

Seções de Referência de Subsuperfície da Aloformação Paranavaí *Subsurface Reference Sections of the Paranavaí Alloformation*

Alethéa Ernandes Martins Sallun¹ (alethea@igeologico.sp.gov.br),
Marcos Saito de Paula² (saitodepaula@uol.com.br),
José Maria Azevedo Sobrinho¹ (zemaria@igeologico.sp.gov.br),
William Sallun Filho¹ (wsallun@igeologico.sp.gov.br), Márcio Yee³ (marciyee@datacao.com.br),
Sonia Hatsue Tatum³ (tatumi@fatecsp.br), Aluisio Ramos² (aluisior@gmail.com),
Sérgio Ricardo Christofoletti⁴ (sergioricardoc@gmail.com),
Rosângela do Amaral¹ (rosangela.amaral@igeologico.sp.gov.br), Bruna Catarino Xavier² (brunacatarino@gmail.com)

¹Instituto Geológico - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
Av. Miguel Stefano 3.900, CEP 04301-903, São Paulo, SP, BR

²Instituto de Geociências - USP, São Paulo, SP, BR

³Laboratório de Vidros e Datação - FATEC/SP, São Paulo, SP, BR

⁴Instituto Florestal - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Rio Claro, SP, BR

Recebido em 06 de agosto de 2010; aceito em 02 de março de 2011

RESUMO

A Aloformação Paranavaí é uma unidade geológica quaternária definida na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (SP, PR e MS), composta por depósitos colúviais originados a partir de unidades litoestratigráficas cretáceas da Bacia do Paraná. Os depósitos sedimentares são arenosos, inconsolidados, de coloração vermelho-acastanhada, homogêneos e maciços, comumente confundidos com solos e formações superficiais. Para o estabelecimento de seções de referência de subsuperfície para a Aloformação Paranavaí, foram obtidos testemunhos de sondagem em duas regiões no oeste paulista. Foi conduzido um estudo com diversos parâmetros (texturais, mineralógicos, geoquímicos, isotópicos e geocronológicos) nos sedimentos da Aloformação Paranavaí e do Grupo Bauru. Foram estabelecidas duas novas seções de referência para completar o estratotipo-de-unidade composto estabelecido: seção de referência Rancharia (idades luminescentes entre 71.650 ± 9.000 a 557.000 ± 65.000 AP) e seção de referência Oriente (83.000 ± 8.500 a 436 ± 53.000 anos AP). Idades luminescentes obtidas são crescentes de acordo com a profundidade da Aloformação Paranavaí, enquanto que os sedimentos do Grupo Bauru apresentam idades superiores ao alcance do método geocronológico empregado. Os dados obtidos nas seções de referência apresentam variabilidade em padrões de diversos parâmetros, comprovando diferentes gerações de deposição colúvia ao longo do Quaternário, no oeste paulista.

Palavras-chave: Aloformação Paranavaí; Seção de referência; Colúvio; Quaternário.

ABSTRACT

The Paranavaí Alloformation is a Quaternary geological formation found in the Upper Paraná River Hydrographic Basin (states of São Paulo, Paraná and Mato Grosso do Sul), composed of colluvial deposits originated from the Cretaceous lithostratigraphic units of the Paraná Basin. The sedimentary deposits are reddish brown in color, sandy, non-consolidated, homogeneous, massive, and commonly confused with surface soils and formations. In order to obtain subsurface reference sections for the Paranavaí Alloformation, core samples were collected in two regions of the western part of the state of São Paulo. The study was conducted involving several parameters (textural, mineralogical, geochemical, isotopic and geochronological) of the sediments of the Paranavaí Alloformation and Bauru Group. Two new reference sections were obtained in order to establish the composite-stratotype of its constituent formations: Rancharia reference section (luminescence ages between 71650 ± 9000 and 557000 ± 65000 years BP) and Oriente reference section (luminescence ages between 83000 ± 8500 and 436 ± 53000 years BP). The luminescent ages obtained in this study increase according

to the depth of the Paranavaí Alloformation, whereas the sediments of the Bauru Group have ages greater than the maximum limit of the geochronological method used. The information obtained from the reference sections shows variability in the patterns of various parameters, proving there were different generations of colluvial deposition throughout the Quaternary period in the western part of the state of São Paulo.

Keywords: Paranavaí Alloformation; Reference section; Colluvium; Quaternary.

INTRODUÇÃO

Em consequência ao soerguimento do Planalto Atlântico (Serra do Mar), no interior da Bacia Hidrográfica do Rio Paraná instalou-se intenso processo erosivo durante o Neógeno, formando diversas unidades de sedimentos mapeáveis (Almeida, 1983), associados a ciclos de erosão com formação de superfícies de aplainamento. Estas unidades foram formalizadas como Alogrupo Alto Rio Paraná (Sallun, Suguio, Stevaux, 2007a), uma unidade aloestratigráfica que reúne os depósitos cenozoicos colúviais da Aloformação Paranavaí e aluviais da Aloformação Paraná.

A Aloformação Paranavaí foi definida por Sallun, Suguio e Stevaux (2007a) como depósitos colúviais homogêneos, arenáceos e rudáceos, originados *in situ* e formados por processos de rastejo, a partir de unidades litoestratigráficas cretáceas intemperizadas do Grupo Bauru. Foram propostos um estratotipo-de-unidade composto, com estratotipo-de-unidade em Paranavaí (PR), neoestratotipo em Campo Grande (MS) e seções de referência em Fátima do Sul (MS), Álvares Machado (SP) e Sagres (SP) (Figura 1).

Segundo o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri et al., 1986a, 1986b): “a definição de uma unidade estratigráfica deve ser baseada no conhecimento, tão completo quanto possível, das suas variações laterais e verticais. Para fins de estabilidade de nomenclatura estratigráfica deve-se indicar um ou mais estratotipos”.

Embora os sedimentos da Aloformação Paranavaí constituam o único registro colúvial pleistocênico no oeste paulista, são comumente referidos na literatura como solos e formações superficiais. Para dirimir dúvidas e completar a descrição desta importante unidade geológica, foram conduzidos estudos de subsuperfície, na área de ocorrência da Aloformação Paranavaí, para o estabelecimento de duas novas seções de referência, a fim de completar o estratotipo-de-unidade composto: seção de referência Rancharia e seção de referência Oriente.

ALOFORMAÇÃO PARANAÍ

A Aloformação Paranavaí é composta por depósitos colúviais arenáceos e rudáceos, com estrutura maciça e espessura exposta de até 17 m. Essa unidade é muito homo-

gênea em toda área de ocorrência, e os materiais constituintes foram originados *in situ* ou com transporte restrito, a partir de unidades litoestratigráficas cretáceas intemperizadas, principalmente do Grupo Bauru. A Aloformação Paraná é composta de terraços de origem fluvial associados à paleodrenagem do Alto Rio Paraná, além do seu curso atual e afluentes, embutidos na Aloformação Paranavaí.

Os depósitos colúviais da Aloformação Paranavaí são comumente descritos como Argissolos Vermelho-Amarelos (com ocorrência restrita de Argissolos Vermelhos) e Latossolos Vermelhos, descritos no oeste paulista e às margens dos rios Paraná e Paranapanema, cuja principal característica é a grande profundidade, homogeneidade, boa drenagem e significativa presença de óxidos de ferro (IBGE, 2000, 2007).

A Aloformação Paranavaí é composta por depósitos arenáceos e rudáceos superpostos às unidades litoestratigráficas mesozoicas do Grupo Bauru e da Formação Serra Geral da Supersequência Gondwana III (Milani e Ramos, 1998), na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná. Os depósitos são principalmente arenáceos e homogêneos, com estrutura maciça e espessura exposta de 0,50 a 17 m. São constituídos por areias muito finas a grossas inconsolidadas, em sua maioria formada por grãos monocristalinos de quartzo, que exibem coloração avermelhada, devido à presença de óxidos e hidróxidos de ferro, que ocorrem impregnados nos grãos e como cimento.

O limite superior da unidade é formado pelo processo de pedogênese atual. O limite inferior da unidade é representado pelo contato com as rochas mesozoicas da Bacia do Paraná, onde podem ocorrer camadas centimétricas (2 - 30 cm) de concentrações de ferricretes e de linhas-de-pedra, compostas de grânulos e seixos arredondados de quartzo, quartzito, arenito, ágata, calcedônia e ferricrete.

A Aloformação Paranavaí foi formada no último milhão de anos, segundo idades por luminescência, obtidas entre 6.200 ± 750 e 980.000 ± 100.000 anos (Tatumi et al., 2006; Sallun e Suguio, 2007), quando na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná ocorreram pulsos de erosão e sedimentação de depósitos colúviais, formados por solos resultantes da pedogênese de rochas do Grupo Bauru e Formação Serra Geral. A espessura considerável dos depósitos colúviais sugere que a deposição tenha ocorri-

do em diversas etapas, sendo reconhecidas diferentes gerações de coluviação, com deposição mais intensa identificada entre 6 e 220 mil anos A.P. (Antes do Presente). Os períodos de intensidade ou frequência maior de precipitação que ocorrem durante as transições climáticas provavelmente estão correlacionados com os eventos de agradação coluvial, sendo que a regularidade do registro coluvionar ao longo do Quaternário indica provável atividade neotectônica, que proveu o constante soerguimento, e consequente aporte de sedimentos por toda a Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná no último 1 Ma de anos (Sallun e Suguio, 2010).

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos anteriores existentes, realizados na Aloformação Paranavaí, basearam-se em amostras coletadas em afloramento, não sendo efetuados estudos estratigráficos de subsuperfície. Com a finalidade de estudar a subsuperfície dos depósitos desta unidade, foram realizados trabalhos de campo para a coleta de sedimentos com sondagem para a obtenção de um testemunho que representasse um registro completo, métrico e contínuo, fundamental para a devida descrição desta unidade estratigráfica.

Foram escolhidos dois pontos no Estado de São Paulo para a realização das sondagens, nos municípios de

Rancharia (UTM 508339E/7541205N) e Oriente (UTM 591314E/7551556N), de acordo com os seguintes critérios: **1.** localização geográfica próxima à capital, pelo custo que envolve a obtenção de testemunhos de sondagem; **2.** potencial para a obtenção de um perfil extenso da Aloformação Paranavaí, em função de que, no Estado de São Paulo, a unidade apresenta menor espessura aflorante e provável maior espessura em subsuperfície, em comparação com outras regiões, como nos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, onde a unidade ocorre de forma extensa; **3.** local de fácil acesso para instalação do maquinário necessário.

As sondagens, denominadas “seção de referência Rancharia” e “seção de referência Oriente”, foram realizadas com perfuratriz hidráulica Geoprobe®, montada sobre caminhão para amostragem, utilizando tecnologia Direct Push com amostrador macro core e tubos do tipo *liners* de PVC (Figura 2), em cooperação com a American Drilling do Brasil Ltda., que disponibilizou equipamentos e funcionários. Esse tipo de sondagem permitiu a recuperação de um testemunho com o mínimo de perturbação da estratigrafia sedimentar, fornecendo maior representatividade das características originais dos depósitos da Aloformação Paranavaí.

Esta metodologia de amostragem é utilizada pela U.S. Environmental Protection Agency (EPA) e pela CETESB

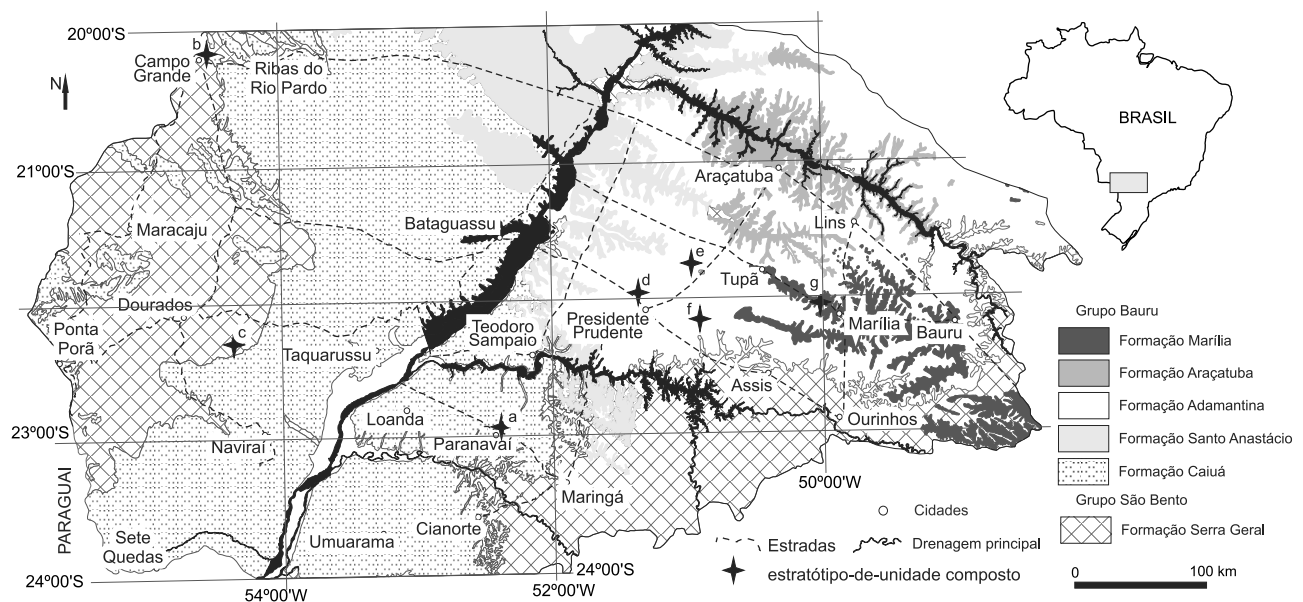


Figura 1. Localização do estratótipo-de-unidade composto da Aloformação Paranavaí (Sallun, Suguio, Stevaux, 2007a) e seções de referência de subsuperfície propostas neste trabalho: **a.** estratótipo-de-unidade Paranavaí; **b.** neoestratótipo Campo Grande; **c.** seção de referência Fátima do Sul; **d.** seção de referência Álvares Machado; **e.** seção de referência Sargres; **f.** seção de referência Rancharia; **g.** seção de referência Oriente. Unidades geológicas baseadas em Batezelli (1998), Fernandes (1998), Fernandes e Coimbra (1996), Bizzi et al. (2001), Mineropar (2001) e Del'Arco et al. (1982).



Figura 2. Perfuratriz hidráulica Geoprobe® montada sobre caminhão da American Drilling do Brasil Ltda., nas localidades das seções de referência Rancharia (A) e Oriente (B). Amostrador e tubos do tipo *liner* translúcido e opaco após a coleta dos sedimentos, desenvolvido pela Brasbailer Indústria e Comércio de Produtos Plásticos Ltda (C). *Liner* translúcido com sedimentos da Aloformação Paranavaí da seção de referência Oriente após abertura (D).

(SMA) para diagnóstico de áreas contaminadas, mas pela primeira vez foi utilizada para coleta de amostras de sedimentos inconsolidados para caracterização de uma unidade geológica e datação luminescente.

Em cada ponto selecionado, foram realizadas duas sondagens paralelas, distantes cerca de 50 cm entre si, executadas com dois tipos de *liners* diferentes: opaco e translúcido. Como os *liners* usuais para este equipamento são translúcidos, para possibilitar a visualização dos sedimentos antes da abertura do testemunho, os *liners* opacos foram desenvolvidos especificamente para esse trabalho, em cooperação com a Brasbailer Indústria e Comércio de Pro-

duto Plásticos Ltda., para possibilitar a datação por luminescência dos sedimentos coletados. Os sedimentos contidos no *liner* translúcido foram utilizados para análises sedimentológicas e geoquímicas.

As sondagens foram interrompidas por terem atingido rochas litificadas do Grupo Bauru, com profundidades de: 14,40 m Oriente em e 16,80 m em Rancharia. Sedimentos alterados do Grupo Bauru são encontrados em profundidade a partir de 14,00 m em Rancharia e 12,00 m em Oriente. No contato entre os sedimentos da Aloformação Paranavaí com os do Grupo Bauru, encontra-se o nível d'água subterrâneo (topo do aquífero livre), e rochas alteradas do Gru-

po Bauru, nas profundidades de: 15,60 m em Rancharia, e 13,25 m em Oriente. Pela menor resistência das rochas no topo do Grupo Bauru, devido à presença da água subterrânea, foi possível a retirada de sedimentos para comparação com os sedimentos da Aloformação Paranavaí.

Em laboratório, os *liners* translúcidos coletados foram abertos com o devido cuidado para não perturbar os sedimentos, fotografados, medidos e descritos (cor, textura, estruturas sedimentares e possíveis componentes orgânicos). Após a descrição, as superfícies dos sedimentos foram limpas com espátulas, e amostradas para as análises, retirando-se seções em diferentes profundidades. De cada seção foram retiradas três amostras: uma para análise granulométrica e mineralógica, outra para análise geoquímica, e a terceira para análise de argilominerais através da Difração de raios X.

Análise granulométrica e mineralógica

Para análise granulométrica adotaram-se métodos convencionais: peneiramento para partículas maiores que 0,062 mm e pipetagem para frações menores. A escala granulométrica empregada foi a de Wentworth (1922) e o intervalo de pipetagem foi calculado segundo a lei de Stokes em temperatura constante (20°C). Os parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas (diâmetro médio, grau de seleção, grau de assimetria e curtose) foram calculados pelo método gráfico dos momentos de Pearson e Hartley (1958).

Para a obtenção da fração argila (< 2 µm) foram adotados os procedimentos de pipetagem e sifonagem, e em seguida foram preparadas três lâminas para os estudos de análise mineralógica por Difração de raios X de argilominerais, conduzidos por Sallun et al. (2010).

A partir das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e areia muito fina (0,125 - 0,062 mm), obtidas na análise granulométrica, os minerais leves foram separados dos minerais pesados por centrifugação de densidade com bromofórmio (Rittenhouse, 1943; Carver, 1971; Parfenoff, Pomerol, Tornenq, 1970). As amostras foram previamente tratadas com ácido oxálico 5% a quente sobre alumínio, para eliminação de películas ferruginosas impregnadas nos grãos minerais.

Os minerais leves, encontrados nas frações areia fina e muito fina, foram montados em lâminas. Cem grãos de quartzo foram analisados quanto às suas características morfológicas e tipológicas, obtendo-se o grau de arredondamento e esfericidade dos grãos através do método de comparação visual (Müller, 1967; Pettijohn, 1975).

Para a contagem dos minerais pesados, as frações separadas foram pesadas em uma balança analítica para se obter a porcentagem de pesados na amostra total. Os mi-

nerais pesados transparentes não micáceos foram contados e, para facilitar a análise microscópica, os minerais opacos magnéticos foram separados por um imã manual. Da mesma forma que os minerais leves, foram montadas lâminas para a contagem de cem grãos de minerais pesados transparentes não micáceos (Friedman, 1958). Os remanescentes dos minerais opacos, e nódulos argilo-limoníticos, que ocorrem nas lâminas, foram excluídos da contagem.

Análise geoquímica

Para definir um perfil de composição geoquímica vertical e identificar possíveis descontinuidades, foi conduzida análise química dos elementos no Laboratório SGS GEOSOL por espectrometria de plasma (ICP-OES) e Fluorescência de raios-X para óxidos, a partir de amostra representativa de pó, preparada em moinho de bolas com granulação menor que 200 meshes.

Geocronologia

Foram realizadas datações por luminescência opticamente estimulada (LOE) e termoluminescência (TL), no Laboratório de Vidros e Datação da Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP), nos sedimentos das sondagens, por equipamento TL/OSL (Harshaw 2000A ou Day-Break), irradiação em várias doses pré-definidas (Gy) com uma fonte de ⁶⁰Co (455 Ci) (IPEN-CNEN) e dose anual por espectrometria (Canberra Inspector Portable Spectroscopy Workstation - NaI-Tl). Foi utilizado valor de radiação cósmica, medida por espectrometria-γ no reservatório da Usina Hidrelétrica Engenheiro Sérgio Motta (UHESM - Porto Primavera) (Sallun et al., 2007b). Para atestar a veracidade dos métodos utilizados para datação e coleta de amostras, foram também analisadas amostras do topo do Grupo Bauru (coletadas no final de cada sondagem), com idade reconhecidamente mais antiga do que o permitido pelo alcance do método.

A TL e LOE são propriedades físicas de materiais cristalinos ou vítreos, previamente irradiados com radiações ionizantes (raios cósmicos e isótopos radioativos), de emitir luz quando são aquecidos até determinadas temperaturas (TL) ou quando são estimulados opticamente (LOE). Os tubos opacos coletados foram abertos em ambiente de luz vermelha para evitar contato de quaisquer fonte luminescente com os sedimentos.

As leituras de luminescência foram feitas por dois métodos distintos: de alíquota múltipla (MAR) e de alíquota única (SAR), segundo Murray e Wintle (2000) e Wintle e Murray (2006). No método MAR, as medições são feitas em cerca de 20 a 40 grãos minerais, nos quais são aplica-

das diferentes doses de radiação em laboratório, e os resultados permitem delinear uma “curva de crescimento”, que representa a resposta da luminescência do material à radiação (Li e Wintle, 1992). Porém, esses grãos podem ter sido expostos heterogeneamente à luz solar e, portanto, alguns grãos podem ter sido “zerados” e outros não.

Como grãos “não zerados” estariam misturados com “zerados”, a média sempre tende a ser maior que a idade de última exposição solar. Pelo método SAR, muitas medidas de luminescência foram feitas sobre grãos individuais de única amostra, que permite diminuir o erro nas medidas, e identificar se o sinal de luminescência foi completamente “zerado” em todos os grãos minerais.

RESULTADOS

A Aloformação Paranavaí é constituída de sedimentos inconsolidados muito homogêneos em superfície, e os processos pós-sedimentares podem ter mascarado possíveis estruturas sedimentares originais. Em subsuperfície, as seções de referência Rancharia e Oriente apresentaram sedimentos arenosos muito semelhantes, constituídos de areias muito finas a grossas, inconsolidadas, com estrutura maciça e coloração acastanhada, não sendo observada nenhuma estruturação de origem sedimentar ou a presença de fósseis.

O contato entre a Aloformação Paranavaí e o Grupo Bauru é discordante. O nível d'água subterrâneo, nas duas sondagens executadas, está situado no contato entre a Aloformação Paranavaí e o Grupo Bauru, motivo pelo qual os sedimentos no contato se encontram alterados.

Análise granulométrica e mineralógica

As seções de referência apresentaram homogeneidade granulométrica: diâmetro médio em areia fina, e com grau de seleção muito bem selecionado a pobremente selecionado (seção de referência Rancharia) e moderadamente selecionado (seção de referência Oriente) para os sedimentos da Aloformação Paranavaí, enquanto, nos sedimentos do Grupo Bauru, o diâmetro médio é de areia fina e o grau de seleção moderadamente a bem selecionado (Figuras 3 e 4; Tabelas 1, 2 e 3). A variabilidade no grau de seleção é maior na Aloformação Paranavaí do que no Grupo Bauru.

Na seção de referência Rancharia, em sedimentos da Aloformação Paranavaí, a fração de areia representa 56,97 a 81,39% e a fração de pelíticos representa 18,61 a 43,03%, enquanto, nos sedimentos do Grupo Bauru, a fração de areia representa 72,54 a 90,85% e a fração de pelíticos 9,15 a 27,46%. Na seção de referência Oriente, em sedimentos da Aloformação Paranavaí, a fração de areia

representa 63,62 a 87,9% e a fração de pelíticos representa 12,1 a 36,38%, enquanto, nos sedimentos do Grupo Bauru, a fração de areia representa 73,34 a 84,97% e a fração de pelíticos 15,03 a 26,66%. Os teores de pelíticos são mais altos na Aloformação Paranavaí do que nos sedimentos do Grupo Bauru, enquanto, na fração de areia, são mais baixos.

O teor de minerais pesados na Aloformação Paranavaí é mais alto na fração de areia muito fina (0,43 a 2,75% Rancharia; 1,04 a 2,72% Oriente) em comparação com a fração na areia fina (0,15 a 0,66% Rancharia; 0,24 a 0,88% Oriente) (Tabela 4). Grãos de quartzo são os constituintes predominantes dos minerais leves das frações de areia fina (99,34 a 99,85% Rancharia; 97,56 a 99,76% Oriente) e areia muito fina (97,25 a 99,57 % Rancharia; 94,57 a 99,76% Oriente).

Alguns grãos de feldspato são encontrados principalmente em maior profundidade, provavelmente por disponibilidade na área fonte com rápido soterramento o que permitiu a preservação destes grãos (Figura 5). Os grãos de quartzo da Aloformação Paranavaí não apresentaram diferenças substanciais nos graus de arredondamento entre areias finas e muito finas ou em relação à profundidade das seções de referência, sendo que a maioria ocorre com formas subangulares a subarredondadas, alta a baixa esfericidade (mais frequente na fração areia muito fina) e texturas superficiais de origem mecânica e química. Secundariamente, ocorrem formas angulares e raríssimas formas bem arredondadas (Tabela 5).

Ocorrem quatro minerais pesados transparentes não micáceos superabundantes, nas areias fina e muito fina das seções de referência: zircão e rutilo (mais frequentes na fração areia muito fina), turmalina e estauroilita (mais frequentes na fração areia fina). Foram encontrados cianita, sillimanita, anatósio e granada como minerais raros (Tabela 6). Anatósio só foi encontrado na fração muito fina, e tem provável origem autigênica. O índice ZTR indica alta maturidade para os sedimentos das seções de referência Rancharia (72 a 93 na areia fina; 92 a 100 na areia muito fina) e Oriente (90 a 95 na areia fina; 86 a 97 na areia muito fina). Não foram encontradas diferenças morfológicas substanciais entre os minerais pesados que ocorrem ao longo das seções de referência Rancharia e Oriente (Tabelas 7, 8, 9 e 10).

Nos sedimentos das seções de referência foram identificados os argilominerais caulinita, seguidos de mica/illita e em menor quantidade a camada mista esmectita, indicando pequena variabilidade mineralógica (Sallun et al., 2010). A presença de mica/illita+esmectita em sedimentos do topo do Grupo Bauru provenientes da seção de referência Oriente indicou boa preservação das amostras quanto as suas características originais (Sallun et al., 2010).

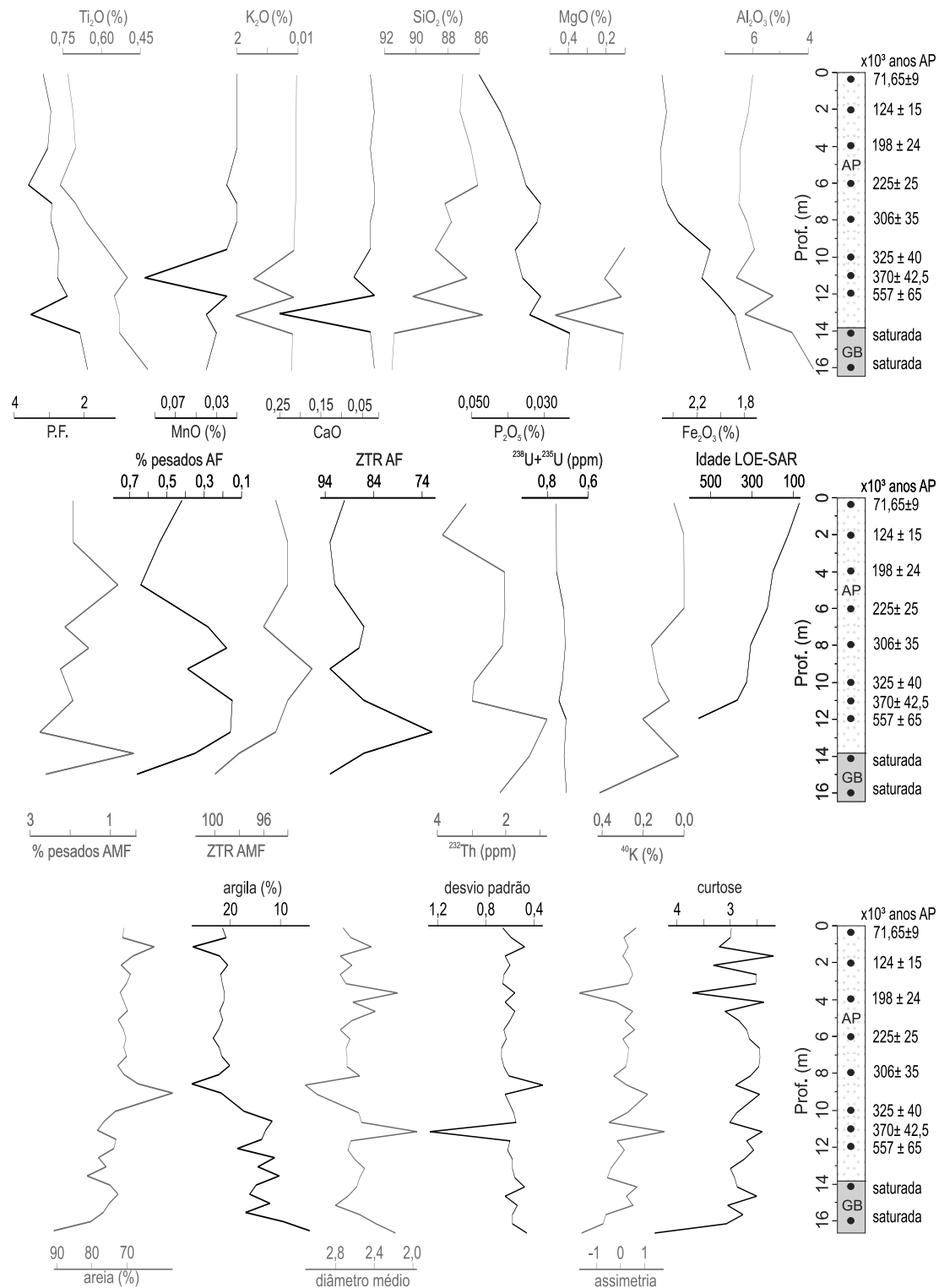


Figura 3. Diferentes parâmetros obtidos (geoquímicos, texturais e mineralógicos) em relação à profundidade de sedimentos provenientes da seção de referência Rancharia. Idades obtidas pelo método da luminescência opticamente estimulada (LOE-SAR) em x10³ anos antes do presente (**GB** = Grupo Bauru; **AP** = Aloformação Paranavaí; **AMF** = areia muito fina; **AF** = areia fina; **ZTR** = índice zircão+turmalina+rutilo).

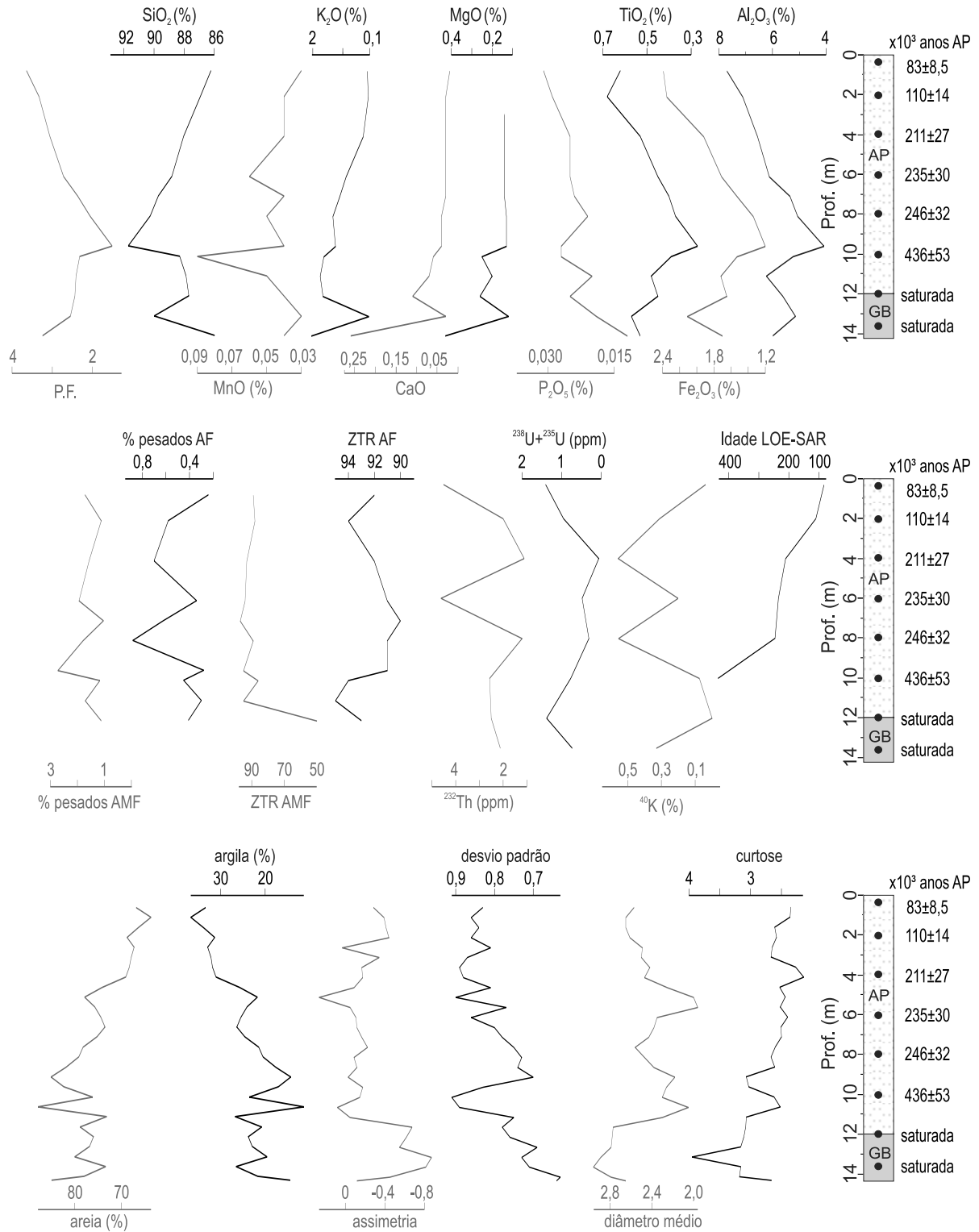


Figura 4. Diferentes parâmetros obtidos (geoquímicos, texturais e mineralógicos) em relação à profundidade de sedimentos provenientes da seção de referência Oriente. Idades obtidas pelo método da luminescência opticamente estimulada (LOE-SAR) em x10³ anos antes do presente (**SB** = Grupo Bauru; **AP** = Aloformação Paranavaí; **AMF** = areia muito fina; **AF** = areia fina; **ZTR** = índice zircão+turmalina+rutilo).

Tabela 1. Resultado da análise granulométrica dos sedimentos provenientes da seção de referência Rancharia (* = Grupo Bauru).

Profundidade (m)	Areia (%)						Pelíticos (%)		Relação
	mt grossa	grossa	media	fina	mt fina	total	argila	total	fino/grosso
0,00 - 0,25	0,10	0,19	10,09	37,02	23,49	70,89	21,57	29,11	0,41
0,50 - 0,75	0,01	0,24	8,80	44,02	18,15	71,21	20,86	28,78	0,40
1,00 - 1,25	0,00	0,20	9,44	45,22	7,37	62,23	27,45	37,77	0,61
1,50 - 1,75	0,00	0,01	7,37	35,09	25,81	68,29	22,16	31,71	0,46
2,00 - 2,25	0,05	0,37	8,61	43,69	18,94	71,66	20,53	28,34	0,40
2,50 - 2,75	0,00	0,17	9,46	34,98	24,40	69,01	21,94	30,99	0,45
3,00 - 3,25	0,01	0,17	10,91	37,07	21,97	70,12	21,60	29,88	0,43
3,50 - 3,75	0,02	0,28	33,92	30,29	7,39	71,91	21,19	28,09	0,39
4,00 - 4,25	0,00	0,22	10,02	38,51	22,10	70,85	21,31	29,15	0,41
4,50 - 4,75	0,00	0,34	12,76	47,51	9,24	69,85	22,13	30,15	0,43
5,00 - 5,25	0,00	0,35	9,45	43,77	18,96	72,53	21,55	27,47	0,38
5,50 - 5,75	0,02	0,21	9,53	36,09	25,18	71,03	22,31	28,97	0,41
6,00 - 6,25	0,00	0,29	9,80	40,24	19,95	70,29	23,43	29,71	0,42
6,50 - 6,75	0,00	0,19	11,37	36,81	22,50	70,87	22,23	29,13	0,41
7,00 - 7,25	0,00	0,17	11,40	36,62	21,90	70,09	21,68	29,91	0,43
7,50 - 7,75	0,00	0,13	11,47	39,08	21,96	72,65	20,10	27,35	0,38
8,00 - 8,25	0,00	0,20	11,50	42,09	16,99	70,78	22,33	29,22	0,41
8,50 - 8,75	0,00	0,00	0,00	23,70	43,10	66,80	27,68	33,20	0,50
9,00 - 9,25	0,00	0,03	4,25	20,43	32,26	56,97	21,85	43,03	0,76
10,0 - 10,25	0,00	0,16	11,82	46,29	15,01	73,27	17,27	26,73	0,36
10,50 - 10,75	0,00	0,25	9,87	50,96	15,34	76,42	11,67	23,58	0,31
11,00 - 11,25	17,25	0,05	7,85	43,82	9,40	78,38	12,98	21,62	0,28
11,50 - 11,75	0,00	0,20	8,67	44,89	19,34	73,10	13,73	26,90	0,37
12,00 - 12,25	0,00	0,10	10,54	41,91	21,17	73,72	18,58	26,28	0,36
12,50 - 12,75	0,00	0,07	11,42	49,27	17,36	78,12	11,14	21,88	0,28
13,00 - 13,25	0,00	0,30	12,82	48,74	14,07	75,93	14,50	24,07	0,32
13,50 - 13,75	0,00	0,20	10,66	53,87	16,67	81,39	10,27	18,61	0,23
*14,00 - 14,25	0,00	0,17	7,84	51,01	15,83	74,85	14,86	25,15	0,34
*14,50 - 14,75	0,00	0,13	11,60	39,34	21,46	72,54	16,17	27,46	0,38
*15,00 - 15,25	0,00	0,03	5,87	44,13	25,00	75,04	12,10	24,96	0,33
*15,50 - 15,75	0,02	0,10	10,15	48,37	18,10	76,74	16,97	23,26	0,30
*16,00 - 16,25	0,00	0,37	18,14	48,97	12,85	80,33	9,44	19,67	0,24
*16,50 - 16,80	0,00	0,09	31,27	54,10	5,39	90,85	4,14	9,15	0,10

Tabela 2. Resultado da análise granulométrica dos sedimentos provenientes da seção de referência Oriente (* = Grupo Bauru).

Profundidade (m)	Areia (%)						Pelíticos (%)		Relação
	mt grossa	grossa	media	fina	mt fina	total	argila	total	fino/grosso
0,50 - 0,75	0,06	1,72	16,24	27,30	21,51	66,83	22,93	33,17	0,50
1,00 - 1,25	0,09	1,50	14,33	23,55	24,16	63,62	24,06	36,38	0,57
1,50 - 1,75	0,08	2,29	12,45	26,75	24,81	66,38	24,00	33,62	0,51
2,00 - 2,25	0,19	1,87	15,50	26,23	24,97	68,76	21,04	31,24	0,45
2,50 - 2,75	0,11	1,66	14,53	33,39	17,57	67,26	19,82	32,74	0,49
3,00 - 3,25	0,13	2,33	18,05	26,67	20,72	67,89	20,67	32,03	0,47
3,50 - 3,75	0,17	2,89	20,67	25,26	19,31	68,30	18,92	31,70	0,46
4,00 - 4,25	0,07	2,60	20,13	25,41	20,84	69,06	18,25	30,94	0,45
4,50 - 4,75	0,05	5,10	21,79	33,36	13,79	74,09	12,34	25,91	0,35
5,00 - 5,25	0,31	7,84	35,41	22,29	12,05	77,90	10,55	22,07	0,28
5,50 - 5,75	0,12	8,96	30,49	28,07	8,04	75,68	12,49	24,32	0,32
6,00 - 6,25	0,09	4,52	20,16	31,44	18,17	74,38	12,50	25,62	0,34
6,50 - 6,75	0,09	2,44	21,62	33,26	16,08	73,49	9,72	26,51	0,36
7,00 - 7,25	0,05	2,13	20,98	34,38	17,69	75,23	7,45	24,77	0,33
7,50 - 7,75	0,08	1,54	16,34	36,72	23,51	78,19	9,34	21,81	0,28
8,00 - 8,25	0,07	1,58	18,24	39,34	19,90	79,13	7,30	20,87	0,26
8,50 - 8,75	0,07	1,86	24,92	38,28	16,76	81,89	5,27	18,11	0,22
9,00 - 9,25	0,17	3,61	28,37	41,02	11,92	85,10	6,39	14,90	0,18
9,50 - 9,75	0,51	4,58	25,81	34,66	16,79	82,35	7,53	17,56	0,21
10,00 - 10,25	0,58	5,16	22,83	28,48	19,09	76,15	10,99	23,82	0,31
10,50 - 10,75	0,28	10,35	32,40	30,89	13,99	87,90	5,81	12,10	0,14
11,00 - 11,25	0,25	3,01	19,45	34,59	15,85	73,16	15,66	26,84	0,37
11,50 - 11,75	0,13	1,18	12,28	31,50	33,75	78,85	9,46	21,15	0,27
*12,00 - 12,25	0,12	1,45	10,30	31,67	32,42	75,97	11,23	24,03	0,32
*12,50 - 12,75	0,05	0,83	8,42	36,20	31,33	76,83	7,53	23,17	0,30
*13,00 - 13,25	0,30	1,01	6,42	32,36	39,90	80,00	5,92	20,00	0,25
*13,50 - 13,75	0,03	0,60	7,31	24,31	41,09	73,34	8,50	26,66	0,36
*14,00 - 14,20	0,00	0,60	7,22	40,96	29,24	78,02	11,04	21,98	0,28
*14,20 - 14,40	0,00	0,53	11,49	47,47	25,48	84,97	6,09	15,03	0,18

Tabela 3. Parâmetros estatísticos da distribuição granulométrica - fração total (escala phi) calculados pelo método dos momentos, dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (**Md** = diâmetro médio; σ_1 = desvio padrão; **K_G** = curtose; **Sk₁** = assimetria; * = Grupo Bauru).

Profundidade (m)	Parâmetros estatísticos (phi)				Profundidade (m)	Parâmetros estatísticos (phi)			
	Md	σ_1	Sk ₁	K _G		Md	σ_1	Sk ₁	K _G
	Rancharia					Oriente			
0,00 - 0,25	2,72	0,66	-0,32	2,98	0,50 - 0,75	2,57	0,83	-0,28	2,35
0,50 - 0,75	2,64	0,59	-0,07	3,00	1,00 - 1,25	2,65	0,86	-0,39	2,36
1,00 - 1,25	2,43	0,48	-0,16	3,21	1,50 - 1,75	2,65	0,84	-0,41	2,61
1,50 - 1,75	2,75	0,64	-0,05	2,19	2,00 - 2,25	2,61	0,86	-0,44	2,58
2,00 - 2,25	2,63	0,60	-0,18	3,32	2,50 - 2,75	2,49	0,81	0,04	2,65
2,50 - 2,75	2,75	0,65	-0,25	2,51	3,00 - 3,25	2,50	0,87	-0,34	2,67
3,00 - 3,25	2,69	0,66	-0,16	2,52	3,50 - 3,75	2,42	0,89	-0,16	2,27
3,50 - 3,75	2,16	0,56	0,85	3,71	4,00 - 4,25	2,47	0,88	-0,17	2,14
4,00 - 4,25	2,62	0,64	0,09	2,37	4,50 - 4,75	2,25	0,81	-0,08	2,53
4,50 - 4,75	2,39	0,56	-0,25	3,10	5,00 - 5,25	2,00	0,90	0,28	2,44
5,00 - 5,25	2,63	0,60	-0,09	2,84	5,50 - 5,75	1,96	0,77	-0,04	2,52
5,50 - 5,75	2,75	0,65	-0,29	2,69	6,00 - 6,25	2,35	0,86	-0,10	2,40
6,00 - 6,25	2,65	0,63	-0,05	2,64	6,50 - 6,75	2,38	0,80	-0,11	2,51
6,50 - 6,75	2,69	0,67	-0,17	2,45	7,00 - 7,25	2,43	0,78	-0,16	2,50
7,00 - 7,25	2,68	0,67	-0,15	2,44	7,50 - 7,75	2,56	0,75	-0,22	2,60
7,50 - 7,75	2,68	0,65	-0,11	2,46	8,00 - 8,25	2,47	0,73	-0,08	2,67
8,00 - 8,25	2,55	0,61	0,14	2,62	8,50 - 8,75	2,38	0,74	-0,11	2,61
8,50 - 8,75	3,11	0,33	-0,13	2,90	9,00 - 9,25	2,18	0,70	-0,02	3,07
9,00 - 9,25	2,99	0,64	-0,56	2,45	9,50 - 9,75	2,26	0,83	-0,17	3,03
10,0 - 10,25	2,56	0,57	-0,14	2,88	10,00 - 10,25	2,30	0,91	-0,14	2,62
10,50 - 10,75	2,53	0,55	0,24	3,01	10,50 - 10,75	2,05	0,89	0,09	2,52
11,00 - 11,25	1,96	1,26	-0,90	2,40	11,00 - 11,25	2,30	0,75	-0,04	3,07
11,50 - 11,75	2,64	0,60	0,07	2,69	11,50 - 11,75	2,77	0,78	-0,68	3,08
12,00 - 12,25	2,67	0,62	-0,08	2,56	*12,00 - 12,25	2,78	0,76	-0,62	3,11
12,50 - 12,75	2,60	0,58	0,06	2,74	*12,50 - 12,75	2,79	0,69	-0,55	3,16
13,00 - 13,25	2,50	0,58	0,20	3,00	*13,00 - 13,25	2,89	0,73	-0,88	3,95
13,50 - 13,75	2,55	0,56	0,27	2,92	*13,50 - 13,75	2,96	0,71	-0,82	3,16
*14,00 - 14,25	2,58	0,48	-0,34	2,87	*14,00 - 14,20	2,79	0,63	-0,45	3,18
*14,50 - 14,75	2,67	0,64	-0,12	2,50	*14,20 - 14,40	2,65	0,64	-0,11	2,66
*15,00 - 15,25	2,80	0,54	-0,26	3,05					
*15,50 - 15,75	2,55	0,58	0,30	2,76					
*16,00 - 16,25	2,38	0,58	0,36	3,08					
*16,50 - 16,80	2,18	0,46	0,80	4,43					

Tabela 4. Teores (%) de minerais pesados e leves, com teor de quartzo e feldspato, das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru).

Profundidade (m)	areia fina			areia muito fina		
	leves		pesados	leves		pesados
	quartzo	feldspato		quartzo	feldspato	
Rancharia						
0,00 - 0,25 m	99,58	0,00	0,42	98,07	0,00	1,93
2,00 - 2,25 m	99,46	0,00	0,54	98,08	0,00	1,92
4,00 - 4,25 m	99,36	0,00	0,64	99,18	0,00	0,82
6,00 - 6,25 m	99,72	0,00	0,28	97,87	0,00	2,13
7,00 - 7,25 m	99,82	0,00	0,18	98,46	0,00	1,54
8,00 - 8,25 m	99,61	0,00	0,39	97,76	0,00	2,24
9,50 - 9,75 m	99,85	0,00	0,15	98,07	0,00	1,93
11,00 - 11,25 m	99,84	0,00	0,16	97,25	0,00	2,75
12,00 - 12,25 m	99,65	0,00	0,35	99,57	0,00	0,43
13,00 - 13,25 m	99,34	0,00	0,66	97,40	0,00	2,60
Oriente						
0,75 - 1,00 m	99,76	0,00	0,24	99,76	0,00	1,72
2,00 - 2,25 m	98,43	0,99	0,58	99,42	0,00	1,12
4,00 - 4,25 m	99,30	0,00	0,70	99,30	0,00	1,57
6,00 - 6,25 m	99,66	0,00	0,34	99,66	0,00	1,94
7,00 - 7,25 m	99,38	0,00	0,62	99,38	0,00	1,04
8,00 - 8,25 m	99,12	0,00	0,88	99,12	0,00	1,79
9,50 - 9,75 m	98,72	1,00	0,28	99,72	0,00	2,72
10,00 - 10,25 m	97,56	1,99	0,45	94,57	4,98	1,17
11,00 - 11,25 m	98,70	1,00	0,30	99,70	0,00	1,71
*12,00 - 12,25 m	96,60	2,99	0,41	97,60	1,99	1,12

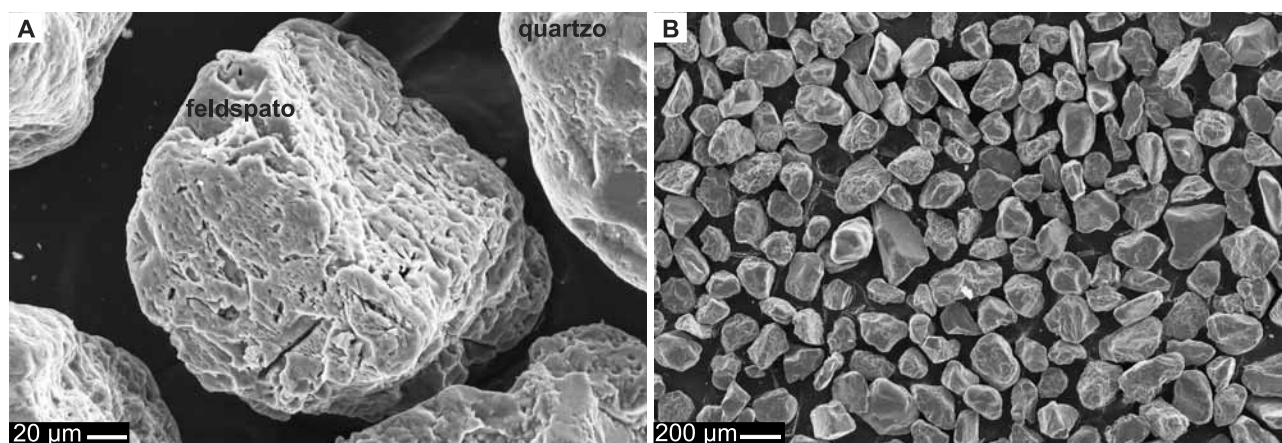


Figura 5. Fotomicrografias de grãos minerais da fração areia fina da seção de referência Oriente, por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com detector de elétrons secundários (SE1). **A.** Grão de feldspato com marcas de dissolução (0,75 - 1,00 m). **B.** Grãos angulosos a subarredondados de feldspato e quartzo (7,00 - 7,25 m).

Tabela 5. Grau de arredondamento das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **Ma** = muito angular; **An** = angular; **Sa** = subangular; **Sb** = subarredondado; **Ar** = arredondado; **Ba** = bem arredondado; **F** = areia fina; **MF** = areia muito fina).

Profundidade (m)	Ma		An		Sa		Sb		Ar		Ba	
	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF	F	MF
Rancharia												
0,00 - 0,25 m	3	0	10	11	24	32	40	39	21	13	2	0
2,00 - 2,25 m	6	1	11	14	26	41	35	42	19	2	4	0
4,00 - 4,25 m	2	0	15	11	29	47	35	40	18	2	1	0
6,00 - 6,25 m	1	0	20	7	28	34	45	56	6	3	0	0
7,00 - 7,25 m	2	0	14	8	34	50	48	42	7	0	0	0
8,00 - 8,25 m	2	0	11	5	30	47	50	46	6	2	1	0
9,50 - 9,75 m	0	0	11	5	35	50	49	44	5	1	0	0
11,00 - 11,25 m	2	0	15	6	38	45	41	56	4	3	0	0
12,00 - 12,25 m	1	0	18	8	42	44	38	45	1	3	0	0
13,00 - 13,25 m	0	0	7	12	32	50	57	38	4	0	1	0
Oriente												
0,75 - 1,00 m	6	4	25	21	35	34	34	32	0	8	0	1
2,00 - 2,25 m	3	6	29	15	37	29	30	46	1	4	0	0
4,00 - 4,25 m	2	8	27	27	39	31	28	33	0	2	0	0
6,00 - 6,25 m	0	7	23	22	45	33	32	36	0	2	0	0
7,00 - 7,25 m	0	5	9	21	48	33	36	32	2	18	0	1
8,00 - 8,25 m	3	4	15	24	60	28	22	35	0	8	0	1
9,50 - 9,75 m	1	6	14	21	45	30	40	40	0	3	0	0
10,00 - 10,25 m	0	2	13	12	46	33	41	41	0	10	0	1
11,00 - 11,25 m	2	8	29	22	47	22	20	36	2	10	0	2
*12,00 - 12,25 m	10	2	16	19	23	40	31	37	18	2	2	0

Tabela 6. Minerais pesados transparentes não micáceos das frações areia fina (0,250-0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (**Tur** = turmalina; **Zir** = zircão; **Rut** = rutilo; **Est** = estaurolita; **Ci** = cianita; **Sill** = sillimanita; **Na** = anatásio; **Gr** = granada; **ZTR** = zircão+turmalina+rutilo; * = Grupo Bauru; ** = sem número mínimo para contagem de 100 grãos na fração areia fina).

Profundidade (m)	areia fina									areia muito fina								
	Tur	Zir	Rut	Est	Ci	Sil	An	Gr	ZTR	Tur	Zir	Rut	Est	Ci	Sil	An	Gr	ZTR
Rancharia																		
0,00 - 0,25	64	22	4	8	2	-	-	-	90	20	62	13	-	-	-	5	-	95
2,00 - 2,25	65	27	1	7	-	-	-	-	93	23	60	11	3	-	-	3	-	94
4,00 - 4,25	70	19	3	8	-	-	-	-	92	22	59	13	-	-	-	6	-	94
6,00 - 6,25	72	12	2	13	1	-	-	-	86	21	63	12	3	-	1	-	-	96
7,00 - 7,25	72	12	3	11	2	-	-	-	87	21	57	16	4	-	1	1	-	94
8,00 - 8,25	66	25	2	5	2	-	-	-	93	27	52	13	7	-	-	1	-	92
9,50 - 9,75	76	10	-	14	-	-	-	-	86	23	61	10	5	-	1	-	-	94
11,00 - 11,25	64	6	2	27	1	-	-	-	72	26	61	8	4	1	-	1	-	95
12,00 - 12,25	75	10	1	13	1	-	-	-	86	25	60	13	2	-	-	-	-	98
13,00 - 13,25	73	18	2	7	-	-	-	-	93	20	66	14	3	-	1	1	-	100

(continua...)

Tabela 6. (continuação)

Profundidade (m)	areia fina									areia muito fina								
	Tur	Zir	Rut	Est	Ci	Sil	An	Gr	ZTR	Tur	Zir	Rut	Est	Ci	Sil	An	Gr	ZTR
Oriente																		
0,75 - 1,00	90	1	1	6	2	-	-	-	92	37	46	6	4	3	1	2	1	89
2,00 - 2,25	91	2	1	4	2	-	-	-	94	39	38	11	7	4	1	-	-	88
4,00 - 4,25	83	7	2	4	4	-	-	-	92	36	47	10	4	3	-	-	-	93
6,00 - 6,25	86	5	-	6	3	-	-	-	91	54	32	8	5	1	-	-	-	94
7,00 - 7,25	83	6	1	6	3	1	-	-	90	49	40	8	1	2	-	-	-	97
8,00 - 8,25	63	26	2	6	-	2	-	1	91	34	51	4	7	3	1	-	-	89
9,50 - 9,75	82	9	-	7	1	1	-	-	91	33	53	9	5	-	-	-	-	95
10,00 - 10,25	88	5	1	4	1	1	-	-	94	36	42	8	7	7	-	-	-	86
11,00 - 11,25	73	21	1	5	-	-	-	-	95	33	52	10	5	-	-	-	-	95
*12,00 - 12,25**	88	4	1	2	3	-	-	2	93	20	27	3	2	4	1	3	11	50

Tabela 7. Características de turmalina das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **EBA** = equidimensional bem arredondado; **EQ** = equidimensional quadrada; **PBA** = prismático com borda arredondada; **P** = prismática com terminação euedral pouco arredondada; **Inc** = inclusões; **Cor** = castanho (C), verde (V), amarelo (Am), rósea (R), azul (Az); + = abundante; x = raro).

TURMALINA	areia fina									areia muito fina										
	EBA	EQ	PBA	P	Inc	cor					EBA	EQ	PBA	P	Inc	cor				
						C	V	Am	R	Az						C	V	Am	R	Az
Rancharia																				
0,00 - 0,25 m	+		+	+	+	+	+	+	+	+		x	+		+	x		+		
2,00 - 2,25 m	+		+	+	+	x	x	x	x	+		+	x		+	x		x		
4,00 - 4,25 m	+		+	x	+	+	x	x	x	+		x		+	+		+			
6,00 - 6,25 m	+		+	x	+	+	x	x	x	+		+	+	+	+	x	+	x		
7,00 - 7,25 m	+		+	x	+	+	x	x	x	+		x	x		+	x		x		
8,00 - 8,25 m	+		x	x	+	+	x	x	x	+	x	+	x	+	+			x		
9,50 - 9,75 m	+		+	x	+	+	+	x	+	+		+	+	+	+	x	+	x		
11,00 - 11,25 m	+		+	+	+	+		+	x	x	+		+	+	+		+	x		
12,00 - 12,25 m	+		+	+	x	+	x	+	x	x	x	x	+	+	+	+	x	x		
13,00 - 13,25 m	+		+	+	x	+	x	+	+	x	x		+	+	+	x	x	x		
Oriente																				
0,75 - 1,00 m	+		+	+	+	+		+	x	x		+	+	+	+	x	+	x		
2,00 - 2,25 m	+		+	+	+	x	+	+	+	x		+	+	+	+		x	x		
4,00 - 4,25 m	+		+	+	+	x	+	+	x	+		+	+	+	+	x	+	x		
6,00 - 6,25 m	+		+	+	+		+	x	x	+		+	+		+	x	+	+		
7,00 - 7,25 m	+		+	+	+		+	+	x	+		+	+	+	+	x	+	+		
8,00 - 8,25 m	+		+	+	+		+	x	x	+		+	+	+	+	x	+	+		
9,50 - 9,75 m	+		+	+	+		+	x	x	+		+	+	+	+	x	x	x		
10,00 - 10,25 m	+		+	x	+	+		+	x	x	+		+	+	+	+	x	x		
11,00 - 11,25 m	+		+	x	+	+	x	+	x	x	+		+	+	+	+	x	+		
*12,00 - 12,25 m	+		+	x	+	+		+	x		+	x		x	+	+		x		

Tabela 8. Características de zircão das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **EBA** = equidimensional bem arredondado; **EQ** = equidimensional quadrada; **PBA** = prismático com borda arredondada; **EPA** = equidimensional pouco arredondado; **Inc** = inclusões; Cor = rósea (R), amarelo-esverdeado (Ae), incolor (In); + = abundante; x = raro).

ZIRCÃO	areia fina						areia muito fina									
	EBA	EQ	PBA	EPA	Inc	cor			EBA	EQ	PBA	EPA	Inc	cor		
						R	Ae	In						R	Ae	In
Rancharia																
0,00 - 0,25 m	+	+			+				+	+	+	x		x	+	
2,00 - 2,25 m	+	x			+				+	+	+	x		+	+	
4,00 - 4,25 m	+	x	x		+		x		+	+	+	x		+	+	
6,00 - 6,25 m	+	x			+				+	+	+	x		+	+	
7,00 - 7,25 m	+	+			+	x			+	+	+	x		+	+	
8,00 - 8,25 m	+	+	x		+	x			+	+	+	x		+	+	
9,50 - 9,75 m	+	x			+				+	+	+	x		+	+	
11,00 - 11,25 m	+	+			x	x			+	+	+	x		+	+	
12,00 - 12,25 m	+	x			x				+	+	+	x		+	+	
13,00 - 13,25 m	+	+	x		+	x			+	+	+	x	x	+	+	
Oriente																
0,75 - 1,00 m	x								+	+	+	x		+	+	
2,00 - 2,25 m	x	x				x			+	+	+	+		+	+	
4,00 - 4,25 m	x	x				x			+	+	+	+		+	+	
6,00 - 6,25 m	x	x				x			+	+	+	x		+	+	
7,00 - 7,25 m	x				x	x			+	+	+	x		+	+	
8,00 - 8,25 m	+	x			x	x			+	+	+	x		+	+	
9,50 - 9,75 m	+	x			+	x			+	+	+	x		+	x	
10,00 - 10,25 m	+	+			x	x			+	+	+	x		+	x	
11,00 - 11,25 m	+	x	x		+	x			+	+	+	x		+	x	
*12,00 - 12,25 m	+				x	x			+	+	x	x		+	+	

Tabela 9. Características de rutilo das frações areia fina (0,250 - 0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **E** = equidimensional subarredondado; **P** = prismático; **G** = geminação em joelho/coração; **EI** = estrias longitudinais e oblíquas; **B** = prismático com borda arredondada; **I** = irregular; **Inc** = inclusões; Cor = avermelhado (Av), amarelo (Am), vermelho-amarelado (Va), castanho (C); + = abundante; x = raro).

RUTILO	areia fina								areia muito fina													
	E	P	G	EI	B	I	Inc	cor				E	P	G	EI	B	I	Inc	cor			
								Av	Am	Va	C								Av	Am	Va	C
Rancharia																						
0,00 - 0,25 m	x	x						+	x				+	x	x	x	x		+	x	+	
2,00 - 2,25 m	x				x		+	x	x				+	x	x	x	+		+	+	x	
4,00 - 4,25 m	x	x			x		+	+	x	x							x		+	x	x	
6,00 - 6,25 m	x				x		+	+					+	+			+		+	x		
7,00 - 7,25 m	x				x	x		+					+	x	x	x			+	x		
8,00 - 8,25 m	x	x			x		+	+	x				+	x	x	x	+		+	x	x	
9,50 - 9,75 m	+					x			+				+				+		+	x	+	
11,00 - 11,25 m	x						x	x					+		x	+			+	+		
12,00 - 12,25 m	x						x	x					x	x	x	x	+		+	+		
13,00 - 13,25 m	+				x		+	+	x				+	x			+		+	x	+	

(continua...)

Tabela 9. (continuação)

RUTILO	areia fina							areia muito fina														
	E	P	G	EI	B	I	Inc	cor				E	P	G	EI	B	I	Inc	cor			
								Av	Am	Va	C								Av	Am	Va	C
Oriente																						
0,75 - 1,00 m					x		+				+		x			+		+	x	x		
2,00 - 2,25 m	x						+				+							+	x	+		
4,00 - 4,25 m	x						+				+	x						+	x	x	+	
6,00 - 6,25 m	+										+	x							+	x	x	
7,00 - 7,25 m	x										+	x			x	+			+	x	+	
8,00 - 8,25 m	x				x		+	+			+	+	x	x	x				+	x	+	+
9,50 - 9,75 m	x						+				+		x	x	x		x		x	+	+	
10,00 - 10,25 m	+			x			+	x			+				+				+	+	+	+
11,00 - 11,25 m	x			x			x	x	+		x			x	+		+		+	+	+	
*12,00 - 12,25 m	x							+			x	+									+	

Tabela 10. Características de estaurolita das frações areia fina (0,250-0,125 mm) e muito fina (0,125 - 0,062 mm) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **EBA** = equidimensional bem arredondado; **I** = irregular; **Ep** = euedral pouco arredondado; **S** = serrilhado nas bordas; **P** = padrão reticulado na superfície (escamas); **Inc** = inclusões; **Cor** = amarelo-esverdeado (Ae), vermelho-amarelado (Va), rósea (R), amarelo (Am); + = abundante; x = raro).

ESTAUROLITA	areia fina							areia muito fina												
	EBA	I	Ep	S	P	Inc	cor				EBA	I	Ep	S	P	Inc	cor			
							Ae	Va	R	Am							Ae	Va	R	Am
Rancharia																				
0,00 - 0,25 m		+	+	+	+	+				+		x	x	+	+				x	
2,00 - 2,25 m		+	+	+	x	+				+		x	x	+	+				+	
4,00 - 4,25 m		+	+	+	+	+	x			+	x		x		+	+				+
6,00 - 6,25 m		+	+	+	+	+		x		+		+	+			+				+
7,00 - 7,25 m	+			+	+	+	x	+			x			+						+
8,00 - 8,25 m	+	+	+	+	+	+		+						+	+	+	+		+	
9,50 - 9,75 m	x	+	+	+	+	+		x		+		+	x	+						+
11,00 - 11,25 m	x	+	+	+	+	+		+		+		+	x			+				+
12,00 - 12,25 m	x	+	+	+	+	+		x		+		x		+		+				+
13,00 - 13,25 m		+	x	+	+	+		+			+	+	+	+	+	+				+
Oriente																				
0,75 - 1,00 m		+	+	+	+	+		+	+		+	+			+	+				+
2,00 - 2,25 m	x	+	+	+	+	+		+	+		x	x	x			+				x
4,00 - 4,25 m		+	+	+	+	+		+	+		+	+			x					+
6,00 - 6,25 m	x	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+	+	+	+				+
7,00 - 7,25 m	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+	+			+				+
8,00 - 8,25 m	x	+		+	+	+		+			+	+	+			+				+
9,50 - 9,75 m		x		x	x	+		+	+		+	+	+	x	+					+
10,00 - 10,25 m		x				+		+			+	x	+	+	+					+
11,00 - 11,25 m		x	x			+		+			+	+	+	+	+	+	x			+
*12,00 - 12,25 m		+	+		+	+			+	x									x	

Análise geoquímica

Nos sedimentos das seções de referência, não foram detectados os elementos prata, arsênio, berílio, bismuto, cádmio, molibdênio, sódio, fósforo, antimônio, selênio, tálio, tório, tungstênio e urânio. Na₂O só foi detectado nos sedimentos do Grupo Bauru, na seção de referência Oriente. Boro e Cobalto, na seção de referência Rancharia, são detectados em maior profundidade, no Grupo Bauru e vizinhanças, enquanto, na seção de referência

Oriente, estão presentes em maior concentração na Aloformação Paranavaí (Tabelas 11 e 12).

Valores muito baixos de CaO, MgO, MnO, P₂O₅, potássio, magnésio, manganês sódio e titânio são detectados nas seções de referência: CaO, MgO, MnO, potássio e sódio com maiores concentrações no Grupo Bauru, P₂O₅ com maiores concentrações na Aloformação Paranavaí e titânio, magnésio e manganês não apresentam enriquecimento em nenhuma das unidades (Tabela 13).

Tabela 11. Teor de óxidos maiores (Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂ e TiO₂) e perda ao fogo (PF) dos sedimentos provenientes dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; **PF = perda ao fogo; LD = limite de detecção; < LD = abaixo do limite de detecção).

Profundidade (m)	Al ₂ O ₃ (%)	CaO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	MgO (%)	MnO (%)	Na ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	PF (%)**
Rancharia											
0,00 - 0,25	5,98	0,03	2,5	0,05	< LD	0,01	< LD	0,048	87,06	0,73	3,17
2,00 - 2,25	6,13	0,02	2,46	0,06	0,1	0,01	< LD	0,042	87,24	0,71	2,95
4,00 - 4,25	6,43	0,03	2,51	0,06	< LD	0,01	< LD	0,038	86,55	0,7	3,04
6,00 - 6,25	6,41	0,02	2,5	0,06	< LD	0,02	< LD	0,035	86,12	0,76	3,59
7,00 - 7,25	6,47	0,02	2,45	0,08	< LD	0,01	< LD	0,031	88,19	0,7	2,92
8,00 - 8,25	6,18	0,03	2,36	0,11	< LD	0,01	< LD	0,032	87,78	0,66	2,95
10,00 - 10,25	5,92	0,03	2,09	0,14	0,14	0,02	< LD	0,038	88,8	0,58	2,72
11,00 - 11,25	6,56	0,07	2,16	1,45	0,21	0,1	< LD	0,036	86,79	0,5	2,76
12,00 - 12,25	5,26	0,02	2,01	0,15	0,12	0,02	< LD	0,031	90,21	0,55	2,48
13,00 - 13,25	6,26	0,25	1,88	2,03	0,47	0,04	< LD	0,034	85,82	0,53	3,52
*14,00 - 14,25	4,59	0,03	1,84	0,18	0,11	0,03	< LD	0,023	91,38	0,53	2,12
*16,00 - 16,25	3,83	0,02	1,75	0,21	0,13	0,04	< LD	0,024	91,53	0,42	1,9
Oriente											
0,75 - 1,00	7,7	0,02	2,39	0,18	< LD	0,03	< LD	0,031	86,24	0,62	3,64
2,00 - 2,25	7,11	0,03	2,35	0,15	< LD	0,04	< LD	0,029	86,94	0,68	3,33
4,00 - 4,25	6,56	0,03	1,92	0,32	0,14	0,04	< LD	0,025	88,04	0,53	3,06
6,00 - 6,25	6,12	0,03	1,71	0,89	0,14	0,06	< LD	0,025	88,82	0,45	2,72
7,00 - 7,25	5,35	0,03	1,53	1,1	0,14	0,04	< LD	0,024	89,71	0,4	2,37
8,00 - 8,25	5,06	0,04	1,34	1,33	0,13	0,05	< LD	0,021	90,25	0,37	2,06
9,00 - 9,25	4,08	0,04	1,2	1,24	0,13	0,04	< LD	0,027	91,7	0,27	1,51
10,00 - 10,25	5,23	0,06	1,53	1,63	0,25	0,09	< LD	0,027	88,31	0,39	2,32
11,25 - 11,50	6,23	0,07	1,72	1,75	0,2	0,05	< LD	0,02	87,89	0,48	2,41
*12,00 - 12,25	5,62	0,11	1,65	1,66	0,26	0,04	< LD	0,025	87,7	0,45	2,44
*13,00 - 13,25	5,14	0,03	2,11	0,13	0,12	0,03	< LD	0,019	89,99	0,57	2,55
*14,00 - 14,20	5,99	0,26	1,7	2,05	0,43	0,04	0,12	0,012	86	0,53	3,24
LD	0,1	0,01	0,01	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	0,1	0,01	-

Tabela 12. Concentração dos elementos alumínio, boro, bário, cálcio, cobalto, cromo, cobre, ferro, potássio e lítio nos sedimentos provenientes dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; LD = limite de detecção; < LD = abaixo do limite de detecção).

Profundidade (m)	Al (%)	B (ppm)	Ba (ppm)	Ca (%)	Co (ppm)	Cr (ppm)	Cu (ppm)	Fe (%)	K (%)	La (ppm)	Li (ppm)
Rancharia											
0,00 - 0,25	1,33	< LD	6,3	0,01	< LD	15,9	3,2	1,46	< LD	13,2	2,3
2,00 - 2,25	1,31	< LD	8,8	< LD	< LD	15	3,5	1,4	< LD	17,8	2,1
4,00 - 4,25	1,24	< LD	6,7	< LD	< LD	15,7	3,4	1,44	< LD	19,6	1,9
6,00 - 6,25	1,35	< LD	7,3	< LD	< LD	18,2	3,7	1,44	0,01	22,5	2
7,00 - 7,25	1,36	< LD	7,8	< LD	< LD	16,1	3,6	1,44	0,01	23,9	1,9
8,00 - 8,25	1,46	< LD	9,2	< LD	< LD	17,2	3,6	1,37	0,02	26,1	1,6
10,00 - 10,25	1,19	< LD	13,1	< LD	< LD	12,3	3,1	1,2	0,03	26,1	1,1
11,00 - 11,25	1,16	< LD	125	0,03	7,5	11,8	4,5	1,2	0,08	37,2	2,2
12,00 - 12,25	1,23	10,3	15,6	< LD	< LD	12,7	3,1	1,16	0,04	25	1,1
13,00 - 13,25	0,77	19	79,7	0,15	4,3	8,5	3,4	0,91	0,1	50,7	3,5
*14,00 - 14,25	0,77	16,3	24,3	< LD	< LD	9,1	3,5	1,01	0,03	22,8	< LD
*16,00 - 16,25	0,72	15,2	48,7	0,01	6,1	6,4	4,5	1,03	0,04	23,6	< LD
Oriente											
0,75 - 1,00	1,73	< LD	11,5	< LD	< LD	13,5	2,7	1,38	0,03	13,9	2,1
2,00 - 2,25	1,68	< LD	11,3	< LD	< LD	13,5	2,5	1,31	0,02	15,6	1,8
4,00 - 4,25	1,28	14,4	40,5	< LD	< LD	9,7	2,3	1,1	0,05	19,2	1,1
6,00 - 6,25	1,22	18	100	< LD	3,1	8,3	2,8	0,98	0,07	18,6	1,3
7,00 - 7,25	1,18	20,7	67,9	< LD	< LD	7,7	2,7	0,86	0,09	22,6	1,5
8,00 - 8,25	1,15	22,5	84,4	0,01	4,3	6,8	2,7	0,79	0,09	25	1,6
9,00 - 9,25	0,92	26,5	91,8	0,02	4,8	5,6	2,6	0,73	0,09	24,3	1,5
10,00 - 10,25	0,87	27,7	77,8	0,01	3,8	4,7	2,5	0,69	0,08	48,6	2,4
11,25 - 11,50	0,92	22,7	159	0,04	8,5	8,1	4,4	0,82	0,11	21,7	1,6
*12,00 - 12,25	0,84	22,7	70,9	0,04	4,4	11,2	2,8	0,85	0,06	29,5	2,3
*13,00 - 13,25	1,04	20,1	75,3	0,05	5,3	11,6	3,3	0,88	0,09	24	1,4
*14,00 - 14,20	1,35	< LD	28,6	0,01	< LD	15,6	4,1	1,23	0,04	52	4,9
LD	0,01	10	1	0,01	3	1	1	0,01	0,01	10	1

Tabela 13. Concentração dos elementos magnésio, manganês, níquel, chumbo, escândio, estrôncio, titânio, vanásio, ítrio, zinco e zircônio nos sedimentos provenientes dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; LD = limite de detecção; < LD = abaixo do limite de detecção).

Profundidade (m)	Mg (%)	Mn (%)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Sc (ppm)	Sr (ppm)	Ti (%)	V (ppm)	Y (ppm)	Zn (ppm)	Zr (ppm)
Rancharia											
0,00 - 0,25	0,01	< LD	4,6	4,3	3,6	1,1	0,04	47	5	7	21,5
2,00 - 2,25	0,01	< LD	4,4	4,7	3,4	< LD	0,04	47	5,9	6,6	22
4,00 - 4,25	0,01	< LD	4,1	4,4	< LD	< LD	0,04	48	6,7	6,1	24,6
6,00 - 6,25	0,01	< LD	5,1	4,8	3,1	< LD	0,04	48	8,6	6,3	23,7
7,00 - 7,25	0,01	< LD	4,7	5,4	< LD	< LD	0,04	47	8,6	6,5	24,1
8,00 - 8,25	0,02	0,01	5,1	5,6	< LD	1,1	0,05	44	9,4	6,7	23,3
10,00 - 10,25	0,03	0,01	5,6	5,6	< LD	1,2	0,04	36	9,7	5,1	21
11,00 - 11,25	0,09	0,05	7,8	7	< LD	4,5	0,04	50	32	11,2	27,8
12,00 - 12,25	0,03	0,01	5,6	6,3	< LD	1,5	0,05	32	8,7	5,6	15,4
13,00 - 13,25	0,18	0,02	8,4	3,3	< LD	12,6	0,01	27	19,1	20,9	16,2
*14,00 - 14,25	0,03	0,02	7,2	7,8	< LD	1,3	0,03	29	8,5	5,5	14,4
*16,00 - 16,25	0,04	0,03	6,4	7,2	< LD	1,6	0,03	31	8,5	7,1	11,9
Oriente											
0,75 - 1,00	0,02	0,01	3,7	5	< LD	< LD	0,03	42	4,7	6	21
2,00 - 2,25	0,02	0,01	3,5	5,8	< LD	1	0,04	39	5,2	6,7	19,5
4,00 - 4,25	0,04	0,02	3	12	< LD	1,3	0,03	31	7,3	5,4	19,2
6,00 - 6,25	0,06	0,05	4	8,3	< LD	1,6	0,03	34	6,3	6,8	18,5
7,00 - 7,25	0,07	0,03	3,9	8,4	< LD	2,7	0,03	29	7,9	7	14,6
8,00 - 8,25	0,08	0,03	3,5	3,9	< LD	3,8	0,03	26	8,4	7,7	13,7
9,00 - 9,25	0,07	0,03	3,6	3,5	< LD	4,4	0,03	26	8,4	7,8	13,8
10,00 - 10,25	0,12	0,06	5,2	6,1	< LD	4,3	0,02	29	26,7	12,4	14,8
11,25 - 11,50	0,07	0,03	5	4,7	< LD	5,6	0,02	33	8,4	8,3	20,8
*12,00 - 12,25	0,11	0,03	7,3	4,8	< LD	5	0,03	31	12,8	10,2	18,9
*13,00 - 13,25	0,03	0,02	9	14	< LD	6,3	0,05	37	8,7	8,1	16,8
*14,00 - 14,20	0,02	0,02	11,1	3,4	< LD	1,7	0,04	29	18,3	22,4	17,4
LD	0,01	0,01	1	3	3	1	0,01	3	1	1	1

Estrôncio, zinco e níquel foram detectados com maiores concentrações no Grupo Bauru, enquanto cromo apresenta maiores concentrações na Aloformação Paranavaí, na seção de referência Rancharia, indicando maior contribuição de minerais máficos da área fonte. Perda ao fogo (PF) e os elementos bário, cobre, chumbo, lantânio, lítio, zinco, zircônio não apresentam mudanças relativas significativas ao longo das seções de referência, ocorrendo com maiores concentrações em profundidades específicas de acordo com o elemento, com menores e/ou maiores concentrações de algumas substâncias em todo o registro seguidas de súbito aumento/diminuição.

Algumas substâncias apresentam concentrações ligeiramente crescentes ao longo do registro sedimentar, da base para o topo das seções de referência, indicando talvez maior empobrecimento na área fonte, como SiO_2 , K_2O , sódio, molibdênio, fósforo, vanádio, enquanto outras substâncias tiveram um comportamento inverso como Al_2O_3 , TiO_2 , Fe_2O_3 , alumínio, ferro, lítio, estrôncio e ítrio.

A variabilidade das substâncias e dos elementos químicos dos sedimentos das seções de referência indica diversificação e mudanças de disponibilidade mineral na área fonte de sedimentos coluviais, mostrando mudanças ambientais durante o Quaternário e/ou alterações de áreas fontes coluviais por tectônica ativa. Alguns elementos e substâncias têm comportamentos diferentes, nas seções de referência Rancharia e Oriente, apesar de apresentarem idades semelhantes, indicando que a deposição sedimentar coluvial da Aloformação Paranavaí não foi homogênea no oeste paulista.

Os valores obtidos para os radioelementos naturais (^{232}Th , $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$ e ^{40}K) presentes dos sedimentos das seções de referência indicam baixa concentração, com maiores teores de ^{232}Th (0,77 a 3,89 ppm Rancharia; 1,11 a 4,62 ppm Oriente) do que $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$ (0,42 a 1,068 ppm Rancharia; 0,06 a 1,404 ppm Oriente) e ^{40}K (0 a 0,202% Rancharia; 0,038 a 0,556 ppm Oriente) (Tabela 14).

Nos sedimentos do Grupo Bauru, os valores de radioelementos naturais também indicam baixa concentração de ^{232}Th (1,3 e 2,18 ppm Rancharia; 2,5 e 2,12 ppm Oriente), $^{238}\text{U}+^{235}\text{U}$ (0,55 e 0,4 ppm Rancharia; 1,38 e 0,73 ppm Oriente) e ^{40}K (0,027 e 0,413% Rancharia; 0 e 0,33 ppm Oriente). Não foi constatada nenhuma correlação entre as concentrações de radioelementos naturais obtidas ao longo da profundidade das seções de referência ou com os minerais pesados, que apresentam altas concentrações da série de decaimento de urânio e tório em sua estrutura cristalina (Figuras 3 e 4).

Foram obtidas idades luminescentes entre 71.650 ± 9.000 e 557.000 ± 65.000 anos AP, para a seção de referência Rancharia, e 83.000 ± 8.500 e 436.000 ± 53.000, anos AP para a seção de referência Oriente (Tabela 15). As idades aumentam de forma desproporcional do topo para

Tabela 14. Teor de radioelementos naturais (^{232}Th , $^{238}\text{U} + ^{235}\text{U}$ e ^{40}K) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente (* = Grupo Bauru; saturada: idade além do alcance para este método de datação).

Profundidade (m)	^{232}Th (ppm)	$^{238}\text{U} + ^{235}\text{U}$ (ppm)	^{40}K (%)
Rancharia			
0,30	3,182 ± 0,115	1,068 ± 0,157	0,050 ± 0,007
2,00	3,89 ± 0,39	1,06 ± 0,10	0,0015 ± 0,002
4,00	2,04 ± 0,20	1,05 ± 0,10	0 ± 0
6,00	2,03 ± 0,20	0,58 ± 0,05	0 ± 0
8,00	2,10 ± 0,21	0,47 ± 0,04	0,159 ± 0,016
10,00	2,95 ± 0,29	0,67 ± 0,06	0,125 ± 0,013
11,00	3,001 ± 0,108	0,891 ± 0,066	0,072 ± 0,010
12,00	0,77 ± 0,07	0,42 ± 0,04	0,202 ± 0,020
*14,00	1,30 ± 0,13	0,55 ± 0,05	0,027 ± 0,003
*16,00	2,18 ± 0,21	0,40 ± 0,04	0,413 ± 0,041
Oriente			
0,30	4,517 ± 0,163	1,404 ± 0,112	0,038 ± 0,006
2,00	2,00 ± 0,20	0,95 ± 0,09	0,311 ± 0,031
4,00	1,11 ± 0,11	0,06 ± 0,006	0,556 ± 0,056
6,00	4,62 ± 0,46	0,48 ± 0,04	0,201 ± 0,020
8,00	1,20 ± 0,12	0,31 ± 0,03	0,554 ± 0,055
10,00	2,57 ± 0,25	0,77 ± 0,07	0,075 ± 0,007
*12,00	2,50 ± 0,25	1,38 ± 0,13	0 ± 0
*13,50	2,12 ± 0,21	0,73 ± 0,07	0,330 ± 0,033

a base, de acordo com a profundidade, até alcançar os sedimentos do Grupo Bauru que apresentaram idades superiores ao alcance do método de datação, e portanto não podem ser calculados. Para os sedimentos da Aloformação Paranavaí, o método de datação por luminescência já alcançou a idade máxima de 1 Ma (Tatumi et al., 2006).

Os sinais de luminescência da maioria das amostras analisadas apresentaram “curvas de crescimento” lineares, e as idades obtidas podem ser consideradas confiáveis, não apresentando nenhuma anomalia ou dispersão de sinais de luminescência. Os sedimentos apresentaram idades compatíveis, obtidas por diferentes métodos (TL e LOE), indicando que o sedimento foi completamente exposto à luz solar por tempo suficientemente longo antes da deposição sedimentar, e os grãos de quartzo foram expostos homogeneamente à luz solar.

Tabela 15. Idades luminescentes obtidas pelo método da termoluminescência (TL) e luminescência opticamente estimulada (LOE-MAR e LOE-SAR) dos sedimentos provenientes das seções de referência Rancharia e Oriente. Idade em $\times 10^3$ anos antes do presente (AP) e sinal de LOE obtido através de excitação por *leds* azuis (* = Grupo Bauru; P = paleodose).

Profundidade (m)	Dose Anual ($\mu\text{Gy}/\text{ano}$)	TL		LOE			
		P (Gy) TL	Idade TL	P (Gy) MAR	Idade MAR	P (Gy) SAR	Idade SAR
Rancharia							
0,30	740 \pm 57		NA	54,0	73 \pm 9,25	53,00	71,65 \pm 9
2,00	760 \pm 60	87,4	115 \pm 14,5		NA	94,83	124 \pm 15
4,00	480 \pm 30	105,4	219 \pm 24,5		NA	108,37	198 \pm 24
6,00	600 \pm 40	135,0	224 \pm 27		NA	119,8	225 \pm 25
8,00	620 \pm 45		NA		NA	205,45	306 \pm 35
10,00	700 \pm 50	221,0	315 \pm 39		NA	228,72	325 \pm 40
11,00	560 \pm 35		NA	190,0	337 \pm 38	210,00	370 \pm 42,5
12,00	550 \pm 40	328,6	595 \pm 70		NA	308,1	557 \pm 65
*14,00	445 \pm 25		saturada		NA		saturada
*16,00	870 \pm 40		saturada		NA		saturada
Oriente							
0,30	905 \pm 50		NA	95,0	105 \pm 10,7	75,00	83 \pm 8,5
2,00	890 \pm 70	86,2	96 \pm 12,5		NA	98,26	110 \pm 14
4,00	850 \pm 65	200,5	235 \pm 30		NA	179,42	211 \pm 27
6,00	860 \pm 70	215,5	251 \pm 32,5		NA	201,56	235 \pm 30
8,00	920 \pm 75	250,4	272 \pm 35		NA	226,28	246 \pm 32
10,00	645 \pm 45	200,5	235 \pm 30		NA	282,19	436 \pm 53
*12,00	720 \pm 55		saturada		NA		saturada
*13,50	865 \pm 70		saturada		NA		saturada

CONCLUSÕES

Os estudos conduzidos até o momento, na área de ocorrência da Aloformação Paranavaí, não incorporavam dados de subsuperfície, fundamentais para o estabelecimento formal da unidade estratigráfica, além de entender as relações estratigráficas e seu comportamento espacial. O estudo de perfis geológicos contínuos, provenientes de sondagens destes depósitos, forneceu novos dados para compor o quadro geológico no oeste do Estado de São Paulo.

A Aloformação Paranavaí não muda, gradual nem lateralmente, para outra litologia diferente ou ocorre qualquer tipo de interdigitação, não havendo, portanto, a caracterização de diferentes unidades litoestratigráficas. Não são observadas mudanças litológicas laterais ou verticais nem

discordâncias e hiatos, que poderiam interromper a sucessão dos sedimentos, que, devido à composição muito semelhante, são muito difíceis de ser identificados.

As abundâncias e variabilidades relativas de padrões texturais, mineralógicos, geoquímicos, isotópicos e geocronológicos, dos sedimentos ao longo das seções de referência, não foram constantes, com mudanças que refletem aportes de diferentes gerações colúviais ao longo do Quaternário. Estas mudanças nos padrões de sedimentação provavelmente estão correlacionadas a balanço entre períodos de mudanças nas condições paleoclimáticas (como umidade, precipitação e temperatura) e atividade tectônica.

A Aloformação Paranavaí poderia ser classificada como dois tipos de unidade estratigráfica, segundo o Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica (Petri et

al., 1986a, 1986b): litoestratigráfica e cronoestratigráfica. Com base em seus caracteres litológicos (que inclui sedimentos inconsolidados), poderia ser configurada como uma unidade litoestratigráfica, mas também poderia ser definida como unidade cronoestratigráfica, por seu contato basal coincidir com uma linha de tempo.

Apesar da Aloformação Paranavaí apresentar uniformidade litológica em superfície e subsuperfície, a unidade não forma um corpo contínuo e mapeável (em superfície ou subsuperfície) em escala 1:25.000 o que invalida sua classificação como unidade litoestratigráfica do tipo Formação, segundo Petri et al. (1986a, 1986b). Uma série de massas lenticulares de rocha lateralmente descontínua,

tendo aproximadamente o mesmo caráter litológico, posição estratigráfica e idade, pode ser denominada como uma mesma Formação, mas a Aloformação Paranavaí nunca formou um corpo contínuo e mapeável, devido à forma descontínua de sua história deposicional. A camada é uma unidade formal, que não precisa ter mapeabilidade, mas também não pode ser aplicada na Aloformação Paranavaí, porque a camada é uma posição hierárquica menor dentro de uma sucessão litológica maior.

Com o estabelecimento de seções de referência de subsuperfície (Figura 6), constatou-se que não há elementos para mudança de hierarquia ou denominação estratigráfica, não requerendo alterações na proposição original.

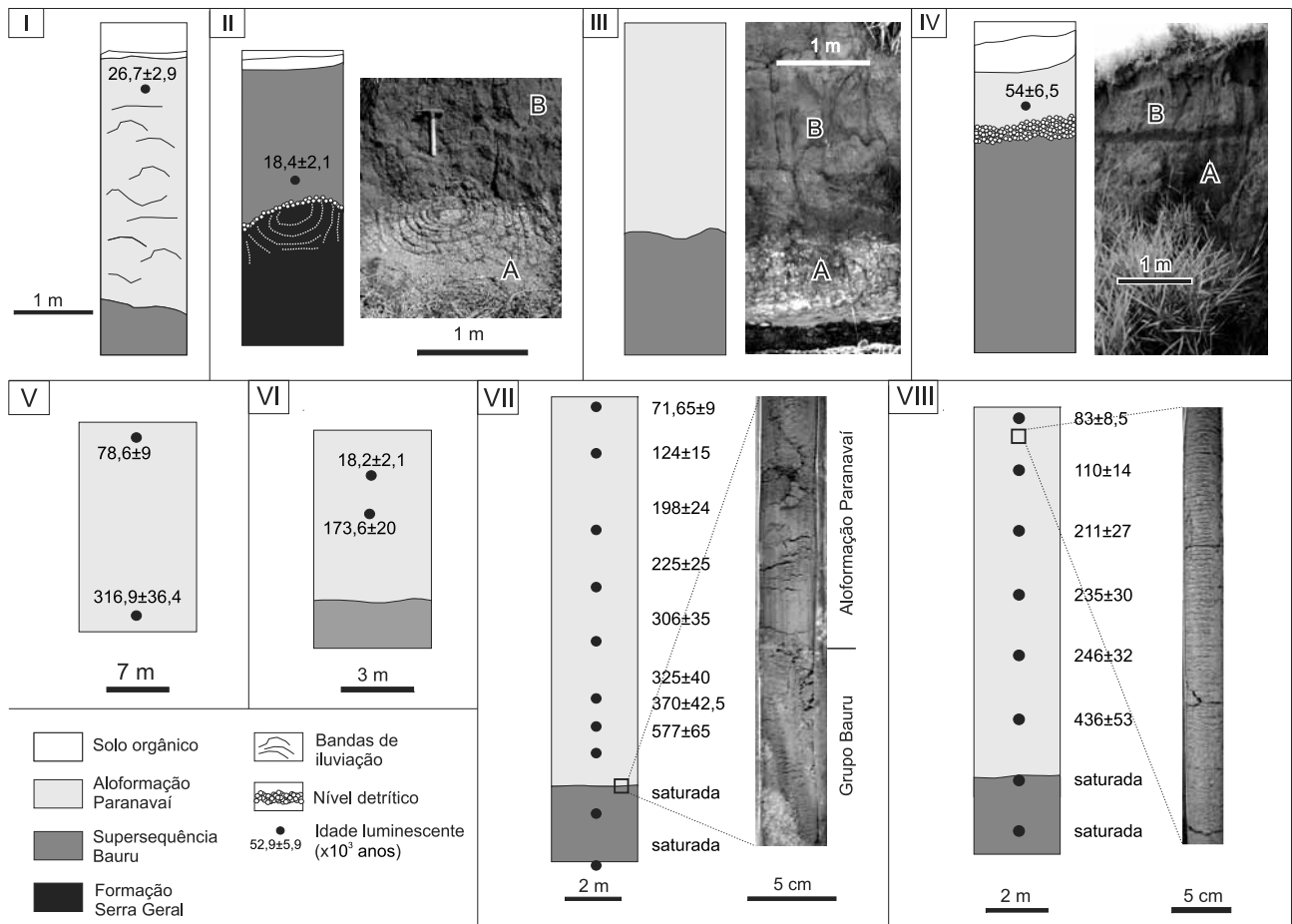


Figura 6. Representação esquemática de estratótipo-de-unidade composto da Aloformação Paranavaí. Seção-tipo (1), neoestratótipo (5) e seções de referência de superfície (2, 3, 4) descritas em Sallun et al. (2007a) e de subsuperfície (7 e 8). (1) Paranavaí (PR - UTM 349779E/7447527N); (2) Fátima do Sul (MS - UTM 769569E/7519879N); (3) Álvares Machado (SP - UTM 447554E/7558168N); (4) Sagres (SP - UTM 505599E/7575955N); (5) Campo Grande (MS - UTM 753135E/7739104N); (6) Terra Rica (PR - UTM 332451E/7488675N); Testemunhos de sondagem que exibem contato discordante entre a Aloformação Paranavaí e rochas alteradas do Grupo Bauru em Rancharia (UTM 591314E/7551556N) (7) e Oriente (UTM 508339E/7541205N) (8) no Estado de São Paulo.

Justifica-se, futuramente, a realização de uma campanha sistemática de novas sondagens, nos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná, onde ocorrem extensos depósitos da Aloformação Paranavaí sobrepostos a unidades geológicas diferentes, para a definição de perfis de referência para toda esta unidade estratigráfica, estabelecendo melhor entendimento dos eventos geológicos do Pleistoceno, ainda pouco conhecidos no sudeste e centro-oeste do Brasil.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo apoio financeiro (08/03818-6 e 09/02286-3). Agradecimento especial à American Drilling do Brasil Ltda., à Brasbailer Indústria e Comércio de Produtos Plásticos Ltda, e ao geólogo Claudio A. de Souza, por tornarem possível a realização de sondagens na Aloformação Paranavaí. Ao exemplo e incentivo do Prof. Emérito Kenitiro Suguio no estudo do período Quaternário no Brasil.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de. Aspectos gerais da geologia da bacia do alto Paraná. In: SIMPÓSIO SOBRE A GEOTECNIA DA BACIA DO ALTO PARANÁ, 1983, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABMS/ABGE/CBMR, 1983. p. 9-16.
- BATEZELLI, A. *Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo*. Rio Claro, 1998. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1998.
- BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; GONÇALVES, J. H.; BAARS, F. J.; DELGADO, I. M. O.; ABRAM, M. B.; LEÃO NETO, R.; MUNIZ DE MATOS, G. M.; SCHNEIDER SANTOS, J. O. *Mapas de Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG*. Brasília: CPRM, 2001. Escala 1:2.500.000. 4 v. 1 CD-ROM.
- CARVER, R. E. *Procedures in Sedimentary Petrology*. New York: Wiley-Interscience, 1971. 653 p.
- DEL'ARCO, J. O.; SILVA, R. H.; TARAPANOFF, I.; FREIRE, F. A.; PEREIRA, L. G. DA M.; SOUZA, S. L. de; LUZ, D. S. da; PALMEIRA, R. C. de B.; TASSINARI, C. C. G. *Geologia*. In: BRASIL/MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Projeto RADAMBRASIL: Folha SE.21 Corumbá e parte da Folha SE.20. Rio de Janeiro, 1982. p. 25-160.
- FERNANDES, L. A.; COIMBRA, A. M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 68, p. 195-205, 1996.
- FERNANDES, L. A. *Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)*. 1998. 232 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FRIEDMAN, G. M. Determination of sieve-size distribution from thin-section data for sedimentary petrological studies. *Journal of Geology*, Chicago, v. 66, n. 4, p. 394-416, 1958.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Atlas Nacional do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Manual Técnico de Pedologia*. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. 316 p. (Manuais técnicos em Geociências, n. 4).
- LI, S. H.; WINTLE, A. G. Luminescence sensitivity change due to bleaching of sediments. *Nuclear Tracks Radiation Measurement*, Oxford, v. 20, n. 4, p. 567-57, 1992.
- MILANI, E. J.; RAMOS, V. A. Orogenias paleozóicas do domínio sul-oriental do Gondwana e os ciclos de subsidência da Bacia do Paraná. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-484, 1998.
- MINEROPAR - MINERAIS DO PARANÁ S.A. *Mapa Geológico do Paraná*, Curitiba: Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do Estado do Paraná, 2001. Escala: 1:1.000.000. 1 CD-ROM.
- MÜLLER, G. *Methods in Sedimentary Petrology*. New York: Stuttgart, 1967. 283 p.
- MURRAY, A. S.; WINTLE A. G. Luminescence dating of quartz using an improved single-aliquot regenerative-dose protocol. *Radiation Measurements*, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 57-73, 2000.
- PARFENOFF, A.; POMEROL, C.; TORNENQ, J. *Le minéraux en grains*. Paris: Masson et Cie., 1970. 580 p.
- PEARSON, E. S.; HARTLEY, H. O. *Biometrika table for statisticians*. Cambridge: Cambridge University, 1958. 304 p.
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; OJEDA, Y. H.; FULFARO, V. J.; PONÇANO, W. L. *Código Brasileiro*

- de Nomenclatura Estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 16, p. 370-376, 1986a.
- PETRI, S.; COIMBRA, A. M.; AMARAL, G.; PONÇANO, W. L. Guia de Nomenclatura Estratigráfica. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 16, p. 376-415, 1986b.
- PETTIJOHN, F. J. *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row, 1975. 628 p.
- RITTENHOUSE, G. Transportation and deposition of heavy minerals. *Geological Society of America Bulletin*, Boulder, v. 54, p. 1725-1780, 1943.
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J. C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, MS e PR). *Geologia USP. Série Científica*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 49-70, 2007a.
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K.; TATUMI, S. H.; YEE, M.; SANTOS, J.; BARRETO, A. M. F. Datação absoluta de depósitos quaternários brasileiros por luminescência. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 401-412, 2007b.
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Datação absoluta por luminescência do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, MS e PR). *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, v. 27-28, n. 1-2, p. 13-29, 2007.
- SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Quaternary colluvial episodes (Upper Paraná River Hydrographic Basin, Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 82, n. 3, 701-715, 2010.
- SALLUN, A. E. M.; CHRISTOFOLETTI, S. R.; SALLUN FILHO, W.; AMARAL, R. do; AZEVEDO SOBRINHO, J. M. Argilominerais da Aloformação Paranavaí (SP, PR e MS). *Geociências*, Rio Claro, v. 29, n. 3, p. 311-319.
- TATUMI, S. H.; GOZZI, G.; YEE, M.; OLIVEIRA, V. I.; SALLUN, A. E. M.; SUGUIO, K. Luminescence dating of Quaternary deposits in geology in Brazil. *Radiation Protection Dosimetry*, Ashford, v. 119, n. 1-4, p. 462-469, 2006.
- WENTWORTH, C. K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, v. 30, n. 5, p. 377-392, 1922.
- WINTLE, A. G.; MURRAY, A. S. A review of quartz optically stimulated luminescence characteristics and their relevance in single-aliquot regeneration dating protocols. *Radiation Measurements*, Amsterdam, v. 41, n. 4, p. 369-391, 2006.