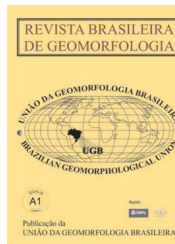


www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 18, nº 3 (2017)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i3.1119>



COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA COMO SUPORTE PARA ESTUDOS DE EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA: APLICAÇÃO NA REGIÃO DA CHAPADA DOS VEADEIROS, GO

GEOMORPHOLOGICAL COMPARTIMENTATION AS SUPPORT TO GEOTECTONIC EVOLUTION STUDIES: APPLICATION AT THE CHAPADA DOS VEADEIROS REGION, BRAZIL

Marco Antônio Caçador Martins-Ferreira

*Instituto de Geociências, Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal, CEP: 70.910-900, Brasil
Email: martinsmarco@gmail.com*

José Eloi Guimarães Campos

*Instituto de Geociências, Universidade de Brasília
Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, Distrito Federal, CEP: 70.910-900, Brasil
Email: eloi@unb.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):
04/10/2016
Aceito (Accepted):
10/05/2017

Palavras-chave:

Compartimentação
Geomorfológica; Controle
Geotectônico do Relevo;
Chapada dos Veadeiros.

Keywords:

Geomorphological Compartmentation; Tectonic Relief Control; Chapada dos Veadeiros.

Resumo:

Produtos de análises geomorfológicas aliados a informações geológicas são usados como parâmetros para a compartimentação geomorfológica de região orogênica como proposta metodológica de análise prévia aos estudos de evolução tectônica regional. O método é aplicado na região da Chapada dos Veadeiros, GO que foi submetida à orogenia Brasileira no Neoproterozoico. O controle geotectônico do relevo na região estudada é suficientemente marcante a ponto de permitir que este seja um dos principais critérios de análise geomorfológica na área. Os lineamentos principais foram extraídos e classificados de acordo com o tipo de estrutura geradora. O mapa de lineamentos morfoestruturais foi analisado de acordo com suas relações de corte. Para a proposição da compartimentação geomorfológica da região, além do critério geotectônico, foram considerados a hipsometria, o padrão de relevo, formas regionais de relevo, padrão e densidade da drenagem e classes de solos predominantes. O estudo foi realizado em escala 1:250.000 e resultou na distinção de 16 compartimentos geomorfológicos enquadrados nas categorias: planaltos dissecados, vales, vales com residuais e escarpas. Os compartimentos foram nomeados de acordo com feições geográficas importantes, como rios, serras ou cidades e foram analisados de acordo com suas características internas bem como seus limites com cada compartimento adjacente. Quando possível, foram estimadas a relação temporal entre as estruturas, a intensidade da deformação, a extensão relativa e direção do transporte tectônico, a natureza das zonas de cisalhamento e demais aspectos estruturais. O método foi bem-sucedido no

sentido de proporcionar o avanço do conhecimento quanto aos possíveis domínios estruturais e a temporalidade relativa dos eventos ou das diferentes fases de regimes tectônicos que afetaram a área.

Abstract:

Geomorphological analysis results aided by geological information are used as parameters for the geomorphological compartmentation of an orogenic region as a methodological proposal for preliminary analysis to be performed prior to tectonic evolution studies. The method is applied to the Chapada dos Veadeiros region, estate of Goiás, Brazil, that underwent the Neoproterozoic Brasileiro Orogeny. The tectonic relief control is sufficiently important in the area as to allow tectonic features to be the main criteria used in geomorphological analysis. The main lineaments were extracted and categorized according to the type of structure responsible for their generation. The morphostructural lineament map was analyzed according to their cutting relationships. Besides the geotectonic criteria, geomorphological compartmentation also considered hypsometry, relief patterns and shapes, drainage patterns and density and the prevailing soil classes. The study was conducted at a 1:250.000 scale and resulted in the distinction of 16 geomorphological compartments divided into 4 categories: dissected plateaus, valleys, valleys with residuals and escarpments. The compartments were named according to important local geographic features as hills, rivers or cities and were analyzed for their internal characteristics as well as their boundaries to the adjacent compartments. When possible, relative estimates were inferred for the temporal relationship between structures, strain intensity, transport extent and direction, the nature of shear zones, among other structural aspects. The method was successful in delivering a better understanding of the possible structural domains and the relative temporality of events or tectonic regime phases that affected the area.

Introdução

A análise geomorfológica é ferramenta comum nos meios não acadêmicos e tem sido praticada com finalidades diversas, com destaque para: subsídio ao planejamento de uso agrícola ou urbano; a gestão de recursos naturais de uma região; a avaliação do potencial hídrico para o abastecimento: geração de energia hidrelétrica; projetos de irrigação e outros. O mapa de compartimentação geomorfológica é um plano de informação praticamente obrigatório em qualquer modalidade de estudo ambiental.

Todavia, grande parte dos estudos geomorfológicos de caráter científico possuem caráter puramente descritivo, sem o intuito de gerar dados aplicáveis às demais áreas de pesquisa das geociências. Segundo Saadi (2013), a maior parte das publicações científicas em geomorfologia deixa a impressão de que se trata apenas de estudo do aspecto da superfície terrestre e, eventualmente, da sua evolução no tempo geológico, como exercício meramente acadêmico, porém muitas vezes sem projeções prático-aplicativas relevantes para o desenvolvimento de outras áreas da ciência.

É consenso que os diversos fatores que influenciam na modelagem do relevo de uma região e podem ser classificados em duas categorias: exógenos e endógenos. Os fatores exógenos são comandados pelo clima

(chuva, vento, gelo, temperatura, vegetação, etc.), já os endógenos pela estrutura geológica (dobras, falhas, juntas, foliações, acamamento, etc.) pelo tipo de rocha e pelo ambiente tectônico (subsidência, soerguimento, existência de processos orogênicos ou epirogênicos, formação de domos ou bacias, dentre outros).

Os estudos de compartimentação geomorfológica são uma vertente da análise geomorfológica e buscam individualizar áreas com características comuns baseados em critérios físicos superficiais, elegidos de acordo com a escala de trabalho e os objetivos propostos. Os principais parâmetros adotados pelos estudos de compartimentação geomorfológica incluem dados de hipsometria, declividade, padrão de relevo, forma de relevo, densidade e forma da drenagem, tipos de solos e extração de lineamentos (Souza Filho 1999; Cordeiro *et al.* 2010; Gomes & Vital 2010; Costa & Falcão 2011; Tavares *et al.* 2014; Marent & Valadão 2015).

A extração de lineamentos, todavia, é quase sempre usada sem atenção para a distinção dos tipos de lineamentos extraídos, no que se refere aos diferentes tipos de estruturas geológicas que os formam. É comum que os lineamentos sejam categorizados apenas por sua direção e não por aspectos mais específicos como comprimento, curvatura, padrão de repetição, etc., propriedades que podem revelar o tipo de estru-

tura geológica geradora dos lineamentos mapeados. A ausência de distinção de características de lineamentos acarreta perda de informações extremamente relevantes, bem como o empobrecimento das possibilidades de aplicação do estudo.

Em trabalho de pesquisa bibliográfica específico sobre a definição dos termos lineamento e lineação em geociências, O'leary *et al.*, (1976) concluem que a definição mais precisa do conceito de lineamento é “*uma feição linear mapeável [na escala de trabalho], simples ou composta, cujas partes estão alinhadas de forma reta ou curvilínea, que seja expressivamente distinta de feições adjacentes e que possivelmente reflita algum fenômeno em sub-superfície*”. Esta definição é adotada no presente trabalho e desenvolvida ao ponto de permitir a distinção entre os diferentes tipos de lineamentos e suas relações genéticas com as estruturas geológicas.

Trabalhos de mapeamento geológico-estrutural permitem inferir que os lineamentos compostos de segmentos curtos e retilíneos formando padrão repetitivo com maior ou menor grau de regularidade, são comumente o reflexo de estruturas como planos de acamamento, fraturas e foliações e geralmente não imprimem feições de relevo significativas, podendo ser melhor identificadas em escalas de detalhe. Já os lineamentos longos e contínuos, ora curvilíneos ora retilíneos, geralmente representam feições regionais como contatos litológicos, eixos ou flancos de dobras e principalmente falhas em regimes tanto compressivos quanto distensivos e transcorrentes e frequentemente são marcadas por feições de relevo óbvias na paisagem.

As estruturas regionais de qualquer regime tectônico exercem influência marcante no padrão de dissecação do relevo e muito frequentemente separam áreas com características geológicas, hidrológicas, pedológicas e conseqüentemente geomorfológicas distintas. De acordo com essa perspectiva, os lineamentos contínuos podem auxiliar no traçado de divisores entre compartimentos geomorfológicos.

Especificamente com relação aos controles geotectônicos das feições geomorfológicas, embora exista uma correlação direta, poucos são os trabalhos que versam diretamente sobre a influência das estruturas geológicas na evolução do modelado terrestre.

Gilbert (1877) em trabalho pioneiro sobre a evolução do relevo pelo equilíbrio dinâmico menciona o papel da resistência e estruturação tectônica das rochas

no controle da dissecação do relevo. Para Gilbert as formas de relevo possuem uma íntima relação com a estrutura geológica. Davis (1899) e Penck (1924), apesar de antagonistas, elaboram modelos que relacionam taxa de soerguimento com taxa de denudação, atribuindo diretamente aos eventos tectônicos o papel de agentes controladores da morfogênese. Já Hack (1960) considera o relevo como o produto de uma competição entre a resistência dos materiais crustais e o potencial das forças de denudação.

Tricart (1968), Morisawa (1975) e Ollier (1981) retomam esses princípios clássicos e os levam adiante em seus estudos. Tricart (1968) entende que a superfície terrestre se estende até a litosfera e sua forma é resultado da interação entre forças endógenas e exógenas, sendo o papel da geomorfologia localizar o estado atual das coisas no quadro do tempo dos mecanismos das forças antagônicas que modelam o relevo. Morisawa (1975) considera a tectônica como o agente fundamental no controle da morfogênese. Ollier (1981) afirma que a compreensão das formas de relevo de todas as ordens de grandeza passa pelo entendimento da nova geologia e da tectônica. Christofolletti (1980) define a Geomorfologia como a ciência que estuda as formas do relevo, bem com sua gênese, características morfológicas, bases litológicas e os processos modeladores e controladores.

Conforme relatado por Saadi (2013), os resultados obtidos em estudos nos estados de Minas Gerais (Saadi 1991), Ceará (Saadi & Torquato 1992) e Rio Grande do Norte (Bezerra *et al.* 1993), indicam que a compartimentação do relevo é, praticamente em todas as escalas, resultado de controles tectônicos exercidos pelos diversos tipos de descontinuidades crustais. Clark & Small (1982) inovam ao incluir aspectos geológicos específicos como responsáveis pelo controle da ação dos agentes exógenos na evolução do relevo.

Apesar do amplo reconhecimento do papel da tectônica para a morfogênese, são poucos os trabalhos de geomorfologia com aplicação direta para a análise tectônica. Estes geralmente abordam aspectos morfoestruturais e morfogenéticos aplicados à neotectônica (Sousa Filho *et al.* 1999; Marques Neto e Perez Filho 2013; Tavares *et al.* 2014; Alves e Rosseti 2015) e não propõem metodologia voltada para a análise tectônica de eventos prévios. Ab'saber (1998) pondera que “...*para o estudo paleogeográfico dos diversos lapsos de tempo geológico que respondem pela gênese e evolução das terras brasileiras, torna-se imprescindível a aplicação*

de métodos específicos de trabalho, utilizados segundo um rumo e uma combinação de técnicas inteiramente distintas para cada um dos casos que se tenha em vista”.

Com base nas premissas anteriormente apresentadas, o objetivo do presente estudo é propor um método de compartimentação geomorfológica que possa contribuir, como estudo preliminar, para a análise e interpretação da evolução tectônica de regiões submetidas a eventos deformacionais. Dessa forma, o estudo propõe a análise do relevo no espaço geográfico como um dos subsídios para a análise tectônica em escala regional (menor que 1:250.000), escala na qual o método tem sido aplicado pelos autores com sucesso.

Área de Estudo

A área escolhida para o desenvolvimento e aplicação do método (Figura 1) está localizada na região da Chapada dos Veadeiros, situada 200 km a norte da capital Brasília, em região que sofreu processo orogênico no Neoproterozoico (1.000 a 542 Ma.). Dardenne & Campos (2001) sugerem que a evolução geomorfológica da região está intimamente associada ao substrato rochoso e à estruturação tectônica. A área apresenta feições estruturais marcantes que atuam como fortes controles de relevo. Além disso, o contraste litológico entre as rochas expostas do embasamento, das bacias sedimentares e das rochas intrusivas, também induz à erosão diferencial.

Em regiões deformadas, a erosão diferencial ocorre não só por diferenças de resistência física e química dessas rochas, mas também pelos diferentes estilos deformacionais impressos em cada uma delas, já que o comportamento reológico de cada rocha é distinto. Deve-se considerar ainda a profundidade a que essas rochas, hoje expostas, estavam submetidas durante a deformação, que implicava em variadas condições de temperatura e pressão confinante, o que certamente teve papel marcante no estilo deformacional impresso.

Além do estilo deformacional e do metamorfismo, a posição das estruturas e o tempo de atuação dos processos denudacionais também são fundamentais para a análise da erosão diferencial. Como exemplo pode-se citar o caso da evolução do relevo de regiões compostas por rochas sedimentares ou metassedimentares dobradas

que passa do tipo Jurássico, no início de evolução, até apalachiano, após amplo período sob denudação.

O controle geotectônico do relevo na região estudada é suficientemente marcante a ponto de permitir que as feições e estilos estruturais sejam os principais critérios de análise geomorfológica na área. Apesar da importância dos critérios geotectônicos, mostra-se fundamental o uso de critérios tradicionais como drenagem, solo e altitude, que atuam como guias para a identificação de padrões regionais onde as informações geológico-estruturais são escassas.

Contexto Geológico Regional

A área de estudo está localizada na porção centro-norte da zona externa da Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília (Dardenne 2000), que por sua vez está inserida na porção oriental da Província Estrutural Tocantins, gerada pela orogênese Brasileira no Neoproterozoico (Pimentel *et al.* 1999) em regime de dobras e falhas de empurrão em escamas de descolamento, ora rasas ora profundas, com maior ou menor participação do embasamento.

A Faixa Brasília (Figura 2) recobre o nordeste e sudeste de Goiás, o sudeste do Estado de Tocantins, o Distrito Federal e a porção ocidental de Minas Gerais e é dividida em dois segmentos, de acordo com sua estruturação: setentrional e meridional, separados por uma estrutura regional denominada Inflexão dos Pirineus. Essa divisão foi proposta devido ao fato destes segmentos possuírem peculiaridades estratigráficas, estruturais, metamórficas e metalogenéticas, proporcionando uma tectônica complexa e distinta nas porções norte e sul (Fonseca 1995, Freitas-Silva & Campos 1998).

Materiais e Métodos

Tricart (1965) ao tratar da concepção e princípios de realização da Carta Geomorfológica ressalta as diferentes categorias de fenômenos representados segundo a escala adotada. Como exemplo, as cartas em pequena escala, como 1:1.000.000 ou 1:500.000, se orientam essencialmente para os fenômenos morfoestruturais, mostrando as anticlinais resultantes de dobramentos, seus *monts* ou *combes*, ou ainda os horsts e os grabens de processos de falhamentos associados a eventos tafrogenéticos.

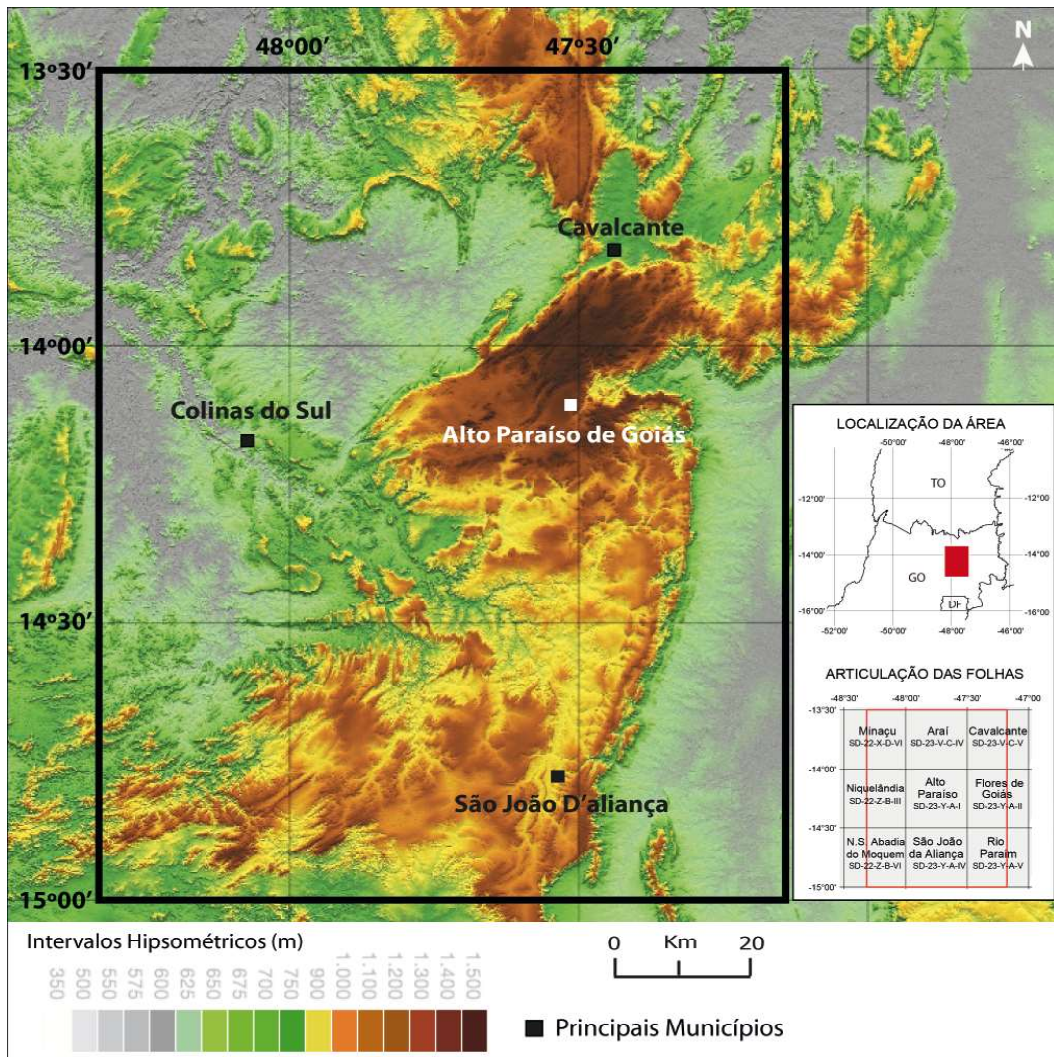


Figura 1 - Localização da área de estudo no estado de Goiás, articulação das folhas cartográficas e principais municípios sobre mapa hipsométrico da área de estudo. Exemplo de mapa secundário ou derivado, aplicado à compartimentação geomorfológica.

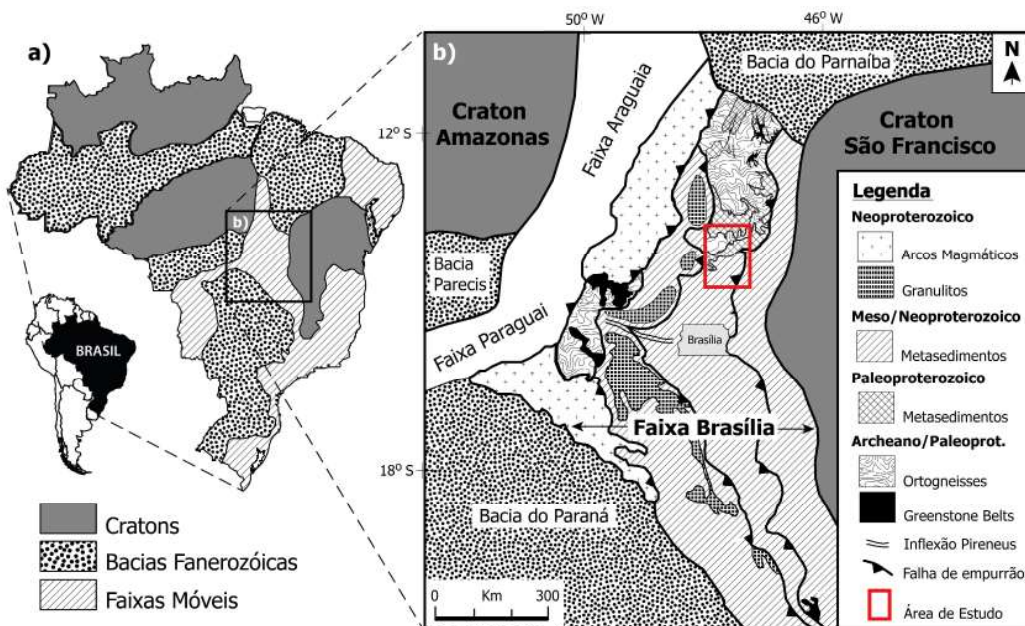


Figura 2 - Localização da área de estudo no mapa geológico da Faixa de Dobramentos e Cavalgamentos Brasília.

A escala de análise usada na compartimentação proposta é de 1:250.000, considerada a escala ideal para a aplicação do método em regiões deformadas, dada a capacidade de identificação e diferenciação de estruturas tectônicas tanto semi-regionais como regionais. Estima-se que em escalas menores que 1:250.000 a contribuição da compartimentação geomorfológica em estudos de análise tectônica pode ser eficaz, podendo ser usada sem limites até as escalas globais. Deve-se considerar, contudo, que quanto menor a escala de trabalho, menor será a capacidade de detalhamento de ambientes e processos tectônicos. Por outro lado, mapas de compartimentação geomorfológica com escalas maiores ou iguais a 1:100.000 devem ser prioritariamente utilizados para as aplicações práticas da geomorfologia, com destaque para análise ambiental e avaliação de usos prioritários do território.

As fontes de dados selecionadas para o presente trabalho abrangem a área das seguintes quadrículas em escala 1:100.000: Minaçu (SD.22-X-D-VI), Araí (SD.23-V-C-IV), Cavalcante (SD.23-V-C-V), Niquelândia (SD.22-Z-B-III), Alto Paraíso (SD.23-Y-A-I), Flores de Goiás (SD.23.Y-A-II), Nossa Senhora da Abadia do Moquéim (SD.22-Z-B-VI), São João da Aliança (SD.23-Y-A-IV) e Rio Paraim (SD.23-Y-A-V) (Figura 1). Foram usados os dados SRTM 1-arco (resolução de 30 metros), imagens ALOS Palsar, Landsat 8, além de mapas derivados - hipsométrico, padrão de relevo, densidade de drenagem, forma da drenagem e de solos (Figura 3). Esses produtos foram usados em conjunto afim de balizar o mapeamento das feições de relevo já que determinados produtos salientam melhor algumas feições em detrimento de outras.

Demek (1976, apud Caseti, 1990) propõe método para o mapeamento geomorfológico onde frisa a importância do uso de informações geológicas detalhadas. O método proposto por Demek se assemelha em alguns pontos ao método aqui proposto e por isso é apresentado a seguir, todavia não vai adiante na interpretação de relações temporais e deslocamentos relativos, já que não compartilha dos objetivos do presente trabalho em usar a compartimentação geomorfológica como subsídio para a análise da evolução tectônica de uma área. Demek (1976) propõe os seguintes passos para o mapeamento de morfoestruturas:

a) análise das cartas geológicas e tectônicas de áreas em estudo (em escalas pequenas e grandes), com a transferência dos principais falhamentos para uma

determinada base;

b) análise de cartas topográficas, em iguais escalas, com o objetivo de se elaborar uma carta das rupturas tectônicas e das formas de relevo lineares, e uma carta dos elementos do relevo segundo seus atributos morfográficos e morfométricos;

c) elaboração de perfis geológico-geomorfológicos, com a intenção de se definirem níveis regionais e elaboração de uma estratigrafia das formas;

d) interpretação de fotografias aéreas procurando especificar a gênese dos elementos do relevo;

e) levantamento de campo para teste e correção das interpretações, valorizando-se caminhamentos previamente definidos e utilizando-se, eventualmente, de sobrevoos no caso de áreas de difícil acesso. Nesta fase pode-se incluir coleta de materiais para posterior análise em laboratório;

f) integração da informação obtida em campo. A carta das formas de relevo resultante, considerando seus aspectos morfográficos e morfométricos, é revista, assumindo um caráter genético, dada a existência de elementos importantes para explicar a origem das formas e esculturação do modelado.

Para fins de análise qualitativa, o presente estudo faz uso da integração de produtos cartográficos primários e secundários (derivados) e de imagens orbitais. Os critérios usados para a definição de compartimentos geomorfológicos foram a hipsometria, textura, padrão de relevo, formas regionais de relevo, padrão e densidade da drenagem, classes de solos predominantes, além de lineamentos contínuos e compostos.

A extração de lineamentos foi amparada por produtos SRTM em escala de cinza, bem como coloridos (resolução de 30 metros), além de composições ternárias de cenas Landsat 8. Neste método, a textura do DEM reflete os menores elementos visualmente distinguíveis na imagem (falhas, flancos e eixos de dobras, superfícies de cume, vales e padrões de drenagem). Variações nos padrões de relevo e drenagem também são atributos básicos para a análise de imagem. Os elementos de textura podem ter distribuições aleatórias ou ordenadas, dependendo da composição e estruturação das rochas subjacentes às formas de relevo. Os elementos de textura podem assim ser agrupados para formar unidades morfoestruturais (Santos *et al.* 2009).

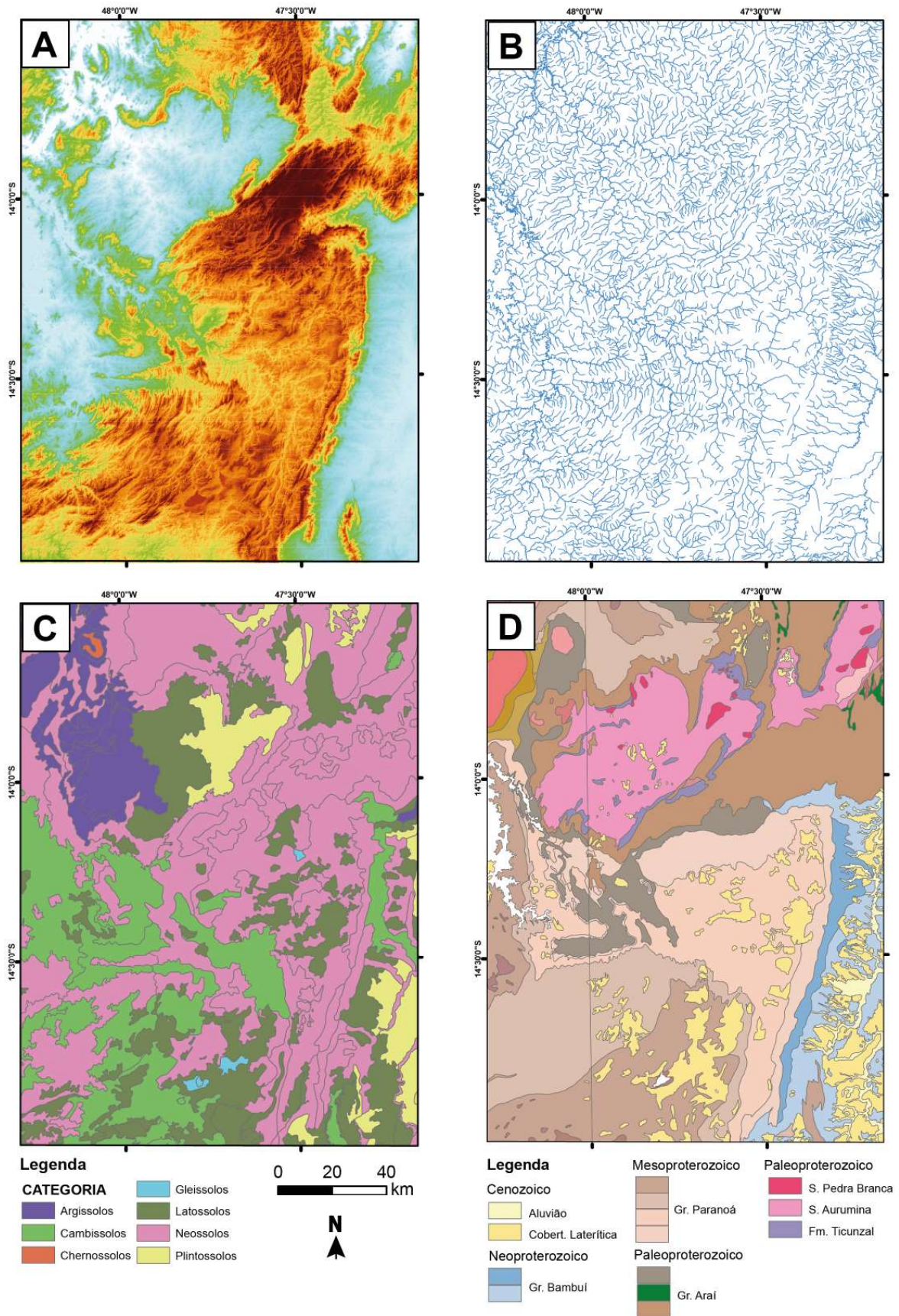


Figura 3 - Mapas (A) hipsométrico, (B) de rede de drenagem, (C) pedológico e (D) geológico da área (fontes: USGS, IBGE, Embrapa, CPRM, respectivamente). Mapas temáticos utilizados como critérios para a compartimentação geomorfológica.

Os lineamentos extraídos foram diferenciados pelo tipo de estrutura que representam e o regime tectônico no qual estão inseridos já que objetivou discriminar seus diferentes padrões genéticos incluindo sistemas de cisalhamento transcorrentes, sistemas de empurrões de muito baixo ângulo, eixos de dobras, intrusões aflorantes e sub-aflorantes, foliações e acamamentos. A técnica foi balizada pelos dados geológicos regionais e locais levantados em campo e conhecidos da literatura.

A partir dos diferentes critérios de extração de estruturas lineares mencionados, foi gerado um mapa de lineamentos sobre imagem SRTM exibindo os diversos tipos de lineamentos extraídos (Figura 4). O mapa de lineamentos foi amplamente usado para definir os limites dos compartimentos, que coincidem com formas encaixadas de drenagem, limites de domínios pedológicos e litológicos.

Os compartimentos geomorfológicos gerados foram posteriormente comparados com dados geológico-estruturais da área, a fim de aferir a eficácia do método em identificar compartimentos com diferentes propriedades litológicas e deformacionais que possam ser úteis para a análise da evolução tectônica da região.

Conforme descrito na seção de discussões, os produtos gerados foram interpretados quanto à temporalidade das estruturas que controlam o relevo por meio de suas relações de corte. Os compartimentos geomorfológicos foram interpretados de acordo com o padrão deformacional interno e limítrofe afim de buscar indícios de deslocamento relativo bem como a caracterização da deformação que controla o relevo em diferentes níveis crustais.

Resultados

Interpretação dos Lineamentos Morfoestruturais

A forma como as estruturas estudadas ficam impressas na paisagem foi analisada com o objetivo de se estabelecer padrões entre o tipo de estrutura/regime tectônico e o seu comportamento frente aos agentes de dissecação do relevo na área estudada e estão sumarizadas na tabela 1. Os nomes das feições de relevo citadas estão indicados na Figura 5 e foram extraídos das cartas topográficas disponibilizadas no banco de dados geográficos do Exército Brasileiro. Os nomes dos compartimentos geomorfológicos citados estão indicados na Figura 6.

As falhas de regime compressivo (reversas e empur-

rões) ocorrem controlando o curso dos rios, ora hospedando o rio ao longo de seu traço principal (por exemplo, Falha do Rio Paranã, Falha do Rio Maranhão), ora limitando lateralmente a calha de um rio (por exemplo, Falha da Serra do Cristal e o rio Tocantinzinho). Essas falhas geram escarpas pronunciadas e de grade continuidade lateral (exemplo: Serra do Paranã, Serra do Cristal) e imprimem lineamentos longos e contínuos, são pouco sinuosos em falhas de mais alto ângulo como falhas reversas ou rampas de empurrão e muito sinuosos em falhas de baixo ângulo como frentes de empurrões ou patamares.

As estruturas transcorrentes, ou zonas de cisalhamento (ZC) também podem hospedar cursos d'água (exemplo, Ribeirão São Miguel na ZC da Serra da Boa Vista ou ZC Colinas-Alto Paraíso), todavia exercendo menor controle sobre as drenagens, dando liberdade para que os rios não se encaixem nos seus traços principais com muita precisão ou não se mantenham neles por longos trechos. Essas estruturas geram escarpas de alta declividade (exemplo, Serra de Santana, Serra da Boa Vista, Serra do Boqueirão, e outras) e imprimem lineamentos longos, contínuos e retilíneos podendo ser localmente sinuosos.

As estruturas rúpteis tardias de regime distensivo (falhas normais) ocorrem como traços retilíneos ou quase retilíneos e descontínuos, podem ter direções preferenciais coincidentes em todos os domínios mas podem também ocorrer com maior frequência em domínios onde afloram níveis crustais mais rasos, ocorre repetição paralela de direção similar (exemplo, Grupo Paranoá ao centro e a sul da área estudada).

As estruturas que representam flancos de dobras em quartzitos do Grupo Araí proporcionam erosão diferencial preferencialmente ao longo dos eixos das antifomes, gerando escarpas de serras curvas obedecendo a curvatura do padrão de dobramento (exemplo, Serra do Ticunzal, Serra do Tombador, Serra Santana de Cavalcante, Serra Boa Vista de Cavalcante).

As estruturas que representam eixos de dobras ou foliação plano-axial de dobras geram três tipos de feições de relevo: planaltos ondulados não erodidos, chapadas recortadas (Serra dos Bois e Serra da Meia Noite) e escarpas onduladas perpendicularmente ao eixo das dobras onde os sinformes são os pontos baixos das serras e as antifomes os pontos altos (Serra dos Rogados) e imprimem lineamentos muito sinuosos e contínuos com alta amplitude em dobras com caimentos de eixo horizontalizado e baixa amplitude em dobras com caimentos de eixo verticalizados.

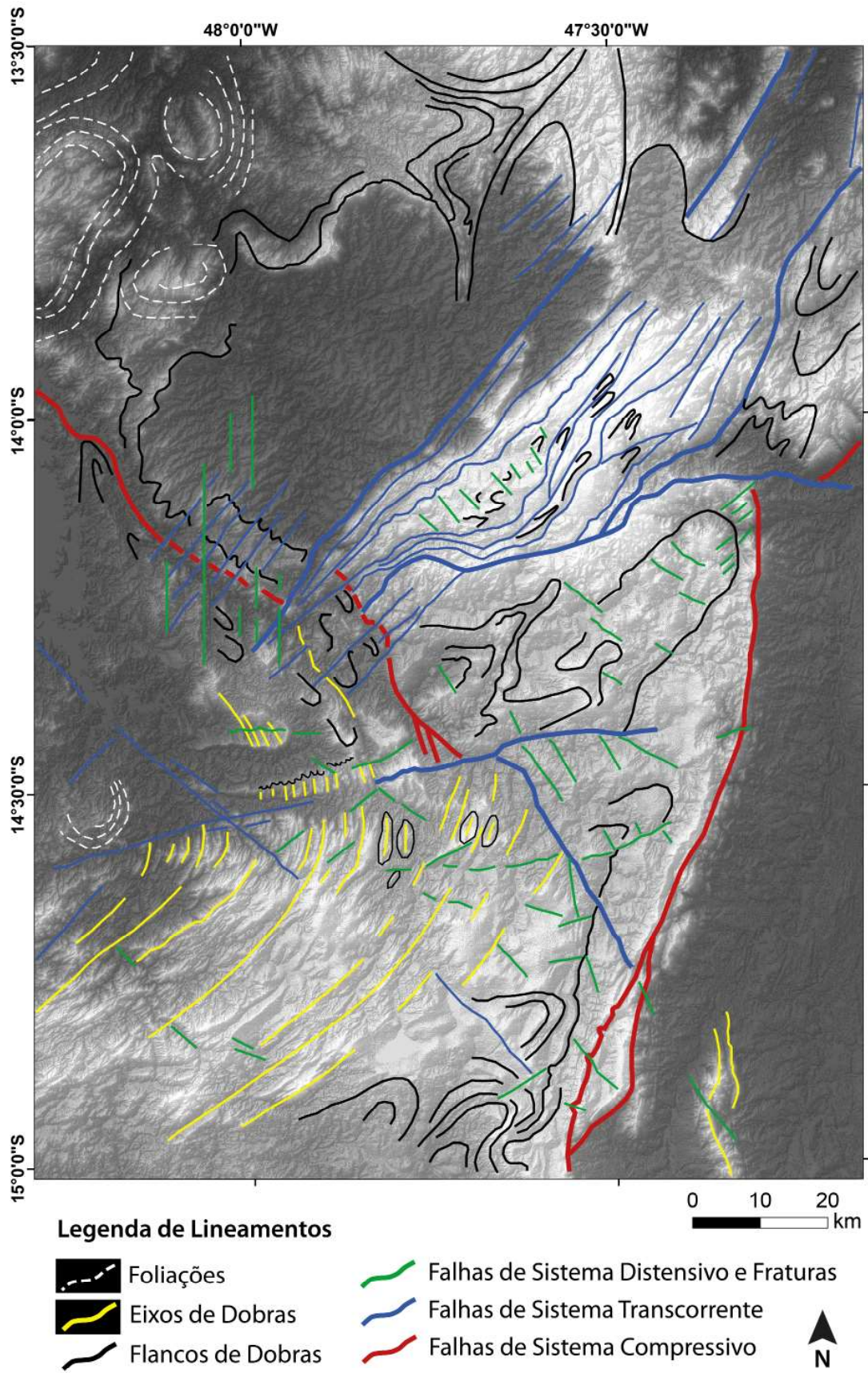


Figura 4 - Mapa de lineamentos morfoestruturais sobre SRTM 1-arco em escala de cinza sombreado.

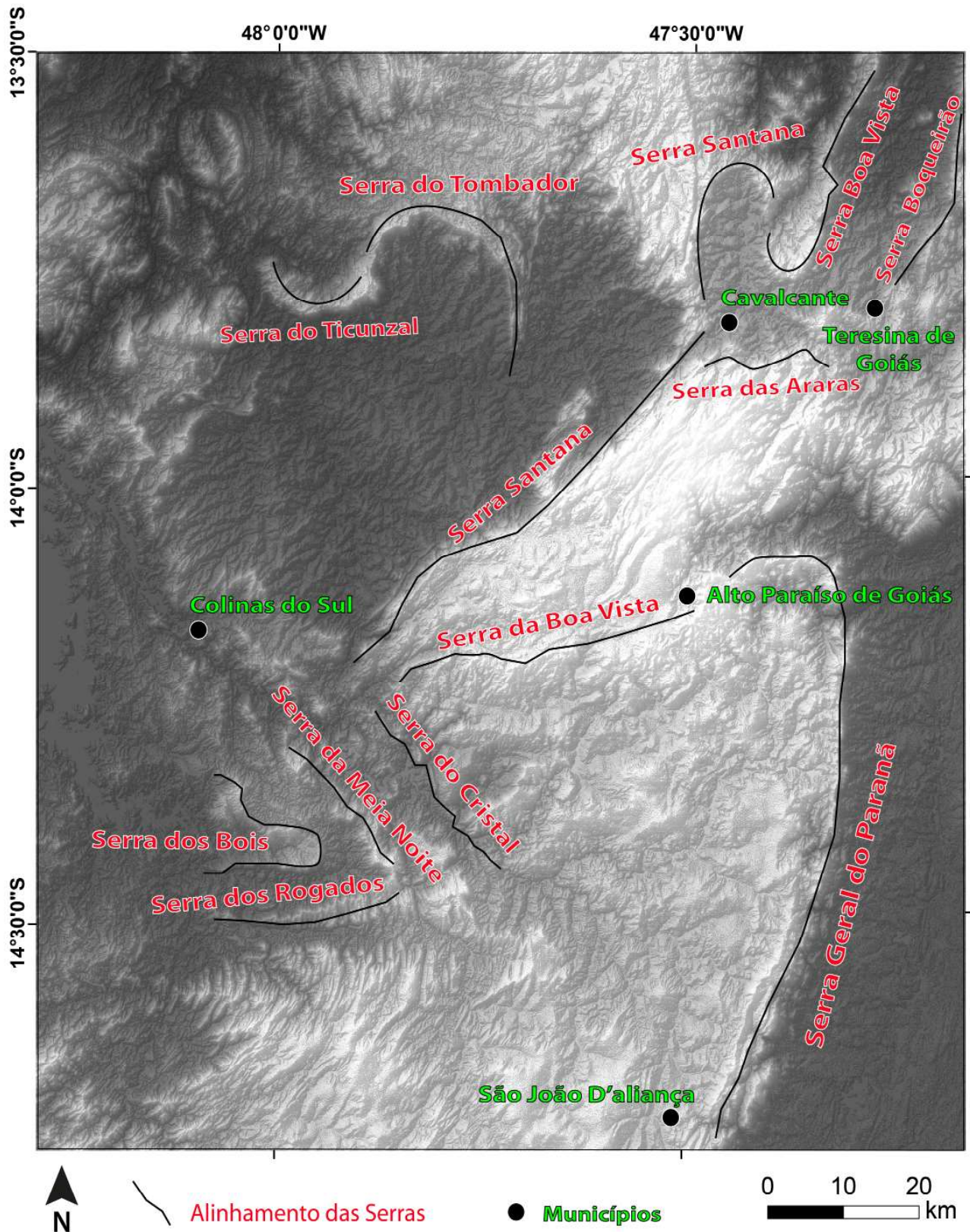


Figura 5 - Mapa das principais feições de relevo da área de estudo sobre produto SRTM sombreado.

As foliações que circundam corpos ígneos intrusivos, formam domos de arqueamento causado pelo processo de intrusão (exemplo, Compartimento Baixo Rio Preto) e imprimem traços circulares a semicirculares descontínuos e concêntricos, frequentemente com evidência de mergulho de camada centrífugo, para fora

do corpo intrusivo. Essa feição pode ser confundida com aquelas impressas por domos estruturais e braqui-anticlinais (exemplo, a norte do Compartimento São João), todavia esse último caso ocorre maior continuidade dos lineamentos, salvo em condições erosivas acentuadas.

Tabela 1: Relação entre estruturas geológicas e os tipos de lineamentos extraídos.

| Estruturas Geológicas | Características dos Lineamentos | Exemplos |
|---|---|--|
| Falhas frontais de regime compressivo | Longos e contínuos, pouco sinuosos em falhas reversas ou rampas e muito sinuosos em empurrões ou patamares | Falha do Rio Paranã, Falha do Rio Maranhão, Falha da Serra do Cristal. |
| Zonas transcorrentes compressivas e rampas laterais | Longos e contínuos, retilíneos a levemente sinuosos | Serra de Santana, Serra da Boa Vista, Serra do Boqueirão |
| Falhas distensivas rúpteis tardias | Retilíneos e curtos, repetição paralela | Compartimento Alto Tocantinzinho (1B) |
| Francos de dobras | Muito sinuosos e contínuos, alta amplitude em caimentos de eixo suaves e baixa amplitude em caimentos de eixo verticalizados. | Serra do Ticunzal, Serra do Tombador, Serra Santana de Cavalcante, Serra Boa Vista de Cavalcante |
| Eixos de dobras | Descontínuos em dobras com caimento de eixo e contínuos em dobras com eixo horizontal | Compartimento São João D'aliança (1A) |
| Corpos intrusivos | Concêntricos e descontínuos | Compartimento Baixo Rio Preto (3B) |
| Domos estruturais e braqui-anticlinais. | Concêntricos e contínuos | Compartimento São João D'aliança (1A) |

Compartimentação Geomorfológica e Geotectônica

A seguir são descritas as principais características de cada um dos 16 compartimentos geomorfológicos obtidos pelo método proposto. As áreas de abrangência, bem como o número de cada compartimento, estão representadas na Figura 6.

Quatro conjuntos de compartimentos são propostos, incluindo: 1) Planaltos Dissecados, 2) Vales, 3) Vales com Residuais e 4) Escarpas. Os critérios utilizados para a compartimentação incluem: padrão de relevo, grau de dissecação do relevo, hipsometria, densidade de drenagem, tipos de solos e substrato rochoso. Nos compartimentos de escarpas predominam Neossolos Litólicos e Cambissolos associados a amplas exposições rochosas.

Em função de peculiaridades e variações locais hipsométricas, do grau de dissecação, densidade de drenagem, grau de rugosidade do relevo e substrato rochoso os compartimentos foram classificados e denominados a partir de uma designação geográfica local e são descritos a seguir.

Compartimentos Geomorfológicos

1A) Planalto Dissecado de São João D'Aliança: caracterizado por padrão de relevo suave ondulado, cotas entre 1200 e 1300 m, moderada densidade de drenagem, predominância de Latossolos, com Cambissolos subordinados e contexto geológico associado ao Grupo Paranoá em um trem de dobras fechadas oeste

com eixo curvo e ondulante e vergência variando desde NE até SE que suavizam em direção ao extremo leste do compartimento até se tornarem monoclinial com mergulho para W. Nível crustal médio-superior.

1B) Planalto Dissecado do Alto Tocantinzinho: apresenta padrão de relevo suave ondulado a ondulado, cotas variáveis entre 1100 e 800 m, predominância de Cambissolos e contexto geológico marcado por uma ampla dobra sinclinal suave no Grupo Paranoá. O eixo do rio que dá nome a este compartimento apresenta padrão em cânion em diferentes trechos. Nível crustal médio-superior.

1C) Planalto Dissecado do Alto Rio Preto: marcado por um padrão de relevo ondulado a forte ondulado, com vales incisivos, presença de hog backs e cuestras, com predominância de Neossolos Litólicos, cotas variáveis desde maiores que 1200 a 1676 m e substrato associado a metapsamitos do Grupo Araí. Este compartimento é preservado entre dois corredores regionais de cisalhamento. Nível crustal médio-inferior.

1D) Planalto Dissecado do Rio da Prata: apresenta padrão de relevo ondulado, predominância de Neossolos Litólicos, com amplas exposições rochosas, cotas superiores a 1150 metros, presença de vales incisivos, moderada densidade de drenagem com padrão paralelo e substrato geológico representado pelo Grupo Araí, presença de dobras suaves com eixo predominante de direção aproximada N-S. Nível crustal relativo intermediário. Nível crustal médio-inferior.

2A) Vale do Rio Paranã: caracterizado por padrão de relevo suavemente ondulado, presença de Latossolos e Cambissolos, moderada densidade de drenagem, cotas inferiores a 600 metros e substrato geológico correspondente a pelitos e arcóseos do topo do Grupo Bambuí, com ocorrências subordinadas de rochas carbonáticas da seção mediana do Grupo Bambuí. Nível crustal raso.

2B) Vale do Médio Rio Preto/Rio das Almas: definido por padrão de relevo suave ondulado, com cotas inferiores a 600 metros, predominância de Cambissolos cascalhentos (fragmentos de veios de quartzo), moderada densidade de drenagem dendrítica e substrato representado por granitos da Suíte Aurumina que

representam o embasamento regional. Nível crustal profundo.

3A) Vale com Residuais do Baixo Rio Tocantinzinho: composto por relevo com padrão ondulado a forte ondulado com cotas entre 550 a 1000 metros, substrato geológico composto por rochas dos grupos Paranoá e Araí em que as residuais são sustentadas pelas principais camadas de quartzitos do Grupo Paranoá dobradas com eixo de direção predominante NW-SE. Nível crustal médio.

3B) Vale com Residuais do Baixo Rio Preto: apresenta padrão de relevo suave ondulado a ondulado com cotas entre 350 a 1000 metros, substrato geológico compostos por rochas com diferente resistência à denudação, incluindo metassedimentos de baixo grau do Grupo Araí e intrusões graníticas responsáveis pela manutenção das residuais. Nível crustal médio-inferior.

3C) Vale com Residuais do Ribeirão das Pedras: definido por padrão de relevo ondulado a forte ondulado com cotas entre 350 a 1000 metros, substrato geológico composto por quartzitos, metaconglomerados e metavulcânicas do Grupo Araí e granitos intrusivos, sendo que as rochas de natureza psamítica e psefítica são responsáveis pelas residuais. Nível crustal médio-inferior.

4A) Escarpa do Paranã: apresenta padrão de relevo escarpado a forte ondulado, amplitude de relevo variável de 600 a 1100 metros, predominância de Neossolos Litólicos, suportadas por quartzitos e metaconglomerados. É controlada por estrutura de falha de empurrão de baixo ângulo que coloca em contato tectônico os grupos Paranoá e Bambuí. É responsável pelo soerguimento do nível crustal médio-superior (Grupo Paranoá) acima do nível cristal raso (Grupo Bambuí).

4B) Escarpa da Serra da Boa Vista: caracterizada por padrão de relevo forte ondulado a escarpado, sendo suportada por quartzitos da seção basal do Grupo Paranoá e tem como controle secundário zona de cisalhamento regional de direção ENE. Sua amplitude de relevo pode alcançar localmente mais de 400 metros. Marca a transição estratigráfica entre os grupos Paranoá e Araí.

4C) Escarpa da Serra de Santana: apresenta padrão de relevo escarpado, amplitude de relevo variável de 500 a 1400 metros, predominância de Neossolos Litólicos, suportadas por quartzitos e metaconglomerados. Estruturalmente é controlada por zona de cisalhamento em recuo erosivo. A feição marca a transição entre os níveis crustais médio-inferior (Grupo Araí) e profundo (embasamento).

4D) Escarpa do Boqueirão: formada pelas serras do Boqueirão e Ticunzal, obedece a morfologia de flancos de dobras suaves nos quartzitos resistentes do Grupo Araí, tendo em sua base xistos da Formação Ticunzal. Localmente podem separar superfícies de cotas entre 1100 m no topo e 650 m na base. Marca a transição entre o nível crustal médio-inferior (Grupo Araí) e profundo (embasamento).

4E) Escarpas de Cavalcante: composta pelas serras das Araras, Santana e Boa Vista circundando a sede do município de Cavalcante. Obedecem à morfologia de flancos de dobras suaves em quartzitos do Grupo Araí e evoluem por erosão diferencial ao longo dos eixos com direção aproximada N-S. Estas escarpas podem alcançar 400 metros de desnível separando superfícies de cotas médias entre 1200 a 800 m. Representam a transição entre o nível crustal médio-inferior (Grupo Araí) e profundo (embasamento).

4F) Escarpas de Teresina de Goiás: é formada pela Serra do Boqueirão e parte da Serra Boa Vista compondo um corredor que se estende para norte no município de Teresina de Goiás. São controladas pelas mesmas zonas de cisalhamento que formam as serras da Boa Vista e Santana a sudoeste e são responsáveis por desníveis de mais de 400 metros com cotas que variam de 1100 a 650 m. Representam a transição entre o nível crustal médio-inferior (Grupo Araí) e profundo (embasamento).

4G) Escarpa da Serra do Cristal: apresenta declividade entre 50 e 60% paralela aos estratos das rochas do Grupo Paranoá, com desnível de até 400 m (desnível entre 1200 e 800). É controlada pela Falha da Serra do Cristal, que define sua direção e morfologia. Encontra-se segmentada e deslocada por zona de cisalhamento de direção NE formando uma ampla escarpa intermitente no relevo. Não marca a transição

entre grupos ou níveis crustais, mas entre domínios deformacionais completamente distintos que afetam as rochas do Grupo Paranoá.

Discussões

O método de compartimentação geomorfológica proposto separa domínios com estilos deformacionais distintos de acordo com o nível crustal exposto ou com os tensores de deformação locais e prevê limites de acordo com as estruturas tectônicas mais proeminentes.

As características morfográficas dos limites dos compartimentos geomorfológicos traçados, bem como o padrão de lineamentos que delimita e preenche cada compartimento, possibilitam uma análise primária das relações temporais entre as estruturas que controlam o relevo, permitindo estabelecer noções básicas sobre a evolução tectônica da área estudada.

Uma análise elementar prévia da evolução tectônica se faz extremamente útil como ponto de partida para o aprofundamento do trabalho já que auxilia na identificação de áreas-alvo para mapeamento geológico de detalhe e permite o levantamento de problemas geológicos específicos para os quais se podem eleger ferramentas auxiliares como a termocronologia, geocronologia, gravimetria, magnetometria, entre outras. Além disso, com o uso dos critérios adotados, os compartimentos geomorfológicos gerados já servem como balizadores para a delimitação dos compartimentos tectônicos em estudos posteriores.

Análise do Mapa de Lineamentos

A análise do mapa de lineamentos (Figura 4) consiste em avaliar a relação de corte entre cada tipo e família de lineamentos e com isso inferir, quando possível, a temporalidade dos eventos geradores dessas estruturas, conforme descrito a seguir.

Os lineamentos de direção NE-SW (destacados em azul) no norte da área são de caráter transcorrente, cortam e deslocam todos os demais lineamentos, exceto aqueles de direção Norte-Sul totalmente retilíneos (marcados em verde) e por isso são interpretados como gerados e/ou reativados em fase compressiva tardia.

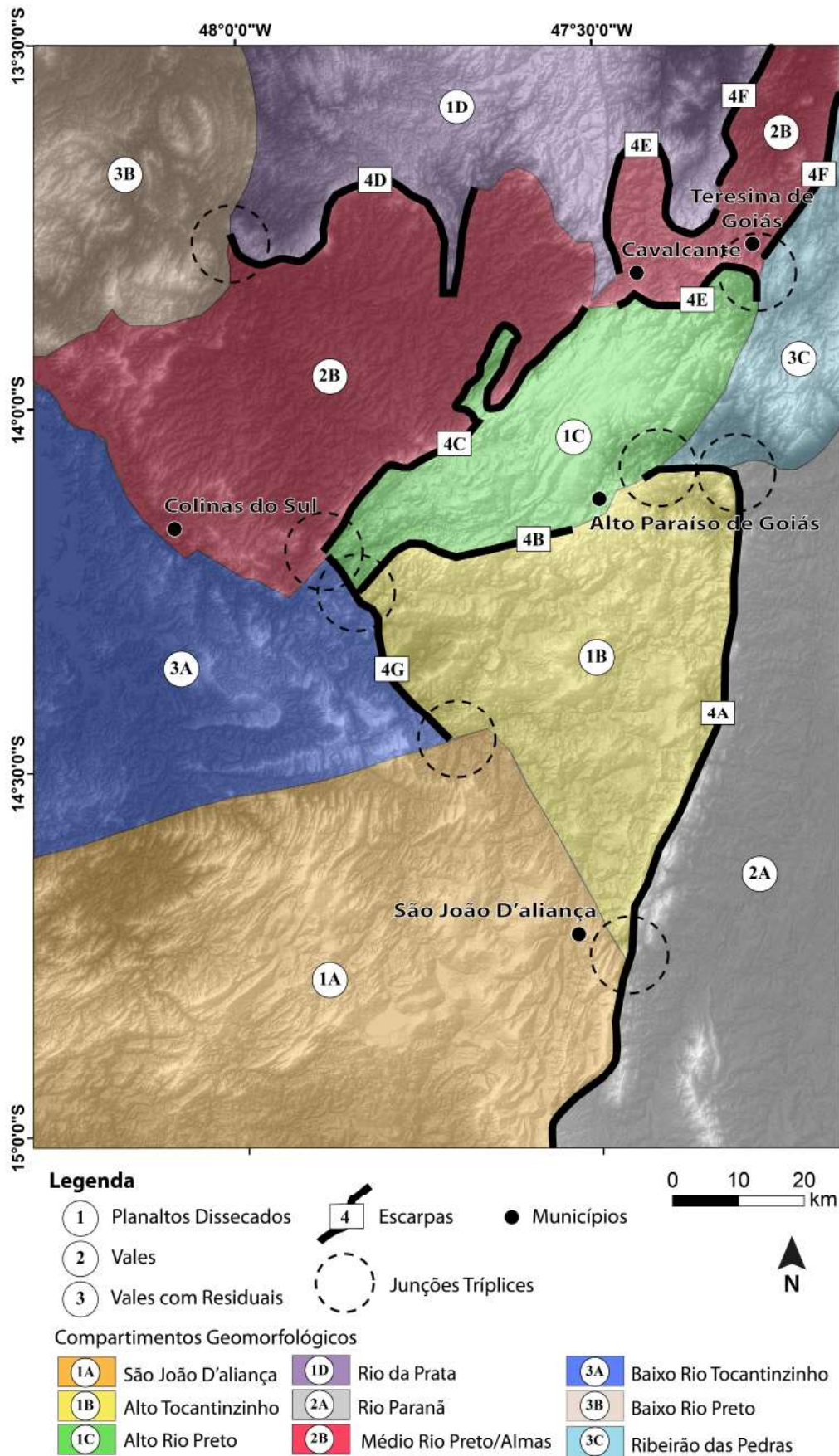


Figura 6 - Mapa de compartimentos geomorfológicos

O lineamento que marca a Falha da Serra do Cristal (em vermelho) encontra-se deslocado na direção nordeste do seu traço principal, que é formado pelo lineamento da mesma cor que vem de noroeste e encaixa no rio Tocantinzinho (Lineamento Baixo Tocantinzinho). Estes dois lineamentos, onde se unem e são deslocados pela família de lineamentos nordeste, separam dois domínios deformacionais distintos a nordeste e a sudoeste de seus traços, a notar pela mudança brusca (perpendicular) de direção dos eixos de dobras entre um lado e outro. Infere-se, portanto, tratar-se de feição interligada com falhas profundas, que representam descontinuidades suficientemente significativas ao ponto de particionar a deformação. O mecanismo de desacoplamento (*decoupling*) apresentado por Handy *et al.* (2005) exemplifica como a partição da deformação ocorre em função de descontinuidades originadas em falhas profundas.

O lineamento que marca a Serra Geral do Paraná (em vermelho na porção leste do mapa) é cortado por todas as demais estruturas e, portanto, é interpretado como a primeira estrutura regional gerada na área. Este lineamento aparentemente era contínuo com o lineamento (também em vermelho) mais a norte de direção NE e foi interrompido e deslocado pela estrutura transcorrente que gerou o lineamento que controla a Serra da Boa Vista e segue por Alto Paraíso de Goiás até cruzar e deslocar o lineamento da Serra Geral do Paraná.

Os lineamentos que caracterizam zonas de cisalhamento regionais (destacados em azul), especificamente aqueles que coincidem com as escarpas das serras da Boa Vista e de Santana são importantes, pois delimitam a rotação no sentido horário do bloco cujo substrato é associado ao Grupo Araí, em contato a norte com rochas graníticas do embasamento cristalino e ao sul com rochas do Grupo Paranoá.

A última feição a se instalar na região deve ter sido a família de lineamentos descontínuos e retilíneos (em verde), dos quais os mais tardios foram aqueles de direção N-S, já que são totalmente retilíneos e não são truncados por nenhuma outra estrutura regional e devem representar falhas normais de abatimento do orógeno Brasília.

Análise do Mapa de Compartimentos Geomorfológicos

A análise do mapa de compartimentos tectônicos (Figura 6) deve ser realizada em conjunto com a análise do mapa de lineamentos. A forma dos compartimentos, a presença de endentações, os tipos de contatos entre os compartimentos, bem como os tipos de estruturas que os limitam e que os integram internamente, são os elementos que devem ser considerados nesta avaliação. As principais informações relativas aos compartimentos estão resumidas na tabela 2 e detalhados a seguir.

Tabela 2: Características principais dos compartimentos geomorfológicos.

| Tipo | Sigla | Limites Principais | Controles Erosivos Principais |
|----------------------|-------|---|--|
| Planaltos Dissecados | 1A | Retilíneos e curvos: Falhas de Rasgamento e Falhas de Empurrão. | Dobras, Falhas de Rasgamento |
| | 1B | Retilíneos e curvos: Zonas Transcorrentes e Falhas de Empurrão. | Litológico, Falhas Normais |
| | 1C | Retilíneos e curvos: Zonas Transcorrentes | Litológico, Zonas Transcorrentes |
| | 1D | Curvos: Foliações e Dobras | Dobras, Zonas Transcorrentes |
| Vales | 2A | Retilíneos e curvos: Falhas de Empurrão | Dobras, Litológico, Falhas de Empurrão |
| | 2B | Retilíneos e curvos: Dobras e Zonas Transcorrentes | Dobras, Zonas Transcorrentes |
| Vales com Residuais | 3A | Retilíneos: Falhas de Empurrão e Falhas de Rasgamento | Dobras, Zonas Transcorrentes |
| | 3B | Curvos: Domos Intrusivos | Corpos Graníticos Elipsoidais e Foliações Associadas |

O compartimento **1A** (Planalto Dissecado de São João D'Aliança) apresenta forma aproximadamente retangular e é delimitado por estruturas que mostram evidências de falhas de rasgamento de movimentação sinistral a norte e nordeste que definem limites retilíneos e a leste por falha de empurrão que imprime limite ligeiramente curvo. É constituído internamente por dobras isoclinais a fechadas a oeste e suaves a leste, até próximo à Serra Geral do Paranã. Essas dobras possuem eixo curvo, principalmente a oeste, com caimento para sul e sudoeste, formando um padrão semicircular peculiar. A análise das estruturas que delimitam e compõem o bloco formado por esse compartimento permite sugerir que as rochas foram encurtadas no sentido E-W e avançaram nas direções nordeste, leste e sudeste em relação aos compartimentos imediatamente a norte.

O compartimento **1B** (Planalto Dissecado do Alto Tocantinzinho) apresenta forma aproximada triangular e é delimitado por escarpas acentuadas (exceto a sudoeste) que coincidem com falhas de empurrão a leste e a oeste e zona transcorrente a norte. Internamente possui estruturação de grandes dobras suaves com direção de eixo NE-SW e juntas perpendiculares à direção dos eixos. Trata-se do compartimento que exhibe menor grau de deformação dentre todos os demais. Apresenta endentação formando junção tríplice (indicado por círculo tracejado na figura 6) de compartimentos a sudoeste, resultado da propagação, para leste, dos compartimentos a norte deste.

O compartimento **1C** (Planalto Dissecado do Alto Rio Preto) apresenta forma sigmoide e é tanto delimitado quanto estruturado internamente por zonas de cisalhamento de direção nordeste-sudoeste. Ao norte o compartimento é delimitado pela ZC Colinas-Cavalcante, que controla a estruturação da Serra Santana e ao sul é delimitado pela ZC Colinas- Alto Paraíso, que controla as Serras da Boa Vista e a parte E-W da Serra Geral do Paranã. A ZC Colinas-Alto Paraíso representa estrutura de escala regional e é responsável pela segmentação da Falha do Paranã a leste do município de Alto Paraíso de Goiás. Entre as inúmeras faixas de cisalhamento que o compõem, ocorrem dobras suaves com direção de eixo NE-SW e caimento para SW. O traçado das zonas de cisalhamento, bem como o estilo das dobras internas a este compartimento sugerem rotação dextral deste bloco.

O compartimento **1D** (Planalto Dissecado do Rio da Prata) é delimitado ao sul por escarpas formadas por

flancos de dobras que encurta o Grupo Araí na direção E-W. Internamente ocorrem predominantemente dobras com eixos sub-horizontais de direção N-S e ao norte da Serra do Tombador (Figura 5) ocorre dobra suave com eixo E-W e caimento para W. A erosão preferencial se dá ao longo dos eixos N-S das antiformes, provocando padrão ondulado no traçado das cristas de relevo que formam o limite sul do compartimento. O limite leste do compartimento é controlado pela extensão da ZC Colinas-Cavalcante que forma a Serra Boa Vista no extremo nordeste da área de estudo. Para oeste o compartimento é delimitado pela variação do padrão do relevo gerada pelas intrusões graníticas da Suíte Pedra Branca, formando vale com residuais marcado por lineamentos elípticos que circundam os corpos intrusivos.

O compartimento **2A** (Vale do Rio Paranã) é alongado na direção N-S e é delimitado a oeste pela Serra Geral do Paranã. Internamente ocorrem cristas de serras onduladas de direção geral N-S formadas por rochas resistentes (quartzitos) do Grupo Paranoá. Os baixios são sustentados por rochas do Grupo Bambuí onde predominam sequências pelíticas e carbonáticas encurtadas na direção E-W.

O compartimento **2B** (Vale do Médio Rio Preto/ Rio das Almas) é delimitado por escarpas íngremes que marcam o contato entre o embasamento cristalino que compõe a maior extensão do compartimento (Suíte Aurumina e Formação Ticunzal) com as rochas quartzíticas resistentes do Grupo Araí. Internamente é cortado por estruturas paralelas à ZC Colinas-Cavalcante que predominam na porção sul do domínio. O Vale do Médio Rio Preto representa porção mais elevada do embasamento cristalino e foi gerado por erosão diferencial facilitada pelas estruturas da ZC Colinas-Cavalcante na sua porção sul e pelos eixos de anticlinais na porção norte do domínio.

O compartimento **3A** (Vale com Residuais do Baixo Rio Tocantinzinho) apresenta forma triangular e possui junções tríplices a sul com os compartimentos 1A e 1B (indicado por círculo tracejado na figura 6) e a leste com os compartimentos 1C e 2B, onde apresenta endentação formada pela ZC Colinas-Cavalcante. É delimitado a norte por estrutura importante de direção NW-SE que encaixa o rio Tocantinzinho e limita domínios deformacionais bastante distintos. A leste é limitado pela Falha da Serra do Cristal, que também limita domínios deformacionais bastante distintos e aparenta ser a continuidade para sudeste da ZC Colinas-Serra da

Mesa, deslocada pelo conjunto de zonas de cisalhamento Colinas-Cavalcante e Colinas-Alto Paraíso.

O compartimento **3B** (Vale com Residuais do Baixo Rio Preto) possui limites curvos e é internamente marcado por lineamentos elípticos que circundam corpos graníticos intrusivos elipsoidais. O padrão erosivo é controlado pelos corpos intrusivos e pelas foliações geradas ao redor das intrusões nas rochas sedimentares encaixantes.

Conclusões

A abordagem adotada para a compartimentação do relevo aplicou critérios genéticos baseados em informações geológicas para a distinção das formas de relevo e lineamentos, pois é focada na avaliação geotectônica preliminar. Entretanto, para a composição de mapas de compartimentação geomorfológica para fins aplicados, outros critérios ou parâmetros devem ser considerados, incluindo: comprimento de rampas, declividade, formas das encostas e tipos de solos.

A compartimentação geomorfológica da região da Chapada dos Veadeiros em quatro grandes conjuntos com respectivos subconjuntos é considerada adequada aos objetivos do presente trabalho. Os planaltos com diferentes graus de dissecação, os vales e os vales com residuais compõem regiões com contextos geológicos e geotectônicos distintos, tanto em relação ao nível crustal exposto quanto em relação ao padrão deformacional impresso.

As escarpas compõem zonas de transição entre os demais compartimentos e por isso, têm área restrita e são alinhadas segundo as estruturas que as controlam (formam faixas estreitas e alongadas). As áreas que abrangem os limites entre domínios geomorfológicos e principalmente os limites tríplexes representam regiões de elevada importância para estudos detalhados.

O processo de checagem de áreas-chave em campo é essencial em trabalhos de evolução tectônica, pois estes estudos geralmente abrangem grandes áreas, impossíveis de serem percorridas em sua totalidade em trabalhos de detalhamento. Todavia, a identificação das áreas-chave demanda estudos preliminares.

O método de mapeamento geomorfológico em escala regional com critérios e informações geológicas detalhadas provou ser uma ferramenta importante para a análise preliminar em estudos de evolução tectônica de

uma região e pode ser aplicada a outras regiões em que o substrato controla de forma significativa o modelado do relevo. A aplicação do método na área de estudo permitiu a geração de produtos como os mapas de lineamentos e compartimentos tectônicos, que permitem a identificação de áreas-chave onde devem ser realizados trabalhos de mapeamento estrutural de detalhe, bem como perfis-chave onde devem ser mapeadas seções geológico-estruturais, com o intuito de levantar dados de campo para análise mais aprofundada da evolução tectônica local e regional.

Agradecimentos

Ao Instituto de Geociências da Universidade de Brasília pelos meios destinados a viabilizar os trabalhos de campo e de escritório. Ao corpo editorial da Revista Brasileira de Geomorfologia e aos revisores anônimos que contribuíram para o aperfeiçoamento do artigo.

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. N. (1972). Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: considerações finais, conclusões. **Geomorfologia/USP**, 28, São Paulo, p. 1-38.
- ALVES, F.C.; ROSSETI, D.F. (2015). Análise morfoestrutural e neotectônica na porção norte da Bacia Paraíba (PB). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n.4, (Out-Dez) p.559-578, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i4.710>
- BEZERRA, F.H.R.; SAADI, A.; MOREIRA, J.A.M.; LINS, F.A.P.L.; NOGUEIRA, A.M.B.; MACEDO, J.W.P.; LUCENA, L.F. & NAZARÉ JR., D. (1993). Estruturação neotectônica do litoral de Natal-RN, com base na correlação entre dados geológicos, geomorfológicos e gravimétricos. *In*: Simpósio Nacional De Estudos Tectonicos, Belo Horizonte-MG, 1993. **Anais**, Sociedade Brasileira de Geologia - SBG/MG, Belo Horizonte- MG, 1993, p. 317-321.
- CASSETI, V. (1990). **Introdução à geomorfologia**. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia>.
- CHRISTOFOLETTI, A. (1980). **Geomorfologia**. S. Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda.
- CLARK, M. & SMALL, J. (1982). **Slopes and weathering**. New York: Cambridge University Press. 110p.
- COSTA, J. A. V; FALCÃO, M. T. (2011). Compartimentação morfotectônica e implicações de evolução do relevo do

- hemigráben do Tacutu no estado de Roraima. **Revista Brasileira de Geomorfologia** v.12, n.1, p.85-94, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v12i1.221>
- CORDEIRO, B. M.; FACINCANI, E. M.; PARANHOS FILHO, A. C.; BACANI, V. M.; ASSINE, M. L. (2010). Compartimentação geomorfológica do leque fluvial do rio Negro, borda sudeste da Bacia do Pantanal (MS). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 40, n. 2, p. 175-183.
- DARDENNE, M.A. (2000). The Brasília Fold Belt. In: U.G. Cordani, E.J. Milani, A. Thomaz Filho & D.A. Campos. 2000. **Tectonic evolution of South America**. 31 st International Geological Congress, Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geologia. p. 231-263.
- DARDENNE, M.A.; CAMPOS, J.E.G. (2001). **Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – GO**. In: Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil – SIGEP. Título da pesquisa disponível em <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio096/sitio096.htm>. Acesso em 15/03/2001.
- DAVIS, W. M. (1899). The geographical cycle. **Geographical Journal**, 14:481-504.
- DEMEK, J. (1976). **Handbuch der geomorphologischen Detailkartierung**. Ferdinand Hirt. Viena.
- FONSECA, M.A.; DARDENNE, M.A.; UHLEIN, A. (1995). Faixa Brasília, Setor Setentrional: estilos estruturais e arcabouço tectônico. **Revista Brasileira de Geociências** 25(4):267-278.
- FREITAS-SILVA, F.H. & CAMPOS, J.E.G. (1998). **Geologia do Distrito Federal. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal**. Brasília. Livro. IEMA/SEMATEC/UnB. Vol. 1, Parte I. 86p.
- GILBERT, G.K. (1877). **Geology of the Henry Mountains**: U.S. Geographic and Geologic Survey of the Rocky Mountain region, p. 4 [2d ed. 1880].
- GOIÁS. (2005). Agência Ambiental de Goiás. **Mapa de Solos**. Projeto Radam Brasil. Base de dados: Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação: - Cons. imagem/WWF. 08/07/2005. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>
- GOMES, M.P.; VITAL, H. (2010). Revisão da Compartimentação Geomorfológica da Plataforma Continental Norte do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira Geociências**, 40(3):321-329.
- HACK, J.T. (1960). **Interpretation of erosional topography in humid temperate regions**. American Journal of Science 258A, p. 80-97.
- HANDY, M.R.; BABIST, J, WAGNER, R, ROSENBERG, C.L., KONRAD-SCHMOLKE, M. (2005). Decoupling and its relation to strain partitioning in continental lithosphere: insight from the Periadriatic fault system (European Alps). **Geological Society London Special Publication** 243:249–276. DOI:10.1144/GSL.SP.2005.243.01.17
- IBGE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (1995). **Manual Técnico de Geomorfologia**. (Coordenação Bernardo de Almeida Nunes *et al.*). Série Manuais Técnicos em Geociências. Número 5, Rio de Janeiro.
- MARENT, B.R.; VALADÃO, R.C. (2015). Compartimentação geomorfológica dos planaltos escalonados do sudeste de Minas Gerais - Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.16, n.2, (Abr-Jun) p.255-270. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v16i2.634>
- MARQUES NETO, R.; PEREZ FILHO, A. (2013). Papel da tectônica na dinâmica e evolução da paisagem na Serra da Mantiqueira, sudeste do Brasil. In: Encuentro de Geógrafos de América Latina, Lima-Peru, 2013. **Anales do XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Lima-Peru, p. 1-17. Disponível em: < <http://www.egal2013.pe/10-geografia-fisica/>>. Acesso em: 3 jun 2015.
- MORISAWA, M. (1975). Tectonics and geomorphic models. in: MELHORN, W.N. & FLEMAL, R.C.(eds.). **Theories of landform development**. G. Allen & Unwin, London, p.199- 216.
- O'LEARY D.W.; FRIEDMAN J.D.; POHN H.A. (1976). Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. **Bulletin of Geological Society of America** 87:1463-1469.
- OLLIER, C. 1981. **Tectonics landforms**. Longman, London.
- PENCK, W. (1924). Die morphologische Analyse. Ein Kapietel der physikalischen Geologie. Engelhorn's Nachf., Stuttgart, 283 p. (Tradução da obra em em língua inglesa por CZECH, H. & BOSWELL, K.C. (1953). **Morphological analysis of landforms**. MacMillan and Co., London, 430 p.).
- PIMENTEL M.M., FUCK R.A., BOTELHO N.F. (1999). Granites and the geodynamic history of the Brasília Belt, central Brazil: a review. **Lithos** 46:463-483. DOI: 10.1016/S0024-4937(98)00078-4
- SAADI, A. (1991). **Ensaio sobre a morfotectônica de Minas Gerais**. Belo Horizonte-MG, IGC/UFMG. Tese de Professor Titular, 300 p.
- SAADI, A. & TORQUATO, J.R. (1992). Contribuição à neotectônica do Estado do Ceará. **Revista de Geologia**,

Fortaleza-CE. vol. 5:5-38

SAADI, A. (2013). Modelos morfogenéticos e tectônica global: Reflexões conciliatórias. **Geonomos**, 6(2):55-63. DOI: <http://dx.doi.org/10.18285/geonomos.v6i2.170>

SANTOS, L.J.C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N.E.; FIORI, A.P.; SILVEIRA, C.T.; SILVA, J.M.F. (2009). Morphostructural Mapping of Paraná State, Brazil. **Journal of Maps**, 5:1, p.170-178, DOI: 10.4113/jom.2009.1059

SOIL SURVEY STAFF. (1999). **Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. 2nd edition. Natural Resources Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook, 436 p.

SOUZA FILHO, P. W. M.; QUADROS, M. L. E. S.; SCANDOLARA, J. E.; SILVA FILHO, E. P.; REIS, M. R. (1999). Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia, Brasil.

Revista Brasileira de Geociências, 29(4):469-476.

TAVARES, B.A.C.; CORRÊA, A.C.B; DE LIRA, D.R.; CAVALCANTI, L.C.S. (2014). Compartimentação geomorfológica e morfotectônica do Gráben do Cariatá, Paraíba, a partir de imageamento remoto. **Revista Brasileira de Geomorfologia** - v. 15, nº 4 (Out-Dez) p.523-538, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v15i4.531>

TOPODATA. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em 01 ago 2014.

TRICART, J. (1965). **Principes et méthodes de le geomorphologie**. Paris:Masson Ed., 201p.

TRICART, J. (1978). **Géomorphologie applicable**. Paris: Masson, 204 p.

USGS. **United States Geological Survey**. Earth Explorer. Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>