

ARGILOMINERAIS DA ALOFORMAÇÃO PARANAÍ (SP, PR E MS)

Alethéa Ernandes Martins SALLUN¹, Sérgio Ricardo CHRISTOFOLETTI², William SALLUN FILHO¹,
Rosângela do AMARAL¹, José Maria AZEVEDO SOBRINHO¹

- (1) Instituto Geológico/IG, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/SP). Avenida Miguel Stéfano, 3900 – Água Funda. CEP 04301-903. São Paulo, SP. Endereços eletrônicos: alethea@igeologico.sp.gov.br; wsallun@igeologico.sp.gov.br; rosangela.amaral@igeologico.sp.gov.br; zemaria@igeologico.sp.gov.br
(2) Instituto Florestal/IG, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/SP), Floresta Estadual Edmundo Navarro de Andrade. Avenida Navarro de Andrade – Centro. CEP 13500-970. Rio Claro, SP.
Endereço eletrônico: sergioricardoc@gmail.com

Introdução
Contexto Geológico
Materiais e Métodos
Resultados
Conclusões
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – A Aloformação Paranaí é uma unidade geológica quaternária, composta essencialmente de depósitos arenosos de origem coluvial, que ocorre na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná. Através de análise granulométrica e difratometria de raios X, foi identificada a assembléia de argilominerais presentes na fração argila de amostras coletadas em superfície e subsuperfície, na ampla área de ocorrência desta unidade geológica. A Aloformação Paranaí contém até 47% de fração argila em sua composição, sendo identificados argilominerais bilaminares em todas as amostras: o argilomineral caulinita, seguido da mica/illita e, em menor quantidade, a presença de camada mista esmectita e inter-estratificados de illita. Os sedimentos da Aloformação Paranaí apresentam composições e proporções de argilominerais semelhantes, indicando pequena variabilidade mineralógica em superfície e subsuperfície da fração argila.

Palavras-chave: argilominerais, Aloformação Paranaí, Alto Rio Paraná.

ABSTRACT – *A.E.M. Sallun, S.R. Christofoletti, W. Sallun Filho, R. do Amaral, J.M. Azevedo Sobrinho - Clay Minerals from Paranaí Alloformation (SP, PR and MS).* The Paranaí Alloformation is a Quaternary geological unit, essentially composed of sandy deposits of colluvial origin, which occurs in the Upper Paraná River Basin. Through granulometric and X-ray diffraction analyses, it was possible to identify the different clay minerals present in the clay fraction of samples collected at the surface and in the subsurface, within the widespread area of occurrence of this geological unit. The composition of the Paranaí Alloformation has a clay content of up to 47%, bilaminar clay minerals being identified in all samples, namely: kaolinite, followed by mica/illite and, to a lesser extent, the presence of a mixed layer of smectite and inter-stratifications of illite. Sediments of the Paranaí Alloformation show a similar composition and proportions of clay minerals, indicating a small degree of surface and subsurface mineralogical variability in the clay fraction.

Keywords: clay minerals, Paranaí Alloformation, Upper Paraná River.

INTRODUÇÃO

Argilominerais são utilizados para diversos fins econômicos, como na agricultura, em remediação de áreas contaminadas, construção civil, prospecção de petróleo e indicadores paleoambientais no estudo de rochas sedimentares (Murray, 2007). Por suas características físicas e mineralógicas, os argilominerais desempenham importante papel como matéria prima em revestimentos cerâmicos, na adsorção de contaminantes devido à sua carga elétrica alta e grande área superficial (Freeze & Cherry, 1979), além de fornecer importantes informações sobre transporte e

deposição do material sedimentar, processos diagenéticos e intempéricos sobre uma determinada unidade geológica.

A identificação de argilominerais se torna uma importante ferramenta para diagnósticos geológicos e ambientais. A determinação do tipo de remediação de uma área contaminada, a produção de determinado tipo de cerâmica e a ocorrência de determinado aquífero dependem de parâmetros como a granulação, forma de ocorrência e constituintes de argila. Neste trabalho, são apresentados os estudos desenvolvidos para

identificar a ocorrência e variabilidade dos argilominerais presentes na Aloformação Paranavaí, uma

importante unidade geológica que ocorre na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná.

CONTEXTO GEOLÓGICO

Na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná, nos estados de São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, ocorrem depósitos arenosos quaternários descontínuos sobre as rochas da Bacia Bauru e da Formação Serra Geral. Esses depósitos são referidos na literatura como solos, depósitos eluviais, formações superficiais, Formação Paranavaí, Formação Piquerobi e Formação Cachoeirinha.

Reunindo estas diferentes denominações para a mesma unidade geológica, Sallun et al. (2007a) definiram como Aloformação Paranavaí os depósitos coluviais formados no último um milhão de anos (Tatumi et al.,

2006; Sallun & Suguio, 2007) derivados de diferentes pulsos de erosão e sedimentação na Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná. Composta por depósitos arenáceos e rudáceos, com estrutura maciça e espessura exposta de até 17 m, esta unidade geológica é muito homogênea em toda sua área de ocorrência (Figura 1), e os materiais constituintes foram originados *in situ* ou com transporte restrito a partir de unidades litoestratigráficas cretáceas (Sallun et al., 2007a). A Aloformação Paranavaí é constituída por sedimentos com maior contribuição areia fina a silte grosso (Sallun & Suguio, 2006; Sallun et al., 2008).

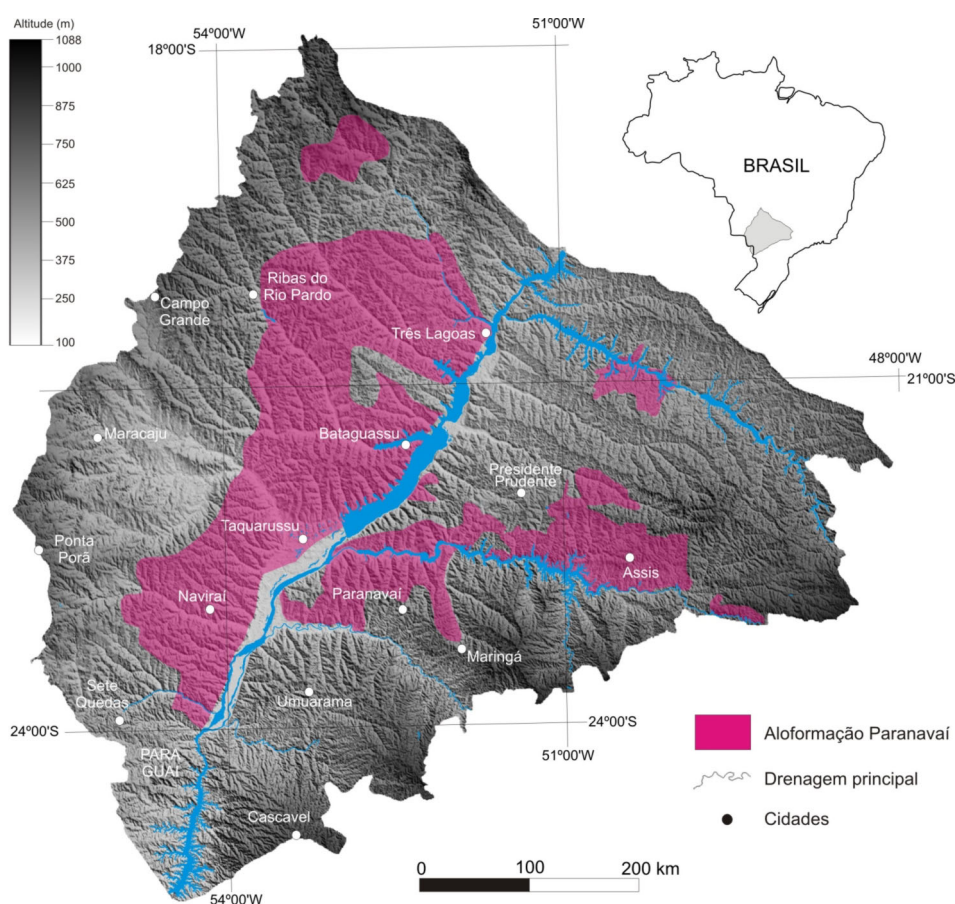


FIGURA 1. Modelo digital de terreno (SRTM 2004) da área de ocorrência da Aloformação Paranavaí e delimitação das áreas mapeáveis desta unidade (modificado de Sallun et al., 2007b).

O limite inferior da unidade é representado pelo contato com as rochas da Bacia Bauru e da Formação Serra Geral, onde podem ocorrer camadas centimétricas de concentrações de ferricretes e de “stone-line”, e o limite superior da unidade é o horizonte formado por pedogênese atual. Os solos que ocorrem sobrepostos à Aloformação Paranavaí são os Argissolos e os Latossolos (IBGE, 2000 e 2007; Prado, 2003). Os Argissolos Vermelho-Amarelos predominam no oeste paulista, com ocorrência restrita de Argissolos Vermelhos, e têm como principal característica um aumento de argila do horizonte superficial A para o subsuperficial B que é do tipo textural (Bt), com marcante diferenciação de cores entre os horizontes. Os Latossolos Vermelhos ocorrem no oeste paulista, às margens dos Rio Paraná e Parapanema, noroeste do Paraná e centro-leste do Mato Grosso do Sul, cuja principal característica é a grande profundidade, homogeneidade, boa drenagem e significativa presença de óxidos de ferro.

Nas unidades geológicas que compõem o embasamento e área fonte da Aloformação Paranavaí já foram identificados diferentes tipos de argilominerais: esmectita e illita na Formação Uberaba (Gravina et al., 2002; Fernandes et al., 2008), paligorskita na Formação Marília (Suguio & Barcelos, 1978; Gravina et al., 2002), caulinita e montmorilonita na Formação Adamantina (Brandt Neto et al., 1985; Bertolo et al., 2009), palygorskita e esmectita na Formação Serra Geral (Fernandes et al., 1993), esmectita e caulinita no Grupo Caiuá (Fernandes et al., 2008), illita, montmorilonita e caulinita em arenitos do Grupo Bauru (Stradioto et al., 2008).

Caulinita (Moniz & Carvalho, 1973; Castro, 1989; Coelho & Vidal Torrado, 2003; Oliveira, 2003) e illita (em menor quantidade) (Ibrahim & Melfi, 2008) foram identificadas em solos desenvolvidos em sedimentos da Bacia Bauru e Formação Serra Geral. Predomínio do argilomineral caulinita foi identificado em sedimentos da Aloformação Paranavaí no município de Assis, SP (Bongiovanni et al., 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletadas amostras da Aloformação Paranavaí de superfície e subsuperfície, para a identificação da assembléia dos argilominerais presentes nas amostras e de sua variabilidade ao longo de um perfil vertical. Os locais de amostragem foram escolhidos

de acordo com a localização geográfica e sua forma de ocorrência, dado que a Aloformação Paranavaí apresenta uma distribuição homogênea de pontos nas diversas regiões da Bacia Hidrográfica do Alto Rio Paraná (Figura 2).

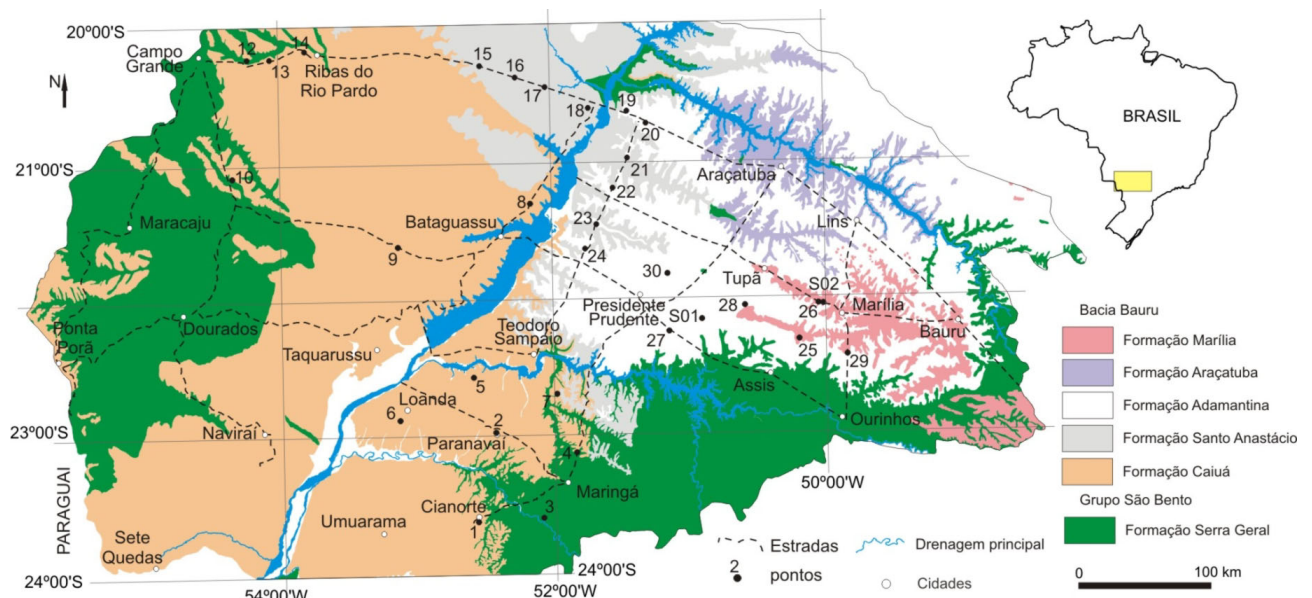


FIGURA 2. Mapa de localização dos pontos de amostragem e das unidades geológicas que constituem o embasamento da Aloformação Paranavaí. Unidades geológicas baseadas em Batezelli (1998), Fernandes (1998), Fernandes & Coimbra (1996), Bizzi et al. (2001), Mineropar (2001) e Del'Arco et al. (1982).

As amostras de subsuperfície foram coletadas buscando identificar a variabilidade de argilominerais em profundidade. Em cooperação com a American Drilling do Brasil Ltda., foram realizadas sondagens para recuperação de testemunhos indeformados dos sedimentos inconsolidados da Aloformação Paranavaí, nos municípios de Oriente (S01) e Rancharia (S02) no Estado de São Paulo. As sondagens 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 3). Este tipo de amostragem permite a recuperação de testemunhos 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 (SMA) para diagnóstico de áreas contaminadas. As sondagens S01

e S02 foram interrompidas por terem atingido rochas litificadas do Grupo Bauru, com profundidades de 14,40 m e 16,80 m respectivamente. 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 Grupo Bauru, nas profundidades de 15,60 m em S01, e 13,25 m em S02. Pela menor resistência das rochas na zona do topo do aquífero encontrado, foi possível a retirada de amostras do Grupo Bauru para comparação com os sedimentos da Aloformação Paranavaí.

Em laboratório, os tubos tipo *liner* com os testemunhos foram abertos, com o devido cuidado para não perturbar os sedimentos. As superfícies dos sedimentos foram limpas com espátulas e amostradas para as análises, retirando-se seções a cada metro.

Para quantificar a fração argila das amostras coletadas, foi realizado um estudo granulométrico por métodos convencionais, adotando-se o peneiramento

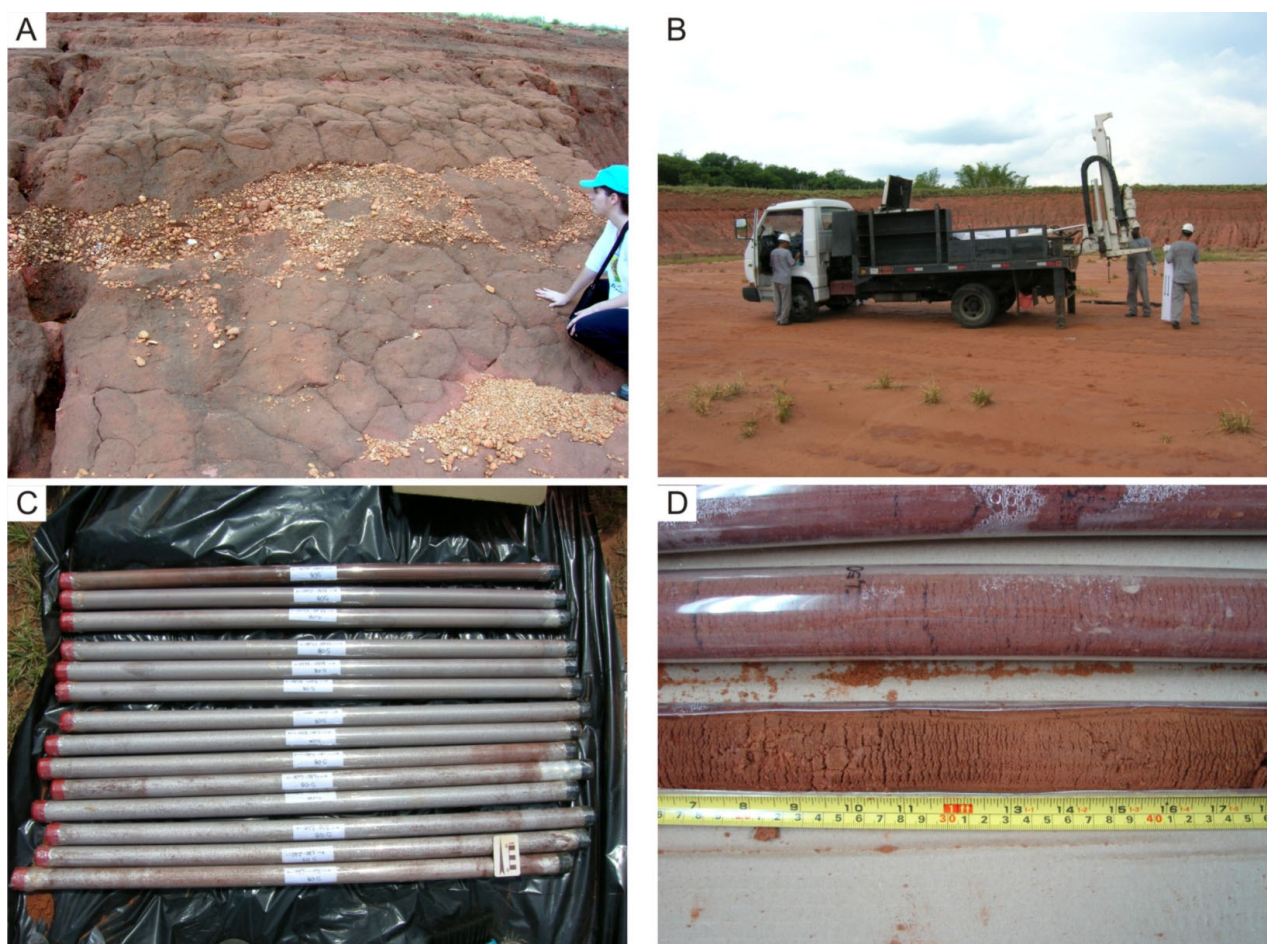


FIGURA 3. (A) depósitos coluviais da Aloformação Paranavaí (Ponto 26); (B) Perfuratriz hidráulica Geoprobe® montada sobre caminhão da American Drilling do Brasil Ltda., na localidade da sondagem S02 no município de Oriente (SP); tubos do tipo *liner* translúcido após a coleta dos sedimentos(C) e após abertura dos testemunhos (D).

para partículas maiores que 0,062 mm e a 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). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP).

Algumas amostras da Aloformação Paranavaí foram analisadas por difratometria de raios X sem prévio tratamento - "amostra total", demonstrando várias fases cristalinas, não sendo possível a identificação dos argilominerais presentes com segurança. Dessa forma, foi realizado procedimento de pipetagem e sifonagem nas amostras dos sedimentos para coleta de material em suspensão para a obtenção da fração argila (< 2µm). Com a obtenção da fração argila das

amostras, foram preparadas três lâminas para cada amostra, sendo estas submetidas a diferentes tipos de tratamento prévio à difratometria para a identificação dos argilominerais presentes: (1) secagem ao ar (natural), (2) aquecimento à mufla (queimada) a 550 °C, e (3) solvatada com etilenoglicol - glicolada (para diferenciar argilominerais que apresentam uma mesma distância interplanar). As análises foram executadas no Laboratório de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR-UFPR) em um Sistema de Difratometria de Raios X, modelo PW-1830, marca PHILIPS ANALITICAL, com Tubo de raios x de difração foco longo (PW 2273/20), Goniômetro vertical com geometria THETA/2 THETA PW 3020/00 e programa de interpretação *X'pert Highscore marca Philips*, apoiado em um banco de dados com mais de 140.000 substâncias cristalinas.

RESULTADOS

As amostras coletadas em superfície e subsuperfície da Aloformação Paranavaí são compostas por sedimentos arenosos homogêneos, constituídos de areias muito finas a grossas inconsolidadas, com estrutura maciça e coloração acastanhada. As análises granulométricas demonstraram que estes sedimentos apresentam 85,25% (ponto 24) a 14,88% (ponto 3) de areia, 29,63% (ponto 4) a 2,24% (ponto 24) de silte, e 5,92% (ponto S02-9,00-9,25m) a 47,49% de argila (ponto 12). Nas sondagens executadas, há diminuição do teor de argila na composição total do sedimento do topo para a base do perfil, até as rochas alteradas da Bacia Bauru que exibem menor teor de argila (Tabela 1).

Nos difratogramas de raios X (fração argila) obtidos nas amostras da Aloformação Paranavaí, o argilomineral caulinita foi o predominante, seguido da mica/illita e em menor quantidade a presença de camada mista esmectita e inter-estratificados illita-montmorilonita (Figura 4, Tabela 2).

O argilomineral caulinita apresenta (d001: 7,1Å e d002: 3,57Å), com reflexões basais e alta intensidade nos difratogramas em condições naturais (secagem ao ar) e glicolada (tratada com etilenoglicol) e após o aquecimento, as reflexões (picos) de caulinita desaparecem nos difratogramas obtidos, permitindo a confirmação da presença deste argilomineral. Já o argilomineral mica/illita apresenta (d001: 10Å, d002: 5Å d003: 3,3Å) com reflexões basais com baixa a média intensidade nos difratogramas em condições naturais, após glicolagem e aquecimento. Uma das características da illita após o aquecimento é a perda de água resultando num aumento da reflexão (pico)

nos difratogramas. Já a esmectita nas amostras analisadas apresenta-se em pequenas porcentagens.

Nas amostras de superfície o argilomineral predominante é a caulinita ocorrendo em todas as amostras analisadas apresentando (d001: 7,1Å e d002: 3,57Å) reflexões basais de alta intensidade nos difratogramas de amostra natural e glicolada e desaparecimento da reflexão (pico) após queima. Como argilomineral secundário a illita-mica ocorre em algumas amostras, além da provável presença do argilomineral esmectita, apresentando uma expansão com tratamento com etileno glicol, resultando no deslocamento da reflexão (pico) de 1ª ordem (d001: 14,7Å para: 16,7Å).

Em todas as amostras de subsuperfície o argilomineral caulinita foi o predominante apresentando (d001: 7,1Å e d002: 3,57Å), reflexões basais e alta intensidade nos difratogramas em condições naturais e glicolada e após aquecimento (queima), as reflexões (picos) de caulinita desaparecem. Como argilomineral secundário aparece a mica/illita em quase todas as amostras analisadas exceção feita às amostras 23(13,00 a 13,25 m) e 24 (14,00 a 14,20 m) com presença destacada do argilomineral esmectita com deslocamento para a direita da reflexão do pico de 1ª ordem (d001) de 14,7Å para 16,7Å. Nota-se ausência do argilomineral caulinita nestas amostras. Após o aquecimento, a reflexão basal de esmectita não ocorre nos difratogramas obtidos, permitindo a confirmação da presença deste argilomineral. Observa-se indícios de presença de inter-estratificados irregulares de illita-esmectita (Figura 4).

TABELA 1. Teores das frações areia, silte e argila (%) em amostras de superfície (pontos 1 a 30) e subsuperfície (sondagens S01 e S02) da Aloformação Paranavaí, através de análise granulométrica.

| Amostras de Superfície | | | | Amostras de Subsuperfície | | | |
|------------------------|-----------|-----------|------------|---------------------------|-----------|-----------|------------|
| Ponto | Areia (%) | Silte (%) | Argila (%) | Ponto | Areia (%) | Silte (%) | Argila (%) |
| 4 | 27,86 | 29,63 | 42,51 | S01-0,00-0,25m | 70,89 | 7,54 | 21,57 |
| 5 | 75,66 | 3,51 | 21,83 | S01-2,00-2,25m | 71,66 | 7,81 | 20,53 |
| 6 | 80,56 | 4,44 | 15,00 | S01-4,00-4,25m | 70,85 | 7,84 | 21,31 |
| 7 | 78,26 | 2,66 | 19,08 | S01-6,00-6,25m | 70,29 | 6,28 | 23,43 |
| 8 | 57,95 | 7,17 | 34,88 | S01-7,00-7,25m | 70,09 | 8,23 | 21,68 |
| 9 | 48,63 | 19,47 | 31,83 | S01-8,00-8,25m | 70,78 | 6,89 | 22,33 |
| 10 | 55,67 | 7,78 | 36,55 | S01-10,00-10,25m | 73,27 | 9,46 | 17,27 |
| 12 | 42,15 | 10,36 | 47,49 | S01-11,00-11,25m | 78,38 | 8,64 | 12,98 |
| 13 | 79,11 | 5,92 | 14,97 | S01-12,00-12,25m | 73,72 | 7,7 | 18,58 |
| 14 | 72,67 | 5,54 | 21,79 | S01-13,00-13,25m | 75,93 | 9,57 | 14,50 |
| 15 | 78,76 | 5,12 | 16,13 | S01-14,00-14,25m | 74,85 | 10,29 | 14,86 |
| 16 | 72,40 | 9,95 | 17,64 | S01-16,00-6,25m | 80,33 | 10,23 | 9,44 |
| 17 | 73,28 | 7,10 | 19,62 | S02-2,00-2,25m | 68,76 | 10,2 | 21,04 |
| 18 | 64,16 | 8,55 | 27,24 | S02-4,00-4,25m | 69,06 | 12,69 | 18,25 |
| 19 | 65,32 | 11,21 | 20,42 | S02-6,00-6,25m | 74,38 | 13,12 | 12,5 |
| 20 | 61,76 | 17,72 | 19,89 | S02-7,00-7,25m | 75,23 | 17,32 | 7,45 |
| 21 | 74,11 | 8,64 | 17,08 | S02-8,00-8,25m | 79,13 | 13,57 | 7,3 |
| 22 | 64,86 | 18,25 | 16,89 | S02-9,00-9,25m | 85,1 | 8,51 | 6,39 |
| 23 | 79,66 | 8,72 | 11,62 | S02-10,00-10,25m | 76,15 | 12,83 | 10,99 |
| 24 | 85,25 | 2,24 | 12,50 | S02-12,00-12,25m | 75,97 | 12,8 | 11,23 |
| 25 | 60,57 | 8,04 | 14,97 | S02-13,00-13,25m | 80 | 14,08 | 5,92 |
| 26 | 61,18 | 18,72 | 21,79 | S02-14,00-14,20m | 78,02 | 10,94 | 11,04 |
| 27 | 71,53 | 8,50 | 19,97 | | | | |
| 28 | 76,45 | 11,18 | 18,44 | | | | |
| 29 | 68,05 | 8,38 | 23,57 | | | | |
| 30 | 74,67 | 8,27 | 17,06 | | | | |

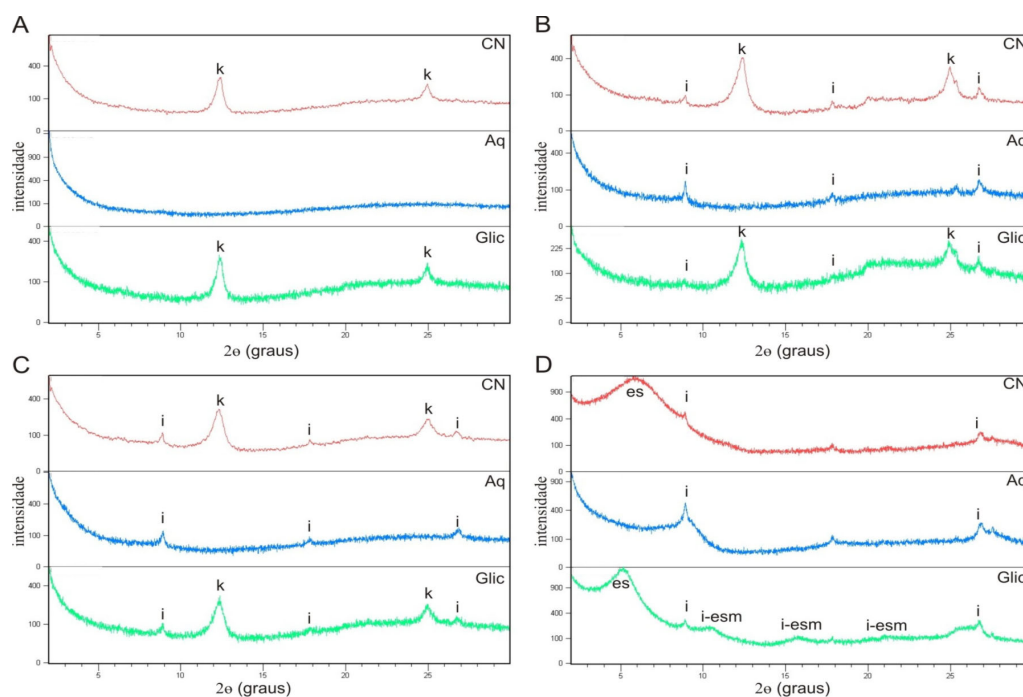


FIGURA 4. Difratogramas de raios X da fração argila de amostras coletadas em superfície (A e B) e subsuperfície (C e D), no intervalo entre 2 a 30° (escala 2θ): sob condições normais (CN), após aquecimento (Aq) e após glicolagem (Glic). (A) Ponto 5; (B) Ponto 24; (C) Sondagem S02–10,00 a 10,25 m de profundidade; (D) Sondagem S02–14,00 a 14,20 m de profundidade. Argilominerais identificados: caulinita (k), mica/illita (i), esmectita (es) e illita-esmectita (i-esm).

TABELA 2. Grupos de argilominerais identificados em amostras de superfície (pontos 1 a 30) e subsuperfície (sondagens S01 e S02) da Aloformação Paranavaí, por comparação das distâncias interplanares em diferentes condições de tratamento de amostras: secagem ao ar, solvatada com etilenoglicol e calcinada a 550°C (pp: provável presença).

| Amostras de Superfície | | | | Amostras de Subsuperfície | | | |
|------------------------|-----------|-------------|-----------|---------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Ponto | caolinita | mica/illita | esmectita | Ponto | caolinita | mica/illita | esmectita |
| 3 | x | | | S01-0,00-0,25m | x | x | |
| 4 | x | | pp | S01-2,00-2,25m | x | x | |
| 5 | x | | | S01-4,00-4,25m | x | x | |
| 6 | x | | pp | S01-6,00-6,25m | x | x | |
| 7 | x | x | | S01-7,00-7,25m | x | x | |
| 8 | x | | | S01-8,00-8,25m | x | x | |
| 9 | x | | pp | S01-10,0-10,25m | x | x | |
| 10 | x | | pp | S01-11,00-11,25m | x | x | |
| 12 | x | | pp | S01-12,00-12,25m | x | x | |
| 13 | x | | pp | S01-13,00-13,25m | x | x | |
| 14 | x | | pp | S01-14,00-14,25m | x | x | |
| 15 | x | | pp | S01-16,00-6,25m | x | x | |
| 16 | x | x | | S02-0,75-1,00m | x | x | |
| 17 | x | pp | pp | S02-2,00-2,25m | x | x | |
| 18 | x | | | S02-4,00-4,25m | x | x | |
| 19 | x | x | | S02-6,00-6,25m | x | x | |
| 20 | x | x | | S02-7,00-7,25m | x | x | |
| 21 | x | pp | | S02-8,00-8,25m | x | x | |
| 22 | x | x | | S02-9,00-9,25m | x | x | |
| 23 | x | x | | S02-10,00-10,25m | x | x | |
| 24 | x | x | | S02-11,25-11,50m | x | x | |
| 25 | x | x | pp | S02-12,00-12,25m | x | x | pp |
| 26 | x | x | | S02-13,00-13,25m | | x | x |
| 27 | x | | pp | S02-14,00-14,20m | | x | x |
| 28 | x | x | | | | | |
| 29 | x | x | | | | | |
| 30 | x | x | | | | | |

CONCLUSÕES

A Aloformação Paranavaí contém até cerca de 47% de fração argila em sua composição, e é enriquecida nesta fração em relação às rochas Grupo Bauru e Formação Serra Geral, que compõem o embasamento da unidade.

A caulinita presente em todas as amostras da Aloformação Paranavaí pode ter três origens: (1) detrítica, a partir de caulinita presente em unidades geológicas da Bacia Bauru; (2) neoformada à partir de processos eluviais em unidades geológicas da Bacia Bauru e Formação Serra Geral, e posteriormente compondo o material remobilizado através de processo de coluviação que deu origem à Aloformação Paranavaí; (3) formadas *in situ*, através de processos intempéricos mais recentes, após a deposição da Aloformação Paranavaí.

A presença de mica/illita+esmectita em rochas do Grupo Bauru e caulinita+mica/illita nos sedimentos da

Aloformação Paranavaí no mesmo perfil de testemunho (S02) indicam que as amostras do Grupo Bauru estavam bem preservadas quanto as suas características originais, uma vez que mica/illita+esmectita poderiam facilmente, através de processos de lixiviação e oxidação, dar origem a argilominerais do grupo da caulinita.

A presença de mica/illita e provável presença de esmectita nas amostras da Aloformação Paranavaí não indicam um ambiente específico de deposição para os sedimentos, sendo argilominerais provavelmente de origem detrítica. No geral, as amostras analisadas apresentam difratogramas com proporções bem semelhantes de argilominerais, apesar da grande distância entre os pontos de coleta, evidenciando uma natureza homogênea para a mineralogia da fração argila da Aloformação Paranavaí, tanto em superfície quanto em subsuperfície.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento especial à American Drilling do Brasil Ltda. e ao geólogo Claudio A. de Souza, por tornar possíveis as sondagens na Aloformação Paranavaí. Ao geólogo Rodrigo Secchi do LAMIR-UFPR e a técnica Elaine Sinfrônio do Laboratório de Sedimentologia (IGc-USP). À FAPESP pelo apoio financeiro (08/03818-6).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BATEZELLI, A. **Redefinição litoestratigráfica da unidade Araçatuba e da sua extensão regional na Bacia Bauru no Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1998. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
2. BERTOLO, R.A.; MARCOLAN, L.N.O.; BOUROTTE, C. Relações água-rocha e a hidrogeoquímica do cromo na água subterrânea de poços de monitoramento multiníveis de Urânia, SP, Brasil. **Geologia USP, Série Científica**, v. 9, p. 47-62, 2009.
3. 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, escala 1:2.500.000. Brasília: CPRM, 4 v., 2001. CD-ROM.
4. BRANDT NETO, M.; PETRI, S.; COIMBRA, A.M. Argilominerais do Grupo Bauru: considerações genéticas. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, 1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo São Paulo, 1985, v. 1, p. 61-74.
5. BONGIOVANNI, S.; ZANARDO, A.; JIMÉNEZ-RUEDA, J.R.; PESSEDA, L.C. Aloformação Paranavaí no município de Assis, SP: caracterização e datação ¹⁴C. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 11, 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo São Paulo, 2009, v. único, p. 64.
6. CASTRO, S.S. **Sistemas de transformação pedológica em Marília, SP: B latossólico em B textural**. São Paulo, 1989. 274 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
7. COELHO, M.R. & VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plínticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. II – Mineralogia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 495-507, 2003.
8. 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, p. 25-160, 1982.
9. FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M.; BRANDT NETO, M. Silicificação hidrotermal neocretácea na porção meridional da Bacia Bauru. **Revista do Instituto Geológico**, v. 14, n. 1, p. 19-26, 1992.
10. FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, p. 195-205, 1996.
11. FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (KS, Brasil)**. São Paulo, 1998. 232 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
12. FREEZE, R.A. & CHERRY, J.A. **Groundwater**. USA: Prentice Hall, Inc., 604 p., 1979.
13. GRAVINA, E.G.; KAFINO, C.V.; BROD, J.A.; BOAVENTURA, G.R.; SANTOS, R.V., GUIMARÃES, E.M.; JOST, H. Proveniência de arenitos das formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) e do Garimpo do Bandeira: implicações para a controvérsia sobre a fonte do diamante do triângulo mineiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 32, n. 4, p. 545-558, 2002.
14. IBRAHIM, L. & MELFI, A.J. Qualidade de um sistema latossolo-argissolo como receptor de efluentes no município de Lins. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2787-2793, 2008.
15. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Atlas Nacional do Brasil**, 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.
16. IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Pedologia**. 2ª. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007, 316 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 4)
17. MINEROPAR – MINERAIS DO PARANÁ S.A. **Mapa Geológico do Paraná**, Escala: 1:1.000.000. Curitiba: Secretaria de Indústria, Comércio e do Turismo do Estado do Paraná., CD-ROM, 2001.
18. MONIZ, A.C. & CARVALHO, A. Sequência de evolução de solos derivados do Arenito Bauru e de rochas básicas da região noroeste do Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 32, n. 17, p. 309-335, 1973.
19. MURRAY, H.H. **Applied Clay Mineralogy: Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite - Sepiolite, and Common Clays**. Amsterdam: Elsevier, 180 p., 2007.
20. OLIVEIRA, L.A. DE. Caracterização dos latossolos da Chapada de Araguari: minerais argilosos, granulometria e evolução. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 7, p. 20-37, 2003.
21. PRADO, H. Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo agrícola e geotécnico. 3ª. ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 275 p., 2003.
22. SALLUN, A.E.M. & SUGUIO, K. Depósitos quaternários da região entre Marília e Presidente Prudente (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 36, p. 385-395, 2006.
23. SALLUN, A.E.M. & SUGUIO, K. Datação por luminescência do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista do Instituto Geológico**, v. 27/28, p. 13-29, 2007.
24. SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; STEVAUX, J.C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Geologia USP, Série Científica**, v. 7, p. 49-70, 2007. (a)
25. SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; SALLUN FILHO, W. Geoprocessamento para caracterização do Alogrupo Alto Rio Paraná. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, p. 303-313, 2007. (b)
26. SALLUN, A.E.M.; SUGUIO, K.; AZEVEDO SOBRINHO, J.M. Sedimentologia da Aloformação Paranavaí, Bacia Hidrográfica do Alto do Paraná (SP, PR e MS). **Pesquisas em Geociências**, v. 35, p. 85-107, 2008.
27. SUGUIO, K. & BARCELOS, J.H. Nota sobre a ocorrência de atapulgita em sedimentos do Grupo Bauru, Cretáceo

- Superior da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, 1978, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, v. 3, p. 1170-1179.
28. SRTM – SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHIC MISSION. Disponível em <<http://seamless.usgs.gov>>. Acesso: jan2010.
29. STRADIOTO, M.R.; CHANG, H.K.; CAETANO-CHANG, M.R. Caracterização petrográfica e aspectos diagenéticos dos arenitos do Grupo Bauru na região sudoeste do Estado de São Paulo. **Revista Escola de Minas**, v. 61, n. 4, p. 433-441, 2008.

Manuscrito Recebido em: 27 de maio de 2010
Revisado e Aceito em: 24 de agosto de 2010