

RITMITOS DE ITU: PETROGRAFIA E CONSIDERAÇÕES PALEODEPOSICIONAIS

Maria Rita CAETANO-CHANG ¹ & Silvia Maria FERREIRA ²

- (1) Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Avenida 24-A, 1515. Bela Vista. CEP 13506-900. Rio Claro, SP. Endereço eletrônico: mrchang@rc.unesp.br.
(2) Hidroplan S/C Ltda. Avenida São Camilo, 476. CEP 06709-150. Cotia, SP. Endereço eletrônico: silvia@hidroplan.com.br.

Introdução
“Varvitos” de Itu
Materiais e Métodos
Características Gerais dos Ritmitos Estudados
Descrição Petrográfica
Ritmitos de Itu
Ritmitos de Rafard
Discussão dos Resultados e Conclusões
Referências Bibliográficas

RESUMO – Amostras de ritmo da Pedreira e do Parque de Varvito de Itu (SP) e de poço de Rafard (SP) foram analisadas ao microscópio óptico para descrição das características petrográficas de suas lâminas claras (siltito) e escuras (folhelho). As camadas ou lâminas claras são essencialmente siltíticas, ocorrendo em geral apenas traços de areia; a composição é essencialmente quartzosa, com traços de feldspato e escassas micas; cimentação por sílica ou calcita ocorre em proporções variáveis, sendo a primeira mais intensa nos ritmitos de Itu; laminações plano-paralelas constituem as estruturas mais comuns; bioturbações e grãos caídos são frequentes; contatos entre lâminas de siltito e entre lâminas de siltito e folhelho são em geral não-erosivos e abruptos. A partir deste estudo e das descrições desses ritmitos, foi possível clarificar várias questões relativas à composição destas rochas, como a composição dos estratos claros que são constituídos por siltito, com a fração areia ocorrendo apenas subordinadamente, na forma de grãos caídos, e a inadequação do uso da designação varvito para grande parte dos ritmitos de Itu, bem como reforçar sua origem proglacial lacustre, com congelamento esporádico da superfície do lago e apenas eventual contato direto com geleiras.

Palavras-chave: Sedimentação lacustre proglacial, ritmitos do Subgrupo Itararé, varvitos.

ABSTRACT – *M.R. Caetano-Chang & S.M. Ferreira – Itu rhythmites: petrography and paleo-depositional considerations.* Rhythmite samples from Varvite Quarry and Park of Itu (SP), and well cores from Rafard (SP), were analyzed by optical microscopy to describe the petrographic characteristics of their light-colored (siltstone) and dark-colored (shale) laminae. The light-colored ones are essentially siltstones, commonly with traces of sands; the mineralogical composition is mainly quartz, with traces of feldspar and scarce mica; quartz or calcite cementation occurs in variable intensity, the first one being more intense in the Itu rhythmites; parallel laminations, internally normal graded or massive are the most common sedimentary structures in these rocks; bioturbations and dropstones are commonly observed in Itu rhythmites; contacts between siltstone laminae, and siltstone beds and shale laminae are commonly non-erosive and sharp. Considering this study and the macroscopic description of these rhythmites it was possible to clarify many questions about their composition, as the grain-size of the light-colored beds composed by silt with subordinate dropped sand, and the inappropriate use of the term varvite to the most of the Itu rhythmites. It was also important to reinforce their proglacial lacustrine origin, with random freezing of lacustrine surface water, and only sporadic ice-contact.

Keywords: Proglacial lacustrine sedimentation, Subgroup Itararé rhythmites, varvites.

INTRODUÇÃO

Ritmitos do Subgrupo Itararé, particularmente da região de Itu (SP), têm sido alvo de muitos estudos, em grande parte preocupados com sua origem, se ligados à atividade glacial direta ou indireta, se marinhos ou lacustres, se a deposição dos ritmos é anual etc. No entanto, devido à complexidade do registro sedimentar do Subgrupo Itararé na região, ditada não somente pelas peculiaridades do ambiente glacial, mas também pela irregularidade do substrato cristalino e pela atividade tectônica pós-deposicional, as mencionadas questões permanecem não inteiramente respondidas.

A quase totalidade dos artigos científicos sobre ritmitos do Subgrupo Itararé prende-se a descrições macroscópicas em afloramentos e poços, sendo rara na literatura sua caracterização microscópica (Ferreira, 1997). O estudo petrográfico dos ritmitos de Itu, ora apresentado, teve por objetivo não somente uma melhor caracterização textural e mineralógica dessas rochas pouco conhecidas em termos petrográficos, mas também o entendimento dos processos sedimentares atuantes em sua deposição. Tais objetivos foram atingidos graças à associação de dados petrográficos

e de perfis descritos na Pedreira de Varvito, do atual Parque do Varvito de Itu (SP) e de testemunhos de poço de Rafard (SP).

Os ritmitos de Itu, localizados no sudeste do

Estado de São Paulo (Figura 1), são frequentemente posicionados na base do Subgrupo Itararé e têm datações ainda controversas, prevalecendo idades do Carbonífero Superior.

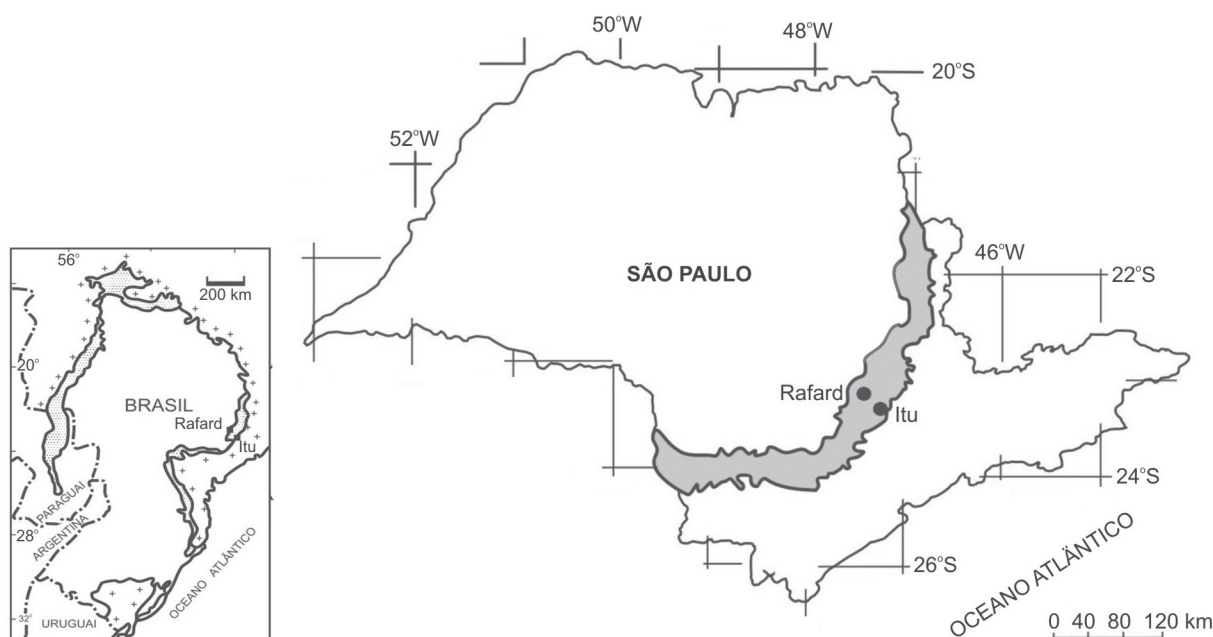


FIGURA 1. Localidades de coleta dos ritmitos estudados.

“VARVITOS” DE ITU

O termo varvito, bem como ritmito várvido, tem sido aplicado a uma variedade de sedimentos laminados e/ou estratificados plano-paralelamente, encontrados no Subgrupo Itararé. Consistem de uma repetição regular de pares de estratos de cor clara e lâmina escura, geralmente compostas por arenito/siltito e folhelho, respectivamente.

As primeiras referências aos ritmitos de Itu, qualificando-os como uma “linda exposição de varvitos”, devem-se a Leonardos (1938).

Para Mendes (1944), a sazonalidade encontrada nesses ritmitos seria interpretada com base na influência glacial no processo de sedimentação, onde no verão as águas de degelo, com densidade superior, abasteceriam o lago fluindo rente ao fundo, sob forma de correntes de turbidez de baixa densidade. Esta corrente transportaria e depositaria a fração mais grossa, enquanto as partículas argilosas seriam depositadas por decantação, durante o inverno, quando a superfície do lago congelasse.

A partir da década de 60, alguns autores passaram a admitir a possibilidade de mares costeiros, em contato direto com as geleiras, como sítio de deposição para esses ritmitos. Contudo, para a maioria dos autores (Almeida, 1948; Amaral, 1965; Rocha-Campos, 1967; Rocha-Campos et al., 1969; Mezzalana, 1969) a parte

basal do Subgrupo Itararé, aflorando na borda oriental do Estado de São Paulo, mostra evidências de ter sido depositada em condições não-marinhas, em grande parte subaéreas, lacustres para o caso dos ritmitos, ocorrendo associadas a rochas *moutonnées* estriadas e polidas pelo empuxo do gelo, pavimentos estriados, tilitos e *eskers*.

Rocha-Campos & Sundaram (1981) e Rocha-Campos et al. (1981) argumentaram, com base em estudos palinológicos e paleomagnéticos, que os ritmitos de Itu constituem varvitos verdadeiros, consistindo de uma repetição regular de pares de estratos (>1 cm) ou lâminas (<1 cm) de cores clara e escura, respectivamente compostas por arenito fino-muito fino/siltito e folhelho, este último comumente mais delgado (com 1 a 2 mm de espessura), em que as camadas claras corresponderiam aos verões e as escuras aos invernos. Estes autores avaliam ainda que as feições sedimentares texturais e estruturais dos ritmitos de Itu são análogas àquelas dos varves do Recente e do Pleistoceno, situados no Canadá, Alaska e Massachusetts-Connecticut (EUA), interpretados por diversos autores como depositados em lagos por processos de *underflow* e de decantação alternados.

Petri (1985) admitiu que o “Lago de Itu” se desenvolveu primeiramente em áreas mais afastadas da borda e avançou gradativamente, para leste.

Segundo o autor, o lago, após a fase de seu maior desenvolvimento, teria sido bruscamente assoreado pela chegada de diamictitos e litologias associadas, como resposta a condições glaciais mais severas, com o avanço de geleiras.

Ferreira (1997), estudando minuciosamente os ritmitos do Parque do Varvito de Itu, identificou-os com os do Grupo III de Ashley (1975), tendo em vista as principais características destas rochas como: espessuras das rochas em separado (siltito e folhelho) e dos ritmos siltito/folhelho; contatos entre litotipos e entre ritmos; estruturas dos siltitos (lâminas microgradadas, laminações plano-paralelas e cruzadas cavalgantes) etc. Contudo, notou que a presença de clastos caídos e feições de icnofósseis, comuns em Itu, não foram mencionadas por aquele autor. Concluiu que os ritmitos foram depositados em fundo de lago proglacial, predominantemente do tipo *non-ice-contact*, alimentado por águas de degelo responsáveis pela formação de leques subaquáticos.

Setti (1998), estudando as fácies e os ambientes sedimentares de rochas do Subgrupo Itararé aflorantes na região de Itu, descreveu uma associação de fácies de “ritmitos regulares”, bem representados na Pedreira de Itu. Segundo a autora, feições sedimentares observadas e dados de literatura sobre as características

texturais, paleontológicas e paleomagnéticas desses ritmitos são condizentes com deposição em condições de água doce e sob controle sazonal. Segundo Setti & Rocha-Campos (1999), os varvitos de Itu foram depositados em ambiente dominado por correntes densas de fundo ou correntes de turbidez, associadas com correntes intermediárias ou superficiais subsidiárias, produzidas por água de degelo durante períodos de verão. Esses estratos seriam recobertos por lâminas argilosas, depositadas a partir de suspensão, quando o corpo de água tinha sua superfície congelada durante o inverno.

Salveti (2005) estudou os sistemas deposicionais e a paleogeografia do Subgrupo Itararé na região de Itu e Indaiatuba (SP). Com base na análise de fácies e suas associações, a autora identificou oito unidades faciológicas, dentre as quais a fácies “folhelho rítmico”, que relacionou aos ritmitos de Itu; considerou que a área seria topograficamente irregular, intensamente escavada por sucessivos avanços de geleiras, em clássica interpretação anteriormente aventada por diversos autores (Santos; 1979; Caetano, 1984; Caetano-Chang & Landim, 1987, dentre outros); com o recuo do gelo, o mar avançaria rapidamente sobre as regiões deprimidas, formando um grande corpo de água marinha, onde, em áreas protegidas das correntes litorâneas e da ação de ondas mais intensas, os “folhelhos rítmicos” seriam depositados.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas amostras coletadas na Pedreira de Varvito de Itu e no atual Parque do Varvito e em testemunhos de poço perfurado pelo Instituto Geológico (IG/SMA), em Rafard (Figura 1). As amostras de Itu foram coletadas sistematicamente em todo perfil das duas exposições, de forma a obter uma boa representatividade dos pares rítmicos em termos de texturas, diferentes estruturas e espessuras, tendo sido devidamente catalogadas com indicação de topo e base. As amostras de Rafard restringiram-se ao intervalo rítmico (65,0 a 80,2 m de profundidade), e sua coleta buscou representar todas diferentes feições notadas macroscopicamente.

Foram analisadas 111 lâminas delgadas das amostras coletadas nestas localidades, 83 delas oriundas da Pedreira e do Parque do Varvito de Itu. Amostras pouco ou não-cimentadas foram impregnadas com resinas colantes, utilizando-se técnica de Cesero et al. (1989), para confecção das lâminas delgadas. A análise petrográfica ao microscópio óptico teve-se à compo-

sição textural e mineralógica dos grãos e cimento, às características dos contatos litológicos e de microestruturas sedimentares, à presença de bioturbações e à ocorrência de intraclastos e *till clots* (pequenos agregados de sedimentos oriundos do derretimento de gelos flutuantes). A classificação e a respectiva porcentagem utilizada para quantificação da composição mineral e da granulometria foram modificadas de Evans et al. (1933) e Wu (1989).

Com vista à determinação dos argilo-minerais presentes nos ritmitos de Itu, foram analisadas 6 amostras de folhelhos retiradas destas rochas. Estas amostras foram desagregadas e submetidas a processo de fracionamento granulométrico para descarte da fração superior a 2 μ m. As lâminas, confeccionadas pela técnica de esfregaço, foram preparadas de três formas diferentes: *in natura*; glicolada (atmosfera de etilenoglicol, durante 24 h); e aquecida a 550°C (em mufla, durante 5 h).

CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS RITMITOS ESTUDADOS

Na Pedreira de Itu, os ritmitos estudados compõem-se por estratos milimétricos a decimétricos

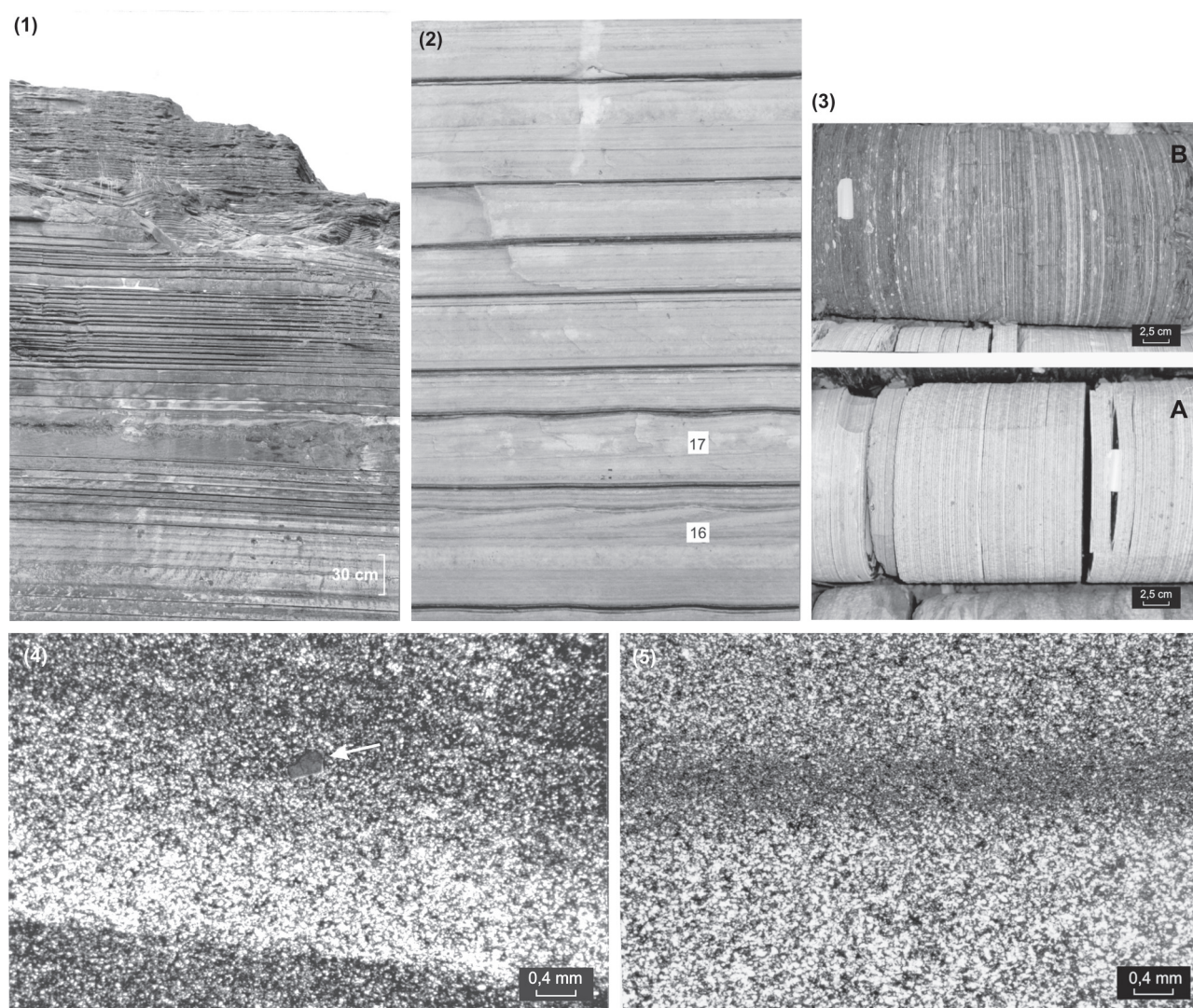
de siltito de cor cinza-clara, alternados com estratos de folhelho cinza-escuro, milimétricos. A espessura dos

pares rítmicos varia de cerca de 50 cm, próximo à base da seção do Parque do Varvito de Itu, até pouco mais de 1 cm na parte superior, revelando padrão geral de adelgaçamento ascendente (*thinning upward*; Prancha 1: Foto 1). Esse adelgaçamento ocorre graças à variação de espessura das camadas claras (siltito), uma vez que as lâminas de folhelho mostram variações de poucos milímetros (Ferreira, 1997). Ciclos menores de adelgaçamento e espessamento ascendentes, por seu turno, compõem o conjunto da antiga pedreira.

Segundo Ferreira (1997), duas fácies distintas ocorrem nos estratos de siltito no Parque do Varvito de Itu: fácies de laminações plano-paralelas e de

laminações cruzadas cavalgantes (Prancha 1: Foto 2). Estas fácies intercalam-se em toda seção estudada, com franca dominância da primeira. As laminações cruzadas cavalgantes presentes pertencem tanto ao tipo A quanto ao B de Jopling & Walker (1968), apresentando termos intermediários entre A e B e entre B e laminações onduladas sinusoidais.

Os ritmitos de Rafard, encontrados no intervalo de 80,2 m a 65,0 m de profundidade, caracterizam-se por lâminas milimétricas plano-paralelas de siltito cinza-claro e folhelho preto, ora com dominância de um, ora de outro litotipo, formando dois conjuntos distintos (Prancha 1: Foto 3).



PRANCHA 1. (1) Vista parcial dos ritmitos do Parque dos Varvitos de Itu, apresentando padrão geral de adelgaçamento ascendente (*thinning upward*) e vários ciclos menores. (2) Ritmitos do Parque do Varvito de Itu, apresentando laminações cruzadas cavalgantes do tipo A (nos dois ritmos inferiores), passando a laminações onduladas acima, recobertas por *drape* de folhelhos. Demais ritmos mostram múltiplas laminações plano-paralelas, microgradadas, em siltitos. (3) Ritmitos do Poço de Rafard. **A:** com predomínio de siltitos. **B:** com predomínio de folhelhos. (4) Grão de quartzo (seta), tamanho areia média, caído em lâmina de siltito (NX; 50x). Parque do Varvito, Itu. (5) Laminação plano-paralela em estratos espessos de siltito. Notar microgradação interna às lâminas (NX; 25x). Parque do Varvito, Itu.

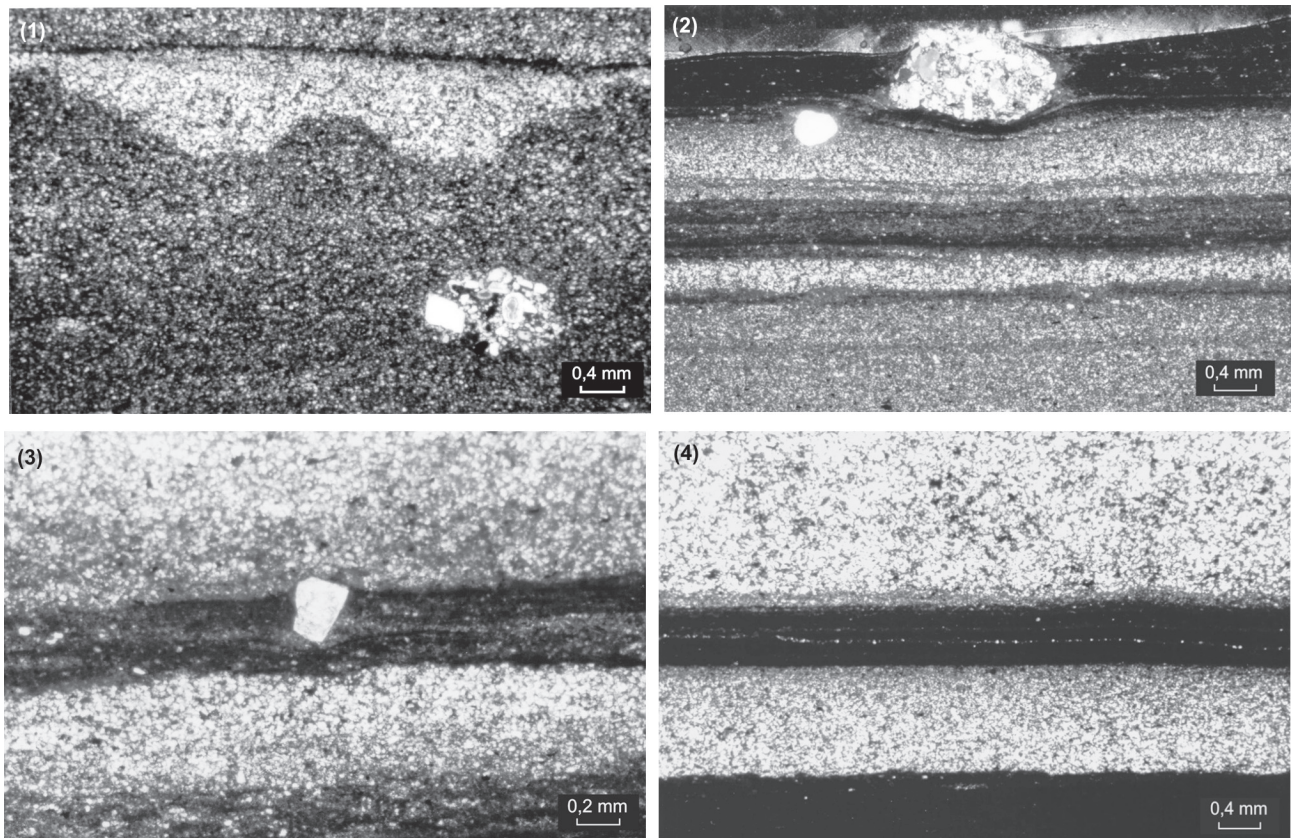
DESCRIÇÃO PETROGRÁFICA

RITMITOS DE ITU

A Tabela 1 apresenta os dados de 42 amostras de ritmo de Itu, separadas dentre as 83 lâminas analisadas ao microscópio óptico, com a composição mineralógica das lâminas de siltito e um resumo das principais características identificadas nos pares rítmicos.

Nas camadas ou lâminas cinza-claras, a granulometria dominante é silte, desde grosso até muito fino; argila ocorre geralmente em quantidades próximas a 10%; areia, quando presente, ocorre apenas como traço, na forma de grãos caídos e esparsos (Prancha 1: Foto 4). Em geral, as camadas de siltito apresentam laminação plano-paralela sutil, de espessura milimétrica, menos comumente centimétrica; são microgradadas, com variação de silte grosso-médio a médio-fino e a fino-muito fino lamítico (Prancha 1: Foto 5). Lamina-

ções cruzadas cavalgantes são relativamente comuns nas camadas mais espessas; nestes casos, a descrição microscópica revela presença de filmes descontínuos e paralelos de argila que evidenciam microlâminas frontais. Passagem deste tipo de laminação, para laminações onduladas com *drapes* de argila, também são observadas, indicando situações de baixa energia do corpo de água, mesmo na deposição dos siltitos mais espessos. Os ritmitos mais delgados exibem lâminas de siltito maciço ou microgradado. Feições de bioturbação são comuns nas lâminas de siltito; fragmentos de rochas (diamictito, quartzito, granito e arenito) e de quartzo, de granulometria variável desde areia fina até muito grossa, ocorrem como clastos caídos e esparsos (Prancha 2: Fotos 1 e 2), bem como *till clots* são comuns em lâminas de siltito.



PRANCHA 2. (1) Feição de bioturbação preenchida por siltes grossos (acima) e fragmento de arenito caído em siltito (abaixo, à direita) (NX; 25x). Pedreira de Itu. (2) Fragmento de arenito (grânulo) e grão de quartzo (areia média) caídos em ritmitos siltito/folhelho, deformando lâminas adjacentes. Notar contato não-erosivo, abrupto, entre lâminas de siltito e folhelho sobreposto (NX; 25x). Parque do Varvito, Itu. (3) Ritmito siltito/folhelho exibindo grão de quartzo tamanho areia fina, com eixo maior verticalizado, deformando lâmina de folhelho (NX; 50x). Parque do Varvito, Itu. (4) Ritmitos siltito/folhelho. Notar: lâmina submilimétrica de silte intercalada ao folhelho; graduação normal na lâmina inferior do siltito; contatos erosivos sutis na parte superior das lâminas de folhelho, com início de levantamento de minúsculas placas (*rip-up clasts*); contato inferior da lâmina central de folhelho não-erosivo e abrupto (NX; 25x). Parque do Varvito, Itu.

TABELA 1. Resultados da análise petrográfica de ritmitos da Pedreira e do Parque do Varvito de Itu. (*Continua ao lado*).

Amostras	Composição mineralógica (%)				Granulometria (%)			Cimento		Contatos litológicos	Espessuras das lâminas	Outras feições	Estruturas sedimentares
	Qz	Fd	Mica	FR	Ar	Si	Ag	Int	Comp				
I-1	st	ma	t	e	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm	bt,tc	pp,gn
	f				t	t	ma			st/f,ne/ab	mm	bt	pp,mç
I-2	st	ma		pc	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,mç
	f				t	t	ma			st/f,ne/ab	mm		pp,mç
I-4	st	ma	t	e	t	ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
I-9	st	ma	t	r	t	ma	pc	i/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm	tc	pp,gn
I-12	st	ma	t	r		ma	c	i/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm (cm)		pp,gn
I-17	st	ma	t	r	t	r	ma	pc	l/p	si/ca	st/st,ne/tr	cm (mm)	pp,mç
I-18	st	ma	t	e	t	ma	t	i	si	st/st,ne/tr	mm		pp,mç
I-25	st	ma	t	e		a	c	p	si	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,gn,
I-29	st	ma		e	t	ma	t	i/l	si/ca	st/st,ne/tr	cm (mm)		pp,gn,mç
I-36	st	ma		r	t	a	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm (cm)	bt	pp,gn
I-40	st	ma	t	r		ma	pc	i/l	si/ca	st/st,ne/tr	mm (cm)		lc,gn
I-41	st	ma		r		ma	r	i	si	st/st,ne/tr	cm		pp,mç
I-45	st	ma		r	t	ma	pc	p	si	st/st,ne/tr	mm		pp,gn
I-47	st	ma		r	t	ma	pc	p	si	st/st,er/ab	mm	bt	pp,gn
I-49	st	ma	t	e	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f				t	t	ma			st/f,ne/ab	mm	tc	pp,mç
I-50	st	ma		r	t	ma	pc	p	si	st/st,ne/tr	mm		pp,mç
	f	ma			t	t	ma			f/st,er/ab	mm		pp,mç
I-60	st	ma	t	e	t	ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	cm		pp,mç
I-61	st	ma		r	t	ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
I-69	st	ma		t	t	ma	pc	p	si	st/st,ne/ab	mm		pp,mç
I-73	st	ma		r	t	ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-76	st	ma	t	r	t	t	ma	e	i/l	si/ca	st/st,ne/tr	mm	pp,mç
I-80	st	ma		pc	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,gn
	f				t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-84	st	ma	t	e		ma		i/l	si/ca	st/st,ne/tr	mm		pp,mç
I-91	st	ma		r	t	ma	pc	p/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,gn
	f					t	ma			st/f,ne/ab	mm		pp,mç
I-97	st	ma	t	r	t	ma	c	i/p	si/ca	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,gn
	f					t	ma			f/st,ne/ab	sm		pp,mç

Amostras	Composição mineralógica (%)				Granulometria (%)			Cimento		Contatos litológicos	Espessuras das lâminas	Outras feições	Estruturas sedimentares
	Qz	Fd	Mica	FR	Ar	Si	Ag	Int	Comp				
I-101	st	ma		pc	r	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm	tc,bt	pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-102	st	ma		e	r	ma	pc	l/p	si/ca	st/st,ne/tr	mm		pp,mç
I-104	st	ma	t	e	r	ma	pc	i/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm	tc	pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-114	st	ma	t	e	r	ma	pc	i/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f						ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-116	st	ma	t	pc	r	ma	pc	i/l	si/ca	st/st,ne/ab	mm	tc,bt	pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	mm(sm)		pp,mç
I-124	st	ma	t	pc	t	ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,mç
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-126	st	ma	t	pc		ma	pc	i/p	si/ca	st/st,ne/ab	mm	tc	pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-142	st	ma	t	pc		ma	pc	i	si	st/st,ne/ab	mm	tc,bt	pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-158	st	ma	t	t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm	bt	pp,gn
	f			t	t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-160	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f		t	t	t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-163	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f			t	t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-167	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,mç
	f					t	ma			f/st,er/ab	mm		pp,mç
I-169	st	ma	t	t	t	ma	t	i	si	st/st,ne/ab	mm	tc	pp,gn
	f			t	t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-173	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-174	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f			t	t	t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-178	st	ma	t	t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/ab	mm		pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç
I-179	st	ma		t	t	ma	c	i	si	st/st,ne/tr	mm		pp,gn
	f					t	ma			f/st,er/ab	sm		pp,mç

Abreviaturas utilizadas: AMOSTRAS – **st** - silito; **f** - folhelho. COMPOSIÇÃO MINERALÓGICA – **Qz** - quartzo; **Fd** - feldspato; **Mi** - mica; **FR** - fragmento de rocha. GRANULOMETRIA – **Ar** - areia; **Si** - silte; **Ag** - argila. CIMENTO – **Int** - intensidade (**i** - intensamente [$>70\%$]; **p** - parcialmente [$30-70\%$]; **l** - levemente [$<30\%$]); **Comp** - composição; **ca** - calcita; **si** - sílico. TIPOS DE CONTATOS – **er** - erosivo; **ne** - não-erosivo; **ab** - abrupto; **tr** - transicional. ESPESSURA DAS LÂMINAS – **sm** - submilimétrica; **mm** - milimétrica; **cm** - centimétrica. OUTRAS FEIÇÕES – **gr** - grão caído; **bt** - bioturbação; **tc** - *till clot*. ESTRUTURAS SEDIMENTARES – **pp** - laminação plano-paralela; **lc** - laminação cruzada cavalgante; **mç** - maciça; **gn** - gradação normal. ABUNDÂNCIA DOS MINERAIS E FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS – **ma** - muito abundante (80-100%); **a** - abundante (60-80%); **mc** - muito comum (40-60%); **c** - comum (20-40%); **pc** - pouco comum (10-20%); **e** - escasso (5-10%); **r** - raro (1-5%); **t** - traço ($<1\%$).

As lâminas escuras dos pares rítmicos são constituídas predominantemente por argila; silte é pouco comum e ocorre em lâminas submilimétricas intercaladas ao folhelho (Prancha 2: Fotos 3 e 4); areias podem ocorrer como traço, na forma de grãos caídos e esparsos (Prancha 1: Foto 2). As lâminas de folhelho, conforme determinado por difratometria de raios X, são formadas essencialmente pelos argilo-minerais clorita e illita (Figura 2). Em todas amostras analisadas ocorre ortoclásio; quartzo foi constatado apenas em uma amostra.

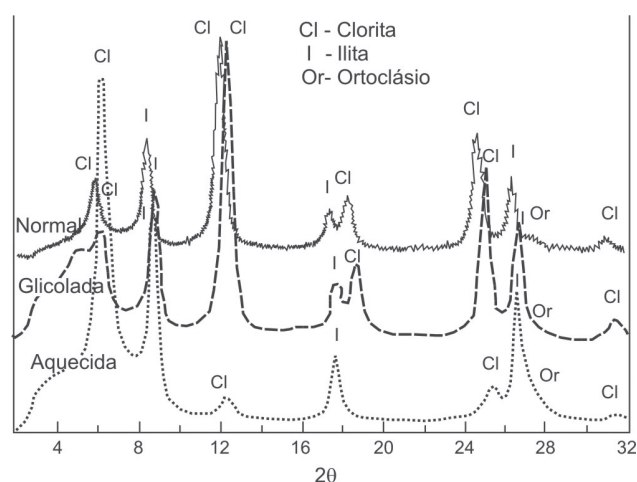


FIGURA 2. Difratograma de raios X obtido da análise de lâminas de folhelho dos ritmitos de Itu.

A composição mineralógica dos ritmitos é pouco variável (Tabela 1). Os siltitos são constituídos por quartzos (muito abundante), micas (raro a escasso) e feldspatos (traço). As micas são, em sua maioria, muscovita, e normalmente ocorrem orientadas e levemente deformadas, acompanhando a laminação plano-paralela; traços de biotita são encontrados em algumas amostras. Os feldspatos constituem geralmente grãos de silte grosso a médio e eventualmente grãos de areia média, caídos. O cimento silicoso é freqüente nos siltitos, geralmente do tipo mosaico. Cimentação por calcita é menos comum, e ocorre na forma de pequenas manchas esparsas ou concentradas em determinados níveis das laminações; por vezes assume a textura poiquilotópica (Prancha 3: Foto 1), preenchendo espaços intergranulares e substituindo grãos de quartzo, ou mesmo preenchendo espaços criados por microfalhas. A cimentação carbonática é geralmente leve, podendo ser localmente intensa. Dentre as feições diagenéticas observadas, destaca-se a compactação, evidenciada principalmente pela presença de contatos retos e subordinadamente côncavo-convexos entre grãos (Prancha 3: Foto 1),

além de grãos de mica levemente deformados. As cimentações silicosas e carbonáticas, neste último caso localmente com substituição de grãos de quartzo, aliadas a processos de dissolução e corrosão, constituem eventos comuns de meso-diagênese nos ritmitos.

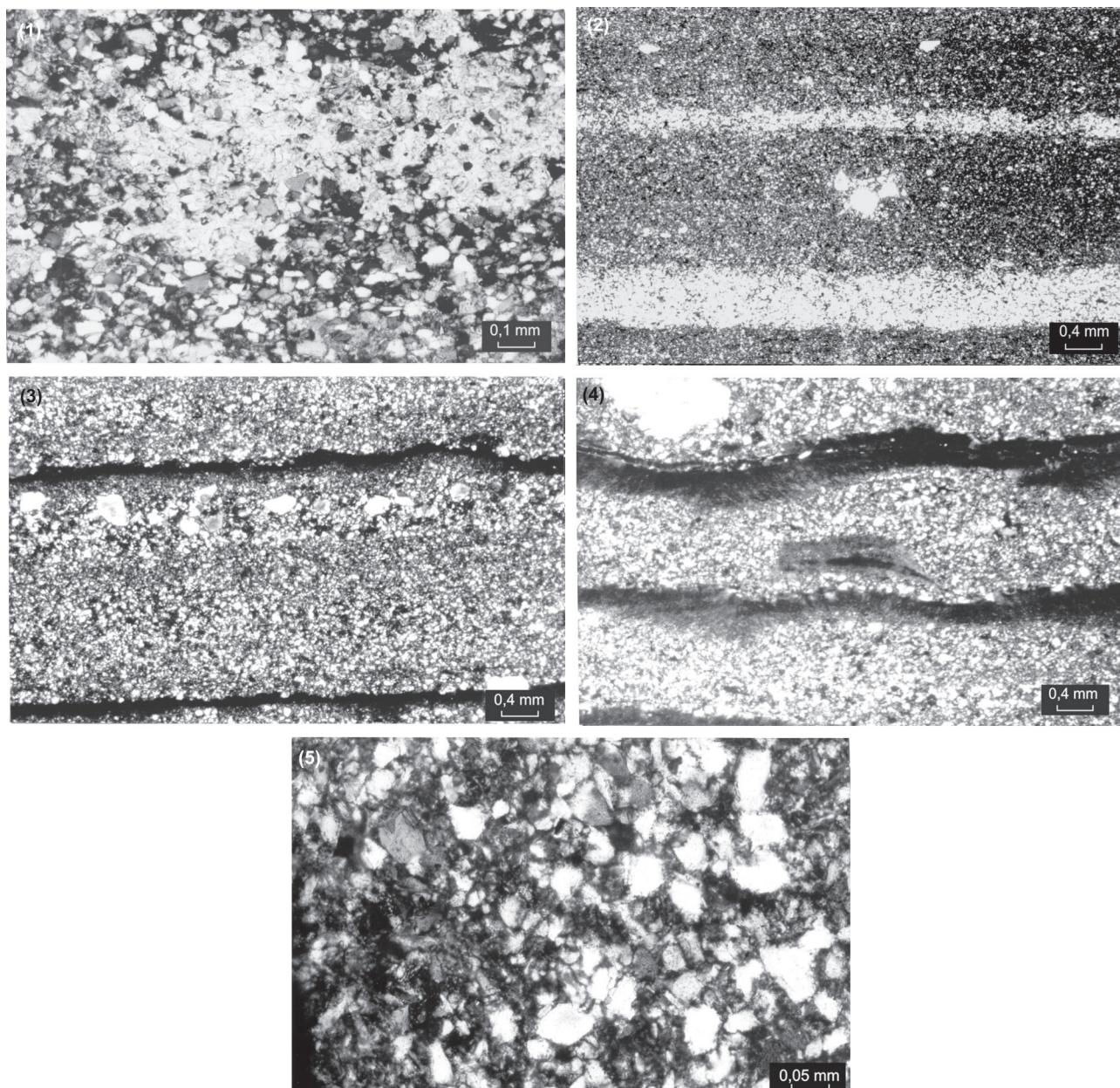
Os contatos entre lâminas de siltito são geralmente não-erosivos e abruptos; contatos erosivos, embora mais raros, são evidenciados por irregularidades no acamamento (Prancha 3: Foto 2). Contatos entre lâminas de folhelho e de siltito sobreposto são em geral marcados por sutil erosão (Prancha 2: Foto 4), mas contatos não-erosivos também são comuns (Prancha 2: Foto 2); as lâminas de folhelho apresentam comumente pequenas irregularidades na superfície de topo, devidas à erosão e/ou perfuração de organismos. Contatos entre lâminas de siltito e de folhelho sobreposto são essencialmente não-erosivos e abruptos.

RITMITOS DE RAFARD

A Tabela 2 apresenta os dados de 19 amostras de ritmito do poço de Rafard, separadas dentre as 28 lâminas analisadas ao microscópio, com a composição mineralógica das lâminas de siltito e um resumo das principais características identificadas nos pares rítmicos.

Como já mencionado anteriormente, as amostras do poço de Rafard constituem ritmitos (siltito/ argilito) delgados, plano-paralelos, que se separam em dois grupos: um em que os siltitos são dominantes e outro em que siltitos e folhelhos ocorrem em proporções similares, com leve predominância de folhelhos.

No primeiro caso, as lâminas de siltito são compostas por siltes grossos a finos; a argila é comum a pouco comum; a areia varia de escassa a pouco comum, na forma de grãos caídos, esparsos ou mesmo compondo delgadas lâminas associadas ao silte grosso (Prancha 3: Fotos 3 e 4). A estrutura mais comum nestes siltitos é a maciça, podendo ocorrer gradação normal de silte grosso-médio a médio-fino (Prancha 3: Foto 3) e raras laminações onduladas. As lâminas de siltito são constituídas essencialmente por quartzo (muito abundante), feldspato (traço a raro) e mica (traço a escasso). As micas são principalmente muscovitas que se encontram orientadas paralelamente à laminação dos ritmitos; o feldspato aparece como silte grosso a médio. Clastos de lamito e grãos de quartzo (areia fina a grossa) ocorrem esparsos, como fragmentos caídos; intraclastos de folhelho ocorrem esparsos (Prancha 3: Foto 4). Em geral, os siltitos exibem leve cimentação de sílica; cimentação por calcita, parcial ou leve, também ocorre, muitas vezes substituindo grãos de quartzo. As feições diagenéticas encontradas nesses ritmitos são semelhantes às descritas para as amostras de Itu, com contatos retos e subordinadamente



PRANCHA 3. (1) Cimentação carbonática em siltito grosso, preenchendo espaços intergranulares e substituindo grãos de quartzo (NX; 100x). Pedreira de Itu. (2) Lâminas plano-paralelas de siltitos (grosso-fino) com contatos erosivos (notar tênues irregularidades na base); *till clot* no centro (NX; 25x). Parque do Varvito, Itu. (3) Ritmito de Rafard mostrando contatos não-erosivos entre siltitos e folhelhos. A porção central mostra duas lâminas de siltito com gradação normal; a lâmina superior contém areias médias de quartzo alinhadas, associadas a silte grosso (NX; 25x). (4) Ritmito de Rafard, levemente ondulado, exibindo grão de quartzo caído (areia muito grossa, lado esquerdo superior) e intraclasto de folhelho (centro). Notar contato erosivo no topo das lâminas (NX; 25x). (5) Cimento de sílica recristalizada em siltito de Rafard. Contatos entre grãos variam de retos, côncavo-convexos a suturados (NX; 200x).

côncavo-convexos e suturados entre grãos (Prancha 3: Foto 5).

As lâminas de folhelho apresentam espessura submilimétrica (filmes de argila) a milimétrica (Prancha 3: Fotos 3 e 4); são paralelas ou levemente onduladas, contínuas e eventualmente descontínuas. Contatos entre lâminas de siltito e folhelho em geral são não-erosivos (Prancha 3: Foto 3) e abruptos; contatos erosivos podem

ocorrer no topo de lâminas de folhelho (Prancha 3: Foto 4).

No segundo grupo de ritmitos, em que folhelhos ocorrem em maior abundância, as lâminas de siltito são milimétricas a submilimétricas, o conteúdo em argila é pouco comum, e raras areias finas a médias ocorrem como grãos caídos e esparsos. As lâminas de siltito apresentam estrutura maciça ou gradacional, variando

TABELA 2. Resultados da análise petrográfica de lâminas de siltito dos ritmitos do Poço de Rafard.

Amostras	Composição mineralógica (%)				Granulometria (%)			Cimento		Contatos litológicos	Espessuras das lâminas	Outras feições	Estruturas sedimentares
	Qz	Fd	Mica	FR	Ar	Si	Ag	Int	Cmp				
R-2	ma	e	r		pc	a	c	l/p	si/ca	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-3	a	r	r	r	pc	a	c	p	si	f/st,ne/ab	mm (sm)	intraclastos	pp,mç
R-4	a	r	r	t	pc	a	c	p	si	f/st,ne/ab	mm (sm)	intraclastos	pp,mç
R-5	a	r	r	t	pc	a	c	l	si	f/st,ne/ab	mm (sm)	intraclastos	pp,mç
R-6	mc	t	t	t	e	a	c	l	si	f/st,er/ab	mm (sm)		pp,mç
R-7	a	t	r		e	a	pc	p/l	si/ca	f/st,ne/ab	mm (sm)		pp,gn
R-8	ma	t	e	t	r	ma	pc	l/p	si/ca	st/st,ne/ab	cm (sm)	intraclastos	pp,gn
R-9	ma	t	r		r	a	c	l/p	si/ca	f/st,ne/ab	mm		pp,mç
R-11	ma	r	r	t	e	a	c	l	si	f/st,ne/ab	mm (sm)		pp,gn
R-12	ma	t	r		c	mc	c	l	si/ca	f/st,ne/ab	mm		pp,gn,mç
R-13	ma	t	r		e	a	c	p	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-15	ma	t	r		pc	a	c	p	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-16	ma	t	r		pc	a	c	l	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-17	ma	t	r		pc	a	c	l	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-20	ma	t	e		e	ma	pc	l	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-21	ma	t	r		e	ma	pc	l	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-24	ma	r	pc		r	a	c	p	si	f/st,ne/ab	mm		pp,gn
R-25	ma	r	e	r	pc	a	c	l	si/ca	f/st,ne/ab	mm	intraclastos	pp,gn
R-26	ma	r	e	r	e	a	c	l	si	f/st,ne/ab	mm	intraclastos	pp,gn

Abreviaturas usadas: Ver Tabela 1.

de silte médio-fino a silte muito fino. Mineralogicamente são constituídas por quartzo (muito abundante), feldspato (traço a raro) e mica (rara a escassa). As lâminas de folhelho são geralmente milimétricas,

podendo conter siltes alinhados (lâminas submilimétricas), praticamente imperceptíveis a olho nu. Os contatos entre lâminas de siltito e de folhelho repetem as situações descritas para o conjunto anterior.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

As características petrográficas gerais – composição mineralógica, textura, cimentação e feições diagenéticas – são muito próximas para os dois conjuntos de ritmitos estudados. Da mesma forma, os contatos entre os litotipos siltito/folhelho e a presença de grânulos e areias caídas ocorrem de forma similar. Quanto à espessura dos estratos, no entanto, os ritmitos de Rafard são muito mais delgados, e apresentam laminação plano-paralela como estrutura amplamente dominante. Os ritmitos de Itu, por sua vez, são em geral espessos, em grande parte decimétricos, apresentando laminações plano-paralelas e cruzadas cavalgantes como estruturas principais; as lâminas plano-paralelas de siltito mostram estrutura maciça ou gradacional. A Tabela 3 compila as principais feições observadas nestes ritmitos.

A presença freqüente de bioturbações e *till clots*, bem como de laminações cruzadas cavalgantes, só foi constatada nos ritmitos de Itu. Também nestes ritmitos, a variação de espessura é marcante, de forma que nos ritmos mais espessos os estratos de siltito apresentam espessuras centimétricas a decimétricas, com lamina-

ções plano-paralelas ou cruzadas cavalgantes. Estes estratos reúnem diversas lâminas (milimétricas a centimétricas), maciças ou com gradação normal, compondo as mencionadas laminações plano-paralelas. Estas laminações plano-paralelas, juntamente com as laminações cruzadas cavalgantes e ondulações sinuoidais ocorrentes nos estratos de siltito dos ritmitos de Itu, a associação entre essas estruturas e os litotipos desses ritmitos denotam deposição a partir de correntes subaquáticas de baixa densidade, em condições de baixa energia. Os contatos entre lâminas de siltito e entre lâmina de folhelho sotoposta à lâmina de siltito corroboram esta interpretação, uma vez que são em grande parte não-erosivos, porém abruptos; os contatos erosivos, por sua vez, evidenciam processo tênue de desgaste erosivo.

Em termos granulométricos, as camadas e/ou lâminas claras dos ritmitos de Itu são essencialmente compostas por siltito grosso a fino, com presença subordinada de areias, em geral como grãos caídos e esparsos. Esta constatação contraria diversas descrições, encontradas na literatura, sobre a composição

TABELA 3. Súmula das descrições petrográficas dos ritmitos de Itu e Rafard.

Local	Composição mineralógica	Granulometria	Cimento	Contato siltito / siltito	Contato siltito / folhelho	Contato folhelho/ siltito	Outras feições	Estruturas sedimentares
Itu	Qz 80-100% Micas <10% Fd traço FR traço	s 80-100% ag 10-20% ar traço	si >70% ca <30%	não-erosivos, abruptos	não-erosivos, abruptos	erosivos, abruptos	bioturbações, till clots frequentes	pp, mç/gn; lc
Rafard	Qz 80-100% Mica <5% Fd traço FR traço	s 60-80% ag 20-40% ar 10-20%	si <30% ca 30-70%	não-erosivos, abruptos	não-erosivos, abruptos	erosivos, abruptos	bioturbações, intraclastos raros	pp, mç/gn

Abreviaturas usadas: Ver Tabela 1.

de arenito de muitas dessas lâminas claras. Provavelmente, a intensa cimentação dessas rochas induz a erros na análise textural macroscópica. Assim, o adelgaçamento ascendente geral verificado no campo não é acompanhado de granodecrescência ascendente, como também mencionado na literatura. Além disso, a utilização de terminologia incorreta para as estruturas sedimentares, comum na literatura sobre os ritmitos de Itu, tem gerado denominações inadequadas para as feições sedimentares neles encontradas.

Os ritmitos de Itu assemelham-se a *bottom sets* lacustres proglaciais descritos por Ashley (1975) e Brodzikowski & Van Loon (1991). Neste contexto, esses ritmitos compõem porções relativamente distais de leques subaquáticos (Figura 3), onde dominam correntes de subfluxo (*underflow*) – em períodos de maior degelo –, e decantação – durante períodos de inverno. A maior espessura de grande parte dos siltitos nos ritmitos de Itu, compondo camadas com organização múltipla, repetitiva, de lâminas maciças ou gradadas, constitui feição marcante nestas rochas. Esses siltitos chegam a apresentar, em uma única camada centimétrica ou decimétrica, algumas lâminas a dezenas de lâminas maciças ou gradadas (silte grosso a fino), plano-paralelas, sinusoidais ou cruzadas cavalgantes. Como resultado da deposição a partir de fluxos de densidade, podem formar-se várias dessas lâminas num mesmo ano, a depender principalmente do suprimento de sedimentos durante o verão, das condições hidrodinâmicas do lago e da posição no leque de deposição subaquática. A situação verificada na maior parte desses ritmitos mais espessos evidencia que as lâminas de folhelho formam-se esporadicamente, quando de invernos mais rigorosos ou quando da aproximação de geleiras, em intervalos de tempo variáveis, não-anuais, recobrimdo as camadas de siltito. A definição de varves dada por De Geer (1912)

pressupõe a anualidade na deposição dos ritmos silte/argila (siltito/folhelho). Portanto, o uso da denominação varvitos não pode ser aplicada à maior parte dos ritmitos encontrados na Pedreira e no Parque de Itu, até porque a taxa deposicional de uma camada de siltitos decimétrica seria extremamente elevada, impraticável para o intervalo de um único ano. Assim, as diferentes lâminas (maciças ou microgradadas) que compõem os estratos de siltito espesso constituem, em separado, resultado da deposição por fluxos de baixa densidade (*underflows*), em porções relativamente profundas do corpo de água receptor e em condições de baixa energia. Desta forma, a utilização da designação varvitos para todo conjunto desses ritmitos, em artigos científicos, deve ser abandonada, da mesma forma que ritmitos várvidos, até mesmo pela redundância do termo. Por sua vez, designações como “folhelhos rítmicos” são totalmente despropositadas, pois de forma alguma traduzem a composição desses ritmitos.

A situação de adelgaçamento ascendente, verificada no perfil amostrado, reflete o afastamento progressivo da fonte de suprimento e o relativo aprofundamento da lâmina de água. Ciclos menores de adelgaçamento e espessamento ascendentes constituem eventos subordinados, relacionados à intermitência do clima glacial dominante. Assim, as camadas mais espessas de siltitos formam-se em períodos longos de clima mais ameno, em que a superfície do corpo aquático não congelaria nos invernos. Esta situação é esperada em área proglacial, em que a geleira, afastada do corpo lacustre ou marinho raso, esporadicamente avança até alcançá-lo.

As variações de estruturas sedimentares, de laminações paralelas a cruzadas cavalgantes, estas últimas só encontradas nas camadas mais espessas de siltito, refletem variações de energia de corrente. Em geral, os ritmitos mais delgados, em que se registram

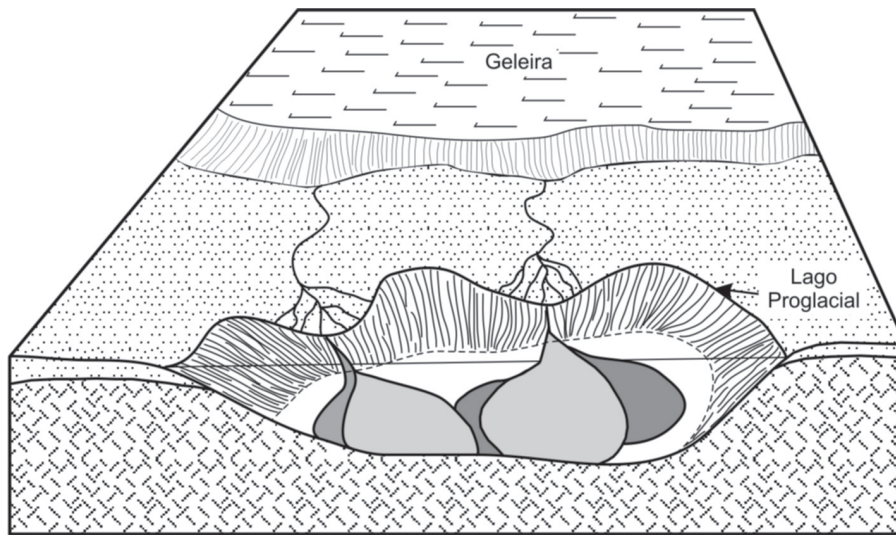


FIGURA 3. Representação esquemática da fisiografia de lago proglacial, com deposição de leques subaquáticos supridos por correntes de *underflow*.

unicamente laminações paralelas, estão relacionados às porções mais distais do leque. Também a hidrodinâmica das delicadas laminações paralelas e cruzadas cavalgantes e os contatos encontrados entre os litotipos, nos estratos mais espessos de siltito, coadunam-se somente a condições de baixa energia. Além das variações longitudinais, responsáveis pela distribuição de fácies (diferentes estruturas e espessuras), as camadas tendem a ser mais espessas na porção mais central ou proximal do leque subaquático. Ainda, enquanto ocorrem correntes de degelo (*underflows*) na porção ativa do(s) leque(s), as porções abandonadas (laterais) são dominadas por processos de decantação, no mesmo período (Figura 4).

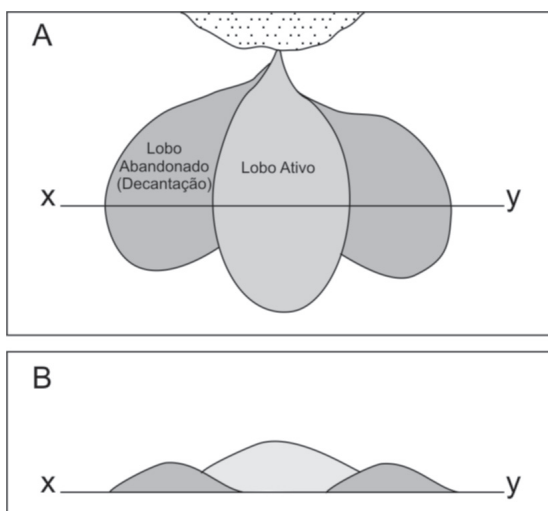


FIGURA 4. Representação esquemática da distribuição de lobos ativos e abandonados em leques subaquáticos, com indicação do tipo de deposição dominante.
A: em planta. B: em seção transversal ao fluxo.

As lâminas de folhelho cinza-escuro, por sua vez, correspondem a eventos deposicionais que não apresentam periodicidade regular, ocorrendo quando o corpo d'água, provavelmente lacustre, tem sua superfície totalmente congelada no inverno, graças a fenômenos essencialmente climáticos. Nos ritmitos de Itu, como mencionado anteriormente, este evento de congelamento é esporádico, particularmente nos intervalos de siltitos espessos. Para tanto, é provável que o congelamento ocorresse graças à aproximação de geleiras às margens do corpo aquático. A ocorrência de blocos erráticos maiores (decimétricos) em meio aos ritmitos, como mencionados na literatura, exige a presença de geleira às margens do lago, com partição e formação de *icebergs* em períodos de degelo. Esta situação é, no entanto, rara nos ritmitos de Itu, predominando materiais de tamanho areia (minerais variados, fragmentos de rocha, *till clots*) esparsos, que podem ser o resultado de deposição a partir de gelos flutuantes sazonais fragmentados, oriundos das margens congeladas de um lago proglacial, sem contato direto com geleiras. Mesmo em períodos de congelamento de toda superfície do lago, durante invernos rigorosos, a ocorrência de lâminas submilimétricas de siltes, entremeadas aos folhelhos e acompanhando sua laminação (Prancha 2: Foto 4), parecem refletir momentos episódicos de amenização climática durante a estação.

Em síntese, apenas os ritmitos mais delgados de Itu, encontrados no topo dos perfis amostrados, adequam-se à concepção de anualidade para formação dos pares de verão /inverno e assemelham-se aos clássicos varvitos descritos em rochas glaciais pleistocênicas do Hemisfério Norte.

Os ritmitos de Rafard, por seu turno, aqueles em que folhelhos ocorrem com alguma predominância,

correspondem a verdadeiros varvitos glácio-lacustres, na acepção de Hsü (1989). Como bem expõe este autor, verdadeiros varvitos ocorrem apenas em lagos que têm sua superfície anualmente congelada no inverno e degelada nas estações primavera-verão; esses depósitos, formados nas porções mais profundas desses corpos de água, constituem delgados ritmos de silte/ argila, ambos depositados a partir de suspensão em águas calmas. Tal situação pode ocorrer tanto em lagos do subambiente terminoglacial (*ice-contact lakes*), lagos subglaciais, ou mesmo em lagos proglaciais em clima de frio rigoroso.

Finalmente, embora informações petrográficas dos ritmitos estudados não possibilitem, por si só, aventar interpretações sobre o contexto ambiental maior em que estão embutidos, permitem, no entanto, algum suporte a favor ou contra interpretações vigentes. A situação ambiental dos ritmitos de Itu, se depositados em fundos de lagos ou em corpo de água marinho, merece algumas considerações. Interpretações que levam em conta a faciologia do Subgrupo Itararé, nas circunvizinhanças de Itu, não têm atentado devidamente para a caracterização tectônica e estrutural da área, nitidamente esculpada pela ação glacial, mas também

pela atividade tectônica anterior e principalmente posterior à deposição desses sedimentos. Além disso, algumas associações de fácies, descritas como típicas de proglacial marinho raso, podem ser encontradas em ambiente proglacial continental, onde a ocorrência de fluxos de massa é fenômeno dos mais corriqueiros. Também a carência de dados fossilíferos nos ritmitos e rochas adjacentes, decisivos à interpretação ambiental, é outro fator dificultador até o momento. Por sua vez, a nítida separação das lâminas de folhelho, indicando a não-floculação das argilas em suspensão, só poderia ocorrer em águas lacustres ou marinhas costeiras sob forte influência de afluxo de águas doces oriundas de degelo, protegidas da ação de correntes litorâneas e de processos comuns em ambiente marinho raso (ondas, tempestades). Esta última situação, embora possível, encontra dificuldade de sustentação graças à instabilidade de suas condições ambientais, de forma que não seria previsível para longos períodos, como o necessário para a deposição dos ritmitos aqui estudados.

Estas considerações não inviabilizam, entretanto, a presença marinha adjacente, em constante interação com a sedimentação glácio-continental próxima à costa, que deixou marcante registro sedimentar na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, F.F.M. DE. A "roche moutonnée" de Salto, Estado de São Paulo. São Paulo, **Geologia e Metalurgia**, v. 5, p. 112-118, 1948.
2. AMARAL, S.E. Nova ocorrência de "roche moutonnée" em Salto, Estado de São Paulo. São Paulo: **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 14, n. 1/2, p. 71-82, 1965.
3. ASHLEY, G.M. Rhythmic sedimentation in glacial Lake Hitchcock, Massachusetts-Connecticut. In: JOPLING, A.V. & MCDONALD, B.C. (Eds.), **Glaciofluvial and Glaciolacustrine Sedimentation**. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication, n. 23, p. 304-320, 1975.
4. BRODZIKOWSKI, K. & VAN LOON, A.J. **Glacigenic Sediments**. Elsevier, 674 p., 1991.
5. CAETANO, M.R. **Análise ambiental e estratigráfica do Subgrupo Itararé (PC) no Sudoeste do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1984. 310 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
6. CAETANO-CHANG, M.R. & LANDIM, P.M.B. Evolução ambiental da sedimentação do Subgrupo Itararé na área de Itararé-Itaporanga (SP). In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, 1987, Rio Claro. **Atas...** Rio Claro: Sociedade Brasileira de Geologia/Núcleo de São Paulo, 1987, v. 1, p. 330-354.
7. CESERO, P.; MAURO, L.M.; ROS, L.F. Técnicas de preparação de lâminas petrográficas e de moldes de poros na PETROBRAS. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, v. 3, n. 1/2, p. 105-116, 1989.
8. DE GEER, G. A geochronology of the last 22.000 years. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DE GÉOLOGIE, 11, 1912, Stockolm. **Comptes Rendus...** Stockolm, 1912, p. 24-258.
9. EVANS, P.; HAYMAN, R.J.; MAJEED, M.A. The graphical representation of heavy mineral analysis. In: WORLD PETROLOGY CONGRESS, 1933, London. **Abstracts...** London, 1933, v. 1, p.251-256.
10. FERREIRA, S.M. **Ritmitos várvidos do Subgrupo Itararé – o exemplo da Pedreira de Varvitos de Itu**. Rio Claro, 1997. 159 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
11. HSÜ, K.J. **Physical Principles in Sedimentology**. A readable textbook for beginners and experts. Springer-Verlag, 233 p. 1989.
12. JOPLING, A.V. & WALKER, R.G. Morphology and origin of ripple-drift cross-lamination, with examples from the Pleistocene of Massachusetts. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 38, n. 4, p. 971-984, 1968.
13. LEONARDOS, O.H. Varvitos de Itu. São Paulo, **Mineração e Metalurgia**, v. 3, n. 15, p. 157-159, 1938.
14. MENDES, J.C. Geologia dos arredores de Itu. São Paulo, **Boletim da Associação Geográfica Brasileira**, v. 4, n. 4, p. 31-40, 1944.
15. MEZZALIRA, S. Geologia de subsuperfície em Itu, SP. Ocorrência de "rocha moutonnée" nos testemunhos de sondagem. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 41, n. 1, p. 83-89, 1969.
16. PETRI, S. Ritmitos de Itu. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 5, 1985, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1985, v. 1, p. 235-241.
17. ROCHA-CAMPOS, A.C. The Tubarão Group in the Brazilian portion of the Paraná Basin. In: J.J. BIGARELLA; R.D. DECKER; I.D. PINTO (Eds.), **Problems in Brazilian Gondwana Geology**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, p. 27-102, 1967.
18. ROCHA-CAMPOS, A.C. & SUNDARAM, D. Geological and palynological observation on Late Paleozoic varvites from

- the Itararé Subgroup, Paraná Basin, Brazil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 2, 1981, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1981, p. 257-275.
19. ROCHA-CAMPOS, A.C.; ERNESTO, M.; SUNDARAN, D. Geological, palynological and paleomagnetic investigation on Late Paleozoic varvites from the Paraná Basin. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, v. 2, p. 162-175, 1981.
 20. ROCHA-CAMPOS, A.C.; FARJALLAT, J.E.S.; YOSHIDA, R. Fácies e paleogeografia do Subgrupo Itararé na Bacia do Paraná. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 41, n. 2, p. 211-213, 1969.
 21. SALVETTI, R.A.P. **Sistemas deposicionais e paleogeografia do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico da Bacia do Paraná), na região entre Itu e Indaiatuba, SP.** São Paulo, 2005. 110 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
 22. SANTOS, P.R. **Distribuição estratigráfica, características e fácies de diamictitos e rochas associadas do Subgrupo Itararé no centro e sul do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1979. 135 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
 23. SETTI, G.C.X. **Fácies e ambientes sedimentares do varvito e rochas associadas de Itu (Subgrupo Itararé, Neopaleozóico).** São Paulo, 1998. 28 p. Monografia (Trabalho de Formatura) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
 24. SETTI, G.C.X. & ROCHA-CAMPOS, A.C. Facies and environment of deposition of varvite associated rocks (Itararé Subgroup, Late Paleozoic) from Itu, SP. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, p. 836-837, 1999.
 25. WU F.T. **Proveniência das rochas arenosas do Subgrupo Itararé no sul do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1989. 165 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

*Manuscrito Recebido em: 14 de junho de 2006
Revisado e Aceito em: 18 de janeiro de 2007*