

PALEOAMBIENTES E CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA PARA FINS CERÂMICOS DA FORMAÇÃO ARAÇATUBA NO VALE DO RIO SANTO ANASTÁCIO (BACIA BAURU, SP)

Daniel Seabra Nogueira Alves ALBARELLI¹, Alessandro BATEZELLI², Marsis CABRAL JUNIOR¹

(1) Seção de Recursos Minerais e Tecnologia Cerâmica, Centro de Tecnologia de Obras de Infraestrutura, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Avenida Professor Almeida Prado, 532 – Cidade Universitária, Butantã. CEP 05508-901. São Paulo, SP. Endereços eletrônicos: dseabra@ipt.br; marsis@ipt.br.

(2) Departamento de Geologia e Recursos Naturais, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas. Rua João Pandiá Calógeras, 51 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz”, Distrito de Barão Geraldo. CEP 13083-970. Campinas, SP. Endereço eletrônico: abatezelli@ige.unicamp.br

- Introdução
- Contexto Geológico
 - A Formação Araçatuba
- Materiais e Métodos
 - Análise de Fácies
 - Caracterização Tecnológica
- Resultados e Discussão
 - Descrição das Fácies
 - Formação Santo Anastácio
 - Formação Araçatuba
 - Formação Adamantina
 - Interpretação e Ambientes Depositionais
 - Associação de Fácies Lacustre (Tabela 03)
 - Associação de Fácies Fluvial Efêmero (Tabela 04)
 - Associação de Fácies Eólica (Tabela 05)
 - Caracterização Tecnológica
- Considerações Finais
- Agradecimentos
- Referências Bibliográficas

RESUMO – A Formação Araçatuba abriga rochas essencialmente pelíticas de ambiente lacustre, pertencentes à Bacia Bauru (Cretáceo Superior), com ocorrências no centro-oeste do estado de São Paulo. Diversos trabalhos já foram realizados sobre esta formação nas regiões de vales dos rios Tietê, Aguapeí (ou Feio) e do Peixe, com enfoques estratigráficos e sedimentológicos. Levantamentos prospectivos recentes de argila para suprir o setor de cerâmica vermelha no oeste do estado permitiram a identificação de afloramentos pelíticos desta unidade no vale do Rio Santo Anastácio. Através da descrição de seções colunares e análise de fácies, foram identificados três ambientes deposicionais (lacustre, fluvial efêmero e eólico), cuja sedimentação ocorreu em clima árido e semi-árido. O ambiente lacustre recebia esporadicamente sedimentos de rios efêmeros e fluxos de lama em períodos de chuvas torrenciais, sendo colmatado por depósito eólicos (dunas e *ripples*) nos períodos de seca. As análises laboratoriais de caracterização cerâmica mostraram resultados satisfatórios para uso dos horizontes pelíticos como matéria-prima para fabricação de produtos de cerâmica vermelha.

Palavras-chave: Bacia Bauru, Formação Araçatuba, fácies lacustre, matérias-primas, cerâmica vermelha.

ABSTRACT – D. S. N. A. Albarelli; A. Batezelli; M. Cabral Junior – *Paleoenvironment and technological characterization for ceramic use of The Araçatuba Formation in the Santo Anastácio river valley (Bauru Basin, SP)*. The Araçatuba Formation holds mainly pelitic rocks deposited in a lacustrine environment on the Bauru Basin (Upper Cretaceous), in the central-western portion of the São Paulo State. Many previous studies about this unit were located in the Tietê, Aguapeí (or Feio) and Peixe river valleys, with sedimentological and stratigraphic approaches. From recent clay prospective works to supply heavy clay ceramic sector in the western region of this state, pelitic outcrops of this unit were recognized in the Santo Anastácio river valley. Based on columnar sections descriptions and facies analysis, it was identified three depositional environments (lacustrine, ephemeral fluvial and aeolian), under arid to semi-arid climatic conditions during sedimentation. The lacustrine environment has received sediment from ephemeral rivers and debris flow during torrential rain periods and was also overlaid by aeolian deposits (dunes and ripples) in the drier periods. The laboratorial analysis for ceramic characterization has showed positive results for the pelitic layers as a source of raw material in the manufacture of heavy clay ceramic products.

Keywords: Bauru Basin, Araçatuba Formation, lacustrine facies, raw materials, heavy clay ceramic.

INTRODUÇÃO

A Bacia Bauru apresenta um extenso registro sedimentar continental do Cretáceo brasileiro, distribuída na porção sudeste do território nacional. A Formação Araçatuba, unidade pelítica mais expressiva desta bacia, é constituída por folhelhos e siltitos arenosos com intercalação de arenitos finos, pertencentes a um sistema deposicional lacustre (Batezelli, 1998; Fernandes, 1998, Batezelli et al., 2003; Batezelli, 2010).

O reconhecimento, caracterização e análise litoestratigráfica dessa unidade na região oeste do Estado de São Paulo foram realizados desde a década de 1970, em afloramentos nos vales dos rios Tietê, Aguapeí (ou Feio) e Peixe (Suguiu et al., 1977; Soares et al., 1980; Fernandes & Coimbra, 1996; Batezelli, 1998; Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes et al., 2003; Batezelli et al., 2003; Fernandes & Basilici, 2009; Batezelli, 2010) e também em subsuperfície (Batezelli, 1998; Batezelli et al., 2003; Paula e Silva, 2003; Paula e Silva et al., 2003; Paula e Silva et al., 2005; Paula e Silva et al., 2006; Paula e Silva et al., 2009; Batezelli, 2010).

Trabalhos prospectivos recentes de argila na região, realizados pelo Instituto de Pesquisas

Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) identificaram a ocorrência de expressivos pacotes de rochas pelíticas pertencente à Formação Araçatuba, sustentando colinas e morrotes por extensas áreas no vale do Rio Santo Anastácio, entre as cotas de 360 e 400 metros de altitude (Figura 1). Esta unidade ainda não havia sido identificada na área, carecendo, portanto de estudos sedimentológicos e estratigráficos. O oeste do Estado de São Paulo abriga também diversos empreendimentos cerâmicos com carência de jazidas de argila, principalmente nos municípios de Teodoro Sampaio, Indiana, Regente Feijó, Panorama e Paulicéia.

A partir da descrição de afloramentos e análise de fácies foram reconhecidos os ambientes deposicionais da Formação Araçatuba (lacustre, fluvial efêmero e eólico) no vale do Rio Santo Anastácio. Os dados obtidos com a caracterização cerâmica indicam a possibilidade de uso das camadas pelíticas dessa unidade como matéria-prima para composição de massas visando à fabricação de produtos de cerâmica vermelha, tais como blocos, tijolos maciços, telhas e lajes.



Figura 1. Relevo colinoso sustentado por rochas pelíticas da Formação Araçatuba (afloramento 5 da figura 2).

CONTEXTO GEOLÓGICO

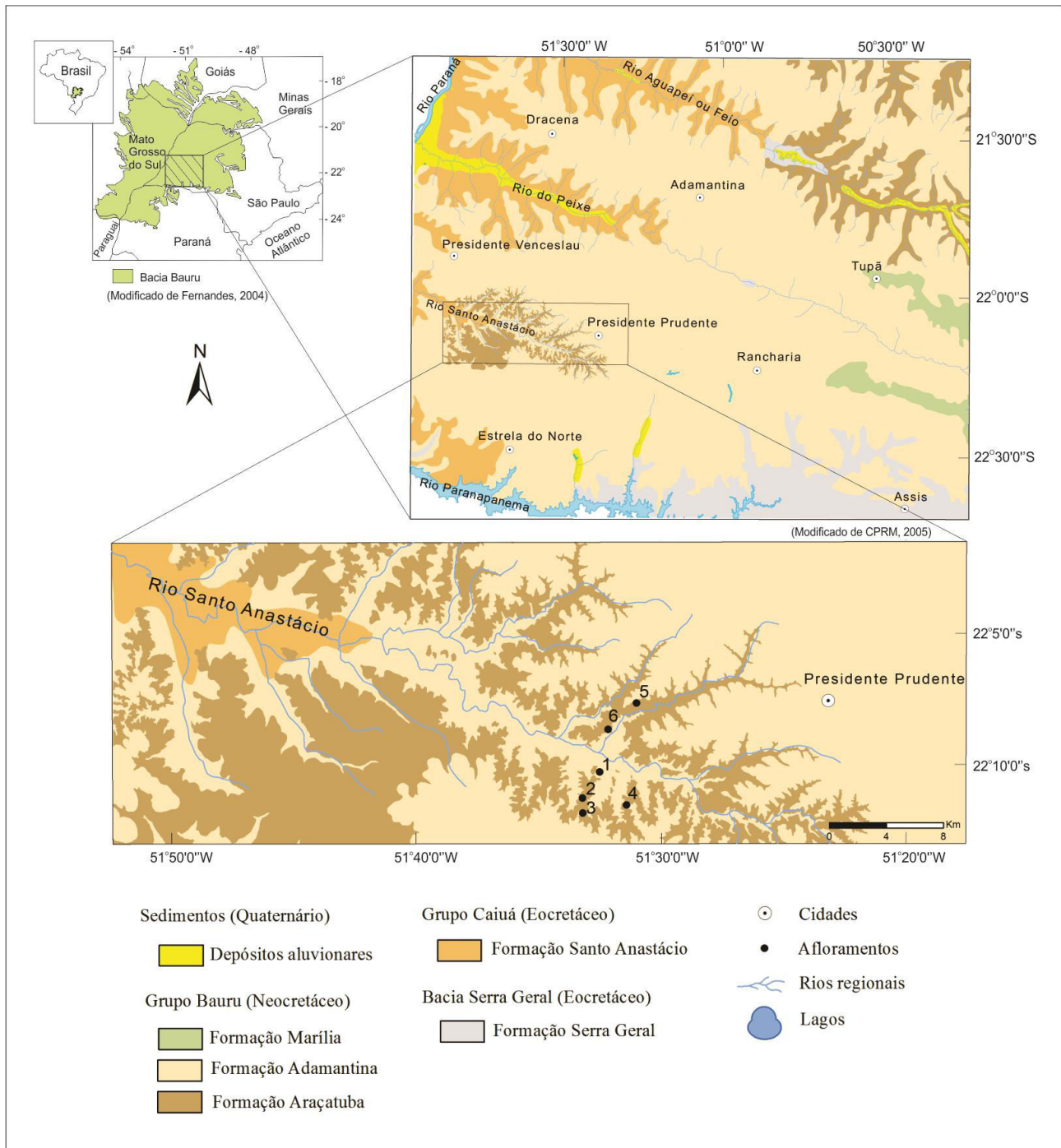
A Bacia Bauru, entidade geotectônica do Cretáceo, apresenta uma sequência sedimentar essencialmente arenosa, de espessura máxima de 300 m e área de 370.000 km², distribuída no oeste do Estado de São Paulo, noroeste do Paraná, leste de Mato Grosso do Sul, Triângulo Mineiro e Sul de Goiás (Figura 2) (Fernandes & Coimbra, 2000).

O substrato da bacia é constituído pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral

(Grupo São Bento), das quais é separada por uma discordância definida por uma superfície erosiva continental pós-gondwânica (Fernandes & Coimbra, 1996). Já o seu limite superior também é erosivo, demarcado pela Superfície Sul-Americana (Fernandes & Coimbra, 1996). O preenchimento desta bacia aconteceu inicialmente com a sedimentação do Grupo Caiuá (Eocretáceo, 133 – 100 Ma) em ambiente desértico de *sand sea* (dunas eólicas de grande

e médio porte e lençóis de areia) separado por uma superfície de descontinuidade de um segundo evento deposicional que deu origem ao

Grupo Bauru (Neocretáceo, 80 – 60 Ma) em ambiente árido e semi-árido (trato de sistema lacustre-fluvio-aluvial) (Batezelli, 2010).



A Formação Araçatuba

A Formação Araçatuba, unidade basal do Grupo Bauru, encontra-se sobreposta em contato abrupto, às formações Serra Geral e Santo Anastácio (Figura 3) (Batezelli, 2010).

Lateralmente, é interdigitada com os arenitos da Formação Adamantina (Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes et al., 2003; Batezelli, 2010), sendo o seu contato superior gradacional também com esta formação (Batezelli, 2010).

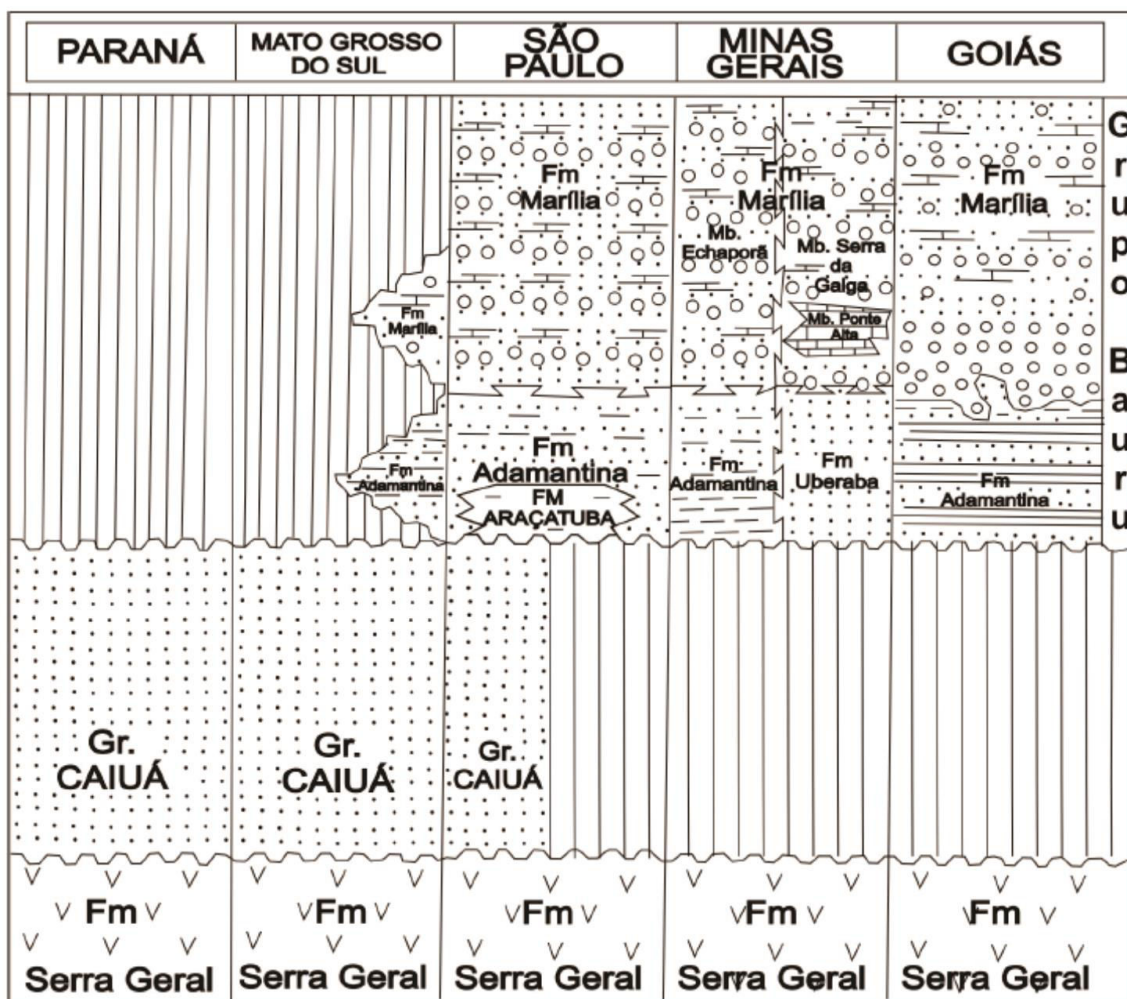


Figura 3. Coluna litoestratigráfica da Bacia Bauru no sudeste brasileiro (Soares et al., 1980, segundo Batezelli, 2003).

É composta por estratos tabulares de siltitos arenosos e argilosos cinza esverdeados, maciços ou com laminações e estratificações plano-paralelas, por vezes em ciclos granodescendentes ascendentes (ritmitos). Intercalado aos pacotes pelíticos ocorrem camadas decimétricas de arenitos finos a muito finos com estratificações cruzadas de pequeno porte (Batezelli, 1998; Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes et al., 2003; Batezelli et al., 2003; Batezelli, 2010). São feições típicas desta unidade os moldes pseudomórficos de cristais salinos (Etchebehere et al., 1991), cimentação carbonática, gretas de contração e marcas de raízes (Batezelli, 1998; Fernandes & Coimbra,

2000; Fernandes et al., 2003; Batezelli et al., 2003; Batezelli, 2010).

O seu contexto deposicional inclui (i) depósitos lacustres, segundo concepção de Batezelli (1998), Batezelli et al. (2003) e Batezelli (2010) ou paludais, segundo Fernandes & Coimbra (2000), Fernandes et al. (2003) e Fernandes & Basilici (2009), (ii) *ripples* e dunas eólicas de pequeno porte (Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes et al., 2003) e (iii) lobos deltaicos provenientes de norte/nordeste das Formações Adamantina e Marília (Batezelli, 1998; Fernandes & Coimbra, 2000; Fernandes et al., 2003; Batezelli et al., 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

Análise de fácies

Os trabalhos prospectivos de argila no oeste do estado de São Paulo permitiram delimitar uma área aproximada de 483 km² de ocorrência de colinas e morrotes sustentados pela

Formação Araçatuba, ao longo do vale do Rio Santo Anastácio. Para este estudo, 6 afloramentos com as melhores exposições foram selecionados (Figura 2) para a descrição das litofácies, envolvendo granulometria,

textura, grau de seleção, estruturas sedimentares e conteúdo fossilífero. Cada afloramento foi representado por uma seção colunar, com exceção dos afloramentos 5 e 6, agrupados na seção 5 (Figura 4). As exposições visitadas localizam-se em cortes de estradas asfaltadas, vicinais e de terra, frentes de lavra e ravinas em colinas e morrotes, apresentando rochas com leve a moderado grau de intemperismo.

As 12 fácies identificadas (Quadro 1) foram agrupadas em 3 associações de fácies, integrantes de um sistema deposicional lacustre. Para nomeá-las, utilizou-se um sistema de código adaptado de Miall (1978), o qual consiste em uma letra maiúscula para indicar a litologia (exemplo: C = conglomerado, A = arenito), seguido de letras minúsculas para representar as características sedimentares mais importantes como, por exemplo, as estruturas sedimentares.

Quadro 1. Código de fácies utilizado para o Grupo Bauru no vale do Rio Santo Anastácio (Adaptado de Miall, 1978).

Conjunto de fácies	Fácies	Características
C	Cm	Conglomerado maciço
A	Aea	Arenito com estratificação cruzada acanalada de pequeno (Aeap) e médio porte (Aeam)
	Ala	Arenito com laminação cruzada acanalada
	Ao	Arenito com acamamento ondulado
	Ar	Arenito granodecrescente ascendente
S	So	Siltito com acamamento ondulado
	Slp	Siltito com laminação plano-paralela
L	Llo	Lamito com laminação ondulada
	Llf	Lamito com laminação flaser
	Lm	Lamito maciço
F	Flp	Folhelho com laminação plano-paralela
	Fm	Argilito maciço

Caracterização tecnológica

A amostragem realizada em campo para os ensaios cerâmicos teve como prioridade horizontes de rochas pelíticas (siltitos, folhelhos e argilitos) com ampla extensão em área e volume significativo, com potencial de constituírem reservas minerais atrativas para as indústrias cerâmicas do oeste paulista. Foram coletadas amostras representativas dos pacotes pelíticos dos afloramentos 2 (amostra 2), 4 (amostra 3) e 5 (amostra 1), com espessuras variando de 3 a 16 metros (Figura 4).

A caracterização cerâmica abrangeu a determinação em laboratório das propriedades físicas dos materiais, como contração linear, tensão de ruptura à flexão, absorção de água, porosidade aparente, massa específica e perda ao fogo. Adicionalmente, foram efetuadas análise química por Fluorescência de Raios X, para a determinação dos óxidos maiores, e análise mineralógica por Difração de Raios X, para identificar os principais minerais e argilominerais.

As etapas de preparação dos materiais coletados em campo abrangeram a secagem ao ar à temperatura ambiente, cominuição em britador de mandíbulas e moagem em moinho de disco até que todo o material passasse em peneira de 0,177 mm. Para o ensaio cerâmico, o material resultante foi submetido à determinação do limite de plasticidade, conforme ABNT NBR 7180 (ABNT, 1984). A partir deste resultado, o material moído foi umedecido com uma quantidade de água com 2 pontos percentuais acima deste limite. Posteriormente, a massa foi homogeneizada pela mistura em um equipamento tipo galga, sendo em seguida moldada por extrusão em corpos de provas (barras cerâmicas) nas dimensões de 75 x 20 x 10 mm. As barras foram secadas em estufa a 110°C e queimadas nas temperaturas de 800, 850, 900 e 950 °C em forno elétrico para a obtenção de suas propriedades físicas. Os valores obtidos foram comparados com os valores de referência de Souza Santos (1975) para classificar quanto ao uso cerâmico (Tabela 1).

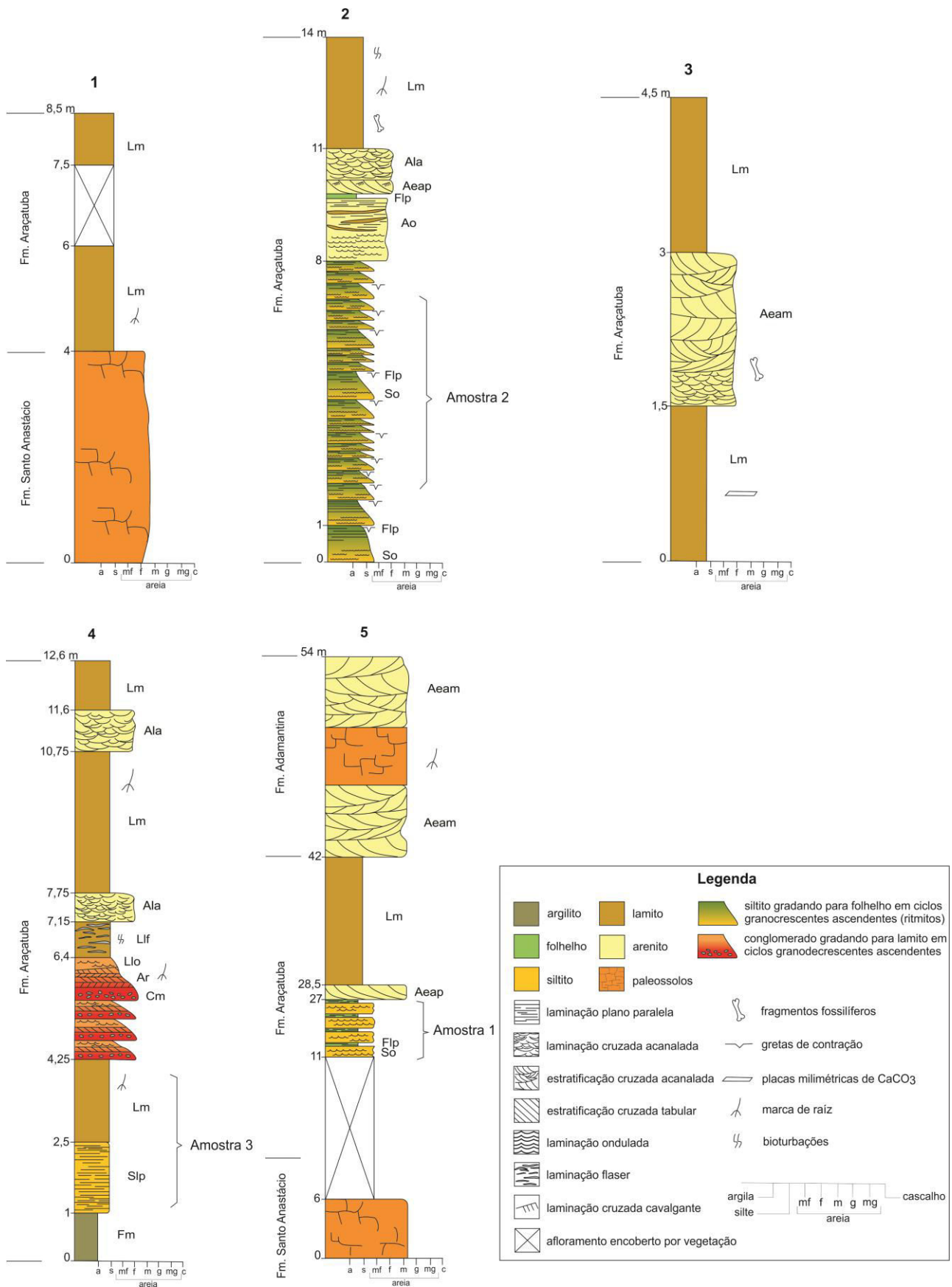


Figura 4. Seções colunares dos afloramentos na área de estudo. A seção 5 é uma seção composta dos afloramentos 5 (porção basal – Formação Santo Anastácio) e 6 (porção mediana e superior – formações Araçatuba e Adamantina, respectivamente), uma vez que possuem continuidade lateral.

Tabela 1. Valores padrões recomendados para cada tipo de produto cerâmico (Souza Santos, 1975).

Massa Cerâmica (Manual, extrudada ou prensada)	Produtos cerâmicos		
	Tijolos de alvenaria	Tijolos furados	Telhas
Tensão de ruptura mínima da massa seca a 110 °C	15 kgf/cm ²	25 kgf/cm ²	30 kgf/cm ²
Tensão de ruptura mínima da massa após a queima	20 kgf/cm ²	55 kgf/cm ²	65 kgf/cm ²
Absorção de água máxima da massa após a queima	-	25%	20%

Na análise química, utilizou-se o pó obtido pela moagem das amostras para a confecção de pastilhas fundidas em máquina de fusão marca Claisse, modelo M4. O fundente utilizado foi à base da mistura de tetraborato de lítio/metaborato de lítio, na proporção de 0,5g de amostra para 6,75g de fundente. As pastilhas fundidas foram analisadas no espectrômetro de Fluorescência de Raios X da marca Panalytical, modelo Minipal Cement. Os óxidos de sódio

(Na₂O) e de potássio (K₂O) foram identificados com uso da técnica de absorção atômica.

Para a análise mineralógica, o pó resultante da moagem das amostras foi colocado no difratograma Rigaku, modelo Windmax 2000. Os difratogramas gerados foram interpretados por meio do software X-pert HighScore Plus (versão 3.0) da Panalytical, para a identificação dos minerais e argilominerais presentes nas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Descrição das fácies

Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio está presente na base dos afloramentos 1 e 5, com espessura de até 6 metros (Figura 4). No afloramento 1, o seu contato com a Formação Araçatuba é abrupto e retilíneo (Figura 5A) enquanto no afloramento 5, o contato entre as duas formações não foi observado devido a cobertura vegetal sobreposta.

Esta unidade é representada por um arenito maciço, quartzoso, de granulometria fina a muito fina, bem selecionado, com cimentação carbonática, de coloração avermelhada devido a oxidação dos grãos de quartzo, cobertos por películas ferruginosas. A forte presença de feições pedogenéticas reliquias como estruturas em blocos prismáticos (Figura 5B) e marcas de raízes, assim como a ausência de estruturas sedimentares, é indicativa de uma sequência de paleossolos.

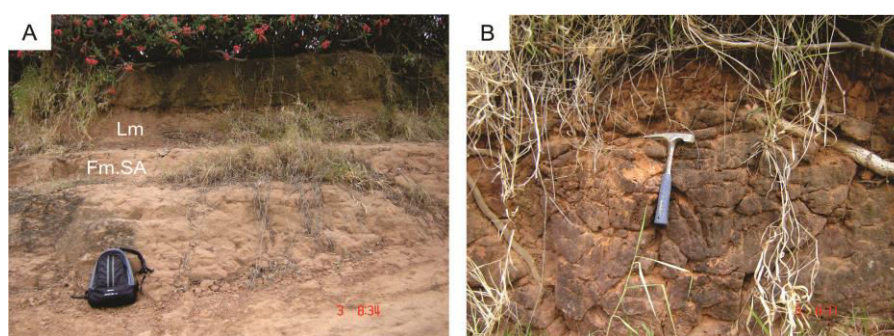


Figura 5. Aspectos litológicos da Formação Santo Anastácio (Fm. SA) na seção 1. A) Contato abrupto da Fm. SA com a fácies Lm da Formação Araçatuba. B) Estrutura em blocos prismáticos indicativo de paleopedogênese na Fm. SA.

Formação Araçatuba

Esta formação ocorre em todos os afloramentos (Figura 4) sendo composta por fácies pelíticas (argilitos, folhelhos, siltitos e lamitos), arenosas e conglomeráticas. A fácies argilito maciço (Fm) e silito com laminação plano-paralela (Slp) estão presentes apenas na

base do afloramento 4, com espessura total de 2,5 metros.

A fácies folhelho com laminação plano-paralela (Flp) e a silito com acamamento ondulado (So) ocorrem associadas em grande parte da seção 2 e na porção mediana da seção 5, compondo pacotes de até 16 metros de

espessura (seção 5). A fácies Flp tem coloração cinza esverdeada, laminação plano-paralela milimétrica, sendo frequente a presença de gretas de contração hexagonais preenchidas por argila ou areia muito fina (Figura 6C). A fácies So é constituída por um siltito arenoso, de granulometria fina, amarronzado, com acamamento ondulado, por vezes cimentado por carbonato de cálcio (Figura 6D). No afloramento 2, essas duas fácies compõem vários cosets com granodecrescência ascendente (ritmitos), gradando da fácies So na base para a fácies Flp no topo (Figura 6B).

Em todos os afloramentos ocorrem lamitos arenosos, de coloração creme a avermelhada, mas com algumas características litológicas distintas que permitem subdividi-lo em 3 fácies:

lamito maciço (Lm), com maior expressão em todos os afloramentos, lamito com laminação ondulada (Llo) ou com laminação flaser (Llf) (Figura 6E), estes dois últimos restritos ao afloramento 4. A fácies Lm é constituída por um lamito arenoso, de granulometria fina, com frequente alteração pedogenética que provoca sua fragmentação em blocos subangulares centimétricos (Figura 6A). São frequentes a presença de tubos de raízes preenchidas por carbonato de cálcio de até 3 centímetros (Figura 6A), feições de bioturbação vertical preenchidas com argila (Figura 6F), fraturas com padrão retilíneo de espessura milimétrica preenchidas por material carbonático placóide, além de fragmentos fossilíferos centimétricos.

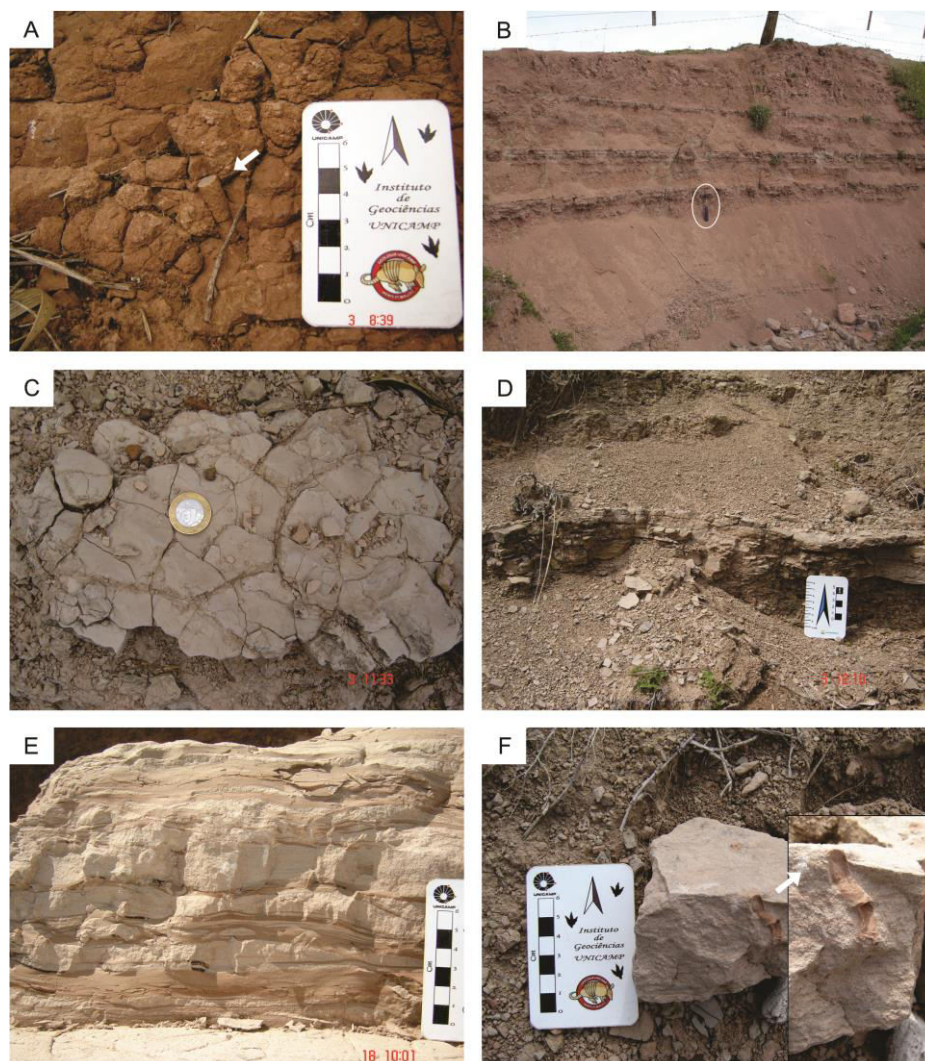


Figura 6. Aspectos litológicos das fácies pelíticas da Formação Araçatuba. A) Fraturamento em blocos subangulares e tubo de raiz (seta branca) da fácies Lm, seção 1. B) Ritmitos com granodecrescência ascendente em estratos tabulares, seção 2. A elipse branca indica o martelo de escala. C) Gretas de contração hexagonais da fácies Flp, seção 2. D) Acamamento ondulado centimétrica da fácies So, seção 2. E) Laminação flaser da fácies Llf, seção 4. F) Fácies Lm, com estrutura maciça e feições de bioturbação preenchidas com argila (seta branca), seção 4.

As fácies arenosas estão presentes nos afloramentos 2 a 5, com características distintas que permitem subdividi-los em dois grupos: (i) os arenitos bem selecionados, muito fino a fino, quartzosos, com grãos subarredondados, por vezes com fragmentos fossilíferos, com laminação e estratificação cruzada de pequeno a médio porte, localmente com marcas onduladas cavalgantes (fácies Ala, Aea) (Figura 7B,C) e (ii) os arenitos fino a médios, por vezes com marcas de raízes de até 20 centímetros preenchidas por argila, com laminações e estratificações cruzadas (Ala, Aea) ou acamamento ondulado com intercalações de camadas centimétricas de lamito creme (Ao) (Figura 7A).

Na porção mediana do afloramento 4, são encontrados 4 cosets em sequência granodecrescente ascendente, variando de 20 a

50 centímetros cada (Figura 4). A base de cada coset é composta pela fácies conglomerado maciço (Cm), gradando para a fácies arenito granodecrescente ascendente (Ar), sendo o topo representado pela fácies lamito com laminação ondulada (Llo). A fácies Cm é constituída por um conglomerado intraformacional com matriz areno-lamítica maciça, com grãos de quartzo subarredondados milimétricos. O arcabouço é cimentado por carbonato de cálcio, sendo constituído por clastos de argila acinzentados e creme-amarronzados centimétricos, subarredondados e por fragmentos fossilíferos com até 1,5 centímetros (Figura 7D). A fácies Ar é composta por um arenito fino, com granodecrescência ascendente e estratificação cruzada de pequeno porte, e a fácies Llo por um lamito avermelhado com laminação ondulada.

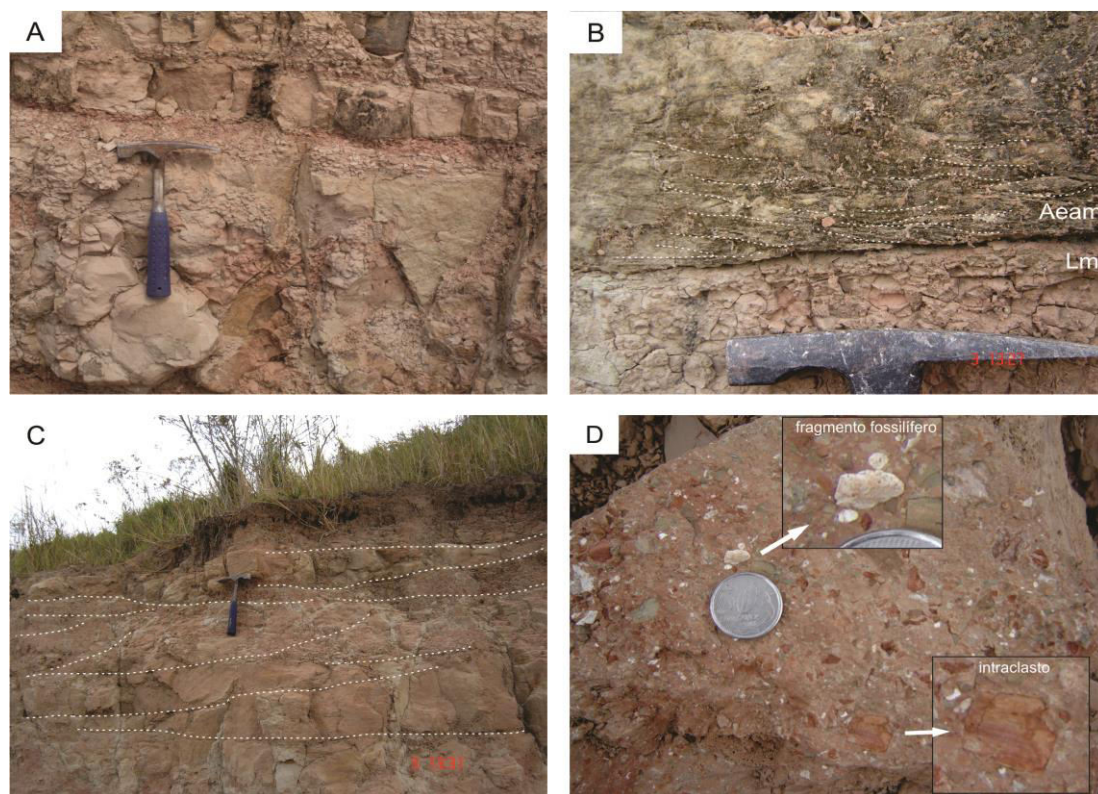


Figura 7. Aspectos litológicos das fácies arenosas e conglomeráticas da Formação Araçatuba. A) Fácies Ao com intercalações centimétricas de lamito creme (seção 2). B) Laminação cruzada acanalada (linha branca pontilhada) na base da fácies Aeam, em contato abrupto com a fácies Lm (seção 3). C) Estratificação cruzada acanalada de médio porte (linha branca pontilhada) da fácies Aeam (seção 3). D) Conglomerado intraformacional com clastos centimétricos de argila e fragmentos fossilíferos no arcabouço (fácies Cm), seção 4.

Formação Adamantina

Descrita apenas na porção superior do afloramento 5, esta formação encontra-se sobreposta a Formação Araçatuba (Figura 4), em contato abrupto e retilíneo. É caracterizada

por um arenito fino, quartzoso, subarredondado e bem selecionado, com estratificação cruzada acanalada reliquiar de médio porte (foresets de 2 a 3 metros) e com espessura de 12 metros. A porção mediana desta fácies apresenta grau

intenso de pedogênese, com estruturas em blocos prismáticos (Figura 8B), antigas marcas de raízes registradas pelo halo de redução

esbranquiçado (Figura 8A) e ausência de estruturas sedimentares, sendo mais bem designada como paleossolo nessa porção.

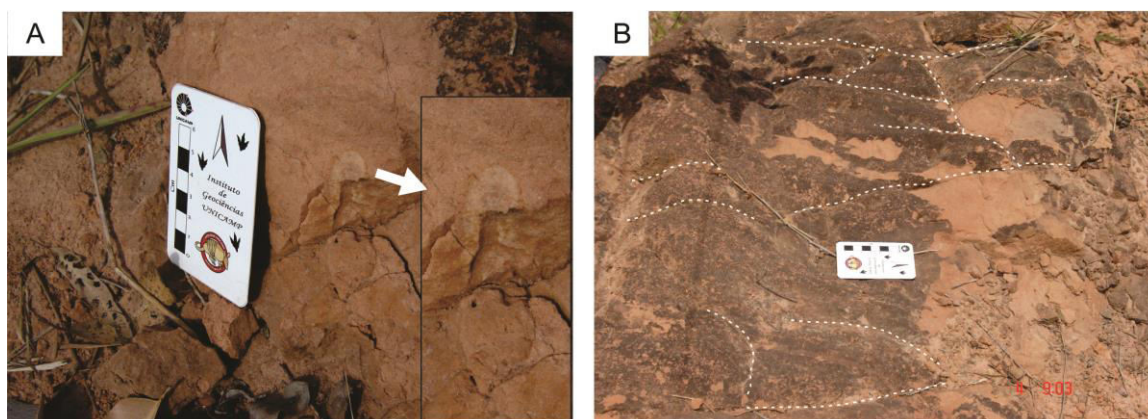


Figura 8. Feições pedogenéticas dos paleossolos da Formação Adamantina, seção 5. A) Halo de redução esbranquiçado (seta branca). B) Estruturas em blocos prismáticos, delineadas pelas linhas brancas pontilhadas.

Interpretação e ambientes deposicionais

As 12 fácies identificadas nas seções colunares foram agrupadas em 3 associações de

fácies - lacustre, fluvial efêmero e eólico (Tabela 2), detalhas a seguir.

Tabela 2. Associações de fácies reconhecidas da Bacia Bauru no vale do rio Santo Anastácio.

Associação de fácies (ambientes deposicionais)		Fácies	Litoestratigrafia
Lacustre	Proximal	Ao, So, Slp	Formação Araçatuba
	Distal	Flp, Fm	
Fluvial Efêmero		Cm, Ar, Aea, Ala, Llo, Llf, Lm,	
Eólico		Aea, Ala	Formação Araçatuba Formação Adamantina

Associação de Fácies Lacustre (Tabela 3)

A granulometria fina das fácies Flp, Fm, Slp e So indica condições sedimentológicas de baixa energia em um corpo de água (lago), onde os sedimentos seriam dispersos em suspensão de baixa densidade (*overflow*), sendo posteriormente depositados por decantação (Nichols, 2006).

Os sedimentos mais finos (fácies Flp e Fm) permaneceriam em suspensão por um tempo maior e decantariam nas porções mais centrais do lago, onde a lamina d'água seria maior. Neste caso, a decantação originaria a formação de extensas e finas lamina plano-paralelas em estratos tabulares, como observado na fácies Flp (Figura 6B).

Os sedimentos um pouco mais grossos (fácies Slp, So, Ao) sugerem uma situação de margem de lago, onde o silte e a areia fina são depositados próximos à desembocadura de

possíveis rios que adentrava no lago, como sugerido por Batezelli (1998) e Batezelli et al., (2003). O acamamento ondulado das fácies So (Figura 6D) e Ao indicam uma lamina d'água rasa o suficiente para permitir a formação de marcas onduladas no leito do lago geradas por ondas, originadas pela ação de ventos na superfície da água (Nichols, 2006). Em períodos com ausência de ondas, prevaleceria a deposição por decantação, originando as lamina plano-paralelas das fácies Slp (base da seção 4).

As gretas de contração hexagonais da seção 2 (Figura 6C) sugerem uma redução na altura da lamina d'água, expondo as partes marginais do leito do lago à condições subaéreas. Esta situação provavelmente acontecia em períodos secos, diminuindo a altura da lamina d'água dos lagos (*playa lake*). As características dessa associação de fácies lacustre é similar a fácies

silto-arenosa de Batezelli (1998), Associação Silto-Arenosa de Batezelli et al. (2003), associação de fácies *siltone tabular beds* de Fernandes et al. (2003). Para Batezelli (1998) e Batezelli et al. (2003), essas fácies finas

também representam sedimentação em ambiente de playa lake. Segundo concepção de Fernandes et al. (2003), representam depósitos de interior de pântano (ambiente paludal).

Tabela 3. Descrição e interpretação das fácies para a associação de fácies lacustre.

Fácies	Descrição	Interpretação
Fm	Argilito cinza, maciço	Depósito de interior de lago
Flp	Folhelho cinza esverdeado, com laminação plano-paralela milimétrica	Depósito de interior de lago
Slp	Siltito creme amarronzado, com laminação plano-paralela milimétrica	Depósito de margem de lago
So	Siltito amarronzado, arenoso, com acamamento ondulado centimétrica	Depósito de margem de lago
Ao	Arenito fino com marcas onduladas e laminação plano-paralela no topo	Depósito de margem de lago

Associação de Fácies Fluvial Efêmero (Tabela 4)

A seção 4 apresenta a mais completa associação de fácies que caracteriza um ambiente fluvial efêmero encontrada neste trabalho (fácies Lm, Cm, Ar, Llo, Llf, Ala, Aeam). Rios efêmeros se formam em ambiente desértico durante episódios de chuvas torrenciais, quando a água da chuva é canalizada em áreas rebaixadas, permitindo a escavação em canais. Neste caso, ocorre a formação de depósitos de leito de rio (Ala e Aeam, seções 4 e 5) de forma parecida ao que acontece em rios convencionais. A diferença está no caráter efêmero dos rios em ambientes desérticos, dada a inconstância do regime pluviométrico nessas regiões, o que favorece: (i) a evaporação da água, (ii) a exposição subaérea desses depósitos e (iii) possibilidade de crescimento vegetal no leito e nas margens, como evidenciado pelas marcas de raízes. As estruturas de laminação e estratificação cruzada evidenciam a migração das cristas sinuosa de *ripples* e dunas subaquosas, perpendicular a direção do fluxo (Harms et al., 1975, segundo Miall, 1984). A diferença entre esses dois depósitos é a sua dimensão, sendo controlada pela velocidade do fluxo, uma vez que a granulometria é semelhante para ambos (Collinson & Thompson, 1989): velocidade de fluxo mais baixa gera formas de leito menores (*ripples*, fácies Ala) enquanto velocidade mais alta gera formas de maior dimensão (dunas, fácies Aeam).

Em áreas planas, onde a água não converge escavando canais, o seu escoamento se dá como fluxo de lama formando depósitos de enxurrada (inunditos, segundo concepção de Della Favera, 1984). A fácies Lm, presente em todas as seções, indica uma deposição por fluxo de lama com baixas condições energéticas, uma vez que possui a maioria dos grãos da dimensão silte e argila, sem a capacidade de gerar estruturas sedimentares. A exposição subaérea destes depósitos permitiu o crescimento de vegetais, evidenciado pelas marcas de raízes (Figura 6A) e também da atividade biológica, atestada pelas bioturbações preenchidas por argila (Figura 6F).

O conjunto de fácies Cm, Ar e Llo em cosets com granodecrescência ascendente (seção 4) representa depósito de fluxo de lama com maiores condições energéticas, capaz de transportar grãos de areia misturados com silte e argila (Cm) (Figura 7D), diminuindo de energia até só conseguir transportar lama (Llo, Llf, Figura 6E). Neste último estágio, os depósitos seriam periodicamente expostos a condições subaéreas, permitindo o desenvolvimento de vegetais (marcas de raízes) e atividade biológica associada (bioturbação).

As marcas de raízes, cimentação carbonática e gretas de ressecamento, associado aos depósitos finos são comparáveis àqueles descritos por Batezelli & Basilici (2007) em depósitos de playa lake Holocênicos do Vale do Rio Jachal no oeste argentino, e indicam exposição subaérea durante períodos mais secos.

O arcabouço com grãos de argila da fácies Cm (Figura 7D) sugere uma grande distância da área fonte dos sedimentos mais grossos,

mostrando que o único material possível de ser retrabalhado e transportado por este fluxo foi o próprio substrato argiloso do paleolago.

Tabela 4. Descrição e interpretação das fácies para a associação de fácies fluvial efêmero.

Fácies	Descrição	Interpretação
Lm	Lamito creme, maciço, com bioturbações, marcas de raízes e clastos de argila	Depósito de enchente de baixa energia
Llf	Lamito creme, com laminação flaser	Depósito de enchente de baixa energia
Cm, Ar, Llo	Ciclo granodescrescente ascendente com estratificação cruzada, marcas de raízes	Depósito de enchente de alta energia
Ala	Arenito fino, com laminação cruzada acanalada e marcas de raízes	Depósito subaquoso de leito de rio (<i>ripples</i>)
Aeam	Arenito fino, com estratificação cruzada acanalada e marcas de raízes	Depósito subaquoso de leito de rio (dunas)

Associação de Fácies Eólica (Tabela 5)

As fácies Ala e Aea representam depósitos de *ripples* e dunas eólicas de pequeno e médio porte respectivamente, como parte integrante de um ambiente desértico periférico de *sand sea* (Fernandes & Coimbra, 2000). A elevada maturidade textural (bem selecionado e arredondado) e composicional (quartzoso), assim como estratificações de baixo ângulo, ausência de marcas de raízes e bioturbações,

diferenciam esses depósitos eólicos das formas de leito subaquosas descritas na associação de fácies fluvial efêmero.

As estratificações e laminações cruzadas acanaladas indicam um aporte sedimentar contínuo e elevado na área, permitindo não apenas o desenvolvimento de foresets, mas também a geração de laminação cruzada cavalgante, como evidenciado na fácies Aeam da seção 2 (Figura 4).

Tabela 5. Descrição e interpretação das fácies para a associação de fácies eólica.

Fácies	Descrição	Interpretação
Ala	Arenito fino, com elevada maturidade (textural e composicional) e laminação cruzada acanalada	Depósitos de <i>ripples</i> eólicos
Aea	Arenito fino, com elevada maturidade (textural e composicional) e estratificação cruzada acanalada	Depósitos de dunas eólicas

Caracterização tecnológica

Após as sucessivas temperaturas de queima, as barras cerâmicas das amostras 1, 2 e 3 adquiriram cores avermelhadas compatíveis para uso no setor de cerâmica vermelha. O teor de óxido de ferro (Fe_2O_3) presente acima de 4% é responsável por conferir essa tonalidade (Tabela 6). Segundo Facincani (2002), argilas

com teores abaixo desse valor não conseguem adquirir a tonalidade avermelhada quando queimadas. Embora a cor de queima seja um parâmetro qualitativo, sua importância se justifica pelo fato da cultura da construção civil no Brasil utilizar majoritariamente tijolos e telhas de cores avermelhadas em detrimento de outras cores.

Tabela 6. Óxidos obtidos através da análise química por Fluorescência de Raios X dos pacotes pelíticos da Formação Araçatuba. Sigla: PF – perda ao fogo.

Amostras	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	Rb ₂ O (%)	Mn ₂ O ₃ (%)	PF (%)
1	57,0	3,0	4,5	6,0	11,3	4,9	1,0	1,1	-	-	11,8
2	56,0	2,7	4,6	6,0	11,8	5,2	1,0	1,1	0,2	-	12,3
3	48,6	4,9	7,3	8,0	11,8	5,2	0,6	1,2	-	0,16	12,3

Os valores de resistência mecânica das amostras, expresso pela tensão de ruptura à flexão (TRF), aumentaram durante o processo

de queima em decorrência da sinterização da massa, proporcionando maior coesão interna de seus grãos constituintes (Tabela 7). Em

particular, a amostra 1 apresentou uma pequena queda na TRF na temperatura de 900 °C, mas de forma geral houve aumento de 258 para 315 kgf/cm² entre o início e o fim do processo de queima. Todas as amostras apresentaram valores de TRF acima do mínimo recomendado para tijolos e telhas (Tabela 1), tanto para a massa seca a 110 °C quanto para a massa queimada.

A absorção de água (AA) das barras cerâmica diminuiu ao longo das temperaturas de queima (Tabela 7), atingindo valores de 8 % (amostra 1), 6,9 % (amostra 2) e 4,8 % (amostra 3), compatível com o valor máximo sugerido para tijolos (25 %) e telhas (20 %) conforme Tabela 1.

O aumento nos valores de perda ao fogo – PF – (Tabela 7) se deve a evaporação da água adsorvida nos poros das amostras, da água estrutural presente em argilominerais, combustão da matéria-orgânica e pela liberação de dióxido de carbono (CO₂) por parte dos carbonatos presentes (Coutinho Júnior et al., 2013). O principal carbonato presente é a calcita (CaCO₃), conforme ilustram os difratogramas das 3 amostras (Figura 9). Sua origem é possivelmente sin-deposicional, formada por precipitação a partir de águas saturadas em sais nas margens dos lagos e no

leito dos canais efêmeros quando ressecavam, sob o clima árido e semi-árido da paleogeografia na Bacia Bauru (Etchebehere et al., 1991).

A análise química das amostras revelou quantidades consideráveis de óxido de potássio (K₂O) (Tabela 6), proveniente principalmente dos argilominerais do grupo da illita e dos feldspatos (Figura 9). No processo de queima, a illita libera K₂O no sistema, o que provoca a redução na temperatura de sinterização da massa cerâmica (Motta et al., 2004; Coutinho Júnior et al., 2013), aumentando a sua resistência mecânica e diminuindo a absorção de água.

A presença de argilominerais do grupo da esmectitas (Figura 9) deve contribuir para os valores relativamente elevados obtidos de contração linear total (acima de 10% na maioria das temperaturas), dada a sua propriedade natural de expansividade ao adsorver água em sua estrutura cristalina. No processo industrial cerâmico, essa característica pode acarretar problemas de trincas e fissuras nas peças durante as etapas de secagem e queima, o que pode ser atenuado com o controle adequado do seu processamento ou por meio da adição de argilas de menor plasticidade.

Tabela 7. Propriedades físicas obtidas no ensaio cerâmico na temperatura de secagem (110 °C) e ao longo das temperaturas de queima (800 a 950 °C). Siglas: Temp. – temperatura de queima, AA – absorção de água, PA – porosidade aparente, MEA – massa específica aparente, CLS – contração linear a seco, CLQ – contração linear de queima, CLT – contração linear total, TRF – tensão de ruptura à flexão, PF – perda ao fogo, LP – limite de plasticidade.

Amostras	Temp. (°C)	AA (%)	TRF (kgf/cm ²)	PA (%)	MEA (g/cm ³)	CLS (%)	CLQ (%)	CLT (%)	PF (%)	LP (%)
1	110	-	48	-	-	7,2	-	-	-	31,6
	800	16,8	258	31,1	1,85	-	2,9	9,9	6,4	-
	850	13,6	278	26,3	1,94	-	4,4	10,8	6,6	-
	900	8,8	254	18,2	2,06	-	5,8	12,4	6,9	-
	950	8,0	315	17,0	2,13	-	7,4	13,4	7,0	-
2	110	-	39	-	-	5,8	-	-	-	31,9
	800	15,3	239	29,0	1,90	-	2,9	9,5	6,4	-
	850	13,1	268	25,6	1,96	-	4,7	11,1	6,6	-
	900	7,2	277	15,4	2,13	-	6,8	13,1	6,9	-
	950	6,9	284	15,0	2,18	-	7,9	14,0	6,9	-
3	110	-	88	-	-	5,2	-	-	-	29,2
	800	14,4	275	27,9	1,94	-	3,4	5,4	7,7	-
	850	9,8	303	20,3	2,06	-	4,6	9,6	7,6	-
	900	6,5	346	13,9	2,15	-	6,1	11,0	7,9	-
	950	4,8	384	10,7	2,23	-	7,0	11,8	8,2	-

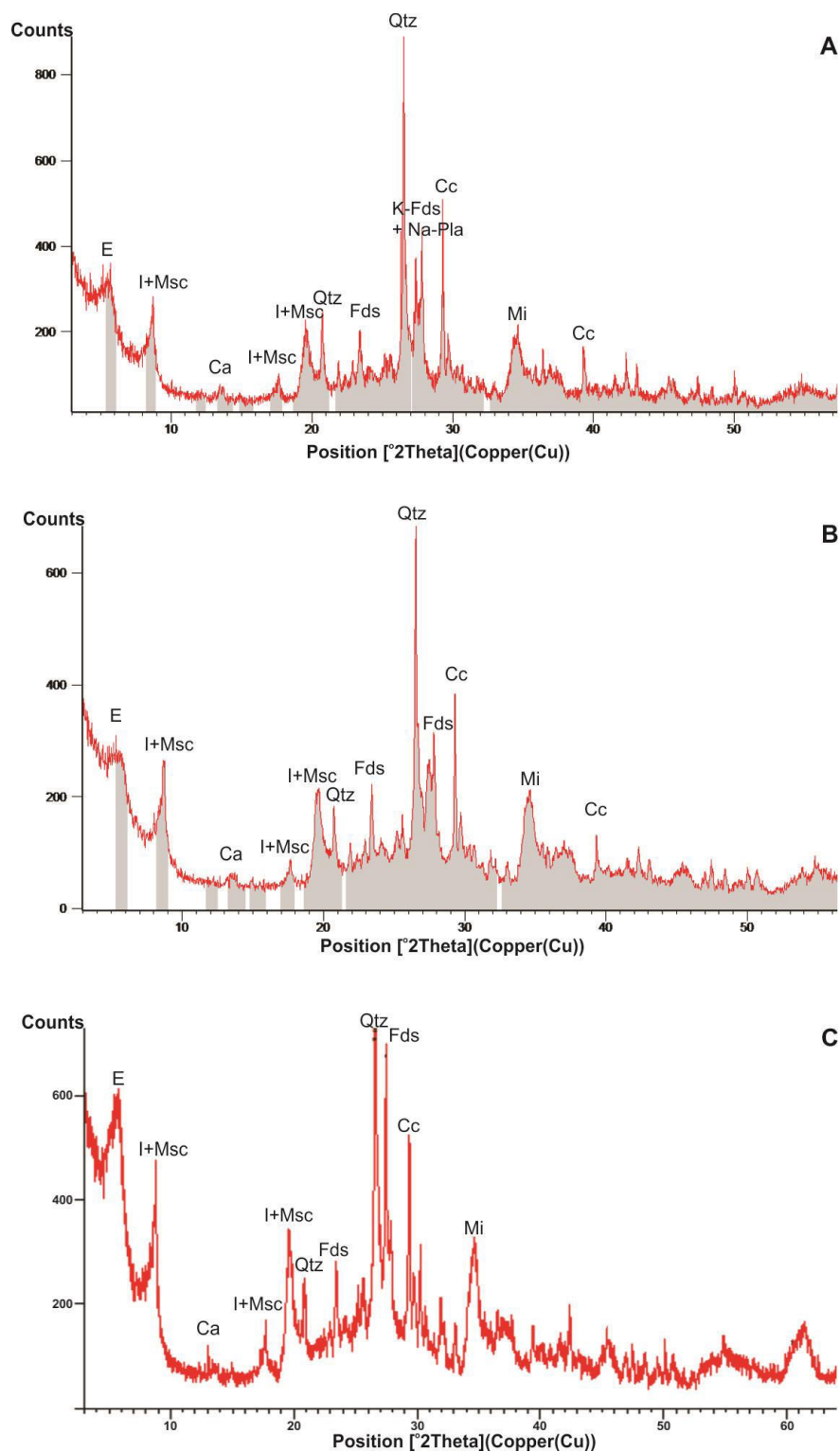


Figura 9. Difratogramas obtidos em análise mineralógica por Difração de Raios X das amostras 1 (A) , 2 (B) e 3 (C) com os principais minerais e argilominerais identificados. Siglas: E – esmectita, I – illita, Msc – muscovita, Ca – caulinta, Fds – feldspato, K-Fds – feldspato potássico, Na-Pla – plagioclásio sódico, Qtz – quartzo, Cc – calcita, Mi – mica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vale do Rio Santo Anastácio abriga rochas sedimentares aflorantes das formações Santo Anastácio, Araçatuba e Adamantina. Anteriormente descrita na literatura nos vales

dos rios Tietê, Aguapeí (ou Feio) e Peixe, a Formação Araçatuba é descrita neste trabalho também no vale do Rio Santo Anastácio, entre

as cotas aproximadas de 360 e 400 metros de altitude.

Através da confecção das seções colunares e análise de fácies, foram identificados 3 ambientes deposicionais na área de estudo: (i) lacustre com depósitos de margem e interior de lago, (ii) fluvial efêmero com depósitos de leito de rio e de enchente (inunditos), e (iii) depósitos de *ripples* e dunas eólicas de pequeno a médio porte.

Conforme observado na base das seções 2 e 5, a lamina d'água do sistema lacustre alternou constantemente de espessura, permitindo a formação de depósitos mais finos (fácies Flp, Fm) em lamina d'água mais espessa (centro do lago) e também de depósitos mais grossos (fácies Ao, So e Slp) em lamina d'água mais rasa (margem de lago), com eventual ressecamento das bordas formando gretas de contração e precipitação de carbonato de cálcio (Figura 10).

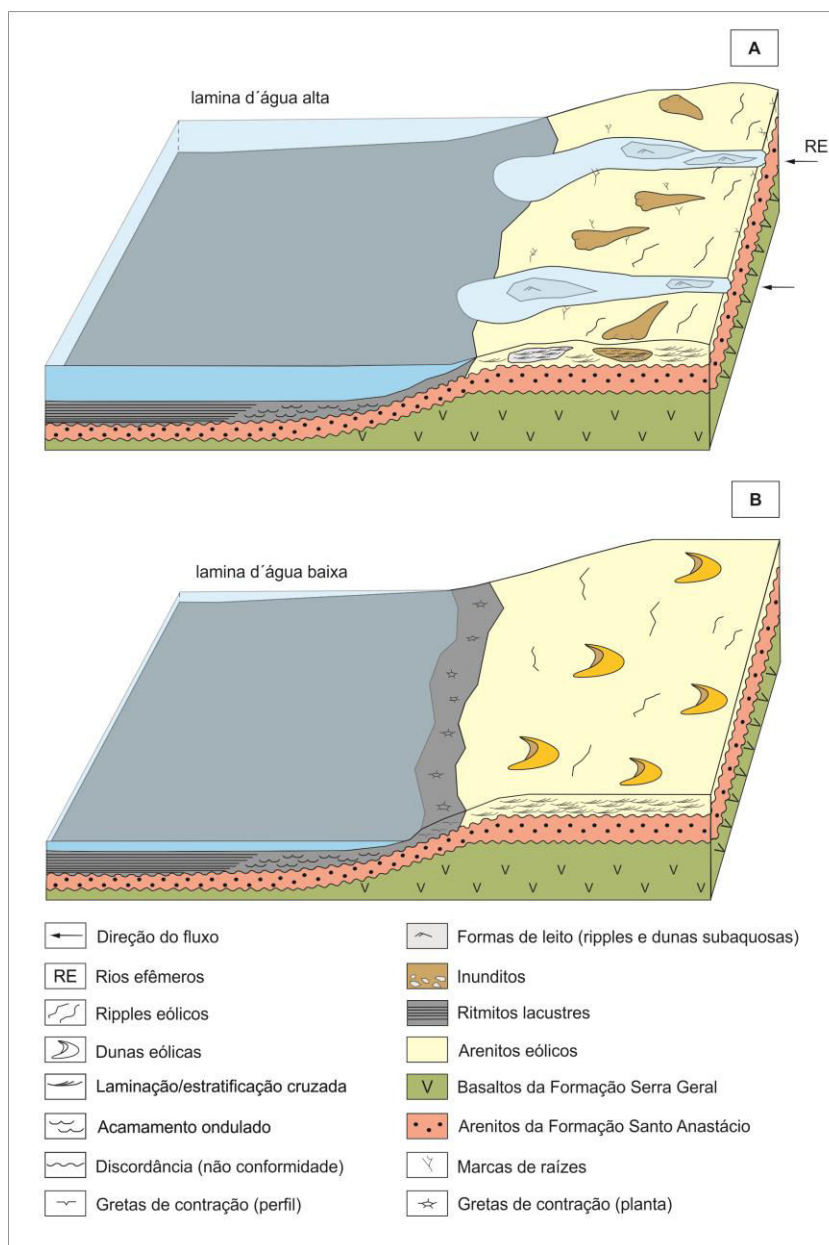


Figura 10. Modelo dos ambientes deposicionais da Formação Araçatuba em diferentes contextos climáticos na área de estudo. A) Em épocas de chuvas torrenciais, rios efêmeros se formavam com depósitos subaquosos de ripples e dunas, desembocando nas margens do paleolago Araçatuba. Em áreas planas, o fluxo de lama originava os inunditos. B) Em condições de maior aridez, ocorria diminuição da altura da lamina d'água do paleolago, expondo os sedimentos pelíticos de suas margens e favorecendo a formação de gretas de contração. Depósitos eólicos de dunas e ripples predominavam nos arredores. Sem escala.

O sistema lacustre ora recebia sedimentos dos rios efêmeros e inunditos durante os eventos de chuvas torrenciais (porção intermediária e superior da seção 4 e porção intermediária da seção 5), ora era colmatado por dunas e *ripples* eólicos em clima mais árido (topo da seção 2). A variação nas condições pluviométricas é registrada também no topo das seções 2 e 4 e ao longo da seção 3, onde ocorre alternância entre os depósitos das associações de fácies eólico e fluvial efêmero.

A presença da cimentação carbonática nas fácies Cm, So, e na Formação Santo Anastácio reforçam a predominância de um clima árido e semi-árido nos episódios de sedimentação. Nas épocas do ano em que havia precipitação esporádica, a água da chuva formava rios efêmeros e fluxos de lama (enchente/inunditos), sendo que estes últimos retrabalhavam o substrato argiloso do paleolago Araçatuba como atestado pelos clastos de argila das fácies Cm e Lm (seções 2 e 4).

Sob o ponto de vista tecnológico, os ensaios de caracterização cerâmica das rochas pelíticas

da Formação Araçatuba mostraram-se satisfatórios para uso como matéria-prima na fabricação de produtos de cerâmica vermelha, destacando-se a elevada fundência desses materiais, em função do elevado conteúdo de álcalis associado à illita. No entanto, deve-se ressaltar que as mesmas podem apresentar problemas de trincas e fissuras na etapa secagem e queima industrial, principalmente se usadas como matéria-prima única na massa cerâmica, uma vez que seus valores de contração linear são mais elevados que as massas usualmente empregadas em cerâmica vermelha. As características químico-mineralógicas são semelhantes para as três amostras analisadas, o que reflete a homogeneidade desta unidade sedimentar.

Como sugestão para trabalhos futuros, destaca-se o estudo da blendagem do material pelítico desta formação com argilas caulínicas magras (mais quartzosas), com vistas à formulação de uma massa cerâmica com menor valor de contração linear.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos profissionais do Laboratório de Materiais de Construção Civil (LMCC) e do Laboratório Cerâmico da Seção de Recursos Minerais e Tecnologia Cerâmica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo pelo apoio na realização dos ensaios laboratoriais apresentados neste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo: determinação do limite de plasticidade. NBR 7180. Rio de Janeiro, 1984, 3p.
2. BATEZELLI, A. **Análise da sedimentação cretácea no triângulo mineiro e sua correlação com áreas adjacentes**. Rio Claro, 2003. 183 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
3. BATEZELLI, A. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no Sudeste brasileiro. **Brazilian Journal of Geology**, v. 40, n. 2, p. 265-285, 2010.
4. 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 em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
5. BATEZELLI, A.; SAAD, A.R.; ETCHEBEHERE, M.L. DE C.; PERINOTTO, J.A. DE J.; FULFARO, V.J. Análise estratigráfica aplicada à Formação Araçatuba (Grupo Bauru – K_s) no centro-oeste do estado de São Paulo. **Geociências**, v. 22, n. especial, p. 5-19, 2003.
6. BATEZELLI, A. & BASILICI, G. Arquitetura e mecanismos deposicionais em sistemas aluviais holocênicos de clima árido no oeste argentino e comparação com depósitos neocretáceos brasileiros. **Brazilian Journal of Geology**, v. 37, n. 4, p.821-840, 2007.
7. COLLINSON, J.D. & THOMPSON, D.B. **Sedimentary Structures**. (2ª ed). London: Unwin Hyman, 207 p., 1989.
8. COUTINHO JUNIOR, T.A.; CARVALHO, S.G.; ZANARDO, A. Características mineralógicas e químicas do minério da mina Morro Alto: possibilidades de fabricação de revestimento cerâmico monoporoso por via seca. **Cerâmica Industrial**, v. 18, n. 5-6, p. 28-40, 2013.
9. CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: Mapa geológico do Estado de São Paulo**, Escala 1:750.000. São Paulo: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil, CD-Rom, 2005.
10. DELLA FAVERA, J. C. Eventos de Sedimentação Episódica nas Bacias Brasileiras. Uma Contribuição para Atestar o Caráter Pontual do Registro Sedimentar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, p. 489-501.
11. ETCHEBEHERE, M.L. DE C.; SAAD, A. R.; TADDEO, J. S.; HELLMMEISTER JUNIOR, Z. Moldes de cristais salinos no Grupo Bauru, Estado de São Paulo: implicações econômicas e paloclimáticas. **Geociências**, v. 10, p. 101-117, 1991.

12. FACINCANI, E. **Tecnologia Cerâmica: cerâmica estrutural**. (1º ed.). Rio Claro: Faenza Editrice do Brasil Ltda., 275 p., 2002.
13. FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e Evolução Geológica da Parte Oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. São Paulo, 1998. 216 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
14. FERNANDES, L.A. Mapa litoestratigráfico da parte oriental da Bacia Bauru (PR, SP, MG), escala 1:1.000.000. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 55, p.53-66, 2004.
15. FERNANDES, L.A. & BASILICI, G. Transition of ephemeral palustrine to aeolian deposits in a continental arid – semi-arid environment (Upper Cretaceous Bauru Basin, Brazil). **Cretaceous Research**, v. 30, p. 605-614, 2009.
16. FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, n. 2, p.195-205, 1996.
17. FERNANDES, L.A. & COIMBRA, A.M. Revisão estratigráfica da parte oriental da Bacia Bauru (Neocretáceo). **Brazilian Journal of Geology**, v. 30, n. 4, p. 717-728, 2000.
18. FERNANDES, L.A.; GIANNINI, P.C.F.; GÓES, A.M. Araçatuba Formation: palustrine deposits from the initial sedimentation phase of the Bauru Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 75, n. 2, p. 173-187, 2003.
19. MIALL, A.D. Lithofacies Types and Vertical Profile Models in Braided River Deposits: A Summary. In: MIALL, A. D. (Editor), **Fluvial Sedimentology**. Calgary: Can. Soc. Petrol. Geol. Mem., v. 5, p. 597-604, 1978.
20. MIALL, A. D. **Principles of Sedimentary Basin Analysis**. New York: Springer-Verlag Inc., 490 p., 1984.
21. MOTTA, J.F.M.; ZANARDO, A.; CABRAL JUNIOR, M.; TANNO, L. C.; CUCHIERATO, G. As matérias-primas plásticas para a cerâmica tradicional: argilas e caulins. **Cerâmica Industrial**, v. 9, n. 2, p. 33-46, 2004.
22. NICHOLS, G. **Sedimentology & Stratigraphy**. London: Blackwell Publishing, 355 p., 2006.
23. PAULA E SILVA, F. **Geologia de subsuperfície e hidroestratigrafia do Grupo Bauru no Estado de São Paulo**. Rio Claro, 2003. 166 p. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
24. PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO CHANG, M.R. Estratigrafia de subsuperfície do Grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Geology**, v. 35, n. 1, p. 77-88, 2005.
25. PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO CHANG, M.R. Perfis de referência do Grupo Bauru (K) no estado de São Paulo. **Geociências**, v. 22, n. especial, p. 21-32, 2003.
26. PAULA E SILVA, F.; CHANG H.K., CAETANO CHANG, M.R. Sedimentation of the Cretaceous Bauru Group in São Paulo, Paraná Basin, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 28, p. 25-39, 2009.
27. PAULA E SILVA, F.; CHANG, H.K.; CAETANO CHANG, M.R. STRADIOTO, M.R. Sucessão sedimentar do Grupo Bauru (K) na região de Pirapozinho (SP). **Geociências**, v. 25, n. 1, p. 17-26, 2006.
28. SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A.F. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. **Brazilian Journal of Geology**, v. 10, n. 3, p. 177- 185, 1980.
29. SOUZA SANTOS, P. **Tecnologia de argilas, aplicada às argilas brasileiras**. (vol. 1 e 2). São Paulo: Edgard Blucher e Universidade de São Paulo, 802 p., 1975.
30. SUGUIO, K.; FULFARO, V. J.; AMARAL, G.; GUIDORZI, L. A. Comportamentos estratigráfico e estrutural da Formação Bauru nas Regiões Administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 1, 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977, n. 2, p. 231 - 247.

*Manuscrito recebido em: 06 de Abril de 2015
Revisado e Aceito em: 13 de Julho de 2015*