

ANÁLISE MORFOESTRUTURAL APLICADA A PROBLEMAS DE ERODIBILIDADE NATURAL DA QUADRÍCULA SÃO CARLOS, SP.

Isabella Cruz FAGUNDES¹; Pedro Luiz Fiocco MACHINI¹; Fabiano do Nascimento PUPIM²; Juércio Tavares de MATTOS³; Jairo Roberto JIMÉNEZ-RUEDA⁴

1. Graduandos do curso de Ecologia. Universidade Estadual Paulista - UNESP - Rio Claro/SP. E-mail: fagundes.isabella@gmail.com e pedrolfmachini@hotmail.com
2. Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geociências e Meio ambiente. UNESP - Rio Claro/SP. E-mail: fabianopupim@yahoo.com.br
3. Professor Doutor geólogo. Departamento de Engenharia Civil. UNESP - Guaratinguetá/SP. E-mail: juercio@feg.unesp.br
4. Professor Doutor agrônomo. Departamento de Petrologia e Metalogenia. UNESP - Rio Claro/SP. E-mail: jairorjr@rc.unesp.br

RESUMO

Os processos que induzem à erosão, se não levados em consideração no planejamento e implantação de ações antrópicas, podem originar problemas e aumento dos custos de gestão e manutenção dos empreendimentos. Foram associadas informações morfoestruturais e topográficas com o objetivo de obter o panorama dos graus de erodibilidade existentes na área que abrange a quadrícula São Carlos-SP. Partindo-se do traçado pré-existente das feições anômalas, foram aplicadas técnicas de sensoriamento remoto para a geração do Mapa de Traços de Junta em escala 1:100.000 obtido a partir de feições lineares de drenagem, sobre o qual foi feita uma análise espacial identificando as duas direções de maior densidade de traços de juntas (máximos 1 e máximos 2), o que deu origem aos Mapas de Máximos 1 e 2 e de Zonas de Variação de Máximos 1 e 2. Nestas estruturas e principalmente nas regiões onde ocorrem mudanças bruscas em suas direções, há intensa percolação de fluidos, responsável pela maior erodibilidade nos complexos solo/rocha. As porções centro-sul e centro-leste se caracterizaram como as de maior grau de cisalhamento e fraturamento, além de apresentar muitas estruturas sinformes, sendo então locais de maior potencial erosivo na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: traços de junta, morfoestrutura, erosão, sensoriamento remoto

ABSTRACT

The processes that induce the erosion, if not considered during the planning and implementation of the anthropic actions, can cause problems and increase the costs of management as well as the maintenance of businesses. The morphostructural and

topographical information were associated in order to obtain a picture of the levels of erosion present in the area that covers the São Carlos grid. Starting from the pre-existing trait of the morphostructures of the area, remote sensing techniques were applied in order to generate the Map of the Joint Traces in a scale of 1:100.000 obtained from the drainage linear features, on which a spatial analysis was carried out to identify the two main directions of joint traces density (maximum 1 and maximum 2), which originated the Maps of Maximum 1 and 2 and of Variation of Maximum 1 and 2 Zones. On these structures and mainly on the regions where abrupt changes on the directions happen, there is an intense fluid percolation, responsible for more alterability and consequently erosion on the soil/rock complex. The center-south and center-east portions were characterized as the ones with more shearing and fracturing, as well as synform structures, being the areas with the largest erosive potential.

KEY WORDS: joint traces, morphostructure, erosion, remote sensing.

INTRODUÇÃO

Trabalhos que contemplem a análise, avaliação e compartimentação do meio físico são de extrema importância, pois fornecem subsídios para orientar e elucidar a tomada de decisões na implementação de alternativas de desenvolvimento regional compatíveis com a sustentabilidade e vulnerabilidade dos sistemas ambientais (OHARA *et al.*, 2003). Nesse contexto se insere a análise morfoestrutural, fundamental para estabelecer a dinâmica da paisagem e compreender suas potencialidades, para que se possa planejar as diversas formas de uso e ocupação em concordância com seu potencial ambiental (JIMÉNEZ-RUEDA, *et al.*, 1993).

Os princípios da análise morfoestrutural foram desenvolvidos para a geologia do petróleo em bacias sedimentares e descritos por Guy (1966), Rivereau (1969) e Soares *et al.* (1981a, 1981b, 1982). Os primeiros a aplicar a análise morfoestrutural em estudos ambientais e de planejamento foram Mattos *et al.* (1992), Jiménez-Rueda & Mattos (1992a, 1992b) e Jiménez-Rueda *et al.* (1989a, 1989b, 1990, 1993), desde então outros autores procuram aplicar e desenvolver essa técnica em diversas frentes das geociências e ciências ambientais (FRANZONI, 2000; RODRIGUES, 2000; OHARA *et al.*, 2003; MORAES & JIMÉNEZ-RUEDA, 2005; CAETANO, 2006; SHIMBO & JIMÉNEZ-RUEDA, 2007; SOUZA & JIMÉNEZ-RUEDA, 2007; DELLA JUSTINA, 2009).

A interpretação morfoestrutural tem a premissa de que muitas estruturas podem ser refletidas em superfície e são, por isso, passíveis de identificação através de produtos de sensoriamento remoto. Baseia-se na análise dos elementos de drenagem e relevo e suas

relações espaciais, onde as morfoestruturas surgem como feições anômalas dentro da tendência regional (JIMÉNEZ-RUEDA, *et al.*, 1993).

O principal controle das formas de drenagem e relevo é dado pelo efeito das discontinuidades, que constituem zonas de intemperismo e erosão preferenciais. (SOARES *et al.*, 1981a). A partir da análise da rede de drenagem são estabelecidos padrões de assimetrias e/ou simetrias, além de anomalias radiais, anelares e feições lineares, que permitem identificar as feições estruturais existentes - os altos estruturais (positivas) e os baixos estruturais (negativas) -, representadas por curvas não cotadas, e as discontinuidades estruturais (lineamento e falhas), que podem estar em posição altimétrica alta ou baixa. O resultado dessa análise integrada é a caracterização morfoestrutural. Quando relacionados os altos e baixos estruturais com os altos e baixos topográficos indicam aspectos hidrológicos, como o nível do lençol freático e aquífero, e contribuem na determinação da circulação de água e potencial erosivo da área (JIMÉNEZ-RUEDA, *et al.*, 1993).

A correta interpretação dos elementos, feições, arranjos e padrões estruturais e tectônicos auxilia na caracterização da ruptibilidade, permeabilidade do solo/rocha, percolação de fluidos e conseqüentemente na identificação de áreas com diferentes níveis de instabilidade/estabilidade frente a processos de alteração, erodibilidade e susceptibilidade ambiental (MATTOS *et al.*, 2002). Tal técnica, aplicada em bacias recobertas e/ou relevos aplainados, seja por pedimentação ou peneplanção, permite realizar inferências relacionadas ao arcabouço tectônico, aspectos geoquímicos, fisiográficos, geopedológicos e aplicações em diversos ramos das engenharias civil, sanitária, agrícola e ambiental (JIMÉNEZ-RUEDA, *et al.*, 1993).

Neste trabalho se deu ênfase aos dados de erodibilidade das coberturas da quadrícula São Carlos-SP, com base na análise morfoestrutural para mapeamentos geoambientais, desenvolvido por Jiménez-Rueda *et al.* (1989a; 1989b; 1990; 1993) e Jiménez-Rueda & Mattos (1992a; 1992b). O termo erodibilidade aqui utilizado é genérico e refere-se a todo tipo de evento de erosão, tanto laminar quanto linear.

A área de estudo localiza-se na porção centro-leste do Estado de São Paulo-Brasil, entre as coordenadas 22°00' e 22°30' de latitude Sul e 47°30' e 48°00' de longitude Oeste, com uma superfície de 2850 km², abrangendo totalmente os municípios de Analândia e Itirapina e, parcialmente, os municípios de Brotas, Charqueada, Corumbataí, Descalvado, Ibaté, Ipeúna, Pirassununga, Rio Claro, Santa Cruz da Conceição, Santa Gertrudes, São Carlos e São Pedro (Fig. 1). Tem como principais vias de acesso, as rodovias SP-310 (Washington Luís), SP-225, SP-215 e SP-191.

A região encontra-se inteiramente incluída na borda nordeste da Província Tectônica da Bacia Sedimentar do Paraná (ALMEIDA, 1967). Na área de estudo, segundo mapa geológico de Melo & Ponçano (1983), afloram as unidades litoestratigráficas que se desenvolveram durante o Permiano até o Cenozóico – Quaternário: Subgrupo Itararé, Formações Aquidauana, Tatuí, Irati, Corumbataí, Pirambóia, Botucatu, Serra Geral, Itaqueri e Rio Claro.

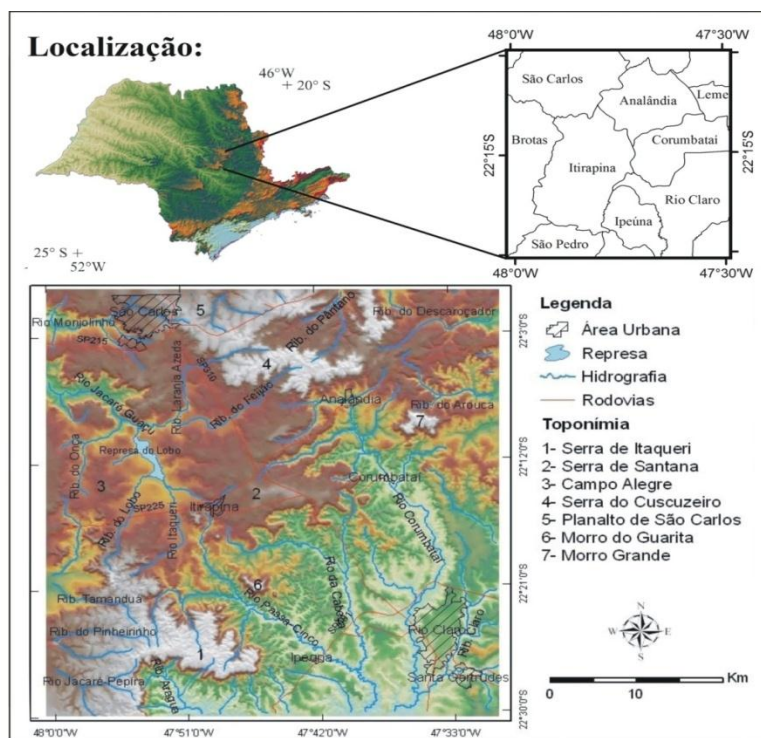


Fig. 1: Área de estudo.

A área estudada compreende dois dos grandes compartimentos geomorfológicos do Estado de São Paulo: Planalto Ocidental Paulista (Centro Ocidental e Residual de São Carlos) Depressão Periférica Paulista (Médio Tietê), além das escarpas e depósitos referentes às cuestas basálticas (ROSS & MOROZ, 1997).

MATERIAIS E MÉTODOS

Conceitos em Análise Morfoestrutural – estão apresentados na Tab. 1 abaixo os conceitos básicos para a realização do método de análise morfoestrutural através de fotointerpretação, baseado em Soares & Fiori (1976) e Soares *et al.* (1981a, 1981b e 1982), utilizado por Volkmer (1993). Tais informações são importantes para que seja possível identificar e interpretar as formas procurando relações com a estrutura geológica da área.

Mapa de Contorno estrutural não Cotado – compilado de Volkmer (1993), a qual se baseou em Soares *et al.* (1981a, 1981b e 1982) para a realização das linhas de forma que

delimitam os blocos estruturais altos e baixos. A referida autora utilizou-se de técnicas de fotointerpretação em imagem orbital TM/Landsat-5, órbita 220, ponto 75, banda 4, obtida em 09/09/1990, fornecida pelo INPE, em formato analógico (papel fotográfico), na escala 1:100.000. As linhas de forma, até então em papel Terkron, foram vetorizadas através do software ArcGis 9.0 e então relacionadas com o Mapa Hipsométrico, resultando no Mapa de Contornos Morfoestruturais.

Tab. 1: Significados geológicos e identificação em produtos de sensores remotos das feições importantes para a realização da análise morfoestrutural.

FEIÇÃO	SIGNIFICADO	IDENTIFICAÇÃO
Feições lineares de drenagem (traços de junta)	Planos ou superfícies de fraturas tectônicas, sem deslocamento paralelo das paredes	Feições fortemente estruturadas e retilíneas representando drenagens de 1º e por vezes de 2ª ordem
Alinhamentos	Lineamentos estruturais. Representam áreas de alívio tectônico rúptil, ou seja, falhamentos, discordâncias estruturais e/ou descontinuidades geológicas em profundidade, que atingem camadas superficiais através de pequenos deslocamentos em feixes de fraturas	Feições fortemente estruturadas compostas pela disposição em linha reta das feições lineares de drenagem ou relevo
Zonas homólogas unidirecionais	Estreitas faixas de intenso fraturamento nas rochas expostas, refletindo falhamentos em profundidade	Zonas de drenagens anormalmente estruturadas em duas direções
Feições assimétricas	Mostram o sentido do mergulho das camadas	Elementos de drenagem de tamanho e arranjo diferentes de um lado e de outro do elemento de referência da rede de drenagem ou do relevo
Formas anelares de drenagem	Feições anômalas produzidas pela alteração do controle da estrutura regional, refletindo a existência de estruturas sinformes e antiformes	Elementos de drenagem de 3ª e 4ª ordens do tipo anelar
Formas radiais de drenagem	Feições anômalas produzidas pela alteração do controle da estrutura regional, indicando baixos topográficos	Elementos de drenagem de 1ª e 2ª ordens divergentes

Mapa Hipsométrico - realizado a partir do fatiamento do terreno em ambiente ArcGis 9.0, tendo sido baseado nas cartas topográficas em escala 1:50.000, identifica altos e baixos topográficos regionais.

Mapa de Contornos Morfoestruturais – foi gerado em ambiente ArcGis 9.0 em escala 1:100.000 relacionando as linhas de forma (áreas estruturalmente anômalas, positivas e negativas) realizadas por Volkmer (1993) com o Mapa Hipsométrico.

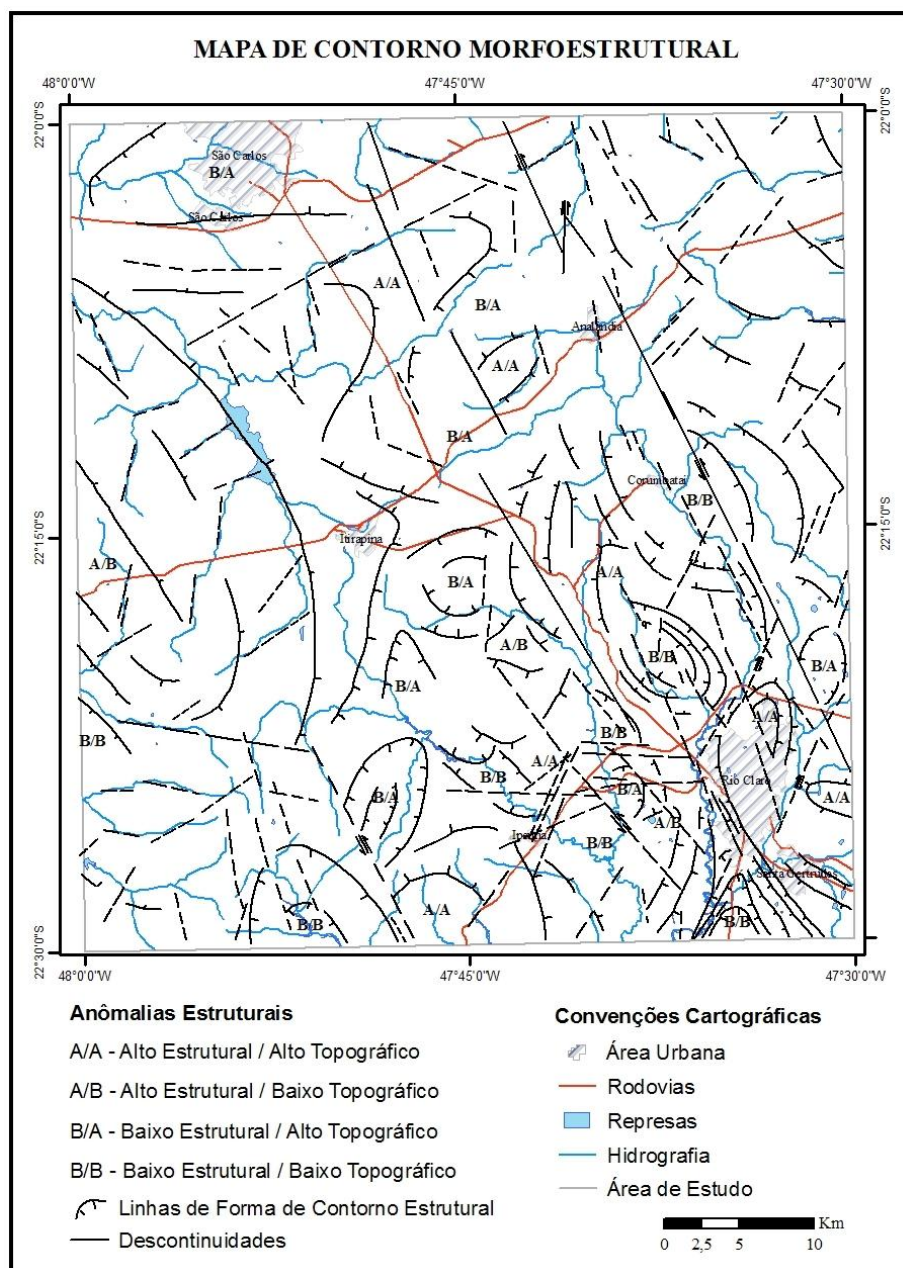
Mapa de Traços de Junta – baseou-se na extração das feições lineares de drenagem, as quais são elementos retilíneos e contínuos, tendo sido interpretados como traços de fraturas tectônicas, embora com as mais diferentes causas. Tais traços de junta foram extraídos em ambiente digital ArcGis 9.0 a partir do reconhecimento de segmentos retilíneos de elementos texturais, geralmente de 1ª ordem e por vezes de 2ª ordem, constituindo feições fortemente estruturadas unidirecionalmente, representados no Mapa de Traços de Junta, em escala 1:100.000. A partir deste, foi realizada uma análise estatística pelo estimador de densidade por Kernel para a identificação das duas direções de maior densidade de traços de junta por unidade de área (4 km por 4 km), denominadas de máximos 1 e máximos 2. A partir da filtragem de máximos foi gerado o Mapa de Zonas de Variação de Máximos 1 e 2, cuja análise objetiva estabelecer a visão regional do processo deformacional e principalmente onde estes máximos mudam bruscamente de direção, o que denota que nestas regiões existe uma variação no regime do campo de tensão da deformação e, consequentemente, maior fraturamento do maciço rochoso e coberturas superficiais (MATTOS *et al.*, 2002; CRISÓSTOMO NETO, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Mapa de Contorno Morfoestrutural é o resultado das feições anômalas compiladas de Volkmer (1993) relacionado com o Mapa Hipsométrico (Fig. 5).

Algumas informações que relacionam as feições anômalas, as feições topográficas, suas características pedológicas e seus potenciais naturais de erosão estão contidas abaixo, baseadas nos trabalhos de Jiménez-Rueda *et al.* (1989, 1992 e 1993),

Os altos estruturais estão associados a sistemas abertos, onde a circulação de água, a lixiviação e a saída de material são intensas. Quando associados a falhas e fraturas podem conduzir a processos de erosão, soterramento e exumação de sistemas pedogênicos anteriores. Por apresentar menor tendência à retenção de água, tornam-se áreas de recarga de aquíferos, favorecendo o desenvolvimento de Neossolos Litólicos quando ocorre erosão acelerada, Cambissolos distróficos ou, em condições de estabilidade, os Latossolos, associados aos Argissolos nas áreas intensamente fraturadas. Na ocorrência de um alto estrutural em um alto topográfico, como ao sudeste de São Carlos, a erodibilidade é considerada baixa e tal local possui baixas restrições ao uso.



Já os baixos estruturais constituem sistemas fechados, que proporcionam menor lixiviação e tendência de acúmulo de água e de elementos, favorecendo as reações de redução. Ocorrem os processos pedogenéticos de gleização, hidromorfismo, saturação com água, ricos em matéria orgânica e argilização. A presença de um baixo estrutural em um baixo topográfico (BB) gera problemas relacionados às altas corrosividade e condutividade, por se tratar de um sistema fechado/ confinado, pouco percolativo. A ocorrência dos BBs presentes na área predomina nas porções centro-sul e centro-leste, caracterizadas por maior grau de erodibilidade.

Na Tab. 2 está sintetizada a discussão feita acima e sua associação à feição topográfica em que se encontra para a melhor compreensão dos processos que se desenvolvem em cada feição morfoestrutural, bem como sua respectiva susceptibilidade.

Tab. 2: Relação morfoestrutura x topografia, seus processos, características e aplicações.

Alto estrutural e Alto topográfico (AA)	Intemperismo muito forte; pedogênese maior que morfogênese; circulação de água intensa; minerais caulinita e gibsita; intensa oxidação; hidrólise total; processos de alitização, latossolização e laterização (em paleoambientes tropicais); erodibilidade baixa; adequado para obras lineares e edificações; uso restrito para aterros sanitários.
Alto estrutural e Baixo topográfico (AB)	Intemperismo forte; morfogênese maior que pedogênese; circulação de água média/alta; argilominerais caulinita, gibsita e esmectita; oxidação parcial; hidrólise parcial/total; processos de alitização, latossolização, laterização, melanização e argilização; erodibilidade moderada a alta (exorréica); moderado a adequado para obras lineares, moderado para edificações; uso restrito a inadequado para aterros sanitários.
Baixo estrutural e Alto topográfico (BA)	Intemperismo moderado/forte; pedogênese maior que morfogênese; circulação de água baixa direcionada; argilominerais caulinita e esmectita; moderada óxido-redução; hidrólise parcial/total; processos de latossolização e argilização; erodibilidade muito alta a moderada (exorréica); moderado a inadequado para obras lineares e edificações; adequado para aterros sanitários.
Baixo estrutural e Baixo topográfico (BB)	Intemperismo fraco; morfogênese maior que pedogênese; circulação de água alta direcionada; argilominerais esmectita e caulinita; intensa redução; hidrólise incipiente; processos de gleização, melanização e argilização intensa, com concentração de Na, Ca, CO ₃ , Si e Mg; erodibilidade muito alta (endorréica); inadequado para obras lineares, edificações e aterros sanitários.

Tendo em vista contribuir no entendimento do panorama geral de erodibilidade da área, foi produzido o Mapa de Traços de Junta (Fig. 6), cuja análise permite inferir fatores que

controlam os processos erosivos. O mapeamento dos traços de juntas tem como finalidade estabelecer o grau de fraturamento das coberturas e rochas, e onde esse grau se apresenta com maior intensidade de rompimento, há conseqüentemente, maior permeabilidade, infiltração, alterabilidade e ruptibilidade, e então, maior potencial de erodibilidade natural (MATTOS, *et al.*, 2002).

Da análise do Mapa de Traços de Junta foram gerados os Mapas de Máximos 1 e 2 e de Zonas de variação de Máximos 1 e 2 (Fig. 6). Os máximos 1 e 2 representam a primeira e a segunda direção de maior densidade de traços de junta, respectivamente. Nas regiões onde há cruzamento de ZVM 1 e 2 (zonas de variação de máximos 1 e 2), os processos erosivos já se instalaram e portanto, a erodibilidade é muito alta. Na área, tal fato é predominante na porção centro-sul – onde localiza-se o Morro da Guarita – e se estendendo um pouco a centro-leste, onde se encontra o maior grau de cisalhamento da área de estudo e, por isso, a ocupação é considerada imprópria e o custo de implantação e manutenção de obras é alto.

Já nas áreas onde ocorrem somente ZVM 1 a erodibilidade é alta e nas ZVM 2, os processos de erodibilidade apenas estão potencializados e não instalados, pois nestas regiões as formas de relevo estão em equilíbrio dinâmico quando não “alteradas”, mas se desestabilizam por qualquer intervenção antrópica (MATTOS *et al.*, 2002).

Abaixo, foram associadas as informações dos blocos estruturais, da topografia e dos traços de junta, integrando-as para a compreensão dos diferentes graus de erodibilidade existentes na área.

A erodibilidade é muito baixa apenas nas áreas onde a densidade de traços de junta é muito baixa e não ocorre nenhuma feição anômala associada. Na área de estudo tais características predominam na área que vai do sul de São Carlos até noroeste de Itirapina, sobre o Planalto Ocidental, sendo o local de menor grau de erodibilidade de toda a área, com baixas restrições ao uso e ocupação.

A erodibilidade é baixa onde a densidade de traços de junta é muito baixa, associada a AA (Alto estrutural e Alto topográfico) ou ZVM 2 (Zona de Variação de Máximos 2), fato que se apresenta no Planalto de Rio Claro, a sudeste da área de estudo. Outra possibilidade é a presença de densidade baixa de traços de junta associada ou não com AA.

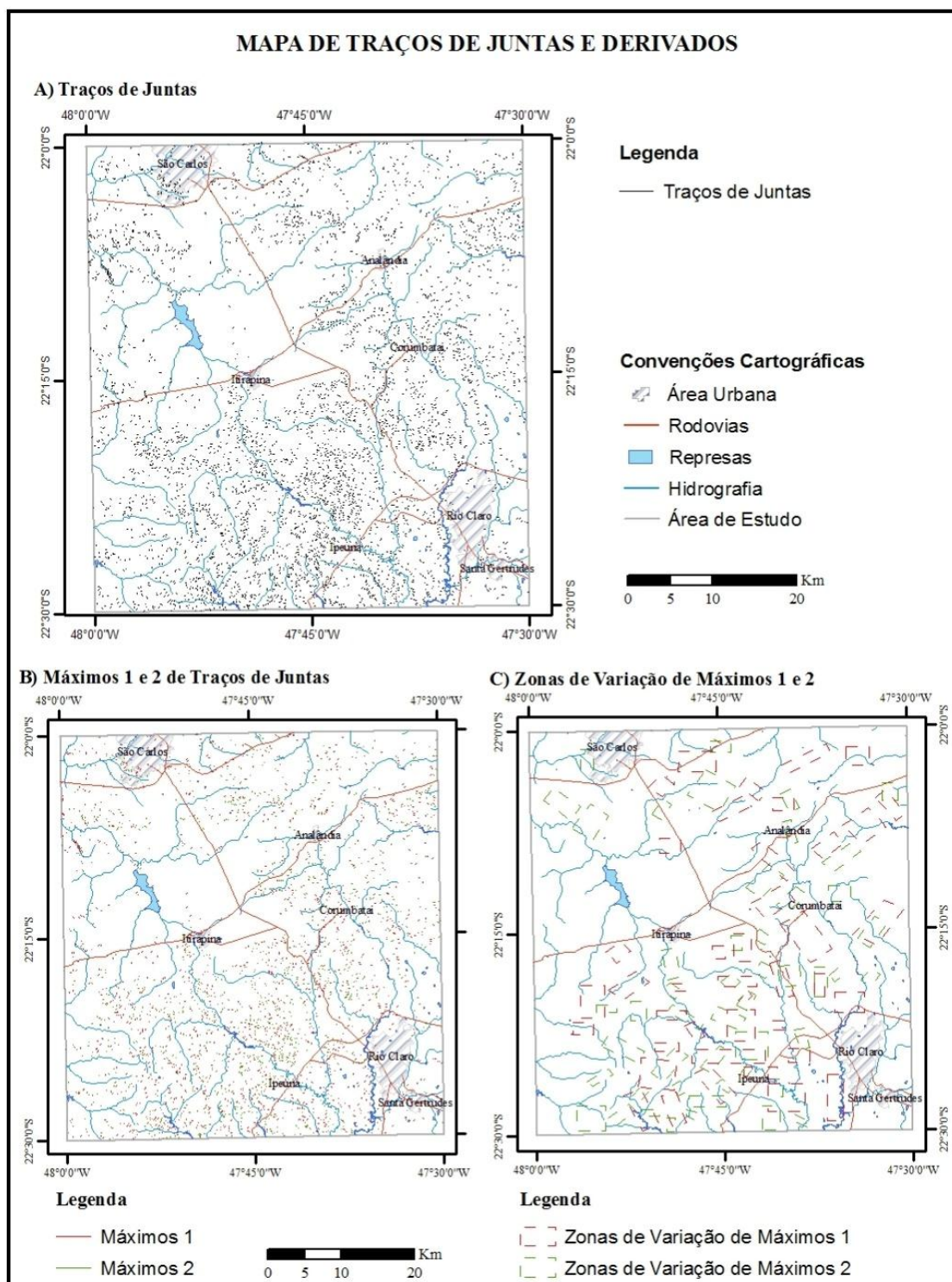


Fig. 6: Mapas de Traços de Junta (A), de Máximos 1 e 2 (B) e de Zonas de Variação de Máximos 1 e 2 (C).

A erodibilidade é moderada em diversas combinações como: áreas com densidade muito baixa de traços de junta, associadas a AA e ZVM 2; áreas de baixa ou muito baixa densidade de traços de junta, associadas a AB (Alto estrutural e Baixo topográfico) – como ocorre no oeste da área de estudo, no município de Brotas – ; áreas de baixa densidade de

traços de junta com a presença de ZVM 2, associada ou não a AA; áreas com densidade moderada de traços de junta associada ou não a AA. Tais locais são mais instáveis e necessitam de monitoramento constante e, se possível, devem ser evitados na implantação de certas obras.

A erodibilidade é alta quando ocorrem as seguintes combinações: densidade baixa ou muito baixa de traços de junta associada a AB e ZVM 2; áreas onde ocorra a associação de duas das seguintes variáveis: densidade moderada de traços de junta, AB, ZVM 2; presença de ZVM 1 (Zona de Variação de Máximos 1) ou área com alta densidade de traços de junta, exceto quando associado a BB ou ZVM 2. São locais com fortes restrições ao uso e ocupação em geral.

A erodibilidade é muito alta onde há presença de BB ou quando se associam duas ou mais das seguintes variáveis: BA (Baixo estrutural e Alto topográfico), ZVM 1, ZVM 2 e alta densidade de traços de junta, sendo tais locais impróprios à ocupação e de alto custo para implantação e manutenção de obras.

Assim, as porções que apresenta maior erodibilidade na área de estudo são a centro-sul e a centro-leste, pertencentes à Depressão Periférica, onde se concentram blocos BB e há grande quantidade de cruzamentos entre ZVM 1 e 2. Pode-se dizer que tal porção sofreu forte influência tectônica e possui alto grau de cisalhamento, fato não só observável pela alta densidade de traços de junta e de cruzamentos entre ZVM 1 e 2, mas também porque as feições anômalas representadas pelas linhas de forma são truncadas e pequenas, o que difere muito das linhas de forma extensas e completas que ocorrem no Planalto de Campo Alegre, Planalto de São Carlos, e a nordeste de Analândia.

Não é esperado que atividade tectônica seja presente em bacias sedimentares antigas nem em intraplaca, porém os resultados descritos acima sugerem que isso seja possível, provavelmente por reativação de antigas estruturas ou/e reflexo do tectonismo já descrito que resultou no Domo de Pitanga, a sudoeste de Rio Claro (SOUZA, 2002).

CONCLUSÕES

1. A aplicação do método morfoestrutural, que abrange as informações de anomalias estruturais, a altimetria em que estes se encontram e a análise dos traços de junta, fazendo uso de técnicas de geoprocessamento, se mostrou adequada a estudos que visem a compreender e estabelecer diferentes graus de erodibilidade (preferencialmente em mapeamentos em escala de reconhecimento), aplicando-se para o planejamento e gestão do

meio físico, pois compreende uma sistemática de trabalho relativamente rápida e de baixo custo.

2. As informações provenientes dos traços de junta corroboraram e se somaram aos diagnósticos obtidos com a interpretação das anomalias estruturais e topografia, ou seja, as áreas que apresentam ZVM 1, sobreposição de ZVM 1 e 2 e alta densidade de traços de junta, correspondem, na maior parte das vezes, a blocos BB ou ainda BA. Muitas vezes, áreas tomaram característica de maior potencial erosivo pela adição das informações de traços de junta; outras porções que pareciam ter pouco potencial erosivo foram confirmadas como as de menor erodibilidade através da análise dos dados de densidade de traços de junta.

3. O método utilizado gera dados a respeito do comportamento do meio físico que se aplicam não só à compreensão da erodibilidade natural, mas também ao entendimento da resposta da água frente às características físicas, no estudo das argilas, suas modificações e condutas, entre outros. Assim, aplica-se a problemas relacionados a obras de engenharia, como construção civil e linhas de transmissão; sanitárias, como escolha de local adequado para lixões e aterros; entre outros.

4. No caso de haver interesse em estudos mais profundos para se obter medidas e garantir as informações geradas, é indicada a aplicação de técnicas de geofísica, já que os resultados de presente trabalho se basearam em propriedades indiretas observáveis em superfície, porém com grande arcabouço do conhecimento em geologia estrutural.

5. O presente estudo, somado a análises fisiográfica e das coberturas da área, é de extrema importância como base para a realização do zoneamento geoambiental, bem como a criação de mapas de capacidade suporte, subsidiando futuros projetos de ocupação sustentável da área.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.F.M. de. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. **Bol. Depto. de Geologia e Mineralogia**, DNPM, Rio de Janeiro, n. 214, 1967.

CAETANO, N. R. **Procedimentos metodológicos para o planejamento de obras e usos: uma abordagem geotécnica e geoambiental**. 2006. 163 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CRISÓSTOMO NETO, A. P. **Mapeamento Geoambiental com imagem de satélite do Vale do Paraíba**. 2003. 67 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DELLA JUSTINA, E. E. **Zoneamento geoambiental da reserva biológica do Jaru e zona de amortecimento - RO, como subsídio ao seu plano de manejo**. 2009. 225 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FRANZONI, A. M. B. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento na Caracterização do Meio Físico para Fins de Traçado e Manutenção de Rede Viária: Ilha de Santa Catarina – SC**. 2000. 145 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

GUY, M. Quelques principes e quelques expériences sur la methodologie de la photo-interpretation. In: Symp. Intern. Photo-Interpretation, 2., Paris, **Acte, v.1, p. 21-41**. 1966.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. Uso de sensoriamento remoto no zoneamento agroecológico da região da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÒN REMOTA, n.4, 1989, Bariloche - Argentina. **Anais...** Bariloche - Argentina: SELPER, 1989a. p.135-140.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T.; MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar os impactos ambientais de um sistema de irrigofertilização com vinhoto na região centro-leste do Estado de São Paulo. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÒN REMOTA, n.4, 1989, Bariloche – Argentina. **Anais...** Bariloche - Argentina: INPE/SELPER, 1989b. p. 459-465.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T.; RIEDEL, P. S. Estudos correlativos entre respostas espectrais e índices de intemperismo de coberturas de alteração intempéricas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n.6, 1990, Manaus – AM. **Anais...** Manaus – AM:1990.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Monitoreo de las actividades antrópicas para la evaluación de la capacidad de suporte del medio físico: diagnóstico y pronóstico. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, n.2; CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, n.2, 1992, Pereira – Colômbia. **Anais...** Pereira - Colômbia, 1992a.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. Técnicas para control ambiental de áreas con irrigação fertilização com vinhoto (Piracicaba – SP, Brasil). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, n. 2, CONFERENCIA COLOMBIANA DE GEOLOGIA AMBIENTAL, n.2, 1992, Pereira – Colômbia. **Anais...** Pereira – Colômbia: SELPER: 1992b. p. 171-179.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; NUNES, E.; MATTOS, J. T. Caracterização Fisiográfica e Morfoestrutural da folha São José de Mipibu-RN. **Geociências**, São Paulo, v. 12, n. 2, p. 481-491, 1993.

MATTOS, J. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; OHARA, T.; MENDES, M.L. de B.; SANTANA, M.A. Critérios para mapeamento de classes a erosão de solos em imagem TM-Landsat. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, n.9, 2002, Cochabamba - Bolívia. **Anais...** Cochabamba - Bolívia: SELPER, 2002.

MATTOS, J. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; TEIXEIRA, J. A.; MALAGUTTI FILHO, W. Planeación y control de alcantarillados y orientación Del saneamiento básico urbano (Rio Claro – SP). In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO SOBRE RIESGO GEOLÓGICO URBANO, n.2, Conferencia Colombiana de Geología Ambiental, n.2, 1992, Pereira – Colômbia. **Anais...** Pereira – Colômbia: 1992. P. 259-267.

MELO, M.S.; & PONÇANO, W.L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo**. São Paulo, IPT, 1983, 74p. (Série Monografias 9).

MORAES, F. T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Caracterização morfoestrutural do município de Poços de Caldas, MG, visando o estabelecimento de zonas geoambientais. In:

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. n. 12. 2005. Goiânia – GO. **Anais...** Goiânia – GO: INPE, 2005. p. 3837-3841.

OHARA, T.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T.; CAETANO, N. R. Zoneamento Geoambiental da região do alto-médio Rio Paraíba do Sul e a carta de aptidão física para a implantação de obras viárias. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 170-182, jun. 2003.

RIVEREAU, J. C. **Notas de aula do curso de fotointerpretação**. Curitiba, Instituto de Geologia. Universidade Federal do Paraná, 92 f. 1969.

RODRIGUES, R. M. **Zoneamento Geoambiental da Bacia do Rio Camboriú – SC aPartir de Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas (SIG)**. 2000. 90 f. Tese (Doutorado em Geologia Regional). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo:USP, v. I e II, 1997. p. 64 e 2 mapas, escala 1:500.000.

SHIMBO, J. Z.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária. Estudo de caso: assentamento rural Pirituba II (SP). **Revista Nera**, Presidente Prudente, Ano 10, n. 10, p. 115-133, 2007.

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, dez. 1976.

SOARES, P. C.; GUERRA, S. M. S.; BARCELLOS, P. E.; CSORDAS, S. M.; MATTOS, J. T.; BALIERO, M. F.; MENEZES, P. R. Análise morfoestrutural regional com imagens de Radar e Landsat na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, n.3, 1981, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba - PR: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981a. p. 201-216.

SOARES, P. C.; BARRETO, M. L. K.; REDAELLI, R. Aplicação da análise morfoestrutural em semi-detálhe com fotos aéreas na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, n.3, 1981, Curitiba - PR. **Anais...** Curitiba - PR: Sociedade Brasileira de Geologia, 1981b, p.217-225.

SOARES, P. C.; LUZ, M. E. R.; REDAELLI, R.; GUERRA, S. M. S. Análise morfoestrutural em fotos aéreas: aplicação na prospecção de hidrocarbonetos na Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n.2, 1982, Brasília - DF. **Anais...** Brasília - DF: 1982

SOUZA, A. A.; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Análise fisiográfica e morfoestrutural no reconhecimento de padrões de solos no município de Porto Velho-RO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. n. 13, 2007, Florianópolis - SC. **Anais...** Florianópolis – SC: INPE, 2007. p. 6981-6985.

SOUZA, M. O. L. **Evolução tectônica dos altos estruturais de Pitanga, Artemis, Pau d' Alho e Jibóia – centro do estado de São Paulo.** 2002. 206 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

VOLKMER, S. **Caracterização Mineralógica das Coberturas de Alteração Intempérica da Quadricula São Carlos – SP. Escala 1:100.000.** 1993. 157 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.