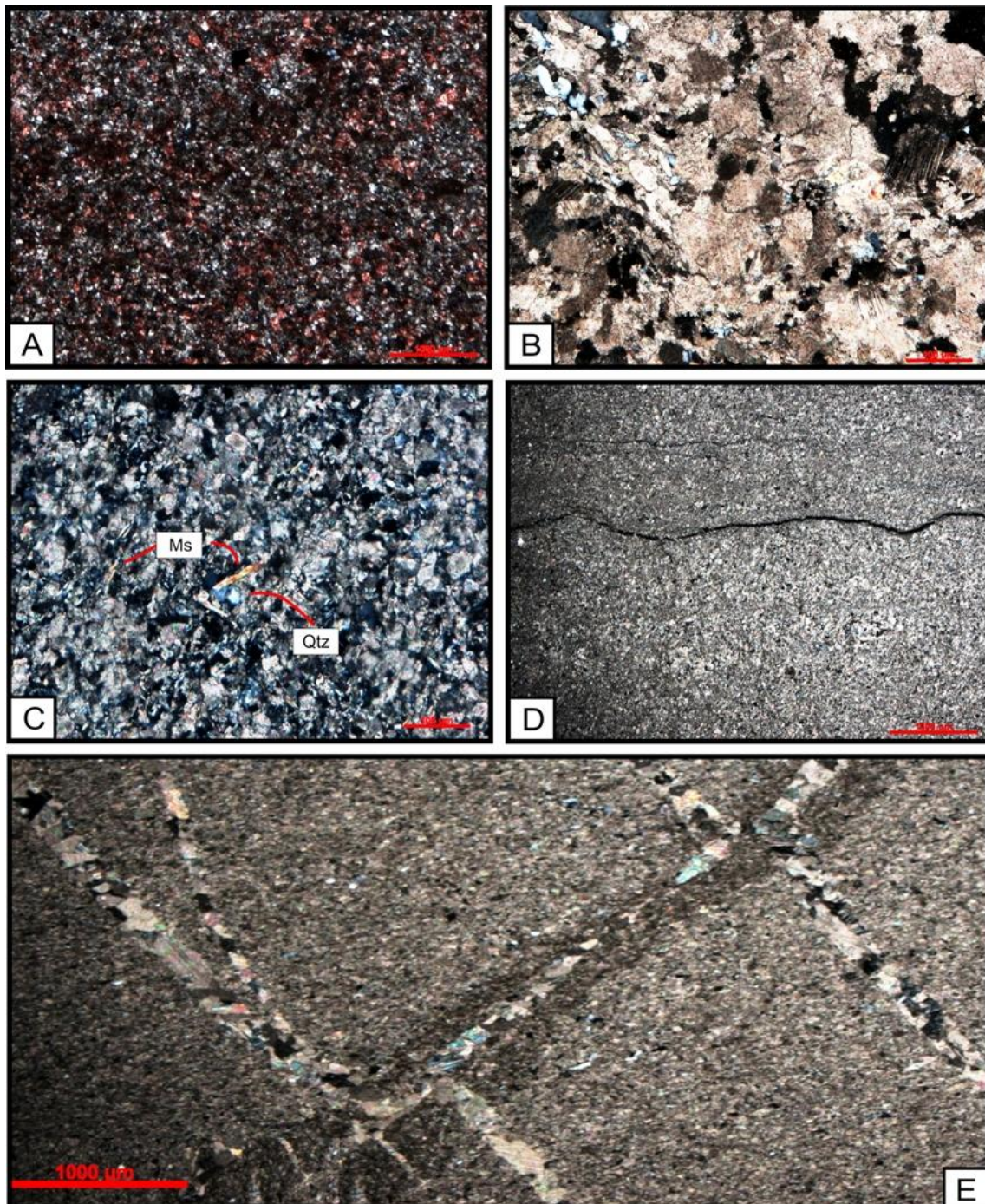
Pode ser observada a presença de estilólitos preenchidos por um material de coloração escura (Figura 22D). Veios de calcita podem ser frequentemente observados, exibem granulação mais grossa que a calcita espática e ocorrem em pelo menos duas gerações, visto que alguns veios deslocam outros (Figura 22E).

Figura 21 - Aspectos petrográficos dos xistos do Grupo Cuiabá. (A) Caráter milonítico desenvolvido, notar que as terminações dos porfiroclastos indicam cinemática sinistral. (B) Destaque para as faixas de muscovita contornando os porfiroclastos de quartzo policristalino.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 22 - Aspectos petrográficos do calcário Guia. (A) Aspecto da rocha, em lâmina, com coloração vermelha devido o tingimento com indicando que o mineral carbonático se trata de calcita. (B) Cristais de calcita com dimensões acima de  $10\ \mu\text{m}$ , consistindo em calcita espática. (C) Grão de quartzo e lamelas de muscovita. (D) Estilólito preenchido por um material escuro. (E) Veios de calcita, notar que os dois veios paralelos são cortados e deslocados por um veio posterior.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Estes calcários não apresentam dolomitização nem poligonização dos contatos entre os cristais, feições estas que segundo Best (2003) indicam temperaturas de transição ou de início de metamorfismo. A análise petrográfica só confirmou a natureza puramente sedimentar do calcário Guia.

Com essas informações, juntamente com os estudos feitos em campo, pode-se concluir que as rochas carbonáticas da Formação Guia, na área estudada, tratam-se de um conjunto de rochas de natureza puramente sedimentar, não apresentando nenhuma evidência de metamorfismo, podendo ser classificadas de modo geral como esparito, segundo a classificação de Folk (1974).

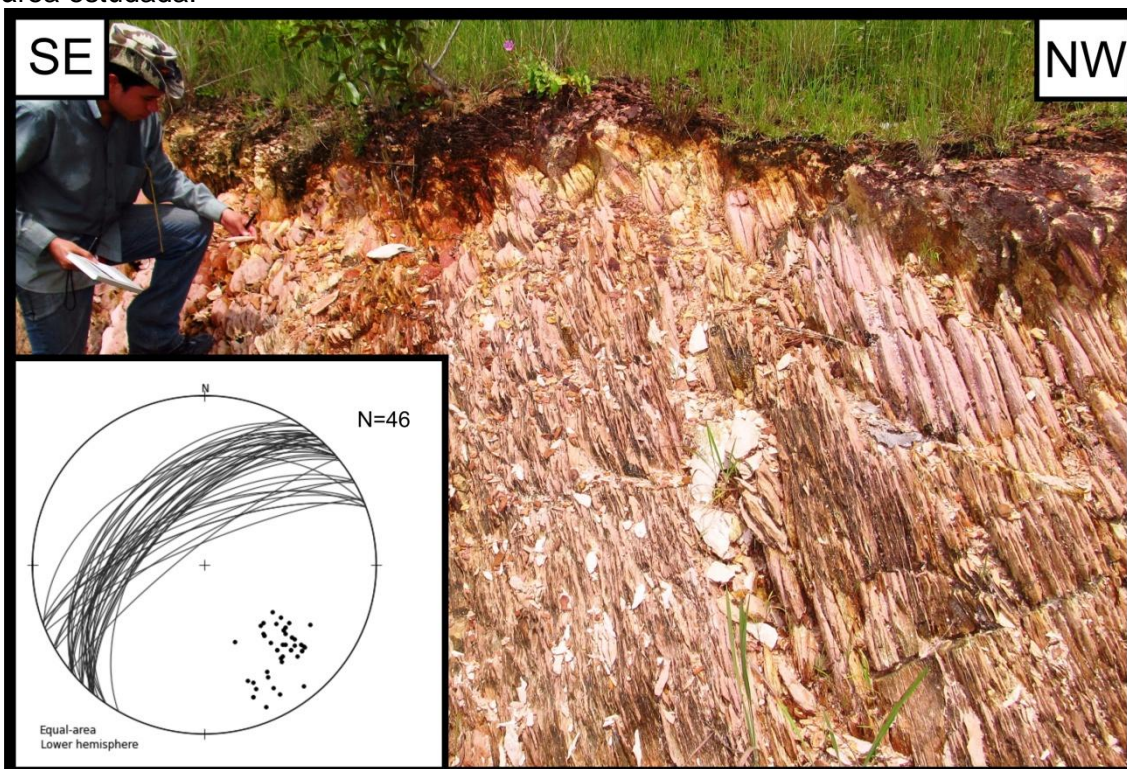
## 6 GEOMETRIA DAS ROCHAS DO SINCLINAL DA GUIA E ADJACÊNCIAS

### 6.1 Foliação

A trama foliada do Grupo Cuiabá é determinada por foliação do tipo contínua média, apresenta direção NE-SW concordante com o *trend* estrutural NE-SW dos principais lineamentos de relevo observados em escala regional (Figura 11), e exibe mergulho médio de 55°- 60° para NW (Figura 23), variando de 40° até mergulhos altos (~75°). A foliação, por vezes, desenha um padrão anastomótico, até porque é comumente perturbada por tramas rúpteis bastante pronunciadas, de direções NE-SW e NW-SE. Veios tabulares e massas irregulares de quartzo com espessuras variando de poucos milímetros a quase 1 metro ocorrem ora truncando, ora paralelos à foliação.

Os veios não se apresentam deformados nessas rochas, indicando que essas estruturas são tardias em relação ao evento que deformou e desenvolveu a foliação nessas rochas.

Figura 23 - Aspecto da foliação contínua média, observada nas rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá. O estereograma mostra a distribuição dos planos e dos pólos para os 46 pontos onde os dados de foliação foram coletados na área estudada.

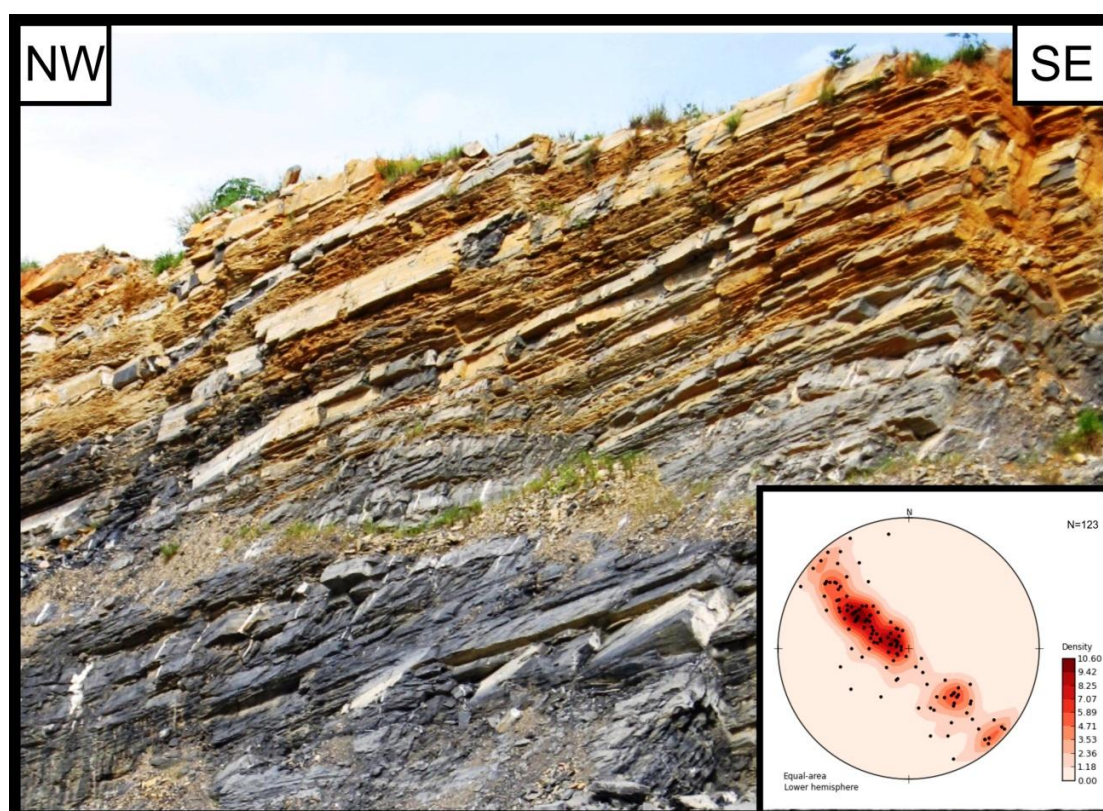


Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.2 Acamamento

Esta feição está registrada, na área, em rochas metassedimentares e nas rochas da Formação Guia. O acamamento tem direção NE-SW com mergulhos baixos a moderados ( $5^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ), até altos ( $65^{\circ}$ - $85^{\circ}$ ) para os quadrantes SE e NW (Figura 24). O acamamento observado nas rochas varia de acordo com o flanco analisado e, em geral, exhibe mergulhos altos quando está próximo de falhas e zonas de falhas.

Figura 24 - Exposição dos calcários da Formação Guia na pedreira “Brita Guia”. O estereograma mostra a distribuição dos dados coletados para os acamamentos na área de trabalho.

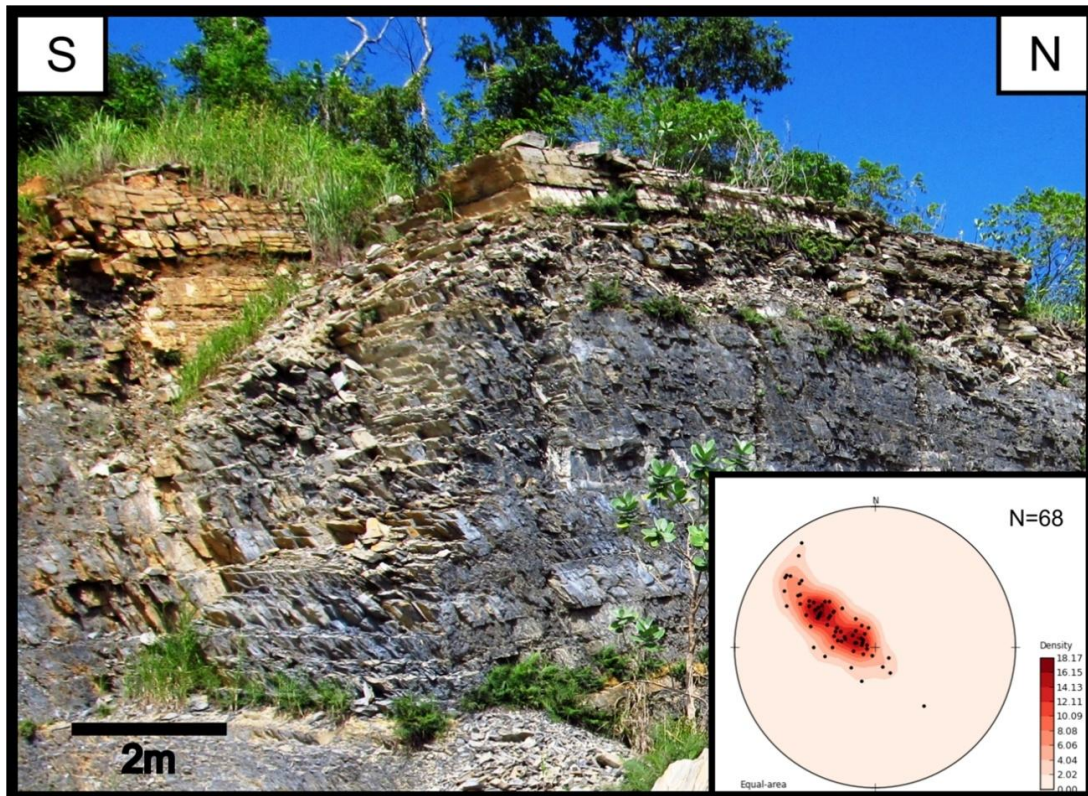


Fonte: Elaborado pelo autor.

No flanco oeste o acamamento pode ser bem observado na mina de calcário “Brita Guia”. Apresenta direção NE-SW com mergulho médio de  $30^{\circ}$  para SE (Figura 25). Contudo, há variações do ângulo de mergulho, controlado por uma disposição espacial caracterizada por domínios relativamente pouco deformados, com ângulos de mergulho baixos a moderados, alternados com zonas intensamente deformadas onde os ângulos de mergulho são altos,

associados com falhas normais e transcorrentes. É importante destacar que o acamamento neste flanco, quando no ou próximo ao contato com os xistos, fica praticamente em posição vertical (Figura 26).

Figura 25 - Camadas de calcário aflorantes no flanco oeste da dobra de Guia (Brita Guia). O estereograma mostra o *trend* principal do acamamento, que apresenta mergulhos baixos e médios para SE.



Fonte: Elaborado pelo autor.

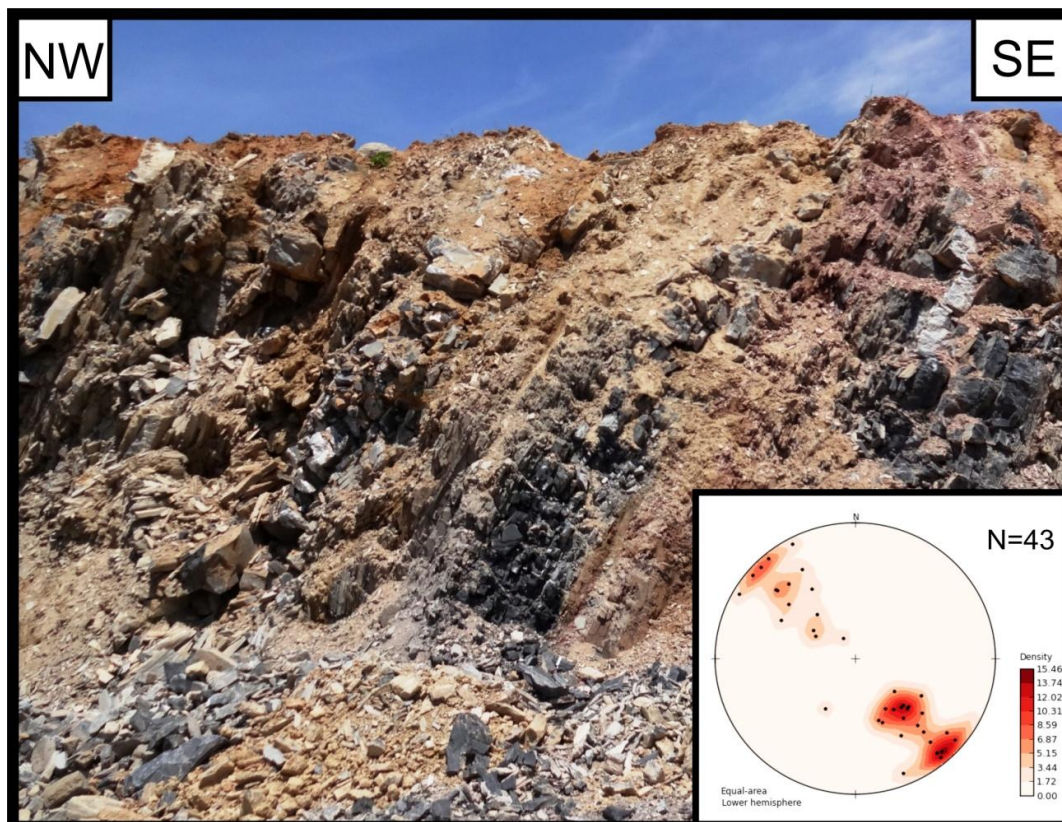
Figura 26 - Camadas de calcário sub-verticais próximo ao contato (contato por falha normal) com os xistos do Grupo Cuiabá.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No flanco leste e na porção interna (mais próximo ao flanco leste) o acamamento tem direção NE-SW com mergulho médio de  $56^\circ$ , mergulhando para NW no flanco, e para NW e SE na porção interna (Figura 27).

Figura 27 - Afloramento na Mina da Votorantim, porção interna da dobra mais próxima ao flanco leste. O estereograma exibe acamamentos com mergulhos médios a altos, predominantemente para NW e subordinadamente para SE.



Fonte: Elaborado pelo autor.

### 6.3 Dobras

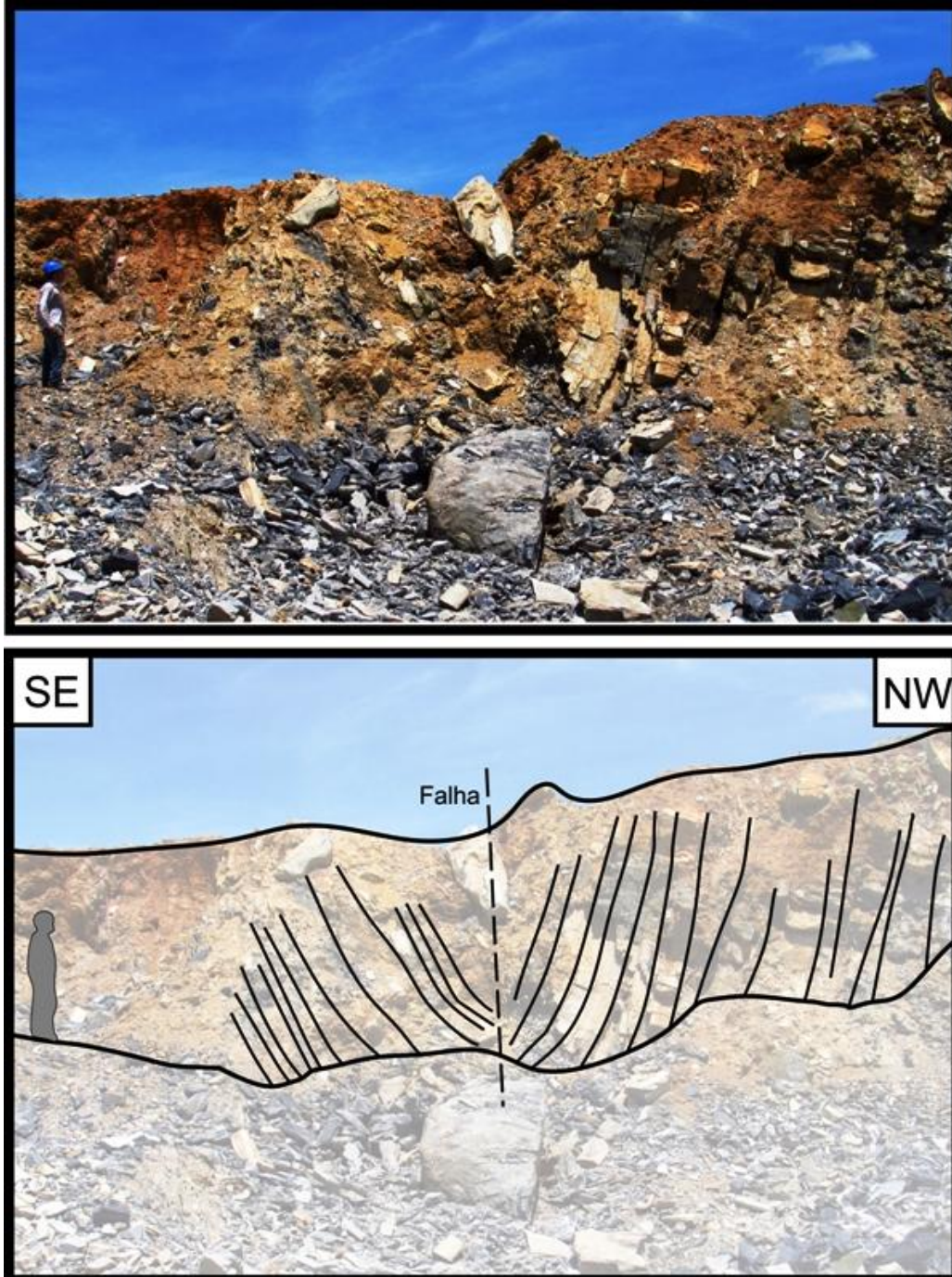
O comportamento do acamamento indica a presença de dobras em escala regional e de afloramento, com eixos orientados segundo as direções NE e SW. A dobra em escala regional é desenhada pela superfície dobrada do acamamento e mostra comprimento de onda aproximado de 2 km.

Em afloramento, as dobras formam arranjos do tipo sinforme-antiforme, algumas exibem geometria do tipo "*chevron*", compatíveis com dobras forçadas de natureza rúptil (Figura 28), e sempre associadas com falhas (Figura 29).

Essas estruturas observadas em calcários na Mina da empresa Votorantim são assimétricas e simétricas e não têm um padrão de vergência consistente. O acamamento dobrado tem direção NE-SW com mergulhos altos para NW e moderados para SE (Figura 30A). Os eixos de dobras são paralelos

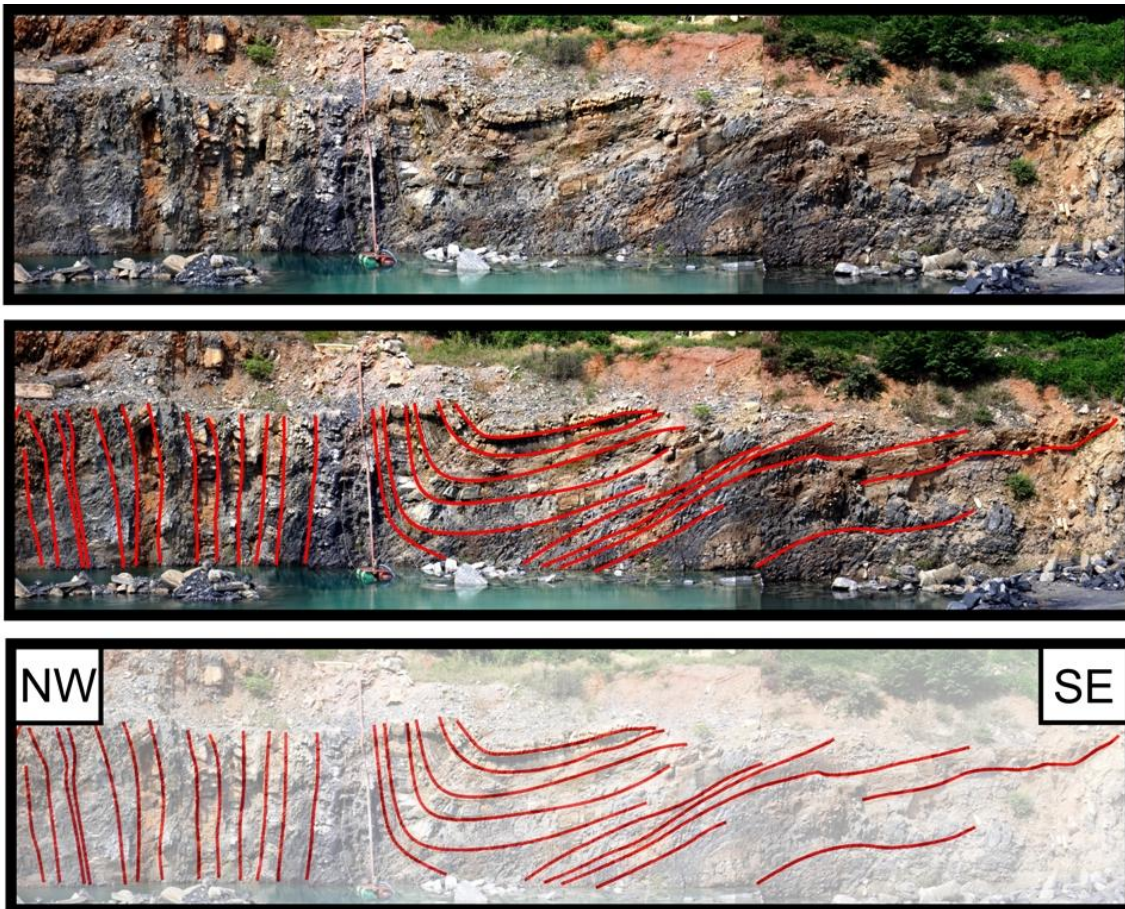
à direção do acamamento e mostram caimento suave para SW e NE (Figura 30B).

Figura 28 - Calcário dobrado em sinforme, observado na mina da Votorantim. Atentar para a geometria em dobra forçada com padrão "chevron".



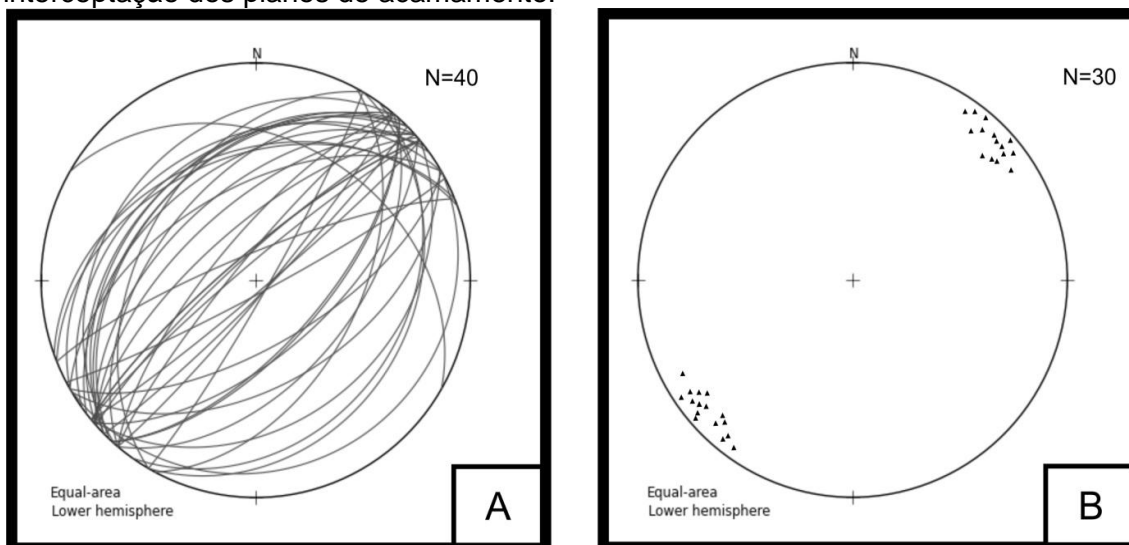
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 - Acamamento dobrado em sinforme do calcário da Formação Guia, exibindo um sinforme. Atentar para a porção esquerda da foto, onde há presença de uma zona de falha associada ao dobramento onde as camadas encontram-se sub-verticais.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 30 - Estereogramas para os planos de acamamento em dobras. (A) Disposição dos planos dos acamamentos. (B) Eixos  $\beta$  das dobras determinados pela intersecção dos planos de acamamento.

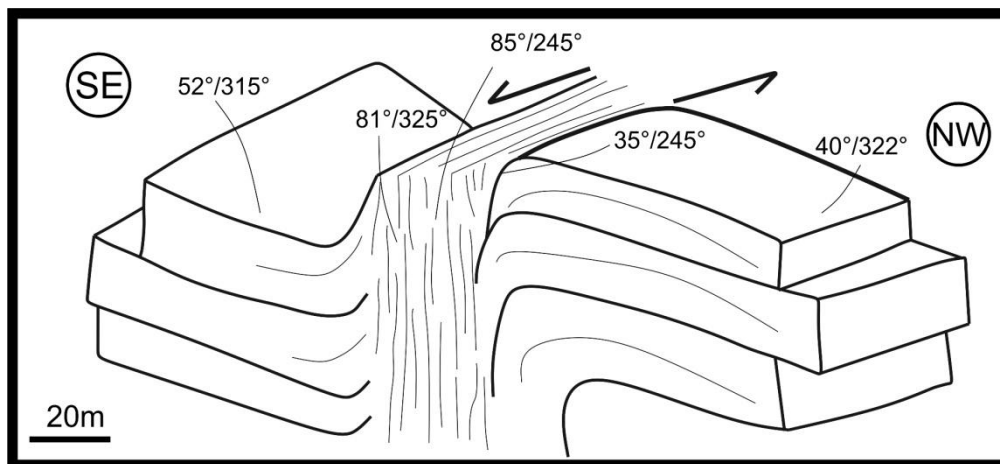


Fonte: Elaborado pelo autor.

O acamamento dobrado dos calcários é interrompido e deformado por falhas e zonas de falhas normais e transcorrentes (Figuras 31 e 32) com espessuras que variam de decimétricas a métricas. As falhas e zonas de falhas têm direção NE-SW e mergulhos altos ( $75^{\circ}$ -  $85^{\circ}$ ) para NW e SE.

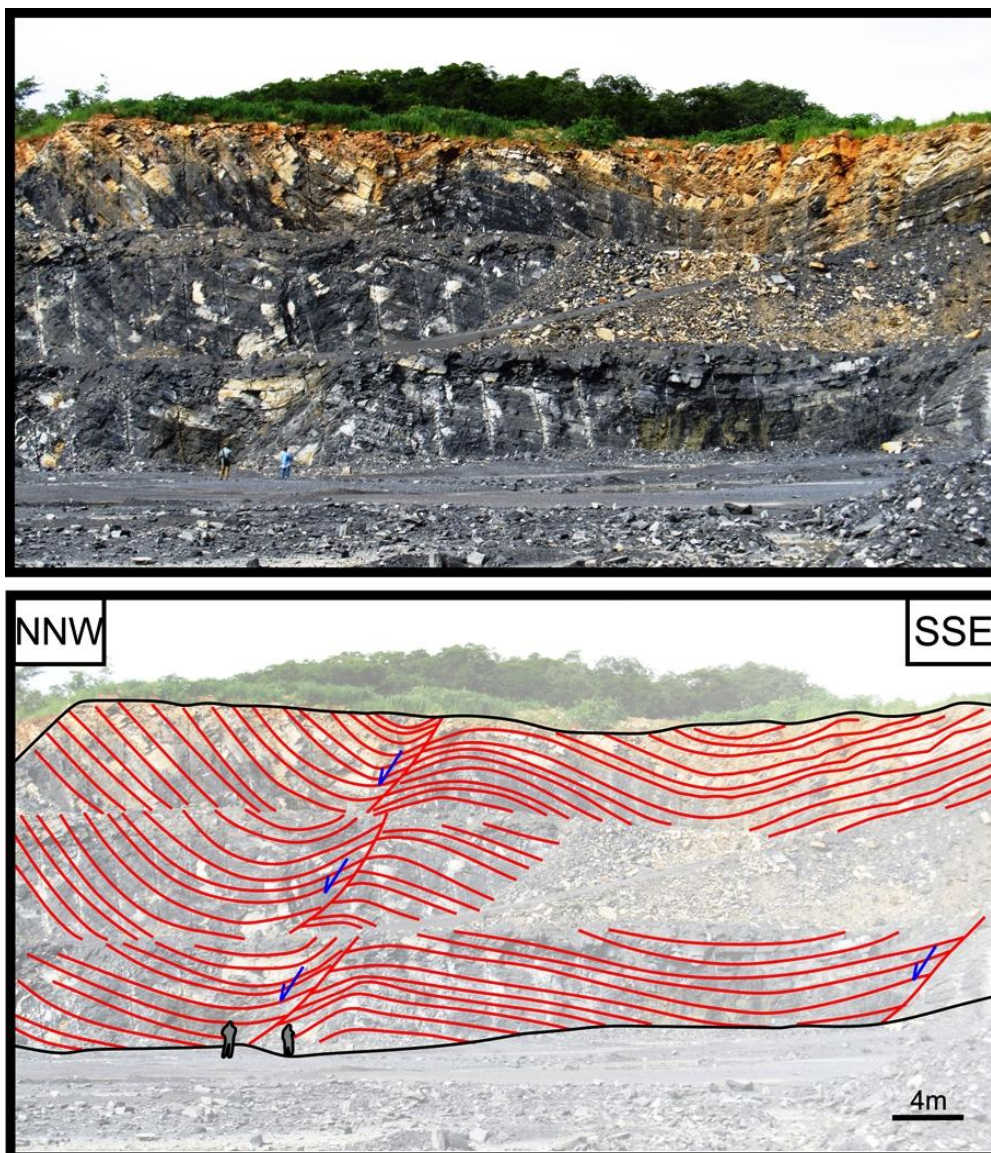
O padrão concordante entre as direções do acamamento, eixos de dobras e planos de falhas sugere a contemporaneidade dos eventos responsáveis pelas suas formações e a natureza rúptil dessas estruturas.

Figura 31- Dobra do acamamento do calcário Guia próximo à uma zona de falha transcorrente sinistral.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 - Afloramento da Mina Brita Guia onde nota-se a dobra do calcário e um forte controle desse dobramento por falhas normais.

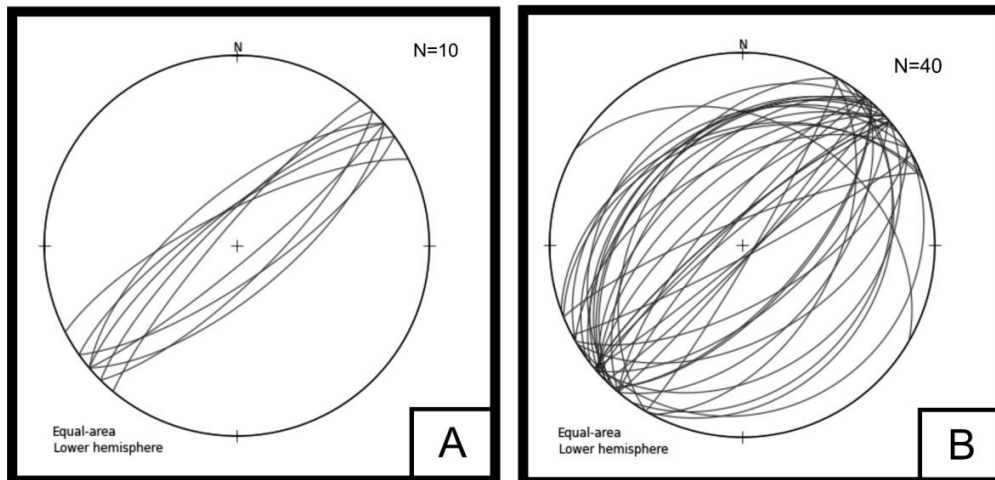


Fonte: Elaborado pelo autor.

#### 6.4 Falhas

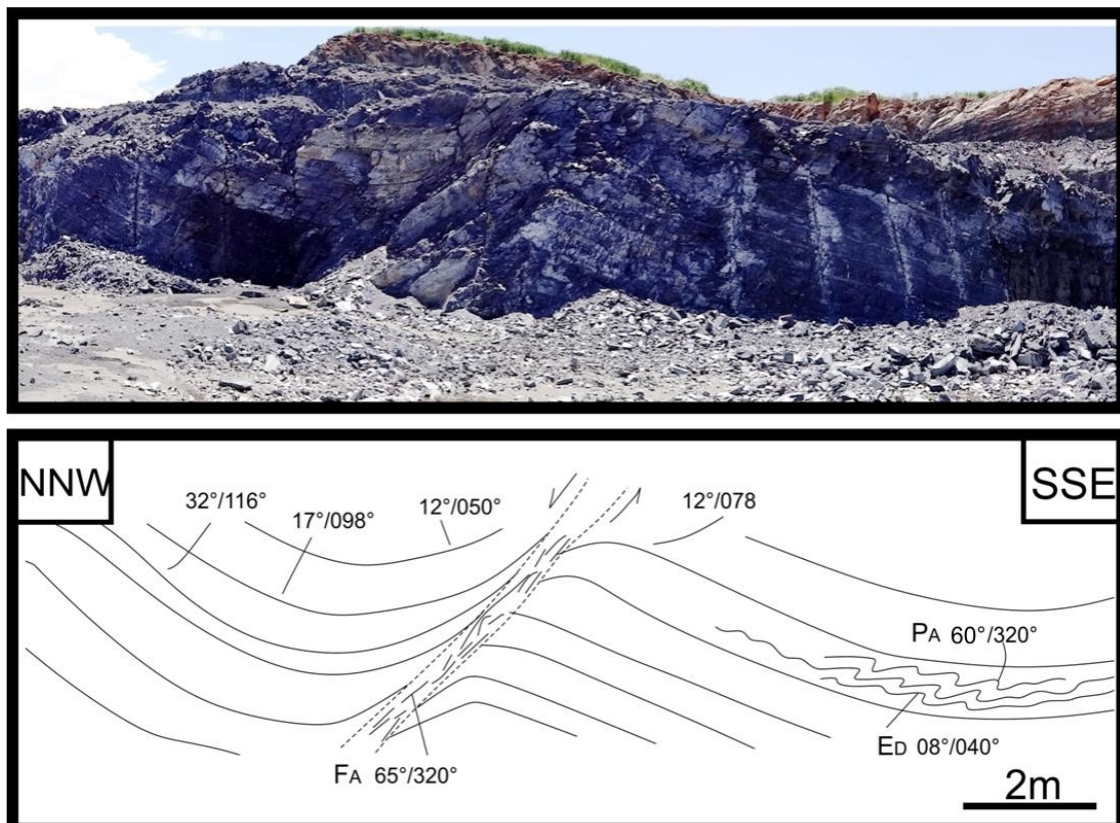
As falhas normais são as mais comuns na área e em geral apresentam componentes transcorrentes (falhas transtensivas) subordinadas. Apresentam direção NE-SW com mergulhos altos para NW e SE (Figura 33A), sendo indicadas por superfícies discretas ou zonas de falhas com espessuras decimétricas (Figura 34). Essas falhas são paralelas à direção do acamamento das rochas carbonáticas (Figura 33B), cortam e deformam o acamamento, com a geração de dobras cujos eixos são paralelos à direção dos planos de falhas.

Figura 33 - Estereogramas que indicam a relação de paralelismos entre a direção dos planos de falha em (A) e entre a direção do acamamento em (B).



Fonte: Elaborado pelo autor.

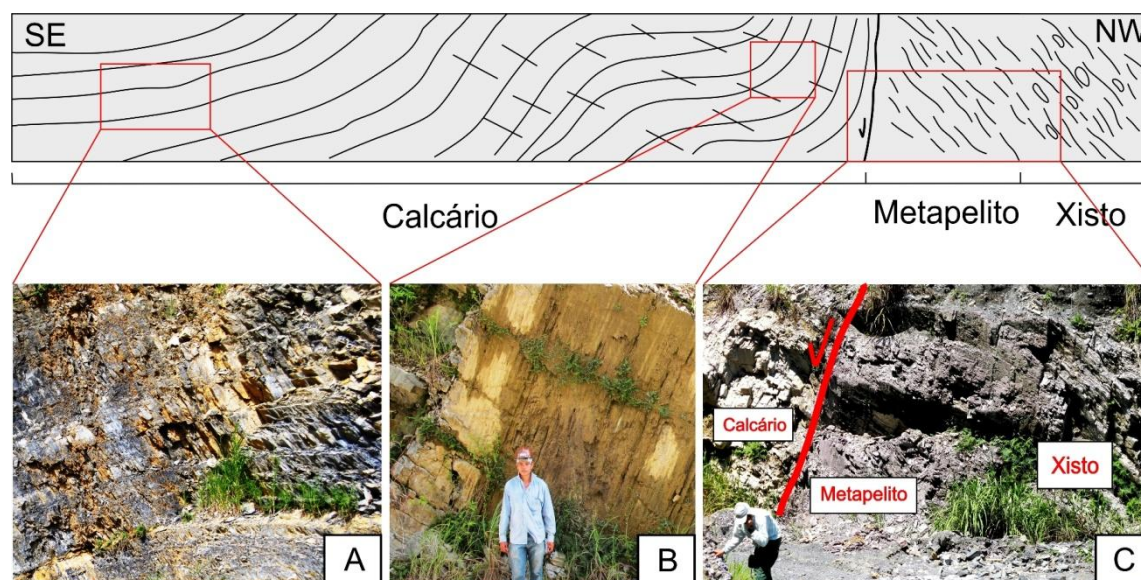
Figura 34 - Falha normal que deforma e dobra as camadas calcário Guia. Atentar para presença de dobras no calcário com plano axial aproximadamente paralelo ao plano da falha.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O contato dos calcários com as rochas do Grupo Cuiabá se dá através dessas falhas como pode ser visto na seção da Figura 35. Observa-se que quanto mais distante das zonas de falha os calcários tendem a exibir camadas com mergulhos suaves, por vezes próximos da horizontal (Figura 35A). Próximo das zonas de falha as camadas mostram valores mais altos de mergulho (Figura 35B).

Figura 35 - Seção do contato observada na Brita Guia. (A) Camadas de calcário mais afastadas da zona de falha exibem mergulhos baixos, quase horizontais. (B) Calcário próximo à zona de falha, com mergulhos altos. (C) Contato entre as unidades por falha normal de alto ângulo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

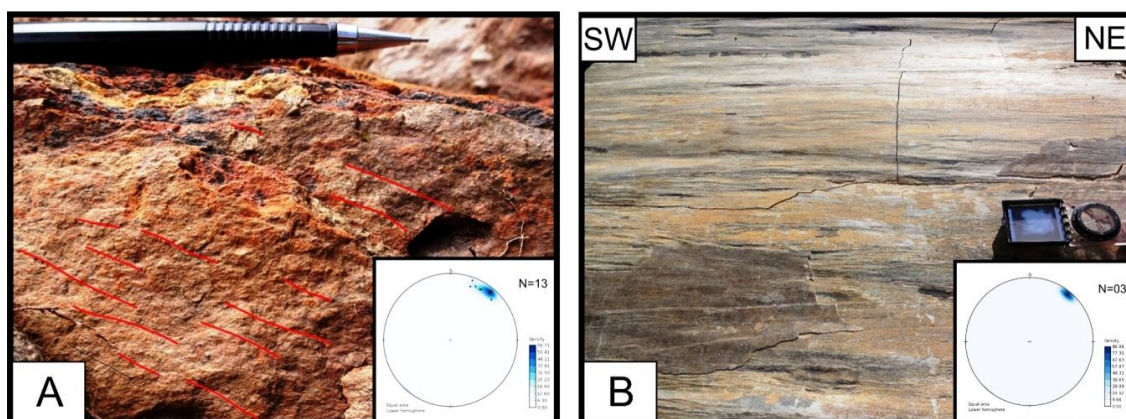
Nas zonas de falha é comum observar camadas próximas da vertical e com acamamento dobrado, no contato entre o calcário Guia e as rochas do Grupo Cuiabá, que ocorre através de falhas normais pode-se observar isso, já que o calcário encontra-se bastante ondulado e quase verticalizado na zona de falha.

Estas falhas normais apresentam fortes componentes transcorrentes que também são paralelas às direções do acamamento. Estrias de falhas, apresentando cinemática sinistral, são comumente observadas (Figura 36B) confirmando a natureza transtensiva das falhas observadas.

## 6.5 Lineações

As linhas medidas correspondem a lineações minerais e *slickenlines*. As lineações minerais foram observadas nos xistos e apresentam atitude média  $08^\circ/040^\circ$  (Figura 36A), porém são estruturas de difícil observação, até mesmo pelo aspecto bastante intemperizado dessas rochas. *Slickenlines* foram observadas nos planos das falhas transcorrentes e transtensivas, geralmente com baixo ângulo de caimento, por vezes subhorizontais, e apresentam atitude média de  $05^\circ/039^\circ$  (Figura 36B).

Figura 36 - Aspecto das linhas observadas na área estudada. (A) Lineações minerais presentes nos xistos do embasamento. (B) *Slickenlines* contidos no plano de uma falha transcorrente sinistral observada na Mina da Votorantim.

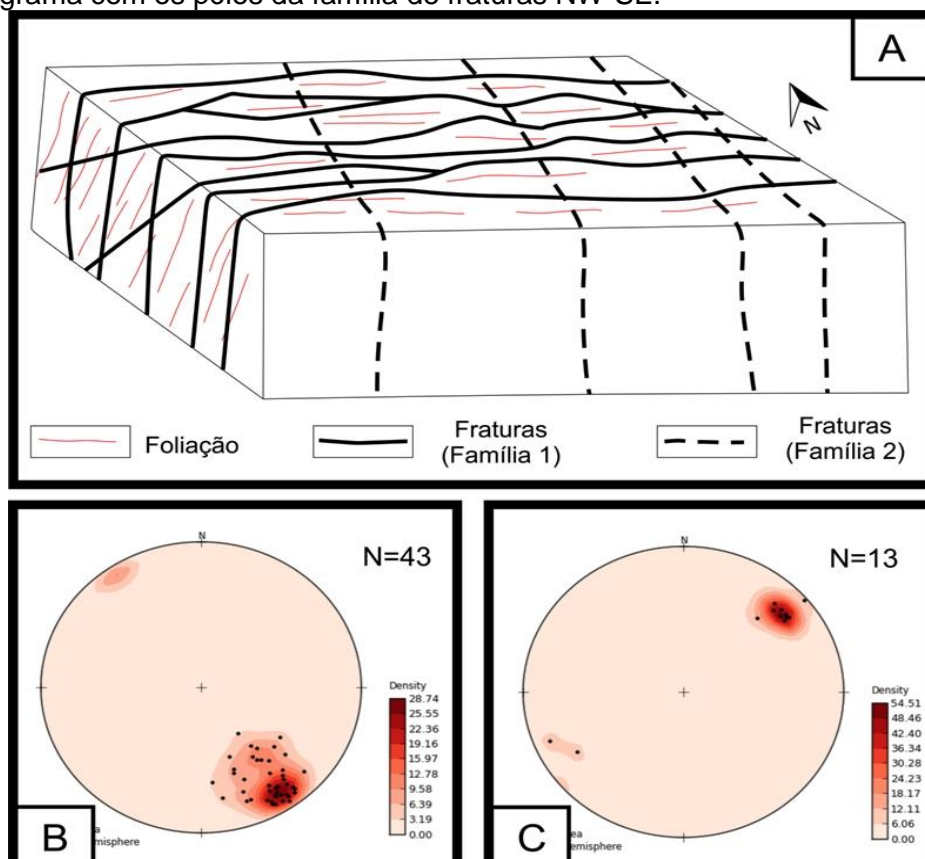


Fonte: Elaborado pelo autor.

## 6.6 Fraturas

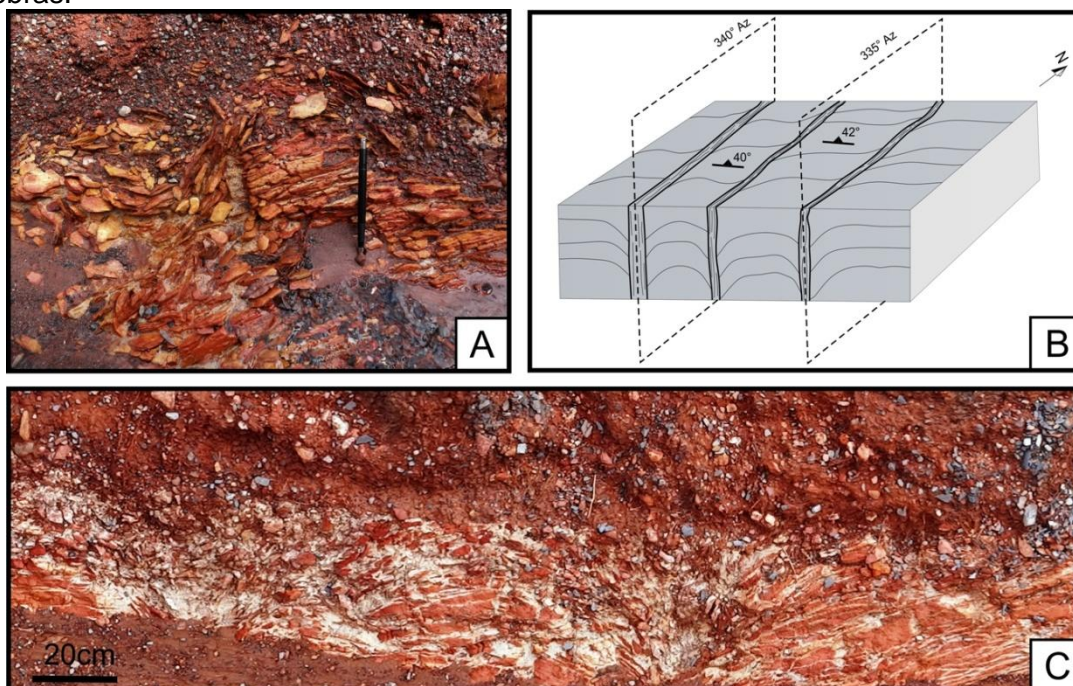
As fraturas observadas nas rochas aflorantes apresentam duas direções preferenciais, uma NE-SW e outra NW-SE, concordantes com o padrão de lineamentos observados na imagem SRTM. As fraturas NE-SW são paralelas às direções das foliações, dos acamamentos e das falhas, são mais antigas que as fraturas da família NW-SE, e em geral apresentam mergulhos altos para NW (Figura 37). As fraturas de direção NW-SE apresentam mergulhos altos para SW, geralmente ocorrem associados com clivagem de fratura e também como *kinks* (Figura 38A), que deformam e dobram a foliação (Figuras 38B e 38C).

Figura 37 -Trama rúptil da área estudada. (A) Bloco esquemático com a distribuição das fraturas. (B) Estereograma com os pólos da família de fraturas NE-SW. (C) Estereograma com os pólos da família de fraturas NW-SE.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 -Aspectos da deformação causada pelas fraturas. (A) *Kink bands* que deslocam a foliação em xistos. (B) e (C) fraturas que deformam a foliação e geram dobras.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 7 DISCUSSÃO DOS DADOS DE CAMPO

A análise geométrica das rochas expostas na região estudada se deu a partir da disposição espacial dos elementos tectônicos observados nestas rochas e da relação da posição geométrica entre a trama dúctil (foliação) do embasamento cuiabá e a trama rúptil (acamamento) das rochas da Formação Guia.

A análise cinemática foi desenvolvida pelo estudo da posição espacial do acamamento, principalmente, nos setores em que esta estrutura exhibe altos ângulos de mergulho ( $>65^\circ$ ), indicativo da presença de zonas de falhas transtensivas.

Por vezes as rochas nas zonas de falhas mostram indicadores cinemáticos (estrias e lineações de estiramento mineral) que permitem definir a cinemática das falhas, (em geral com cinemática sinistral).

Os domínios com maior ou menor intensidade de deformação estão dispostos paralelamente ao "*trend*" regional NE-SW e se alternam entre: (1) setores menos deformados com acamamento com ângulos de mergulho baixos ( $5^\circ$ - $20^\circ$ ), geralmente na porção oeste; e (2) setores mais deformados, com mergulhos altos ( $65^\circ$ - $85^\circ$ ) tanto para SE e NW, principalmente próximo ao contato com as rochas do Grupo Cuiabá.

Os limites entre os setores com baixos e altos ângulos de mergulho são marcados pela presença de falhas normais de alto ângulo ( $>65^\circ$ ) com importantes componentes direcionais, capazes de acomodar maior concentração de deformação, sendo responsáveis pela geração das dobras com geometria sinforme e antiforme em escala macro e mesoscópica.

A posição espacial do acamamento observado nas rochas sedimentares da Formação Guia mostra geometria discordante com a trama foliada do Grupo Cuiabá, enquanto que, em algumas situações, os planos axiais das falhas são concordantes com a foliação do embasamento. Isto pode indicar que a deformação impressa nas rochas da Bacia Paraguai foi controlada pela trama tectônica dúctil (foliação) pré-existente das rochas metassedimentares do Grupo Cuiabá, agindo como superfície de fraqueza capaz de acomodar as componentes de cisalhamento puro e simples durante a deformação.

As estruturas preexistentes atuaram como zonas de fraqueza e foram reativadas durante transtensão, controlando o desenvolvimento localizado de zonas de falhas que acumularam preferencialmente o *strain* durante a deformação.

Além da discordância estrutural também é evidente uma discordância por não-conformidade, já que as rochas do Grupo Cuiabá são xistos com foliação bem desenvolvida e intensamente milonitizados, e as rochas da Formação Guia são de natureza sedimentar.

Interpretações realizadas nos primeiros estudos sobre essa região descreveram esses calcários como metacalcários e os consideravam como rochas metamórficas, formadas junto com os xistos.

Trabalhos mais recentes (NOGUEIRA; RICCOMINI, 2006) e Souza *et al.* (2011) apontam o caráter sedimentar dessas rochas. A análise petrográfica feita neste trabalho converge para essa afirmação, pois os calcários da Formação Guia apresentam características sedimentares, enquanto que as rochas do Grupo Cuiabá se apresentam metamorfizadas, como pode-se observar em campo e em lâmina delgada.

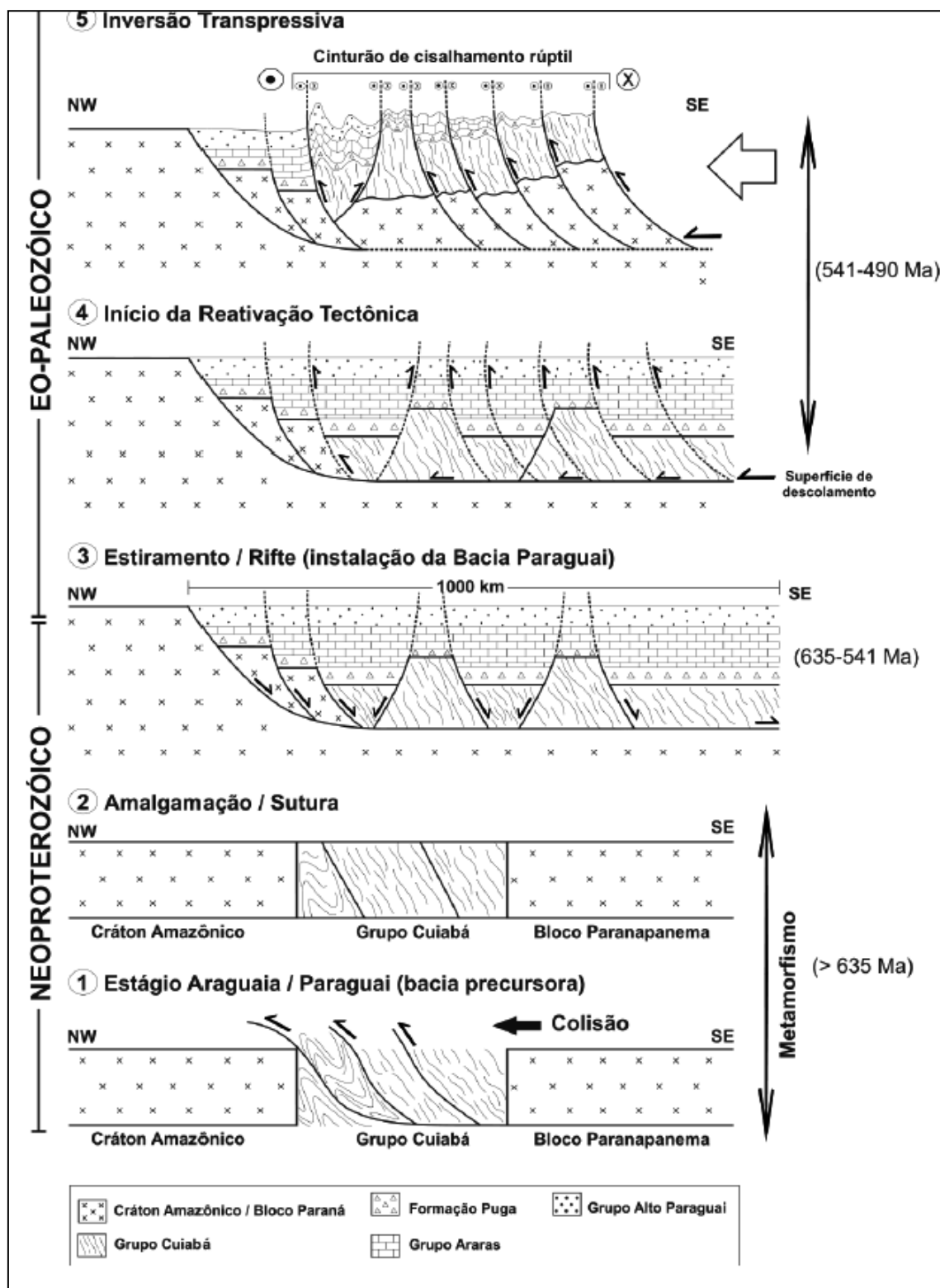
A caracterização de uma discordância estratigráfica entre os xistos e os calcários na Sinclinal da Guia exige uma reinterpretação da história geológica regional, visto que muitos trabalhos, apesar de já abordarem estas unidades como de origens distintas, ainda usam um modelo geométrico e deformacional relacionado a um único evento.

A partir da análise dos dados estruturais obtidos em campo, são apontados dois eventos deformacionais principais: o primeiro evento compressivo, responsável pela geração da foliação xistosa e milonitização das rochas do Grupo Cuiabá; posteriormente, houve a formação de uma bacia onde se depositaram os calcários da Formação Guia. Estes, por sua vez, foram submetidos a um segundo evento deformacional, de caráter rúptil a rúptil-dúctil, onde se instalaram sistemas de falhas transtensivas que deformaram os calcários por dobramentos forçados.

O modelo evolutivo de Souza (2011) apresentado na Figura 39, para o segmento norte da Faixa Paraguai, é concordante com as ideias apresentadas

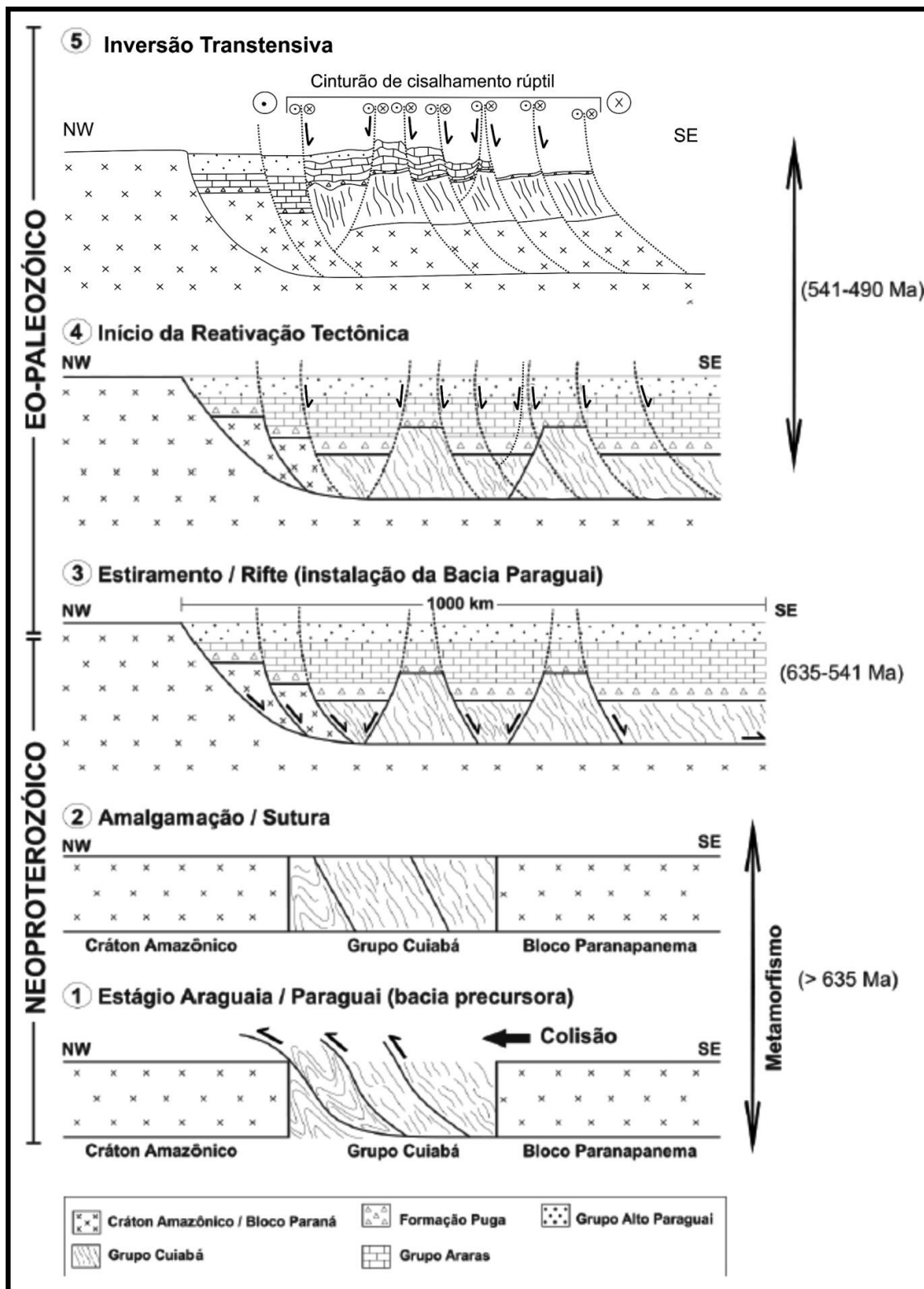
até o estágio 3. Nas etapas 4 e 5 há concordância no sentido de que as estruturas formadas nas rochas sedimentares são grandes falhas de natureza essencialmente rúptil, com alto ângulo e com fortes componentes direcionais. O aspecto discordante nos estágios 4 e 5 é que no modelo de Souza (2011) as falhas são inversas enquanto que na área do Sinclinal da Guia as falhas apresentam predominantemente componentes normais. Um modelo evolutivo adaptado para a área estudada deve ter a configuração como apresentado na Figura 40.

Figura 39 - Modelo evolutivo proposto por Souza (2011) para o segmento norte da Faixa Paraguai.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 40 - Modelo evolutivo adaptado para a área estudada. Nesse sentido a diferença para o modelo adotado por Souza (2011) se dá nos estágios 4 e 5, onde o estilo da deformação rúptil assume caráter transtensivo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

## 8 CONCLUSÕES

Os dados apresentados nesse trabalho, referentes às rochas da região do Sinclinal da Guia e adjacências, sugerem um modelo com dois episódios maiores, distintos, para explicar a disposição geométrica e o arranjo espacial das rochas observadas.

A proposta se baseia em um modelo no qual as rochas da Formação Guia foram submetidas a um evento deformacional tardio, transtensivo, ocorrido após o episódio colisional classicamente descrito para as rochas na área estudada, sendo sustentado por evidências como: **1)** as rochas da Formação Guia apresentam padrão de deformação dominado por dobras forçadas não cilíndricas em arranjos antiforme-sinforme **2)** a ocorrência de estruturas formadas em domínios de deformação rúptil, notadamente falhas normais de alto ângulo, que controlam as variações dos mergulhos dos acamamentos, gerando dobras forçadas **3)** ausência de estruturas de ambiente colisional nos calcários, dificultam a aplicação de um modelo em que os calcários da Formação Guia tenham sido submetidos à tectônica compressiva, em zonas de cavalgamento **4)** observações petrográficas indicam naturezas distintas das rochas do Grupo Paraguai, metamorfizadas, e da Formação Guia (sem metamorfismo).

Dessa forma, as rochas carbonáticas da Formação Guia, na região do Sinclinal da Guia, são aqui interpretadas como uma cobertura neoproterozóica-cambriana afetada por um evento rúptil tardio, de caráter transtensivo, com forte geometria, interferência e controle das estruturas rúpteis com reativação de estruturas do Grupo Cuiabá. Este, por sua vez, deve representar de fato o remanescente da Faixa Paraguai, relacionado ao evento colisional do Neoproterozóico.

## REFERÊNCIAS

- ALKMIN, F.F.; MARSHAK, S.; FONSECA M.A. Assembling West Gondwana in the Neoproterozoic: Clues from the São Francisco Craton region, Brazil. *Geology*. v.29, p.319-322. 2001.
- ALMEIDA, F.F.M. Geologia da Serra da Bodoquena (Mato- Grosso). 1965. 96f. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia - DNPM*, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, n.230, v.230, p. 1-00. 1965.
- ALMEIDA, F.F.M. Geologia do Centro – Oeste matogrossense. 1964. 53f. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia - DNPM*, Ministério das Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1964.
- ALMEIDA, F.F.M. Província Tocantins, setor Sudoeste. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. (Eds). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Blücher, 1984. p. 265–281.
- ALMEIDA, F.F.M. Sistema tectônico marginal do Cráton do Guaporé. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28., 1974, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: SBG, 1974, p.11-17.
- ALMEIDA, F.F.M.; BRITO NEVES, B.B.; CARNEIRO, C.D.R. The Origin and Evolution of the South American Platform. *Earth Science Review*. v.50, p. 77-111. 2000.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y. *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo: Blücher Ltda, 1984, 454f.
- ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B.B.; FUCK, R.A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7., 1977, Campina Grande. *Anais*. Campina Grande: SBG, 1977. p.363-391.
- ALVARENGA C.J.S.; TROMPETTE R. Glacially influenced sedimentation in the later proterozoic of the Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). *Palaeogeografia, Palaeoclimatologia, Palaeoecologia*. v.92, p.85-105. 1992.
- ALVARENGA, C.J.S. Dobramentos da Faixa Paraguai na borda Sudeste do Cráton Amazônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984. Rio de Janeiro: SBG, 1984, p.3258-3271.
- ALVARENGA, C.J.S.; SANTOS, R.V.; DANTAS, E.L. C–O–Sr isotopic stratigraphy of cap carbonates overlying Marinoan-age glacial diamictites in the Paraguay Belt, Brazil. *Precambrian Research*. v.131, p.1–21. 2004.
- ALVARENGA, C.J.S.; TROMPETTE R. Upper Proterozoic glacial environment of the border of Amazonian Craton and its evolution towards the adjacent Paraguay Belt (Mato Grosso, Brazil). In: IGCPUNESCO/ UFMT. *Meeting of earth glacial record*, 260. Abstract and field trip, 1988. p.31-44.

ALVARENGA, C.J.S.; TROMPETTE, R. Evolução tectônica brasileira da Faixa Paraguai: a estruturação da região de Cuiabá. *Revista Brasileira de Geociências*. v.23, n.1, p.18-30. 1993.

BEST, M.G. *Igneous and Metamorphic Petrology*. 2ª ed. Turim: Blackwell Science, 2003. 606p.

CONIGLIO, M.; JAMES, N.P. Origin of fine-grained carbonate and siliciclastic sediments in an early Palaeozoic slope sequence, Cow Head Group, western Newfoundland. *Sedimentology*. v.37, p.215-230. 1990.

DAVIS, G.H.; REYNOLDS, S.J. *Structural geology of rocks and Regions*. New York: Chichester Wiley. 1996, 404f.

FOLK, R.L. *Petrology of sedimentary rocks*. 2ª ed. Austin Hemphil Press, 1974, 182f.

GUIMARÃES, G.; ALMEIDA, L.F.G. *Projeto Cuiabá*. 1972. 72f. Cuibá: DNPM, 1972. (Relatório Final).

HASUI, Y.; TASSINARI C. C. G.; SIGA JUNIOR O.; TEIXEIRA W.; ALMEIDA F. F. M.; KAWAHITA K. Idades Rb-Sr e K-Ar do centro-norte do Brasil e seu significado geológico-geotectônico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37., 1980, Camboriú-SC. *Anais*. Camboriú-SC: SBG, 1980. p.2659-2667.

HENNIES, W.T. *Geologia do Centro-Norte, Mato Grosso*. São Paulo. 1966. 65f. Tese (Doutoramento) - POLI/USP, 1966.

KENNEDY, M.J. Stratigraphy, sedimentology, and isotopic geochemistry of Australian Neoproterozoic postglacial cap dolostones: deglaciation,  $\delta^{13}\text{C}$  excursions, and carbonate precipitation. *J. Sediment. Res.*. v.66, p.1050-1064. 1996.

LIMA, T.M.; MENEZES, R.G.; SILVA, G.D.; BAHIA, R.B.C.; SOUZA JÚNIOR, L.C.; RESENDE, A.V.; MARTINS, E.S.; SAES, G.S.; PINHO, F.E.C.; NEDER, R.D.; SANTOS, A.A.; SANTOS JÚNIOR, W.A.; GOMES, L.P.; SILVA, S.N.; ORMOND, M.M.; GANZER, E.B.; FALEIRO, A.S.G.; JOSÉ, M.R.; MUNIZ, D.H.F.; FREITAS, L.L.; PINHEIRO, J.M. Avaliação de rochas calcárias e fosfatadas para insumos agrícolas do Estado de Mato Grosso. 2008. 202f. CPRM/METAMAT, Cuiabá, 2008.

LUZ, J.S.; ABREU FILHO, W. Aspectos geológico econômicos da Formação Araras do Grupo Alto Paraguai-MT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife. *Anais*. Recife: SBG, 1978, p.1816-1826.

LUZ, J.S.; OLIVEIRA, A.M.; SOUZA, J.O.; MOTTA, J.F.M.; TANNO, L.C.; CARMO, L.S.; SOUZA, N.B. *Projeto Coxipó*. 1980. 136f. Goiânia: DNPM/CPRM, 1980. (Relatório Final).

MACIEL, P. Tilito cambriano (?) no estado de Mato Grosso. *Boletim da SBG*. v.8, p.3-49. 1959.

MCCLAY, K. R. *The Mapping of geological structures*. John Wiley and Sons Ltda. 1991. 474f.

NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C.; SIAL, A.N.; MOURA, C.A.V.; FAIRCHILD, T.R. Soft-sediment deformation at the base of the Neoproterozoic Puga cap carbonate (southwestern Amazon craton, Brazil): confirmation of rapid icehouse to greenhouse transition in snowball earth. *Geology*. v.31, p.613-616. 2003.

NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C. O Grupo Araras (Neoproterozóico) na parte norte da Faixa Paraguai e Sul do Cráton Amazônico, Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. v.36, p.623-640. 2006.

OLIVEIRA, M.A.M. Reconhecimento geológico expedito na região do Alto Paraguai. 1964. 47f. Relatório Interno - Petrobrás-DEBSP, Ponta Grossa, 1964.

PASSCHIER, C.W.; MYERS, J.S.; KRONER, A. *Geologia de Campo de Terrenos Gnáissicos de Alto Grau*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1993, 189f.

PIMENTEL, M.M.; FUCK R.A. Geocronologia Rb-Sr da porção sudoeste do Maciço de Goiás. *Revista Brasileira de Geociências*. v.23, n.2, p.1-8. 1993.

PIMENTEL, M.M.; FUCK, R. A. Origem e evolução das rochas metavulcânicas e metaplutônicas da região de Arenópolis (GO). *Revista Brasileira de Geociências*. v.17, p.2-14. 1987.

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

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais Folha SD.23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. 1982. 660f. Relatório Técnico (v.29) - Ministério de Minas e Energia, Rio de Janeiro, 1982.

RAMSAY, J.G.; HUBER, M.I. The techniques of modern structural geology. Folds and Fractures. *London, Academic P*. v.2. 1987.

RIBEIRO FILHO, W.; LUZ J.S.; ABREU FILHO, W. *Projeto Serra Azul, reconhecimento geológico*. 1975. 55f. Goiânia: DNPM/CPRM, 1975. (Relatório Técnico, v.4).

SILVA, G.G.; LIMA, M.I.; ANDRADE, A.R.F.; ISSLER, R.S.; GUIMARÃES, G. *Mapas de recursos naturais, Projeto Radambrasil, Folha SB.22 Araguaia e partes da Folha SC.22 Tocantins, Geologia*. 1974. Rio de Janeiro: DNPM, 1974. 131p. (Relatório Técnico, v.4).

SOUZA et al. *Projeto Planalto da Serra: Estado do Mato Grosso*. 2011. 33f. CPRM, Cuiabá, 2011.

SOUZA, E. J. *Tectônica pós-colisional e estratigrafia da cobertura neoproterozóica-cambriana da Faixa Paraguai Norte, região de Nobres (MT)*. 2011. 78f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 2011.

STOW, D.A.V. Deep clastic seas. In: READING, H.G. Reading (Ed.). *Sedimentary environments: processes, facies and stratigraphy*. Oxford, Blackwell Scientific Public. 1986. p. 399-444.

TOHVER, E.; TRINDADE, R.I.F.; SOLUM, J.G.; HALL, C.M.; RICCOMINI, C.; NOGUEIRA, A.C. Closing the Clymene ocean and bending a Brasiliano belt: Evidence for the Cambrian formation of Gondwana, southeast Amazon cráton. *Geology*. v.38, p.267-270. 2010.

TOKASHIKI, C.C.; SAES, G.S. Revisão Estratigrafica e Faciologia do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, Baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências*. v.38, n.4, p. 661-675. 2008.

TRINDADE, R.I.F.; D'AGRELLA-FILHO, M.S.; FIGUEIREDO, F.T.; FONT, E.; BABINSKI, M.; NOGUEIRA, A.C.R.; RICCOMINI, C. Paleomagnetism of Neoproterozoic cap carbonates from São Francisco and Amazon Cratons, Brazil. In: EGSAGU- EUG. *Joint Assembly, Nice, Geophys. Res. Abstr.*, 2003, v.5.

TROMPETTE, R. *Geology of Western Gondwana (2000–500Ma). Pan-African – Brasiliano aggregation of South America and Africa*. Balkema, 1994, 350f.

TROMPETTE, R.; ALVARENGA, C.J.S.; WALDE, D. Geological evolution of the Neoproterozoic Corumba graben system (Brazil). Depositional context of the stratified Fe and Mn ores of the Jacadico Group. *J. South Am. Earth Sci.*, v.11, n.6, p.587-597. 1998.

TWISS, R.J.; MOORES, E.M. *Structural geology*. New York: Freeman & Company, 1992, 532f.

VIEIRA A. J. *Geologia do Centro-Oeste de Mato Grosso*. 1965a. 58f. - Petrobrás/DEBSP. 1965a. (Relatório Técnico n.303).