Condicionantes estruturais da distribuição das Formações Piraçununga e Santa Rita do Passa Quatro na região de Descalvado e Luís Antônio (SP)

Diego Luciano do Nascimento

dih.sapo@gmail.com

Éverton Vinícius Valezio

evertonvalezio@gmail.com

Resumo

Derivada dos processos intempéricos cenozoicos, as formações superficiais estão ligadas ao retrabalho erosivo e deposicional dos materiais que recobrem a paisagem. Tais coberturas tiveram marcado estudo nas décadas de 1950 a 1990, porém ainda existem lacunas em relação a sua gênese e distribuição na Depressão Periférica Paulista. Objetivando perspectivas geocronológicas e evolutivas para as formações Piraçununga e Santa Rita do Passa Quatro, este trabalho, por meio de datações por Luminescência Opticamente Estimulada (LOE) dos materiais identificados nas cartas de geologia de superfície (1:50.000); perfil longitudinal e *stream gradient-length index* do ribeirão do Pântano, visou identificar as idades absolutas destes depósitos que capeiam diferentes topografias nas proximidades de Descalvado e Luís Antônio (SP), seus condicionantes estruturais e climáticos. As idades encontradas, marcadas, sobretudo, do Pleistoceno Superior (entre 16.550 e 11.210 A.P.), permitem a junção evolutiva em uma só formação.

* * *

PALAVRAS-CHAVE: Formações superficiais, Luminescência Opticamente Estimulada (LOE), Índices morfométricos, Depressão Periférica Paulista, Ribeirão do Pântano.

Introdução

Os materiais de capeamento das formas, chamadas formações superficiais, estão diretamente relacionados às condições litoestruturais da Depressão Periférica Paulista, cujos reflexos podem ser observados nos componentes físicos da paisagem, como os solos, vegetação e os canais fluviais. Tais materiais testemunham os processos responsáveis pela evolução do relevo, podendo ser constantemente retrabalhados e distribuídos de maneira descontínua pela paisagem.

As primeiras referências sobre a origem das formações superficiais no Estado de São Paulo remontam a década de trinta (WASHBURNE, 1930), sendo ampliadas nas décadas subsequentes (ALMEIDA, 1952; ALMEIDA; BARBOSA, 1959; MEZZALIRA, 1965; BJORNBERG, 1965, 1969; BJORNBERG; LANDIM, 1966; PENTEADO, 1968; QUEIROZ NETO, 1969; FULFARO; SUGUIO, 1974; MELO; PONÇANO, 1983; MELO, 1995). Conforme assinalam Fúlfaro e Suguio (1974), essas coberturas neocenozoicas capeiam diferentes níveis topográficos, apresentam espessura delgada e são facilmente confundidas com solos residuais, pois pouco se diferenciam do material de alteração das rochas regionais. O escasso registro fossilífero dificulta a cronologia, classificação e discussões acerca de seus paleoambientes deposicionais.

Bjornberg e Landim (1966) identificaram três níveis topográficos nas proximidades das Cuestas arenito-basálticas e na Depressão Periférica Paulista onde se estabelecem os sedimentos cenozoicos. O nível superior a 900 metros de altitude na região de São Carlos, o nível intermediário entre 900 e 800 metros de altitude na Serra de Santana e Itirapina, e o nível inferior, com maior distribuição regional, entre 800 e 600 metros de altitude. Para os autores, a formação Rio Claro se estabeleceria entre o nível inferior e o intermediário, sendo relevante para as discussões aqui postas, justamente pelas relações estabelecidas na bibliografia entre a formação Rio Claro e os depósitos similares de outras regiões situados no mesmo nível topográfico. As Formações Piraçununga e Santa Rita do Passa Quatro, assim, seriam consideradas correlatas ou associadas à formação Rio Claro.

Bjornberg (1965, 1969) teve grande papel na investigação do Cenozoico paulista, dando destaque para o papel da tectônica na deposição destas formações superficiais, diferentemente da maioria das pesquisas que destacavam apenas o papel climático na sedimentação Cenozoica.

A identificação de condicionantes estruturais da paisagem perpassa por diferentes metodologias analíticas, dentre elas se destacam os índices morfométricos. Ao se utilizarem de características superficiais da paisagem, tais

índices propiciam, dadas as características morfológicas expressas, meios de reconhecimento da atuação dos fatores litoestruturais.

A dinâmica de evolução das formas terrestres tem nos canais fluviais um importante indicador. É, sobretudo, na drenagem – o que inclui os canais fluviais individualizados – que podemos identificar arranjos estruturais de forma mais inteligível, dada a sensibilidade desses sistemas em recepcionarem alterações de ordem climática, tectônica e, mais recentemente, antrópica.

Dentre os parâmetros morfométricos utilizados, o perfil longitudinal se mostra efetivo ao reportar a presença de rupturas de ordem litoestrutural (WHIPPLE; TUCKER, 1999; PHILLIPS; LUTZ, 2008; ZANCOPÉ et al., 2009; PIKE et al, 2010), o que incumbe fenômenos tectônicos, erosão diferencial por contato litológico ou estrutura das rochas e abatimento ou soerguimento de blocos. Resultante da morfogênese fluvial, a disposição de transecto ao longo de sua bacia hidrográfica, com assíntotas longas e aspecto côncavo, representando um perfil em equilíbrio (ETCHEBEHERE et al, 2004), pode ser pontuado por níveis de base intermediários – *knickpoints* ou *knickzones* – atrelados a heterogeneidade litológica, embricamento de tributários, deformação crustal, ou a múltipla causalidade dentro do mesmo sistema fluvial (PHILLIPS et al, 2010). De forma complementar à representação morfométrica dos canais fluviais supracitada, o índice SL (*Stream gradient-length index*) proposto por Hack (1973), relaciona o gradiente e a extensão total do canal fluvial, ressaltando os segmentos díspares da condição de equilíbrio, complementando os dados obtidos por meio do perfil longitudinal para a identificação de rupturas de declive.

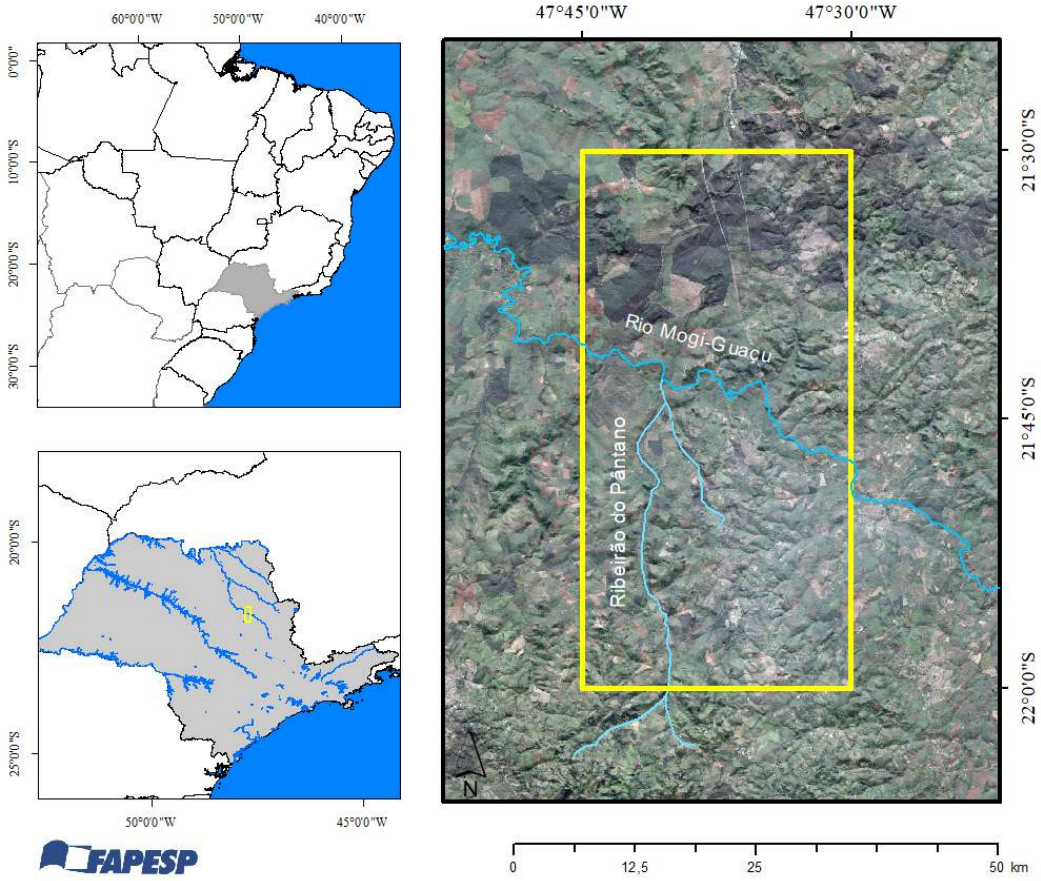
Os trabalhos de Massoli (1980, 1981, 1983), Melo (1995), Silva (1997) e Facincani (2000) fazem menções às Formações Santa Rita do Passa Quatro e Piraçununga, mas ainda há lacunas no estabelecimento de suas idades absolutas e sua relação com evolução das formas na Depressão Periférica Paulista. Assim, estudos sistemáticos precisam ser alicerçados em novas metodologias de análise para que as influências estruturais condicionantes da disposição morfológica e depósitos associados sejam melhor compreendidos, caracterizados e individualizados.

Materiais e Métodos

Localizada na província geomorfológica da Depressão Periférica Paulista, na Zona do Mogi-Guaçu (ALMEIDA, 1964), a área de pesquisa abrange o quadrante correspondente às cartas de Formações Geológicas de Superfície de Descalvado e Luís Antônio (entre as coordenadas 21°30’ e 22°00’S e 47°45’ e 47°30’W), dispostas

nas proximidades dos municípios de Descalvado e Luís Antônio, estado de São Paulo.

Figura 1. Localização do quadrante das cartas de Formações Superficiais de Descalvado, Luís Antônio e do Ribeirão do Pântano.



A formação Piraçununga se caracteriza pela presença de sedimentos areno-argilosos inconsolidados, pobremente selecionados, coloração vermelho-amarelada e pobre em estruturas sedimentares, com predomínio da estrutura maciça (SILVA, 1997). O contato da formação com a rocha subjacente é discordante e se dá por um nível conglomerático de pouca espessura, podendo ocorrer sob a forma de *stone line*. Já a formação Santa Rita do Passa Quatro se caracteriza por pacotes arenosos com estrutura maciça e, em sua parte basal, invariavelmente, a presença de cascalheira ou linha de seixos constituídos predominantemente por quartzo e limonita. Segundo Massoli (1981), a granulometria dos sedimentos corresponderia a areia muito fina, constituída basicamente por quartzo com baixo grau de seleção, indicando deposição colúvio-eluvial. Os sedimentos ocupam as altitudes entre 700 e 900 metros, diferentemente da Formação Piraçununga, que ocuparia cotas altimétricas mais baixas.

A descontinuidade lateral destes depósitos e a escassez de datações colocam algumas dificuldades quanto à estratigrafia, pois sedimentos foram retrabalhados ao longo de todo o Quaternário por diferentes ciclos morfogenéticos, gerando depósitos sedimentares semelhantes em decorrência do material de origem, provindos dos arenitos mesozoicos Piramboia e Botucatu.

Com estações bem marcadas, as chuvas locais se concentram entre os meses de outubro a março, típico de climas quentes e úmidos do sudeste brasileiro. A influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul e das chuvas convectivas nestes seis meses, contrasta com a queda na pluviosidade entre os meses de abril a setembro, ficando a pluviosidade ligada às frentes frias da Massa Polar Atlântica (BORSATO; MENDONÇA, 2015), propiciando também uma suave queda nas temperaturas médias. A configuração climática permite a ação eficaz dos processos de ordem química, fazendo com que a pedogênese atue de forma ativa.

Para a interpretação estrutural e seleção de pontos de coleta das amostras para a datação, foram utilizadas as cartas de Formações Geológicas de Superfície de Descalvado (1981) e Luís Antônio (1986), ambas em escala 1:50.000, reiterando o papel litoestrutural da disposição das formações Santa Rita do Passa Quatro e Pirassununga nos topos planálticos.

Nos perfis estabelecidos, foram realizadas 6 coletas para datações por LOE, sendo três delas em Descalvado, na bacia do Ribeirão do Pântano, e mais três em Luís Antônio, na bacia do Córrego Vaçununga. O plano de amostragem visou abranger as formações superficiais dos topos planálticos onde se estabelecem as Formações Santa Rita do Passa Quatro e Piraçununga, pretendendo verificar a relação paleogeomorfologica da área e seus respectivos ambientes; a influência de processos e condicionantes deposicionais – barramentos por falhas e intrusões –; e a correspondência deposicional das formações superficiais com suas idades absolutas.

Destacamos que nos trabalhos de campo foi possível observar que a fácie conglomerática, mencionada na literatura para tais formações, nem sempre está presente nos afloramentos e que o contato entre a formação Pirassununga com outras unidades é abrupto mesmo sem a presença da fácie conglomerática.

De forma complementar, houve a aplicação de índices morfométricos: Perfil longitudinal e SL para o ribeirão do Pântano, localizado na margem esquerda do rio Mogi-Guaçu e representativo da dinâmica litoestrutural local. O perfil longitudinal foi derivado da folha topográfica em escala 1:50.000 (IBGE, 1971), marcando os pontos de intersecção do canal com as cotas altimétricas e visando a identificação das rupturas de declive e sua ligação com os fatores impositivos locais, como litologia e neotectônica. O índice SL, configurado pela relação entre o gradiente e a

extensão longitudinal do canal fluvial, complementa a análise e interpretação dos *knickpoints* e sua relação com contatos litológicos e os contrastes de erodibilidade advindos das diferenças de resistência das rochas, e os eventos de ordem neotectônica (CELARINO e LADEIRA, 2014; TROIANI et al., 2014; AHMAD et al., 2015). A fórmula (SL = (Δh / ΔL) x L) é constituída pela diferença altimétrica entre dois pontos de um segmento fluvial (Δh); à projeção horizontal da extensão do segmento (ΔL); e à distância acumulada do interflúvio ao ponto médio do segmento a ser considerado no cálculo (L).

Resultados e discussões

Condicionantes estruturais e índices morfométricos

Os padrões de drenagem, reflexo direto das condições lito-estruturais estabelecidos na região de Descalvado e Luís Antônio, se configuram como dendrítico e subdendrítico, associados às rochas sedimentares mesozoicas das formações Piramboia e Botucatu; e às formações superficiais arenosas que recobrem as vertentes e os vales aluviais, materiais estes alterados dos arenitos Piramboia e Botucatu. Outros padrões observados, como o retangular, indicam influencia do controle tectônico da paisagem. Além das mudanças abruptas no padrão da drenagem como curvas anômalas e direcionamento de canais afluentes, em escalas maiores, os cotovelos angulosos, mudanças bruscas de inclinação dos canais fluviais – cachoeiras e corredeiras –, e baixa mobilidade lateral podem ser observados em rios locais (ribeirão do Pântano, rio Bonito, córrego da Serrinha e mesmo no rio Mogi-Guaçu).

Os aspectos tectônicos da bacia do rio Mogi-Guaçu, principal rio em calibre da área individualizada, estão associados a cinturões de cisalhamento, como a zona rúptil Carandaí - Mogi Guaçu, que resultaram em movimentos crustais cenozoicos associados a falhas transcorrentes (MAGALHÃES JÚNIOR, 1997). As intrusões básicas se configuram como fator importante no se refere a barramentos fluviais, exercendo papel de níveis de base locais nestes setores de leito rochoso, sobretudo por processos de abrasão, cavitação, corrosão e arranque (KNIGHTON, 1998; WHIPPLE et al., 2002).

A análise e interpretação da morfodinâmica do rio Mogi-Guaçu, realizada por Zancopé (2008) por meio de perfis longitudinais do canal e do vale, e as anomalias por ele verificadas, apresentam correlações com as feições estruturais da borda oriental da Bacia Sedimentar do Paraná, onde as intrusões Cretácicas e o Alinhamento Ribeirão Preto - Campinas se destacam no perfil longitudinal do canal pela existência de anomalia convexa.

Silva (1997) destaca o desenvolvimento de gráben assimétrico que evoluiu durante o Quaternário. Esta bacia transtensiva deslocou o médio curso do rio Mogi-Guaçu para o eixo NE e, como aponta Zancopé (2008), e como resposta houve ajustamento remontante por meio do entalhamento fluvial e encaixamento dos meandros sobre as rochas sedimentares do Paleozoico. Esse aspecto apontado pelo autor supracitado é de grande importância, pois esse entalhe resultou no aumento da carga sedimentar que se depositou em barramentos litológicos a jusante.

O Rio Bonito na região de Descalvado apresenta seus canais de 1° e 2° em cotovelos em forma de "S", indicando movimentos direcionais dos lineamentos, assim como os direcionamentos de quebras do curso do rio na direção NE-SW.

Bjornberg (1969) coletou dados estruturais entre São Carlos e Descalvado em afloramento do Grupo Bauru e, com a elaboração das rosetas, constatou que 18% dos cisalhamentos são de direção N43E, coincidindo com o traçado dos rios da Areia e Bebedouro, assim como com os afluentes do ribeirão dos Negros. Outra direção de cisalhamento importante é a de N20-30W, que coincidem com os ribeirões dos Negros e Quilombo. Os ribeirões das Araras, Quilombo, dos Negros, da Areia e Bebedouro apresentam forte controle estrutural em seu padrão, sendo marcadamente guiados por tal controle.

Muito provavelmente esse padrão encontrado por Bjornberg (1969) está associado à formação do gráben destacado por Silva (1997), pois os canais fluviais locais estão orientados na direção NW-SE em decorrência de falhamentos normais.

Em Luís Antônio os controles estruturais são menos visíveis. O padrão dendrítico da drenagem está associado às formações superficiais arenosas, porém os dois maiores canais fluviais, sendo eles o ribeirão Bebedouro e o ribeirão Vaçununga, apresentam características de barramento litológico com alargamentos anômalos em suas planícies de inundação devido às soleiras de diabásio da Formação Serra Geral.

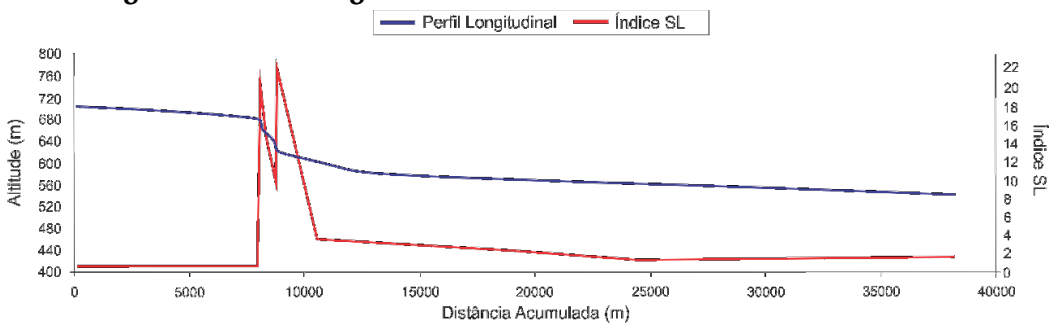
Silva (1997) destaca o papel de uma bacia tectônica transtensiva Quaternária denominada bacia de Pirassununga que recebeu os sedimentos argilo-arenosos da formação homônima, na região de Pirassununga e Porto Ferreira, municípios próximos a Descalvado e Luís Antônio.

A área correspondente a carta topográfica de Descalvado apresentou controle estrutural muito mais significativo se comparada com a carta de Luís Antônio. A análise, por meio da rede de drenagem, expôs de forma clara, sendo o limite entre as Formações Santa Rita do Passa Quatro e Pirassununga estabelecido por falhamentos e barramentos litológicos.

Falhas normais, segundo Silva (1997), limitam a ocorrência da Formação Pirassununga, evidenciando um tectonismo muito recente, reafirmados pelas datações absolutas realizadas neste trabalho. Tal formação é condicionada por falhas na região de Descalvado, sendo que em Luís Antônio, de acordo com o mapeamento geológico de superfície do Instituto Geológico (1984), ela praticamente não aparece.

O perfil longitudinal e o índice SL do ribeirão do Pântano indicam claramente a mudança de litologia em decorrência do bloco de diabásio existente na área. Com as nascentes localizadas a 700 metros de altitude, entre 680 e 620 metros e decorridos 8 quilômetros da nascente do canal, o ribeirão do Pântano é estrangulado e apresenta dinâmica deposicional diferenciada quando comparada aos outros trechos do canal. O índice SL reafirma a sequência de níveis de base locais influenciados pela diferença litológica neste setor com pouco mais de 1500 metros. Essa transição movimentada no perfil contrasta com o restante do canal, que somente passa por outra quebra no perfil – embora bem suave – quando o rio se estabelece a mais de 10000 metros de sua nascente, também motivada por controle litológico (Figura 2).

Figura 2. Perfil longitudinal e índice SL do Ribeirão do Pântano.



O Ribeirão do Pântano, afluente da margem esquerda do rio Mogi-Guaçu, evidencia de forma expressiva o papel do controle litológico e estrutural na drenagem, apresentando uma série de características anômalas, como o alargamento e o estreitamento do canal, padrão entrelaçado localizado e predominância de afluentes em sua margem esquerda. O seu traçado está condicionado por falhas, além da existência de um bloco alçado de diabásio em sua margem direita que condiciona seus afluentes e, consequentemente, os processos deposicionais associados.

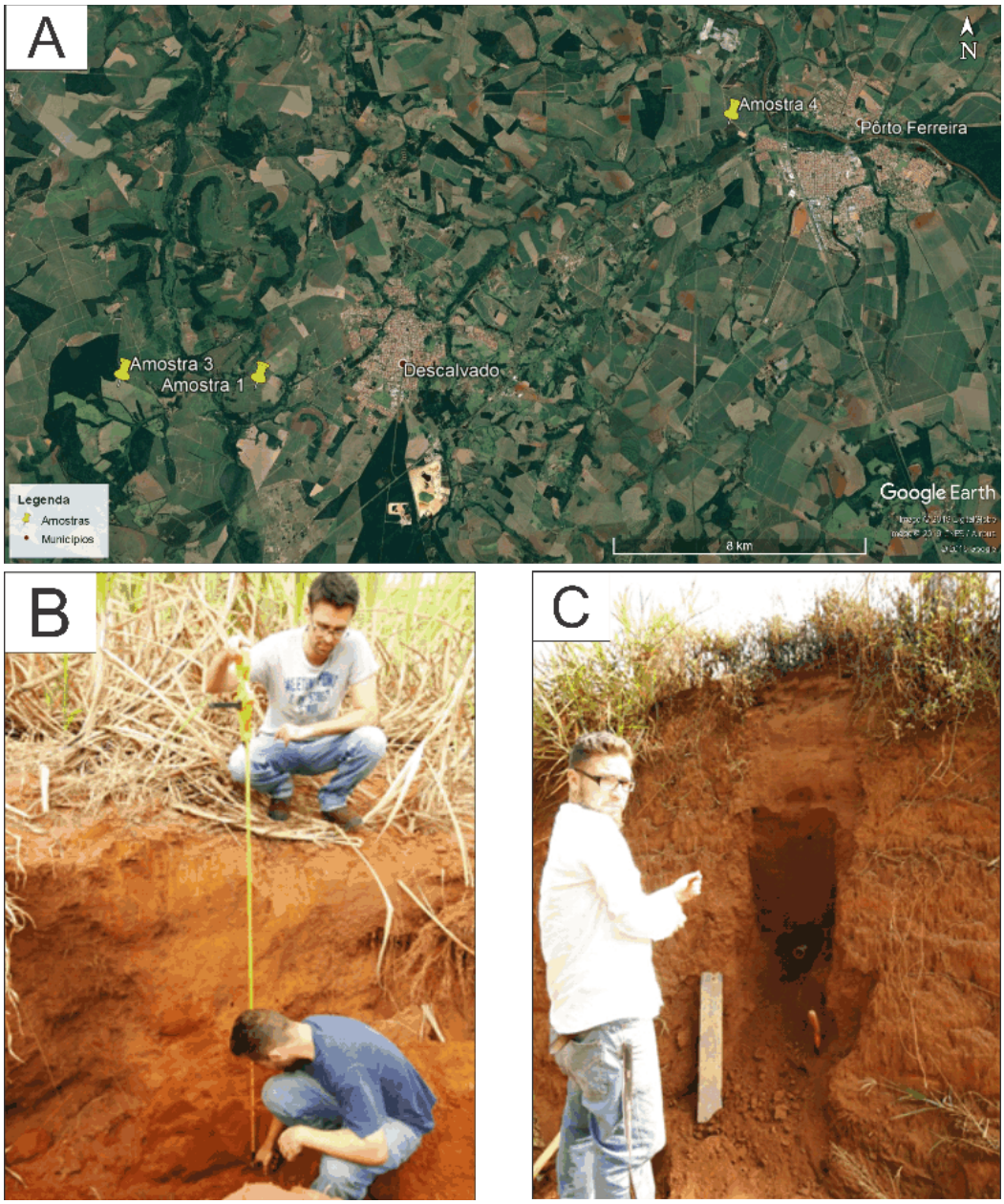
Idade e evolução da paisagem

As 6 amostras datadas em perfis de topo apontam para idades similares entre as Formações Santa Rita do Passa Quatro e Piraçununga, independentemente das cotas altimétricas estabelecidas. As amostras 1 e 2, pontuadas nos topos interfluviais do ribeirão do Pântano, correspondem a idades de 11.210 ± 1.570 A.P. e 15.300 ± 2.540 A.P., indicando processos do Pleistoceno Superior para os depósitos de cume. A amostra 5, relativa à Formação Piraçununga, indica também idades nesse mesmo período (16.550 ± 1.910A.P.), mesmo em nível topográfico inferior. Já as amostras 3, 4 e 6, correspondem a material holocênico, com as datações variando de 9.370 ± 1.210 A.P. para a amostra 4 e 5.630 ± 850 A.P. para a 6. Assim como no caso das amostras pleistocênicas, as datações por LOE não apontaram diferenças nas idades absolutas para as Formações (Tabela 1, Figuras 3 e 4).

Tabela 1. Identificação e resultados das datações por LOE

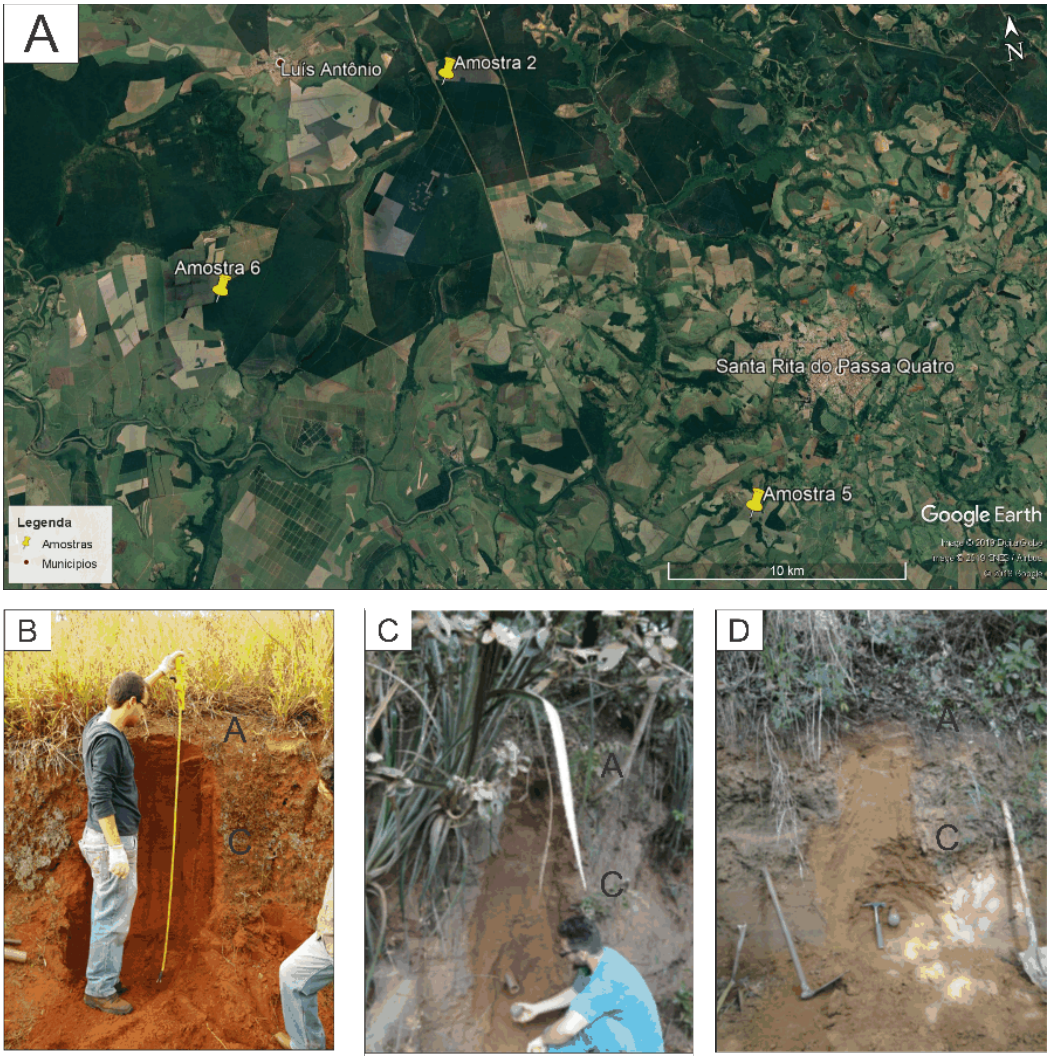
Amostra	Alt. (m)	Profund. (cm)	Formação	Dose anual (μGy/ano)	P (Gy)	Idade (anos)
1	736	120	Santa Rita do Passa Quatro	1.210 ± 110	3,6	11.210 ± 1570
2	736	170	Santa Rita do Passa Quatro	1.260 ± 145	9,3	15.300 ± 2.540
3	760	90	Santa Rita do Passa Quatro	1.240 ± 155	8,4	6.780 ± 1.190
4	600	170	Piraçununga	1.440 ± 115	13,5	9.370 ± 1.210
5	615	200	Piraçununga	1.525 ± 100	5,2	16.550 ± 1.910
6	620	160	Santa Rita do Passa Quatro	1.260 ± 130	7,1	5.630 ± 850

Figura 3. (A) Localização dos pontos de coleta das amostras 1, 3 e 4; (B) Perfil de coleta da amostra 1; (C) Perfil de coleta da amostra 4.



Os perfis pedológicos de topo, de natureza autóctone, com boa capacidade de drenagem e de avanço dos processos pedogenéticos, apresentaram características próximas de desenvolvimento. Mesmo em profundidade (perfis que variaram de 90 a 200 centímetros de profundidade), têm características granulométricas e macromorfológicas muito próximas, correlacionados diretamente à alteração do substrato litológico local.

Figura 4. (A) Localização dos pontos de coleta das amostras 2, 5 e 6; (B) Perfil de coleta da amostra 2 e horizontes identificados; (C) Perfil de coleta da amostra 6 e horizontes identificados; (D) Perfil de coleta da amostra 5 e horizontes identificados.



As observações de campo e os resultados geocronológicos derivados indicam que as formações superficiais não apresentam relação genética com as formas em que ocorrem. As idades dos depósitos indicam que ambas as formações – Santa Rita do Passa Quatro e Pirassununga – datam do Quaternário Superior.

Esses sedimentos continentais quaternários não estão diretamente associados à elaboração dos níveis planálticos, assim como também não são correlatas à Formação Rio Claro, sendo associados aos diversos processos que atuaram na elaboração da Depressão Periférica ao longo do Cenozoico. As idades recentes destes depósitos e sua larga distribuição atestam o seu constante retrabalhamento, não sendo possível estabelecer uma relação direta com eventos climáticos de

grande magnitude, uma vez que ocorrem por toda paisagem de maneira descontínua, capeando diversas cotas altimétricas e diferentes formas, dificultando a identificação em campo – como os baixos terraços fluviais.

Os processos pedogenéticos atuantes geraram em sua maioria Neossolos Quartzarênicos (horizontes A e C, como mostrados na figura 4). Estes sedimentos, sem a presença de contatos basais entre os depósitos, nos fornecem pouca informação pedogemorfológica, pois recobrem indistintamente todos os níveis planálticos e só é possível ter certeza de seu caráter alóctone quando a fácie conglomerática basal se faz presente.

As formações Santa Rita do Passa Quatro e Piraçununga se enquadram na concepção de depósito de cobertura destacada por Ab´Saber (1969), como sendo resultantes de movimentos coletivos de solos por processos elúvio-coluviais. Os processos morfogenéticos e pedogenéticos atuaram no rejuvenescimento constante da paisagem, estando tais Formações condicionadas a barramentos litológicos que facilitam o acúmulo de depósitos alóctones com mais de cinco metros de espessura. Contudo, as datações e as características das formações superficiais impedem sua relação com qualquer período glacial/interglacial quaternário.

Alguns depósitos como o da formação Santa Rita do Passa Quatro no divisor de águas do Ribeirão do Pântano (Amostra 1) não podem ter suas origens explicadas por processos de coluvionamento ou pedimentação, pois estão depositados em topos isolados. As idades recentes podem estar associada a hipótese de *biomantle* (e.g. JOHNSON, 1989), já que processos de pedoturbação promovidos pela atividade da fauna pode expor os grãos de quartzo a períodos incompletos de radiação solar e, consequentemente, ao fotoesvaziamento parcial dos minerais, antes de reincorporá-los ao solo. Desta forma, o material arenoso de fruto da alteração *in situ*, há tempos exposto aos processos intempéricos, tem na atividade biológica um fator determinante na resposta do geocronômetro, uma vez que a constante remobilização e contatos intermitentes de exposição à luz pode ter interferido os resultados obtidos pela LOE.

Gouveia et al. (1999) por meio de datações por radiocarbono confirmam o papel da fauna no solo no que se refere a transporte ascendente de materiais para as porções superficiais. Outra característica que reforça a hipótese de remonte biológico para as amostras pleistocênicas e holocênicas é a presença de fragmentos de carvão soterrados em topos isolados, como encontrados nos divisores de água do Ribeirão do Pântano, onde a deposição das formações superficiais não pode ser explicada por coluvionamento.

Melo (1995) aponta que se esperava para essas coberturas colúvio-eluviais (Qce) início de evolução no Paleogeno, sendo que os depósitos atuais são produtos de constante acumulação. Melo (1995) realizou datações por 14C em fragmentos de carvão presentes nos depósitos das Formações Santa Rita do Passa Quatro e Piraçununga, obtendo idades entre 8.500 e 6.500 A.P.

As idades obtidas por Ferreira (2005) de 400.000 ± 40.000 A.P em Analândia/SP estão associados a depósitos que há muito não são retrabalhados e não estão associados aos materiais de superfície da Formação Pirassununga. A datação de 15.000 ± 1.600 A.P. obtida pelo autor para os depósitos coluvionares apresentaria correlação com os depósitos da Formação Piraçununga, com idades próximas às obtidas na região de Descalvado e Luís Antônio neste trabalho.

Fatores locais como os barramentos litológicos ou falhamentos ajudam a explicar a distribuição de ambas as formações, pois a distribuição da Formação Piraçununga é bem mais restrita quando comparada a Formação Santa Rita do Passa Quatro. Contudo, as idades absolutas similares, bem como as suas características de granulometria e composição mineral, sugerem que estas formações não diferem uma da outra nas regiões de Descalvado e Luís Antônio.

Dessa forma, seria razoável agrupar todas as formações colúvio-eluviais areno-argilosas neocenozoicas sob a denominação de Formação Santa Rita do Passa Quatro, como já proposto por Melo (1997), deixando de fora desta denominação apenas a Formação Rio Claro. Concordamos com Melo (1997) e também com Fúlfaro e Suguio (1968) no que diz respeito aos depósitos da Formação Rio Claro, sendo esta de origem fluvial, associada a depósitos de lagoas restritas que recobrem o platô de Rio Claro, diferindo em gênese e idade das outras coberturas arenosas que se distribuem pela Depressão Periférica Paulista e que recobrem os níveis planálticos e os terraços fluviais.

Considerações finais

O processo evolutivo das formas e depósitos ao longo do Cenozoico indica ritmo de retrabalho intenso na Depressão Periférica Paulista. As idades absolutas permitem lastros temporais de evolução da paisagem, aprofundando análises e interpretações de processos anteriormente sustentados por outros recursos metodológicos.

As idades absolutas dos materiais datados na região de Descalvado e Luis Antônio permitiram agrupamento das antes individualizadas Formações

Pirassununga e Santa Rita do Passa Quatro em apenas uma só, já que possuem evolução geológica congênere.

Tal conclusão advém das características físicas dos materiais datados, cuja posição topográfica não permite ligações com contribuições externas significativas de material, como processos de deposição fluvial e/ou coluvial. Assim, tais perfis de topo planáltico possuem evoluções ligadas a alteração *in situ*.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela viabilização financeira da pesquisa (Processo n. 2011/19605-4).

Referências

AB'SÁBER, A. N. Um conceito de Geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia, São Paulo, n. 18, p. 1-23, 1969.

AHMAD, S.; ALAM, A.; AHMAD, B.;BHAT, M. I.; BHAT, M. S. Geomorphic evidence of unrecognized Balapur fault segment in the southwest Kashmir basin of northwest Himalayas. Geomorphology, v. 250, p. 159-172, 2015.

ALMEIDA, F. F. M. Novas ocorrências de camadas supostas pliocênicas nos Estados de São Paulo e Paraná. Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia, v.1, p. 53-58, 1952.

ALMEIDA, F. F. M. & BARBOSA, O. - Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia DNPM, n. 143, p. 1-96, 1953.

ALMEIDA, F. F. M. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. Boletim do Instituto de Geografia e Geolologia, n. 41, p. 169-263. 1964.

BARBOSA, O. Quadro provisório das superfícies de erosão e aplainamentos no Brasil. Notícia Geomorfológica, n. 4, p. 31-33, 1959.

BJÖRNBERG, A. J. S. Sedimentos pós-cretácicos do leste do Estado de São Paulo. São Carlos. Tese (livre-docência). Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1965.

BJÖRNBERG, A. J. S. Contribuição ao estudo do Cenozóico paulista: tectônica e sedimentologia. Tese (Provimento do cargo de Professor). Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1969.

BJÖRNBERG, A. J. S., LANDIM, P. M. B. Contribuição ao estudo da formação RiovClaro (Neocenozóico). Boletim Sociedade Brasileira de Geologia, v. 15, n. 4, p. 43-67, 1966.

CELARINO, A. L. de S. LADEIRA, F. S. B. Análise morfométrica da bacia do rio Pardo (MG e SP). Revista brasileira de Geomorfologia, v. 15, n. 3, p. 471-491, 2014.

ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J.; PERINOTTO, J. A. de J. Aplicação do índice "relação declividade-extensão – RDE" na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. Geologia USP, Série Científica, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

FACINCANI, E. M. Morfotectônica da Depressão Periférica Paulista e Cuesta Basáltica: Regiões de São Carlos, Rio Claro e Piracicaba. Tese (doutorado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2000.

FERREIRA, S. R. Análise pedoestratigráfica das formações Rio Claro e Piraçununga, no centro-leste do Estado de São Paulo. Tese (doutorado em Geociências) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2005.

FULFARO, V. J.; SUGUIO, K. A Formação Rio Claro; Neocenozóico e seu ambiente de deposição. Revista do Instituto Geográfico e Geológico, v. 20, p. 45-60, 1968.

FULFARO, V. J., SUGUIO, K. O Cenozóico paulista: gênese e idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28. Anais do 28. Congresso brasileiro de Geologia. Porto Alegre: SBG, v. 3. p. 91-101, 1974.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L. C. R.; BOULET, R.; ARAVENA, R.; SCHEELYBERT, R. Isótopos do carbono dos carvões e da matéria orgânica do solo em estudos de mudança de vegetação e clima no Quaternário e da taxa de formação de solos do estado de São Paulo. Anais da Academia Brasileira de Ciências, v. 71, n. 4, p. 969-980, 1999.

GOUVEIA, S. E. M.; PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; SCHEELYBERT, R.; BENDASSOLI, J. A.; RIBEIRO, A. S.; FREITAS, H. A. Carbon isotopes in charcoal and soils in studies of paleovegetation and climate changes during the late Pleistocene and the Holocene in the southeast and centerwest regions of Brazil. Global and Planetary Change, v. 33, p. 95-106. 2002.

HACK, J. T. Stream-profile analysis and stream-gradient index In: U.S. Geol. Survey Jour. Research, v. 1, n. 4, p. 421-429, 1973.

KNIGHTON, D. Fluvial Forms and Processes. Edward Arnold, London, 1998.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha Topográfica de Descalvado (SF.23-V-C-IV-4). Brasília, Escala 1:50.000, 1971.

IG – INSTITUTO GEOLÓGICO. Mapa das Formações Geológicas de Superfície. Folha geológica de Descalvado (SF-23-V-C-IV-4). São Paulo, Escala 1:50.000, 1981.

IG – INSTITUTO GEOLÓGICO. Mapa das Formações Geológicas de Superfície. Folha geológica de Luís Antônio (SF-23-V-C-IV-2). São Paulo, Escala 1:50.000, 1986.

JOHNSON, D. L; DOMIER, J. E. J; JOHNSON, D. N. "Reflections on the nature of soil and its biomantle." Annals of the Association of American Geographers, v. 95, n.1, p. 11-31, 2005.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P.; TRINDADE, E. S. Dinâmica Fluvial Quaternária do Vale do rio do Cervo - zona Rúptil Carandaí - Mogi Guaçu - sul de Minas Gerais. Geonomos, v. 5, n. 2, p. 33-38, 1997.

MASSOLI, M. Geologia da Folha de Santa Rita do Passa Quatro. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 7-14. 1980.

MASSOLI, M. Geologia do Município de Santa Rita do Passa Quatro. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 35-45, 1981.

MASSOLI, M. Geologia da Folha de Piraçununga, SP. Revista do Instituto geológico, v. 4, n. 2, p. 25-51, 1983.

MELO, M. S. de. A formação Rio Claro e depósitos associados: sedimentação neocenozóica na Depressão Periférica Paulista. Tese (Doutorado em Geociências) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

MELO, M. S.; COIMBRA, A. M; CUCHIERATO, G. Coberturas Colúvio-eluviais Neocenozóicas do Centro-leste do Estado de São Paulo -Redifinição da Formação Santa Rita do Passa Quatro. VI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião Sobre o Quaternário na América do Sul. Curitiba – PR, 1997.

MELO, M. S.; PONÇANO, W. L. Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no Estado de São Paulo. IPT, São Paulo, 1983.

MEZZALIRA, S. Descrição Geológica e Geográfica das Folhas de Piracicaba e São Carlos, SP. Boletim do Instituto Geográfico e Geológico, p. 43-41, 1965.

PENTEADO, M. M. Geomorfologia do Setor Centro-Ocidental da Depressão Periférica Paulista. Tese (cadeira em Geografia Física) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1968.

PHILLIPS, J. D.; LUTZ, J. D. Profile convexities in bedrock and alluvial streams. Geomorphology, v. 102, p. 554-566, 2008.

PHILLIPS, J. D.; MCCORMACK, S.; DUAN, S. J.; RUSSO, J. P.; SCHUMACHER, A. M.; TRIPATHI, G. N.; BROCKMAN, R. B.; MAYS, A. B.; PULUGURTHA, S. Origin and interpretation of knickpoints in the Big South Fork River basin, Kentucky-Tennessee, Geomorphology, v. 114, n. 3, p. 188–198, 2010.

PIKE, A. S.; SCATENA, F. N.; WOHL, E. E. Lithological and fluvial controls on the geomorphology of tropical montane stream channels in Puerto Rico. Earth Surface and Landforms, v. 35, p. 1402-1417, 2010.

QUEIROZ NETO, J. P. Interpretação dos solos da serra de Santana para fins de classificação. Tese (Doutorado em Ciência do solo). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1969.

QUEIROZ NETO, J. P. Pedogênese no Planalto Atlântico. Tese (livre-docência). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, Sâo Paulo, 1975.

QUEIROZ NETO, J. P. Solos da Região dos Cerrados e Suas Interpretações. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 6, n. 3, p.1-12, 1982.

QUEIROZ NETO, J. P. O estudo de formações superficiais no Brasil. Revista do Instituto Geológico, v. 22, p. 65-78, 2001.

PESSENDA, L. C. R.; ARAVENA, R.; MELFI, A. J.; BOULET, R. The use of carbono isotopes (C-13, C-14) in soil to evaluate vegetation changes during the Holocene in central Brazil. Radiocarbon, v. 38, n. 2, p.191-201, 1996.

SILVA, C. L. Aspectos Neotectônicos do Médio Vale do Rio Mogi-Guaçu: Região de Pirassununga. Rio Claro: 1997. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1997.

TROIANI, F.; GALVE, J. P.; PIACENTINI, D.; SETA, M. D.; GUERRERO, J. Spatial analysis of stream lenght-gradient (SL) índex for detecting hillslope precesses: a case of the Gállego river headwaters (central Pyrenees, Spain). Geomorphology, v. 214, p. 183-197, 2014.

WASHBURNE, C.W. Petroleum geology of the state of São Paulo. Brasil. Boi. Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, Boletim 22, 1930.

WHIPPLE, K. X.; TUCKER, G. E. Dynamics of the stream-power river incision model: implications for height limits of mountain ranges, landscape responde timescales, and research needs. Journal of Geophysical Research, v. 104, n. B8, p. 17661-17674, 1999.

WHIPPLE, K. X.; TUCKER, G. E. Implications of sediment-flux-dependent river incision models for landscape evolution. Journal of Geophysical Research, v. 107, n. B2, p. 3–20, 2002.

ZANCOPÉ, M. H. de C. Analise morfodinâmica do rio Mogi Guaçu. Tese (doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

ZANCOPÉ, M. H. de. C.; PEREZ FILHO, A.; CARPI JUNIOR, S. Anomalias no perfil longitudinal e migração dos meandros do rio Mogi Guaçu. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 10, n. 1, 2009.

Sobre os autores

Diego Luciano do Nascimento: geógrafo, mestre e doutorando do programa de pós-graduação em Geociências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

Éverton Vinícius Valezio: geógrafo, mestre e doutorando do programa de pós-graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

* * *

ABSTRACT

Structural constraints on the distribution of the Pirassununga and Santa Rita do Passa Quatro Formations in the region of Descalvado and Luís Antônio (SP)

Derived from the Cenozoic weathering processes, the surface formations are linked to the erosive and depositional rework of the materials that cover the landscape. These coverages received remarkable studies in the decades of 1950 to 1990, but there are still gaps in relation to their genesis and distribution in the Paulista Peripheral Depression. This study aims to develop geochronological and evolutionary perspectives for the Piraçununga and Santa Rita do Passa Quatro Formations. By employing data obtained from Optically Stimulated Luminescence (OSL) of the materials identified in the surface geology charts (1: 50.000) and the longitudinal profile and stream gradient-length index of Ribeirão do Pântano, it seeks to identify the absolute ages of these deposits that cover different topographies in the proximities of Descalvado and Luís Antônio (SP), as well as their structural and climatic conditions. The ages found in the study, especially from the Late Pleistocene (between 16,550 and 11,210 BP), allow the evolutionary union into a single formation.

KEYWORDS: superficial formations, Optically Stimulated Luminescence (OSL), morphometric indexes, Paulista Peripheral Depression, Ribeirão do Pântano.

RESUMEN

Acondicionantes estructurales de la distribución de las Formaciones Pirassununga y Santa Rita do Passa Quatro en la región de Descalvado y Luís Antônio (SP)

Derivada de los procesos de meteorización cenozoicos, las formaciones superficiales están ligadas al retrabajo erosivo y deposicional de los materiales que recubren el paisaje. Tales coberturas tuvieron marcado estudio en las décadas de 1950 a 1990, pero todavía existen vacíos cuanto a su génesis y distribución en la Depresión Periférica Paulista. Con el objetivo de tener perspectivas geocronológicas y evolutivas para las formaciones Piraçununga y Santa Rita do Passa Quatro, este trabajo, por medio de datos obtenidos por Luminiscencia Opticamente Estimulada (LOE) de los materiales identificados en las cartas de geología superficial (1: 50.000); y perfil longitudinal y flujo gradient-length index del arroyo del Pantano, visó identificar las edades absolutas de estos depósitos que recubren diferentes topografías en las proximidades de Descalvado y Luis Antonio (SP), sus condicionantes estructurales y climáticos. Las edades encontradas, marcadas, sobre todo, del Pleistoceno Superior (entre 16.550 y 11.210 A.P.), permiten la unión evolutiva en una sola formación.

PALABRAS CLAVE: Formaciones superficiales, Luminiscencia Opticamente Estimulada (LOE), índices morfométricos, Depresión Periférica Paulista, Ribeirão del Pantano.