

8.2 Aerogamaespectrometria

No mapeamento geológico, em escala regional ou de depósitos minerais (metais raros, base e preciosos), utiliza-se sempre que disponível os dados de dispersão de radioelementos como K, Th e U. Esses elementos são os únicos de ocorrência natural como radioisótopos que produzem raios gama com energia e intensidade suficiente para serem medidos por equipamentos de radiometria. Permite criar esquemas de classificação eficientes e delinear rapidamente as características dos polígonos/áreas de interesse (Silva, 2003). Baseado nesta premissa desenvolveu-se um esquema de classificação hierárquica para a interpretação visual de imagens gamaespectrométricas, dividido em três categorias, baixo, médio e alta.

Os dados coletados são reflexo direto da constituição mineralógica, química e das condições superficiais das rochas avaliadas. Sendo assim, observa-se dispersão desses elementos, condicionada pelo padrão topográfico e também pelas condições climáticas (Dickinson & Scott, 1997). A aquisição é feita em contagem por segundo (cps) e convertido para concentrações dos radioelementos: % para K; ppm para eU, eTh e mR/h para o contagem total.

8.2.1 Produtos Gerados

Os produtos foram gerados através do *Geosoft Oasis Montaj*, são complementares para a cartografia geológica e a utilização visa à melhor definição dos limites de contato entre as unidades mapeadas. Através da identificação da assinatura espectrométrica, pode-se relacioná-las a variações litológicas das rochas hospedeiras ou ao transporte superficial de sedimentos em zonas de alterações.

A metodologia utilizada na interpretação dos dados envolveu: a comparação da imagem correspondente a cada canal discriminado (K, eTheU) com a topografia para estudar a influência do relevo sobre estes dados; a análise do canal de contagem total para a definição de grandes domínios gamaespectrométricos, bem como a análise da contribuição relativa de cada um dos outros canais; o uso de composições em imagem ternária do tipo RGB e CMY, com os canais de K, Th e U, usando o modelo digital de

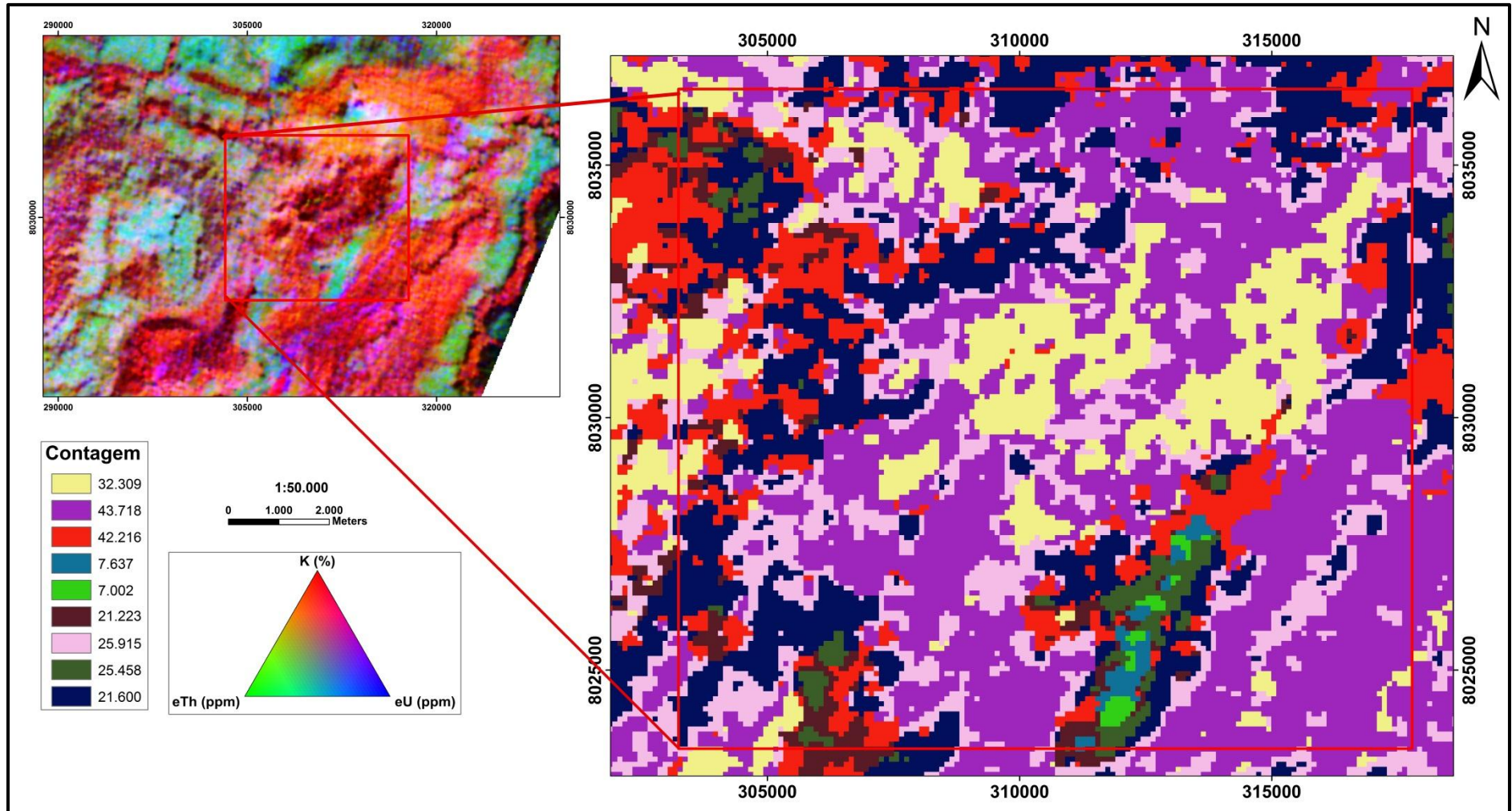
terreno como uma quarta componente e seu estudo espacial para definir unidades e/ou domínios com assinaturas semelhantes; classificação hierárquica supervisionada destes temas na elaboração do Mapa de Interpretação Gamaespectrométrica.

8.2.1.1 Classificação Supervisionada

Utiliza-se o ensaio estatístico para agrupar cada tipo de rocha a um produto preliminar, avaliando-se as principais razões para as variações do sinal radiométrico que são: o teor de água dos solos, o efeito da cobertura vegetal, variações metamórficas, alteração hidrotermal e efeitos de intemperismo superficiais (Martelet *et al.* 2006).

O algoritmo usado para a obtenção do produto trabalha com o valor do pixel da imagem que por sua vez é função direta da assinatura gamaespectrométrica obtida durante o levantamento. Sendo assim as 9 classes estabelecidas (Figura 59) exibem variações de concentrações que não necessariamente correspondem a variações laterais. Para se obter resultado mais condizente com a cartografia geológica estabelecida para a área, esse produto preliminar foi reavaliado, comparado ao mapa geológico e assim realizada interpretação definitiva integrada aos dados geológicos da área. O produto final obtido é apresentado mais adiante no tópico 9.2 de integração litogeofísica com as unidades de mapeamento.

Figura 59- Mapa de classes Radiométricas.



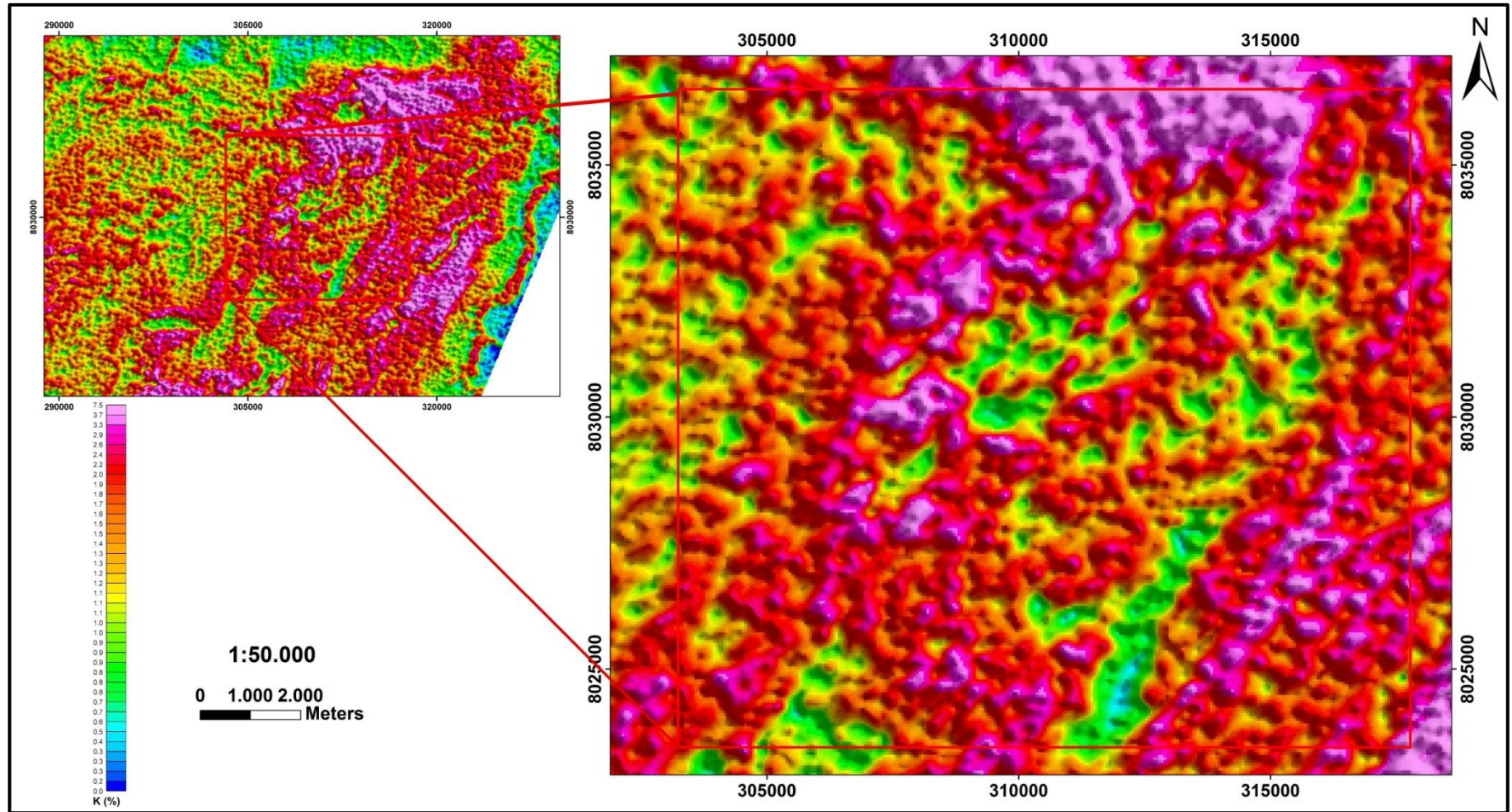
Fonte: O autor , 2015.

8.2.1.2 Canal do K

Na área em estudo, as rochas mapeadas apresentam concentrações variadas no elemento químico K, presente em diferentes fases minerais. A dispersão observada é condicionada pela resistência das litofácies às alterações promovidas pelos fatores intempéricos atuantes (diversas ocorrências de água e ventos). Na maioria dos casos, apresenta alta solubilidade em variadas situações intempéricas. Sendo assim, os altos valores observados refletem rochas que originalmente apresentam elevado conteúdo ou perfis juvenis com fases minerais neoformadas. Os baixos valores refletem rochas com reduzidas concentrações.

Ao avaliar o produto obtido (Figura 60) conjuntamente com o modelo digital de terreno, comparando-o e integrando a cartografia geológica realizada, tem-se claramente para os metapelitos (Ardósia/Metasiltitos) altos valores, reflexo de sua constituição mineralógica e química. Para as unidades com maior conteúdo de sílica (Metaarenito e filito carbonoso) e carbonáticas (Margas e Dolomitos diversos), observa-se redução gradativa na resposta, fato que também condiz com a composição dessas rochas.

Figura 60- Mapa de canal do K.

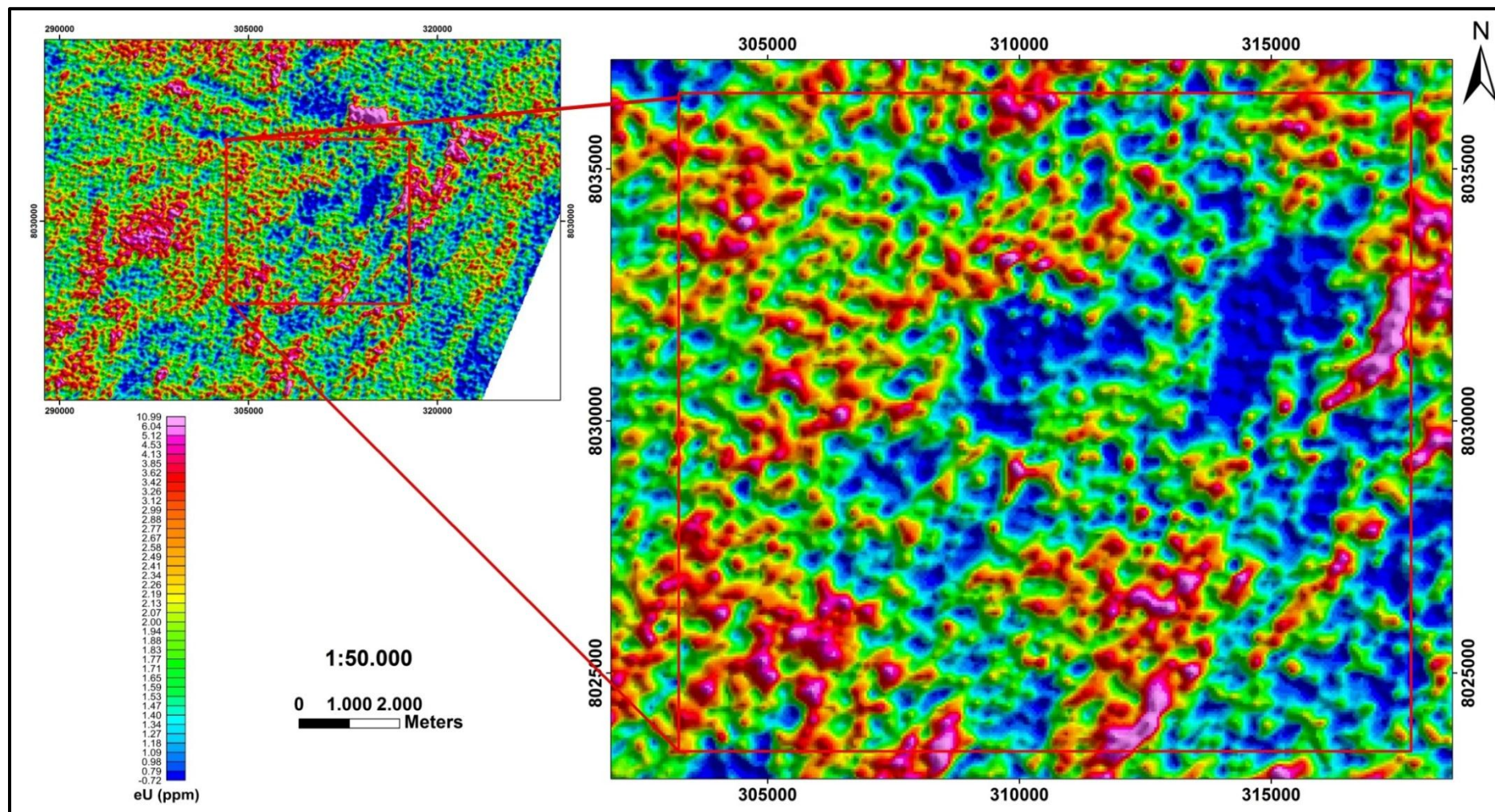


Fonte: O autor, 2015.

8.2.1.3 Canais eU e eTh

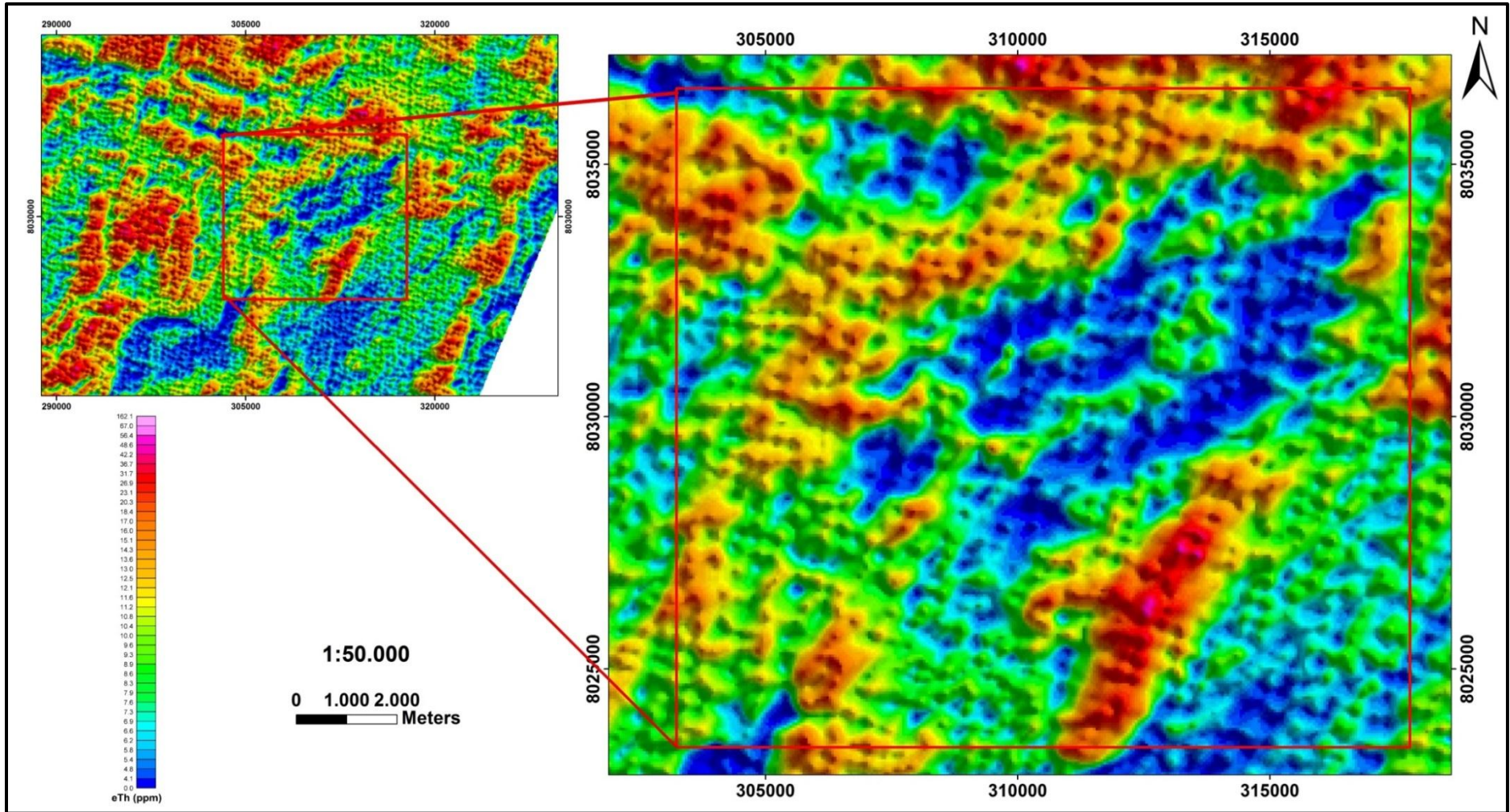
Esses dados auxiliaram na complementação dos domínios litogeofísicos através da avaliação das assinaturas das rochas e comparando-as a cartografia geológica. Foram importantes para melhor definição dos contatos litológicos (Figuras 61 e 62).

Figura 61- Mapa de canal do U.



Fonte: O autor, 2015.

Figura 62- Mapa de canal do Th.



Fonte: O autor, 2015.

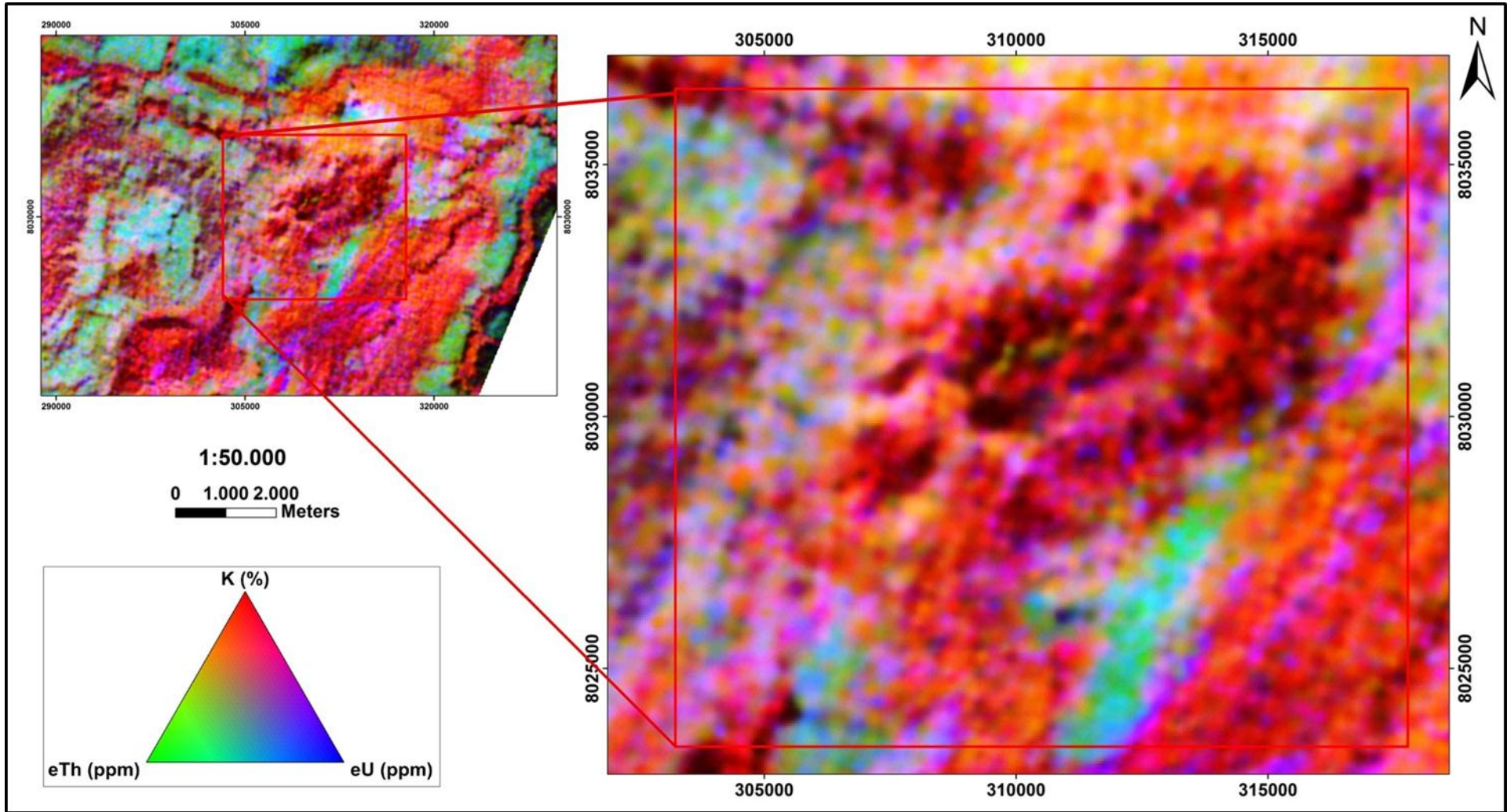
8.2.1.4 Mapa Radiométrico Ternário-RGB (KThU)

O mapa elaborado expressa a razão entre os três canais radiométricos (Figura 63), quais sejam: K: U: Th, cujas variações são indicadas por diferentes matizes de cores. As tonalidades variam entre o vermelho (100% K), azul (100% eU) e verde (100% eTh). A cada canal (K, Th e U) foi atribuída uma determinada cor com sua intensidade, sendo proporcional à concentração dos elementos. O processo de adição das cores que representam cada canal possibilitou uma diferenciação dos diversos litotipos na área de estudo.

Os mapas ternários em RGB (K, Th, U) foram comparados com a topografia, a partir do modelo digital de terreno gerado com os dados de altitude obtido pelo aerolevante geofísico, com o objetivo de observar o efeito do relevo sobre a concentração dos elementos, já que efeitos de intemperismo químico e transporte de materiais devem ser observados para evitar interpretações errôneas. Na área de interesse, não foram visualizados acúmulos anômalos de potássio provenientes da lixiviação deste radioelemento, com exceção das drenagens que acumulam sedimentos provenientes de intemperismo portadores tanto de K como U e Th.

A predominância da cor vermelha indica alta concentração de potássio, enquanto as tonalidades azuis e verdes estão associadas às presenças de urânio e tório, respectivamente. A cor branca simboliza a presença dos três elementos (K, U, Th) e a cor preta ausência dos mesmos. Ao avaliar o mapa geológico, tem-se a relação bem estabelecida entre as unidades de mapeamento e suas respectivas assinaturas gama quantificadas. Essa abordagem é mais bem detalhada mais adiante no tópico 9.2.

Figura 63- Mapa de composição ternária RGB.



Fonte: O autor, 2015.

9 DOMÍNIOS LITOGEOFÍSICOS E UNIDADES DE MAPEAMENTO

Os domínios litogefísicos, tanto magnéticos quanto gamaespectrométricos, apresentaram coerência com os dados da literatura e principalmente em relação à cartografia estabelecida. Embora as relações espaciais de muitos corpos sejam sutilmente divergentes do mapa geológico definido (significativamente menor que uma unidade da escala de mapeamento), é necessário ressaltar que os contatos aqui estabelecidos foram traçados a partir dos mapeamentos realizados e refinados com a integração dos resultados aerogefísicos obtidos.

9.1 Domínios Magnéticos

Os domínios foram diferenciados (Figura 64) de acordo com o gradiente magnético (ASA), diferentes padrões de ocorrência de anomalias (ASA), densidade e orientação dos lineamentos magnéticos (DX, DY e DZ). A partir daí foram feitas as associações com os respectivos corpos de rochas (Figura 65) que geraram as respostas avaliadas e realizadas as interpretações de suas prováveis causas.

9.1.1 Domínio I- Alto Magnético

Nos domínios com altos valores magnéticos foram cartografadas rochas carbonáticas, essencialmente de caráter magnésiano (dolomitos variados) e solos moderadamente desenvolvidos. Na fase de interpretação dos produtos aerogefísicos, após relacioná-los a cartografia geológica estabelecida, não fica claro uma explicação óbvia para os resultados obtidos. A incongruência se dá devido à constituição química das rochas dolomíticas da área não apresentarem minerais de caráter magnético e nem seus respectivos perfis de alteração.

Sendo assim, uma provável causa para essa situação é que o alto magnético esteja associado ao pedum cartografado, mas esse por sua vez não se formou como

alteração dos dolomitos da área, sendo, portanto alóctone e resultado da pedogênese de outras unidades litoestratigráficas (a exemplo do Grupo Mata da Corda). Para esse domínio ocorrem lineamentos em alta densidade, orientados predominantemente na direção NE-SW e eventualmente E-W.

9.1.2 Domínio II- Médio Alto Magnético

Esse domínio apresenta-se bem destacado, provavelmente relaciona-se a variações faciológicas e mineralógicas sutis dentro do pacote de rochas que originaram a alta resposta do Domínio I. Os lineamentos ocorrem em alta densidade predominantemente na direção NE-SW e menos frequente E-W.

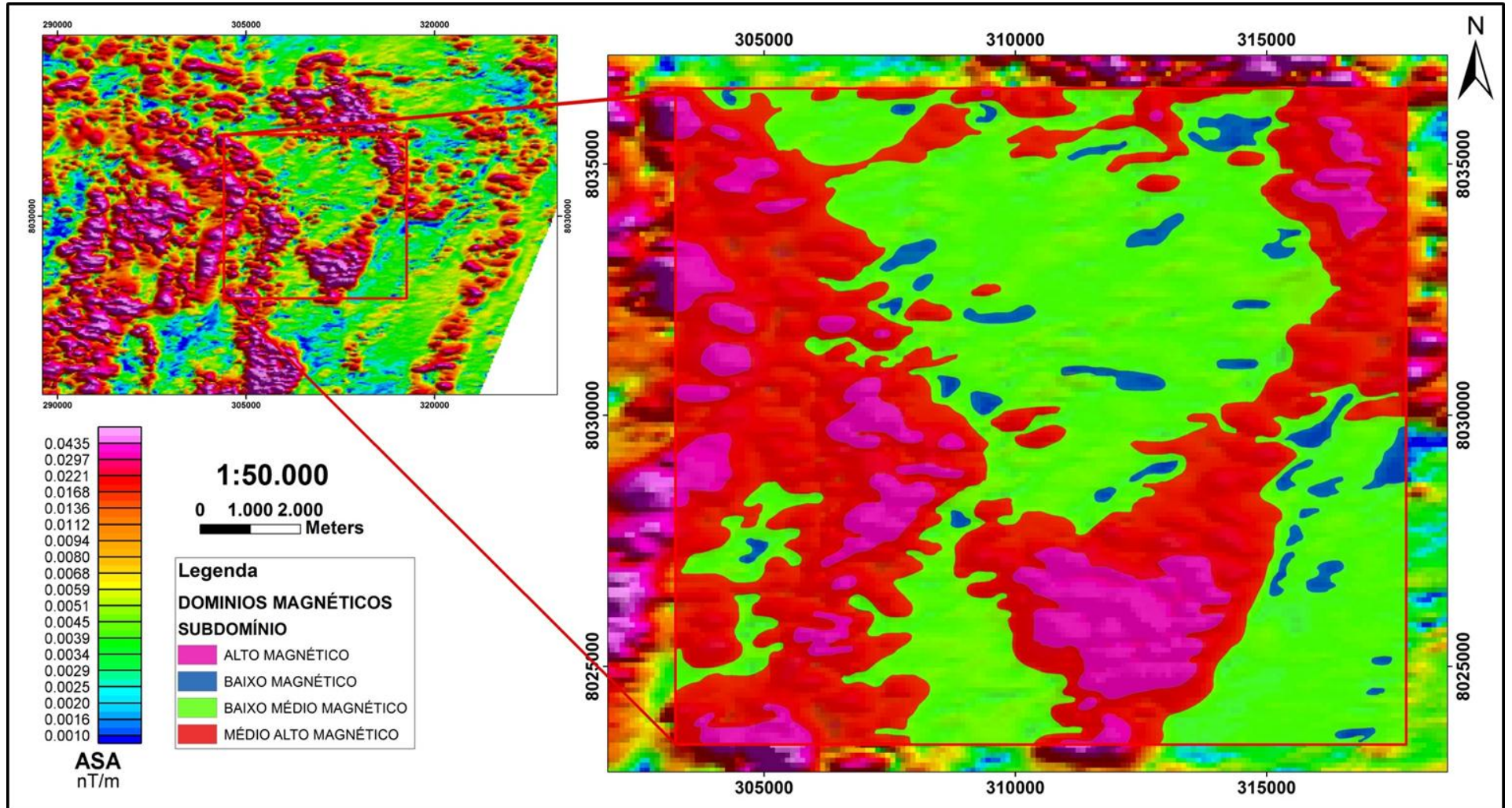
9.1.3 Domínio III- Médio Baixo Magnético

Nesse domínio, os baixos valores observados são associados a rochas essencialmente de constituição pelítica, representadas por 2 unidades de mapeamento distintas: 1) ardósias e 2) filitos com intercalações de quartzito. A avaliação dos resultados é bem congruente, pois não se observa fases minerais com caráter magnético em nenhuma dessas litofácies. Os lineamentos magnéticos ocorrem em média densidade, orientados preferencialmente na direção NE-SW com raras ocorrências E-W.

9.1.4 Domínio IV- Baixo Magnético

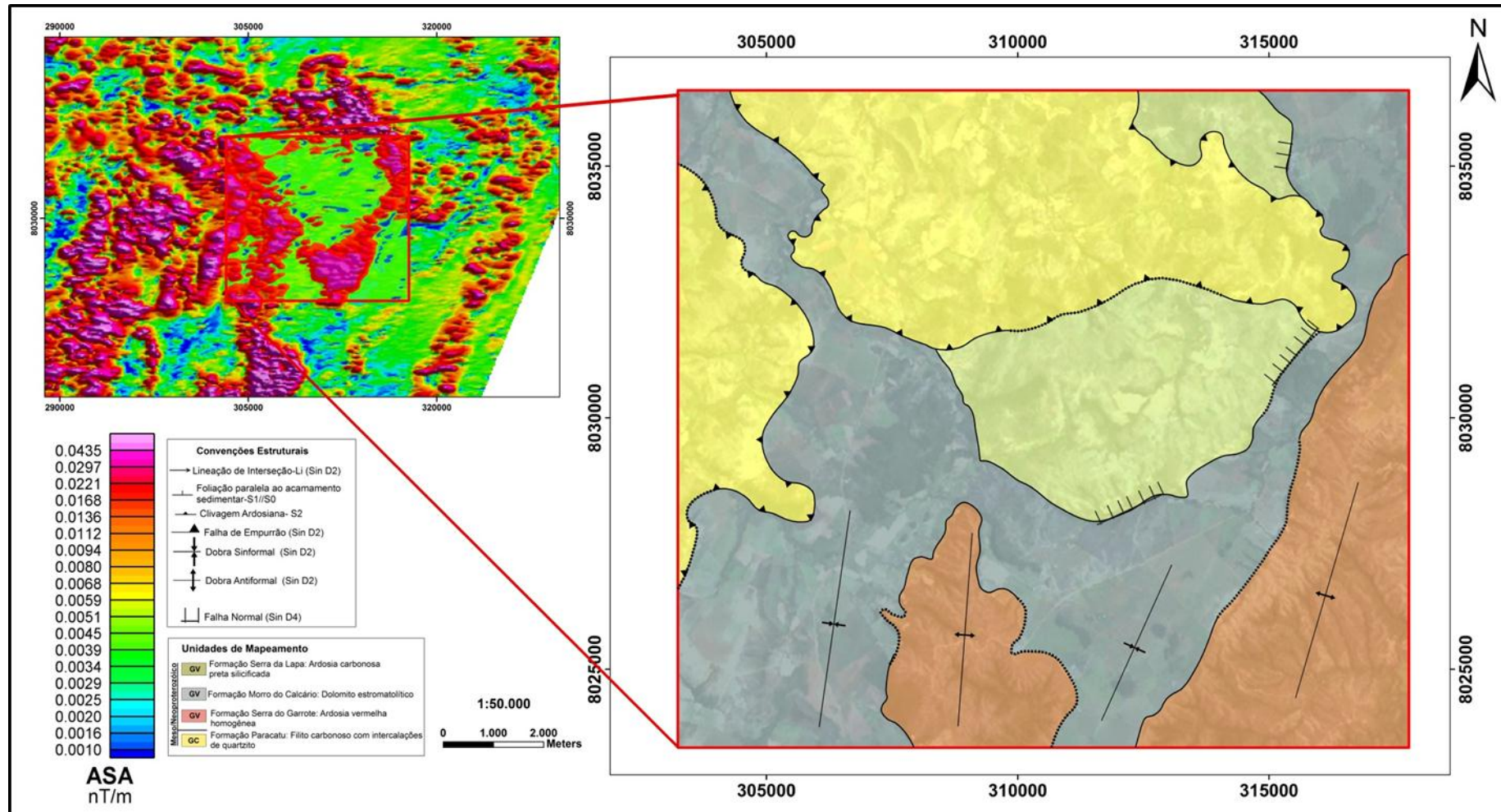
Foi diferenciado devido à ocorrência bem destacada, porém em porções restritas, sendo possivelmente relacionado a anomalias magnéticas dentro do Domínio III.

Figura 64-Mapa de Domínios magnéticos.



Fonte: O autor, 2015.

Figura 65- Mapa de domínios magnéticos e associação com a geologia local.



Fonte: O autor, 2015.

9.2 Domínios Gamaespectrométricos

Para a diferenciação dos domínios, foram avaliadas principalmente variações sutis dentro do canal de contagem total (RGB) e posteriormente comparando-as a assinatura de cada canal individualmente (K, Th e U) a fim de se obter semelhanças nas respostas. A partir daí, obtiveram-se os mapas de contorno (Figura 66).

9.2.1 Domínio I Médio U, Médio Th e Baixo K

É representado pelas rochas de constituição carbonática, em diversas porções por perfis de solo, ambos os materiais gerando assinatura bem marcada. A baixa concentração em K é justificável visto que as rochas em questão são pobres nesse elemento, mas o médio conteúdo em U e Th são controversos, pois as rochas mapeadas também não exibem esses constituintes em suas composições.

Avaliando-se os resultados obtidos, comparando-os a cartografia geológica definida (Figura 67), aos dados da literatura, reforçar-se a hipótese de material alóctone (solo transportado) como fonte dessa resposta. Sendo assim não é clara a relação direta com os extensos pacotes dolomíticos cartografados.

9.2.2 Domínio II- Médio K, Médio U e Baixo Th

A unidade de mapeamento é a mesma do domínio I, porém, a variação na resposta observada possivelmente relaciona-se a variações faciológicas do pacote de metassedimentos.

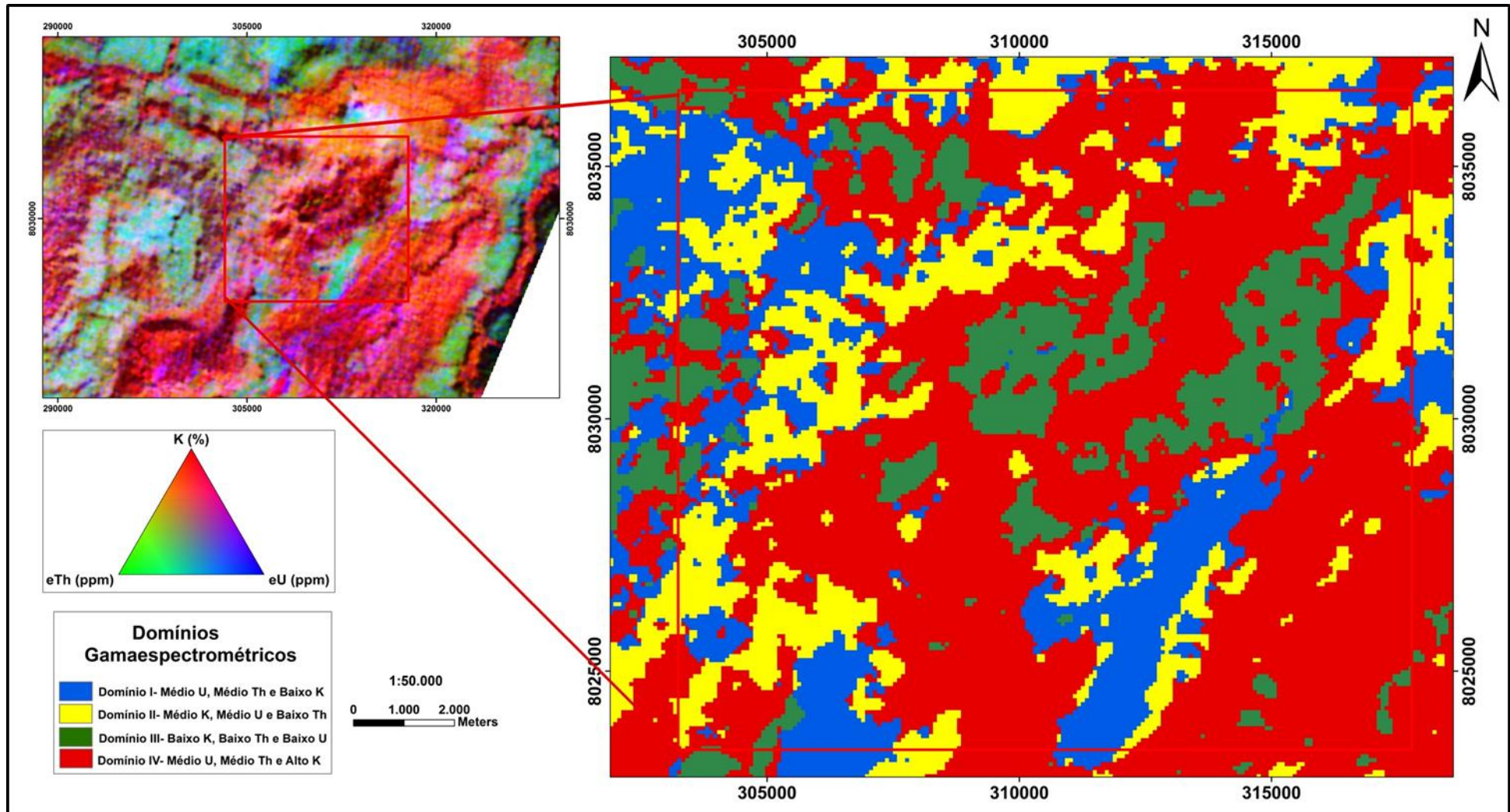
9.2.3 Domínio III- Baixo K Baixo Th e Baixo U

Nesse domínio ocorrem rochas de constituição exclusivamente terrígenas, representadas pelos pacotes de quartzito que ocorrem nos altos topográficos. A assinatura observada é facilmente explicada devido à constituição dessa litofácies ser exclusivamente/predominantemente rica em quartzo (sílica-SiO₂), fato que reflete nos baixos valores dos três radioelementos.

9.2.4 Domínio IV- Médio U, Médio Th e Alto K

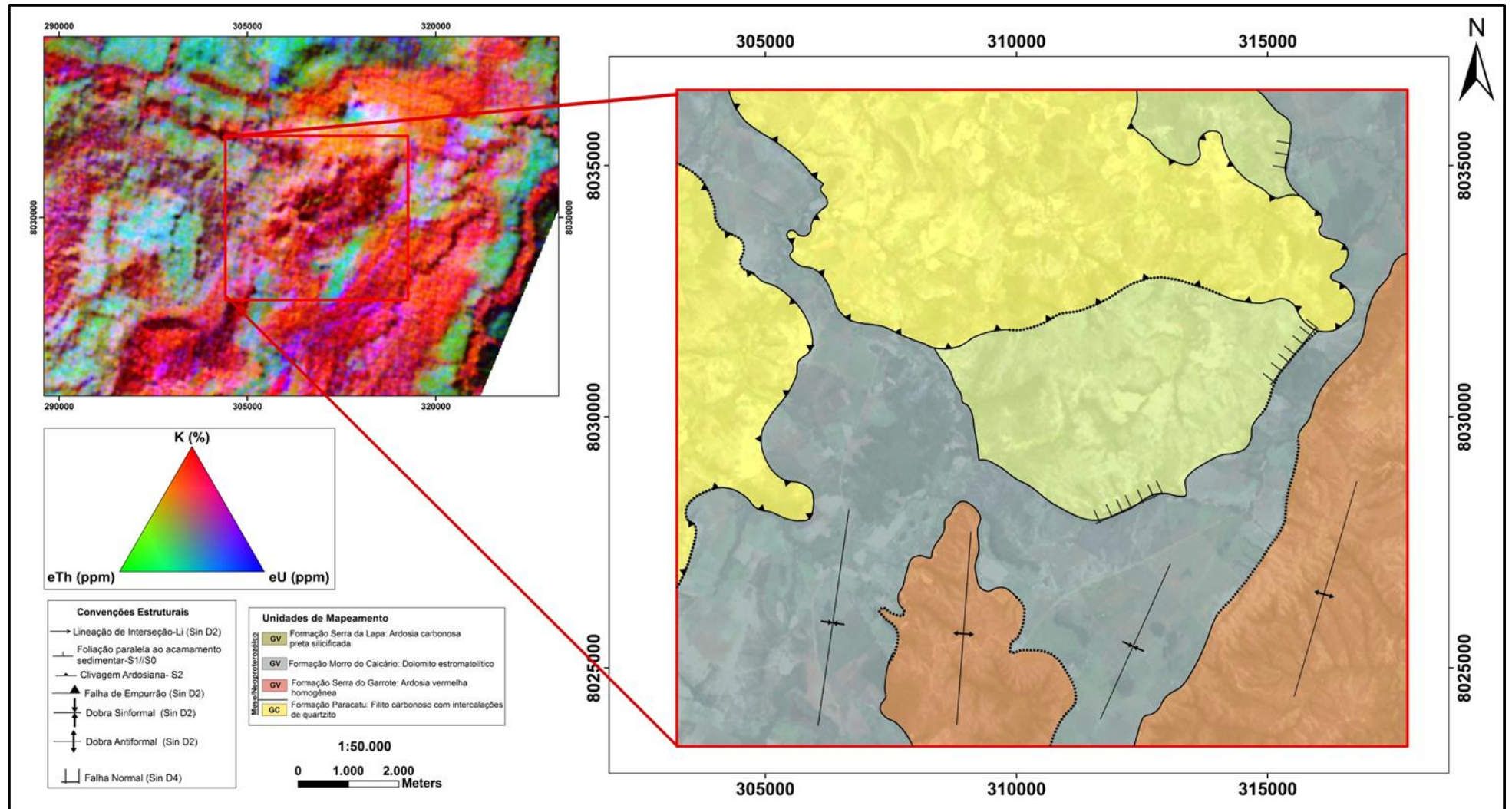
Essa resposta é observada em diversas porções da área e está associada a diferentes unidades de mapeamento: 1) Filito carbonoso com intercalações de quartzito, 2) Ardósia carbonosa preta e 3) Ardósia acinzentada- vermelha quando alterada. Esses litotipos foram agrupados respectivamente na Formação Serra do Garrote- Grupo Vazante, Formação Serra da Lapa- Grupo Vazante e Formação Chapada dos Pilões- Grupo Canastra. Os valores registrados estão relacionados a pacotes predominantemente ricos em K dentro das referidas unidades.

Figura 66- Mapa de domínios gamaespectrométricos.



Fonte: O autor, 2015.

Figura 67- Mapa de domínios gamaespectrométricos e associação com a geologia local.



Fonte: O autor, 2015.

10 DISCUSSÕES

O mapeamento geológico estrutural foi executado em uma área mais ampla que inclui vasta exposição de metadolomitos e metapelitos do Grupo Vazante, além de quartzitos e filitos do Grupo Canastra. Devido ao comportamento rúptil-dúctil dos metadolomitos perante a deformação orogênica em condições de baixo grau metamórfico, há dificuldades no entendimento da evolução estrutural e a hierarquização das fases de deformação. Os Metapelitos apresentam caráter dúctil, com estruturas mais evidentes, porém, com evolução estrutural não menos complexa.

Os metapelitos (ardósias e filitos) registram melhor a evolução deformacional do conjunto através da superposição de dobramentos e foliações. Sendo assim, observou-se melhor correlação entre as estruturas observadas nos metapelitos em relação às observadas nos metadolomitos.

No intuito de implementar o arcabouço estrutural da área e o mapa geológico produzido, foram utilizadas as informações de aerogamaespectometria e aeromagnetometria. Ambos os métodos geofísicos apresentaram resultados que corroboram com o modelo sugerido no mapa geológico. No que tange a estruturação da área, a aeromagnetometria exibiu com clareza a densidade de lineamentos magnético/estruturais, a compartimentação de estruturas dúcteis/rúpteis, além das anomalias magnéticas observadas que possivelmente estão relacionadas as estruturas presentes no mapa como os falhamentos.

Um ponto que merece destaque em relação à geofísica é a presença de rochas carbonáticas (dolomitos) nas zonas com altos valores magnéticos. Esses dolomitos não apresentam fases minerais magnéticas tornando a presença da anomalia positiva desprovida de uma justificativa clara. Desta forma, buscando-se uma explicação plausível, encontrou-se que uma possível causa para essa situação seria a presença de uma cobertura alóctone, ou seja, o pedum cartografado não se formou como produto da alteração dos dolomitos que constituem o substrato do local, mas sim de outras rochas que possuem minerais magnéticos, uma sugestão são as rochas do grupo Mata da Corda.

De modo geral, existe consenso quanto à natureza de algumas estruturas e fases de deformação, sendo algumas propostas mais detalhistas e também mais conclusivas da evolução dos processos geológicos. Os resultados e implicações sobre os eventos

deformacionais regionais, regimes tectônicos e estilo das estruturas originadas, foram sintetizados através da tabela 1, apresentada no capítulo 5.

11 CONCLUSÕES

Constatou-se que a evolução tectônica de áreas com depósitos metálicos que possam estar estruturalmente controlados, pode associar-se a um contexto de empurrões com desenvolvimento de dobras, foliações, falhas transcorrentes e zonas de brechas hidrotermalizadas. Neste contexto, torna-se difícil determinar os locais exatos de precipitação dos metais, o tempo de formação das zonas mineralizadas, a relação de migração dos fluídos metalíferos com as estruturas, a litofácies quimicamente apropriada para ocorrer à precipitação dos metais, a assinatura física (magnética e gamaespectrométrica) das rochas hospedeiras dos minérios e controle tectônico de fechamento das bacias em todos esses mecanismos citados.

Sendo assim, os eventos metalogenéticos estão restritos a localidades específicas com condições extremamente favoráveis para ocorrência e raramente ocorrem em escala regional com amplas áreas de exposição. Essas assertivas servem de incentivo para novas investidas, melhoramentos nas técnicas de aprofundamento do conhecimento geológico e pela necessidade entendimento da gênese de depósitos minerais relacionados a um contexto de evolução complexa.

Devido às complicações litoestruturais enfrentadas, a utilização de microscopia teve importância crucial, pois auxiliou na melhor diferenciação das tramas texturais, compreensão acerca dos detalhes estruturais e subsidiou na definição dos critérios para hierarquização mais exata das fases de deformação que definiram o arcabouço estrutural.

Contudo, as informações produzidas somaram para o melhor direcionamento de novos alvos de detalhamento, aprimoraram a elucidação das problemáticas estruturais abordadas bem como enfatizaram as vantagens da utilização de ferramentas aerogeofísicas na implementação das interpretações. A cartografia realizada refinou o acervo de dados acerca dos limites entre as unidades mapeadas bem como direcionou nas correlações com a litoestratigrafia regional.

11.1 Correlação da Litoestratigrafia Local e Regional

Na área de estudo ocorrem diferentes unidades de mapeamento compostas por litotipos de natureza psamo-pelítica e também carbonática. Essa variedade de rochas para alguns casos foi distinguível sem maiores dificuldades, porém, também houve situações de litofácies muito similares muitas vezes sem ocorrência de estruturas sedimentares ou tectônicas, texturas e paragênese que fossem diferenciáveis em campo (macroscopicamente).

De modo geral, houve predomínio de ocorrência de rochas siliciclásticas com afloramentos menos frequentes de litotipos de natureza carbonática. A ocorrência de rochas composicionalmente e reologicamente semelhantes associada a porções da área com ausências de afloramentos foram problemas a serem solucionados. Sendo assim, para definir uma classificação adequada dos litotipos, foi indispensável à caracterização criteriosa das fácies, bem como análise das variações laterais, respectiva perfis de alteração, controles topográficos e estruturais.

Depois de concluídas as repetitivas análises das informações levantadas, em posse da classificação proposta, foram inevitáveis as associações das rochas mapeadas com as unidades litoestratigráficas historicamente definidas (Dardenne, 2000; Misi *et al* 2005) e atualmente corroboradas (Rodrigues *et al* 2011). Sendo assim, para a área de estudo e seguindo o empilhamento proposto na literatura atual da base para o topo concluiu-se que:

- 1) A unidade de mapeamento filito carbonoso com intercalações de quartzito assemelha-se a Formação Paracatu e foi assim correlacionada;
- 2) A unidade de mapeamento ardósia vermelha homogênea é correlata a Formação Serra do Garrote;
- 3) A unidade de mapeamento dolomito estromatolítico associa-se a Formação Morro do Calcário e
- 4) A unidade filito carbonoso silicificado pertence à Formação Serra da Lapa.

Cabe ressaltar que o empilhamento presente na área mapeada não condiz com a estratigrafia reconhecida na literatura atual (Dardenne *et al* 2000; Rodrigues, 2008). Segundo estes autores, para as unidades do Grupo Vazante reconhecidas na área mapeada, o empilhamento apresentaria a ardósia vermelha na base, seguida dos dolomitos que seriam cobertos pela formação Serra da Lapa. No entanto, após o mapeamento geológico e confecção

dos perfis geológicos, observou-se que os filitos carbonosos silicificados encontram-se sobrepostos pelos dolomitos.

Buscando-se uma justificativa para esse fato, foi possível associar a presença dos dolomitos brechados, presentes exclusivamente nos pontos próximos ao contato com as rochas da Formação Serra da Lapa à presença de um (uns) falhamento(s) normal (is), de forma que o bloco à oeste fora abatido em relação ao bloco adjacente, sobrepondo os carbonatos aos metapelitos. Devido a diversos fatores como relativa ausência de afloramentos dos filitos carbonosos silicificados e dos dolomitos, e principalmente elevado grau de intemperismo apresentados pelos dolomitos não foi possível definir a geometria exata da(s) falha(s), bem como suas dimensões e persistência.

Para as rochas do Grupo Canastra (filitos carbonosos com intercalações de quartzito da Formação Paracatu), o contato com as demais unidades se dá através de empurrões que sobrepõem a todas as unidades do Grupo Vazante, assim como presente na literatura.

11.2 Modelo Estrutural

As estruturas mapeadas apresentam morfologia e orientações distintas, além de registros de superposição. A disposição dessas estruturas com atitudes variadas poderiam estar associada a mudanças nos campos de esforços tectônicos, situação causada por incrementos deformacionais relacionados a uma mesma fase de deformação.

Contudo, a repetição sistemática entre os estilos estruturais observados, cada qual compartimentado de acordo com os critérios adotados (geometria, relações de corte, orientação e regime tectônico) sugerem uma deformação de caráter progressivo, porém, de natureza polifásica. Essa assertiva enquadra-se com os campos de tensão observados e sendo assim houve a necessidade de hierarquização de acordo com um modelo mais complexo.

A compartimentação adotada para a definição do arcabouço estrutural da área guiou-se pela reconstituição geométrica, cinemática observada e controle estatístico dos padrões estruturais identificados, sendo a evolução definida coerente com as direções de esforços e encurtamento regionalmente descritos pela literatura (D`el-Rey Silva et al. 2011; Uhlein et al 2012). Sendo assim,, a proposta adotada é plausível e mais condizente com os modelos de

evolução tectono-estrutural vigentes no segmento Meridional da Faixa Brasília (Valeriano et al. 2004, 2008, D`el-Rey Silva et al. 2011; da Silva et al 2012).

Na área de estudo foi possível identificar diferentes estruturas que caracterizam quatro fases deformacionais. A seguir são enumeradas estas fases e apresentadas as estruturas mais marcantes em cada uma delas na área. :

Fase D1 – Geração da foliação S1 paralela ao acamamento sedimentar S0.

Fase D2 – Formação da clivagem ardosiana designada de S2, esta clivagem espaçada é observada exclusivamente nos metapelitos.

Fase D3 – Clivagem de crenulação, S3. Assim como a estrutura anterior só pode ser observada nos metapelitos.

Fase D4 – Tectônica de caráter rúptil que condiciona falhas normais que invertem a estratigrafia conhecida para as rochas do grupo Vazantes.

Estas fases estão diretamente relacionadas a diferentes estágios tectônicos ocorrentes durante a formação do arcabouço da Faixa Brasília meridional, conforme explicitado na tabela 3.

Tabela 3- Tabela relacionando estruturas observadas na área de estudo e a evolução geotectônica.

EVOLUÇÃO TECTÔNICA	Fases Deformacionais	Estruturas Geradas	Classificação das Estruturas
Deposição dos sedimentos do grupo Canastra (1 G.a) e Vazante (aprox. 760 M.a.) (Rodrigues, 2008)	X	Acamamento Sedimentar S0	Acamamento Sedimentar, Estruturas Estromatolíticas
Fase precoce de encurtamento crustal-deslocamentos subhorizontais. Simões & Fuck (1984), Simões & Valeriano (1990), Strider (1993), Simões (1995), Seer (1999).	D1	S1//S0	Compactação do acamamento sedimentar- S ₀ , que gera foliação de fluxo intraestratal do tipo clivagem ardosiana - S ₁ paralela (S ₁ //S ₀) Máximo em: 270/21, 7;
Ápice do encurtamentocrustal durante a fase colisional entre paleoplaca do São Francisco-Congo e Paranapanema. (D'el Rey et al, 2011). Idade aproximada = 630 M.a. (Pimentel <i>et al</i> , 1999)	D2	S2	Falhas de Empurrão do Grupo Canastra (Filito Carbonoso-Formação Paracatu) sobre o Grupo Vazante. Formação de Clivagem espaçada- S ₂ oblíqua a S ₁ //S ₀ , localmente paralela (S ₂ //S ₁ //S ₀) e também plano axial de dobras fechadas a apertadas-F ₂ (S ₂ //PA), com orientação NE-SW. Máximo em: 270/21, 7; Ocorrência de Lineação de Interseção- Li (S ₂ -S ₁ //S ₀) entre as foliações geradas. Total de medidas: 46; Máximo em: 253,8/14 4.
Fase Tardi-colisional ao atingir níveis crustais mais rasos	D3	S3	Clivagem de Crenulação que condiciona Kink Bands.; Máximo em 240/68

(Valeriano et al, 1995) Segundo Uhlein, et al 2012, está associada principalmente à acomodação final da tectônica tangencial.			Lineação de Crenulação-Lc <i>down-dip</i> a S ₂ . Máximo em 255/21, 1
Fase pós colisional associada ao colapso do orógeno.	D4	S4	Falha Normal- FN; Clivagem de crenulação relacionada a dobras abertas com eixo NW-SE- S ₄ ; Lineação de Crenulação-LC.

Fonte: O autor, 2015.

11.3 Implicações de Aerogeofísica

A utilização dos dados de aerogeofísica subsidiou na compartimentação estrutural da área bem como guiou no refinamento da cartografia geológica. Os dados dos aerolevantamentos após processados geraram produtos com resolução suficiente para a identificação e interpretação de lineamentos magnético-estruturais bem como auxiliaram na identificação da assinatura gamaespectrométrica e definição dos domínios litogeofísicos.

Os resultados de aeromagnetometria obtidos foram satisfatórios para complementação do arcabouço estrutural, pois enriqueceram a densidade de estruturas e principalmente permitiram a diferenciação das estruturas rúpteis e dúcteis. Já os dados de gamaespectrometria marcaram nitidamente os limites entre as unidades de mapeamento através da quantificação de suas respectivas assinaturas em relação a dispersão dos radioelementos. A abordagem realizada foi através de análises qualitativas e quantitativas, sendo, portanto mais acurado os domínios geológicos-geofísicos assinalados bem como suas implicações para os modelos tectono estruturais e litoestratigráficos estabelecidos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M. Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, 1969, Salvador. *Anais...* Salvador, BA: SGB, 1969. p. 29-46.
- APPOLD, M. S., MONTEIRO, L. V. S. Numerical modeling of hydrothermal mineralization in the Vazante zinc deposit, Brazil: *Geofluids*, v. 9, p. 96-115, 2009.
- AZMY, K.; KAUFMAN, A.J.; MISI, A.; OLIVEIRA, T.F. Isotope stratigraphy of the Lapa Formation, São Francisco Basin, Brazil: Implications for Late Neoproterozoic glacial events in South America. *Precambrian Research*, v. 3-4, p. 231-248, 2006.
- BARROS, F.C.D. *Investigação da possível continuidade da Falha de Vazante a norte da mina de Masa (MG)*. 2007. 70f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2007.
- BARBOSA, O.; BATISTA, M. B.; DYER, R. L.; BRAUN, O. P. G.; SORIANO, C. R.; Arruda, M. e Cotta, J. C. *Projeto Brasília – Goiás*. Relatório final. Rio de Janeiro: Prospec/DNPM, 1969. 225p.
- BRODY, K.B.; KAUFMAN, A.J.; EIGENBRO de, J.L.; CODY, G.D. Biomarker Geochemistry of a Post glacial Neoproterozoic succession in Brazil. In: GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA - ANNUAL MEETING, 2004. Denver, CO. *Abstract...* Denver, CO: [S.n.], 2004.
- CAMPOS NETO, M.C. Litoestratigrafia e evolução paleogeográfica dos Grupos Canastra e Paranoá (região Vazante-Lagamar, MG). *Revista Brasileira de Geociências* v. 14, n. 2, p. 81-91, 1984.
- CLOUD, P.E., DARDENNE, M.A. Proterozoic age of the Bambuí Group in Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, v. 84, p. 1673–1676, 1973.
- DARDENNE, M.A. Geologia do Grupo Bambuí no vale do Rio Paraná (Goiás). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife, PE. *Anais...* Recife, PE: [S.n.], 1978. v. 2, p. 611-621.
- DARDENNE, M.A. The Brasília Fold Belt. In: CORDANI, U.G.; MILANI, E.J.; TOMAS FILHO, A. and CAMPOS, D.A. (Editors). *Tectonic Evolution of South America*. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31., 2000, Rio de Janeiro. *Proceedings of the...* Rio de Janeiro: [S.n.], 2000. p. 231-263.
- DARDENNE, M.A.; FREITAS-SILVA, F.H.; NOGUEIRA, G.S.M.; SOUZA, J.C.F. Depósitos de fosfato de Rochinha e Lagamar, Minas Gerais. In: SCHOBENHAUS, C.; QUEIROZ, E.T.; COELHO, C.E.S. *Principais Depósitos Mineraiis do Brasil*. Rio de Janeiro: DNPM/CPRM, 1997. p. 113-122.

DARDENNE, M.A.; FREITAS-SILVA, F.H., SOUZA, J.C.F., CAMPOS, J.E.G. Evolução tectono-sedimentar do Grupo Vazante no contexto da Faixa de Dobramentos Brasília. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40., 1998, Belo Horizonte, MG. *Resumos...* Belo Horizonte, MG: SBG, 1998. p. 26.

DARDENNE, M.A. & SCHOBENHAUS, C. *Metalogênese do Brasil*. Brasília: Editora UNB, 2001. 392 p.

D'EL-REY SILVA, L. J. H.; OLIVEIRA, I. L.; POHREN, C. B.; TAMIZAKI, M. L. N.; CARNEIRO, R. C.; FERNANDES, G. L. F.; ARAGÃO, P. E. Coeval perpendicular shortenings in the Brasilia belt: collision of irregular plate margins leading to oroclinal bending in the neoproterozoic of Central Brazil. *Journal South Am. Earth Sciences*, v. 32, p. 1-13, 2011.

DIAS, P.H.A. *Estratigrafia dos grupos Canastra e Ibiá (Faixa Brasília Meridional) na região de Ibiá, Minas Gerais*: Caracterização e estudo de proveniência sedimentar com base em estudos isotópicos U-Pb e Sm-Nd. 2011. 124f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

DICKSON, B. L., and SCOTT, K. M. Interpretation of aerial gamma ray surveys—adding the geochemical factors: *AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics*, v. 17, p. 187–200, 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006.

FREITAS S. F. H. & DARDENNE M.A. Evolução Estrutural das Formações Paracatu e Vazante na Região de Paracatu – MG. *Revista Rem*, v.45, p. 57-59, 1992.

FREITAS-SILVA, F.H. & DARDENNE, M.A. Proposta de subdivisão estratigráfica formal para o grupo Canastra no oeste de Minas Gerais e leste de Goiás. In: SIMP. GEOL. CENTRO OESTE, 4. 1994, Brasília. *Anais...* Brasília: SBG-DF/CO, 1994. p. 164-165.

FREITAS-SILVA, F.H.; DARDENNE, M.A. Pb/Pbisotopic patterns of galenas from Morro do Ouro (Paracatu Formation), Morro Agudo/Vazante (Vazante Formation) and Bambuí Group deposits. In: SOUTH-AMERICAN SYMPOSIUM ON ISOTOPE GEOLOGY, 1997, Campos do Jordão, SP. *Extended Abstracts...* Campos do Jordão, SP: [S.n.], 1997. p. 118-120.

FRY, N. *The Field Description of Metamorphic Rocks*. London: Open University Press, 1984. 110p. (Geological Society of London Handbook Series, v. 3).

LASA ENGENHARIA E PROSPECÇÕES S.A. *Levantamento Aerogeofísico de Minas Gerais Área 1- Unaí-Paracatu-Vazante-Coromandel*. Relatório Final do Levantamento e Processamento dos Dados Magnetométricos de Gamaespectrométricos. [S.l.]: Secretaria do Estado de Minas e Energia, ? 72p. (Texto Técnico).

LOWE, C. Applications of the magnetic method in mineral exploration: fundamentals and recent developments. In LOWE, C., THOMAS, M.D. and MORRIS, W.A. (eds.). *Geophysics*

in *Mineral Exploration: Fundamentals and Case Histories: Canadá: Geological Association of Canada*, 1999. p. 131-162. (Short Course Notes, v. 14).

MADALOSSO, A. & VALLE, C.R.O. Considerações sobre a estratigrafia e sedimentologia do Grupo Bambuí na região de Paracatu-Morro Agudo (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30., 1978, Recife, PE. *Anais...* Recife, PE: [S.n], 1978. p. 622-631;

MADALOSSO, A. Considerações sobre a paleogeografia do Grupo Bambuí na região de Paracatu –Morro Agudo (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31., 1980, Camboriú, SC. *Anais...* Camboriú, SC: SGB, 1980, v.2, p. 772-785.

MARTELET, G., TRUFFERT, C., TOURLIÈRE, B., LEDRU, P., & PERRIN, J. Classifying airborne radiometry data with Agglomerative Hierarchical Clustering: A tool for geological mapping in context of rainforest (French Guiana). *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, v. 8, n.3, p. 208-223, 2006.

MATUMOTO, C. *Estudo da inflexão da Serra do Garrote e sua influência na zona de falha de Vazante (MG)*. 2012. 73 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2012.

MCCLAY, K. R., 1967. *The Mapping of Geological Structures*, Wiley, p.163;

MCGLADREY, A.J. *The Integration of Physical Rock Properties, Mineralogy and Geochemistry for the Exploration of Large Hypogene Zinc Silicate Deposits: A Case Study of the Vazante Zinc Deposits, Minas Gerais, Brazil*. 2014. 177f. Dissertação (Mestrado) – Department of Geological Sciences and Geological Engineering, Queen’s University, Kingston, 2014.

MENESES, P.R. *Fundamentos de Sensoriamento Remoto*. Brasília: UnB/IG, 2004. p.138.

MISI, A., IYER, S.S.S., COELHO, C.E.S., TASSINARI, C.C.G., FRANCA-ROCHA, W.J.S., CUNHA, I.A., GOMES, A.S.R., OLIVEIRA, T.F., TEIXEIRA, J.B.G., FILHO, V.M.C. Sediment hosted lead–zinc deposits of the Neoproterozoic Bambuí Group and correlative sequences, São Francisco Craton, Brazil: a review and a possible metallogenic evolution model. *Ore Geol. Rev.*, v. 26, p. 263–304, 2005.

MONTEIRO, L.V.S.; BETTENCOURT, J.S.; JULIANI, C.; OLIVEIRA, T.F. Geology, petrography, and mineral chemistry of the Vazante non-sulfide and Ambrósia and Fagundes sulfide-rich carbonate-hosted Zn-(Pb) deposits, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geology Reviews*, v. 28, p. 201-234, 2006.

MONTEIRO, L.V.S.; BETTENCOURT, J.S.; JULIANI, C.; OLIVEIRA, T.F. Nonsulfide and sulfide-rich mineralizations in the Vazante, Ambrósia and Fagundes carbonate-hosted Zn-(Pb) deposits, Minas Gerais, Brazil—Mass balance and stable isotope characteristics of the hydrothermal alterations. *Gondwana Research*, v. 11, p. 362–381, 2007.

NABIGHIAN, M. N.; GRAUCH, V. J. S.; HANSEN, R. O.; LAFEHR, T. R.; LI, Y.; PEIRCE, J. W.; RUDER, M. E. The historical development of the magnetic method in exploration. *Geophysics*, v. 70, n. 6, p. 33-61, 2005.

PASSCHIER, C. & TROUW, R.A.J. 2. ed. *Microtectonics*. [S.l.]: Springer, 2005. p.367.

PATRUS, M.L.R.A; SANTOS, A.C.S dos; FIGUEIREDO, V.L.S.; MATOS, A.R. e MENEZES, I.C.R. Parcela mineira da bacia do rio São Francisco: caracterização hidroclimática e avaliação dos recursos hídricos de superfície. In: PINTO, C.P e NETO, M.A.M. (ed). *Bacia do São Francisco: geologia e recursos naturais*. Belo Horizonte: SBG-MG, 2001. p. 285-326.

PEREIRA, L.F.; DARDENNE, M.A.; ROSIERE, C.A.; PEDROSA-SOARES, A.C. Evolução geológica dos grupos Canastra e Ibiá na região entre Coromandel e Guarda-Mor, MG. *Geonomos*, v. 2, n. 1, p. 22-32, 1994.

PIMENTEL, M.M., DARDENNE, M.A., FUCK, R.A., VIANA, M.G., JUNGES, S.L., FISCHER, D.P., SEER, H.J., DANTAS, E.L. Nd isotopes and the provenance of detrital sediments of the Neoproterozoic Brasília Belt, central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 14, p. 571-585, 2001.

PINHO, J. M. M.; DARDENNE, M. A. & RIGOBELLO, A. E. Caracterização da Movimentação Transcorrente da Falha de Vazante, Vazante, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36., 1990, Natal., RN. *Anais... Natal, RN: SBG, 1990, v.5, p.2284-2295.*

REEVES, C. V., REDFORD, S. W. & MILLIGAN, P. R. Airborne geophysics: old methods, new images. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON MINERAL EXPLORATION, 40., 1997, Toronto, Canadá. *Proceedings of Exploration...* Toronto, Canada, 1997. p. 13-30.

REEVES, C. *Aeromagnetic Surveys – Principles, practice and interpretation*. 2005.

Disponível em:

<http://www.geosoft.com/media/uploads/resources/technicalpapers/Aeromagnetic_Survey_Reeves.pdf>. Acesso em jan. 2014.

RODRIGUES, J. B. *Proveniência de sedimentos dos grupos Canastra, Ibiá, Vazante e Bambuí – Um estudo de zircões detríticos e Idades Modelo Sm-Nd*. 2008. 141 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

RODRIGUES, J.B.; PIMENTEL, M.M.; BUHN. B.; MATTEINI, M.; DARDENNE, M.A.; ALVARENGA, C.J.S.; ARMSTRONG, R.A. Provenance of the Vazante Group: New U-Pb, Sm-Nd, Lu-Hf isotopic data and implications for the tectonic evolution of the Neoproterozoic Brasilia Belt. *Gondwana Research*, v. 21, p. 439-450, 2012.

ROSTIROLLA, S. P.; MANCINI, F.; REIS NETO, J. M.; FIGUEIRA, E. G.; ARAÚJO, E. C. Análise estrutural da mina de Vazante e adjacências: Geometria, cinemática e implicações para a hidrogeologia. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 32, p. 59-68, 2002.

SHIVES, R. B. K.; CHARBONNEAU, B. W.; FORD, K. L. The detection of potassic alteration by gamma-ray spectrometry – Recognition of alteration related to mineralization: *Geophysics*, v. 65, p. 2001 – 2011, 2000.

SILVA, C.H.; SIMÕES, L.S.A.; DAMÁZIO, W.L.; FERREIRA, S.N.; LUVIZOTTO, G.L. O Grupo Canastra em sua área-tipo, região de Tapira, sudoeste do estado de Minas Gerais. *Geol. USP, Série. Científica*, v. 12, n. 2, 2012.

SLEZAK, P.R.; OLIVO, G.R.; OLIVEIRA, G.D.; DARDENNE, M.A. Geology, mineralogy, and geochemistry of the Vazante Northern Extension zinc silicate deposit, Minas Gerais, Brazil. *Ore Geol Rev*, v.56, p. 234–257, 2014.

SOARES, P.C. & FIORI, A. P. Lógica e Sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*, Campinas, v. 16, n. 32, p. 71 – 104, 1976.

SOUZA, J.C.F. *Litoestratigrafia e sedimentologia da Formação Vazante na região de Coromandel (MG)*. 1997. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1997.

TROUW, R. A. J.; PASSCHIER, C.W. & WIERSMA, D. J. *Atlas of Mylonites and related microstructures*. Berlin: Springer, 2010. p.361.

TUCKER, M. E. *The Field Description of Sedimentary Rocks*. London: Open University Press, 1982. 124p. (Geological Society of London Hand book Series, 2)

UHLEIN, A.; FONSECA, M. A.; SEER, H.J.; DARDENNE, M.A. Tectônica da Faixa de dobramentos Brasília – setores setentrional e meridional, *Geonomos*, v. 20, n. 2, p.1-14, 2012.

VALERIANO, C. M.; PIMENTEL, M.M.; HEILBRON, M.; ALMEIDA, J.C.H.; TROUW, R.A.J. Tectonic evolution of the Brasília Belt, Central Brasil, and early assembly of Gondwana. In: MANTESSO-NETO et al. (eds.) *Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004a. p. 575-592;

VALERIANO, C.M.; DARDENNE, M.A.; FONSECA, M.A.; SIMÕES, L.S.A.; SEER, H.J., 2004b. A evolução tectônica da Faixa Brasília. In: MANTESSO-NETO et al. (eds.) *Geologia do continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. São Paulo: Beca, 2004b. 647p;