

Estromatólitos de Nova Campina e Itapeva, SP

Primeiros estromatólitos descritos na América do Sul

SIGEP 049*

William Sallun Filho¹

Thomas Rich Fairchild²

Fernando Flávio Marques de Almeida (*in memoriam*)

Daniel Rodrigues de França³

Resumo - Estromatólitos são estruturas biossedimentares que ocorrem desde o Arqueano até hoje, sendo mais abundantes em rochas carbonáticas do Proterozoico (2.500 a 1.000 milhões de anos atrás). No Brasil ocorrem em diversas unidades proterozoicas, principalmente no Cráton do São Francisco e nas faixas dobradas associadas, bem como nas faixas Paraguai e Ribeira. No Grupo Itaiacoca (Faixa Ribeira), na região de Nova Campina e Itapeva, sul do Estado de São Paulo, foram os primeiros fósseis pré-cambrianos descritos no Brasil e na América do Sul, por Fernando Flávio Marques de Almeida em 1944. Até hoje representam os fósseis mais antigos no Estado de São Paulo. Nessa região são conhecidas nove ocorrências de estromatólitos, das quais as três mais representativas das diversas formas no Grupo Itaiacoca foram eleitas para descrição, uma designada o afloramento principal e duas, afloramentos de referência. Nenhuma ocorrência de estromatólito na região encontra-se protegida atualmente. Ao contrário, praticamente todas se situam em áreas ativas de mineração de calcário e dolomito, ou em áreas requeridas para mineração. Algumas áreas encontram-se em risco de degradação ou até de desaparecimento. Esforços de preservação estão sendo desenvolvidos, em parceria com a prefeitura de Nova Campina e a empresa proprietária do local do sítio principal, para tomar as medidas necessárias para a conservação e a manutenção do sítio.

Palavras-chave: estromatólito; Grupo Itaiacoca; Pré-Cambriano; Proterozoico

Stromatolites from Nova Campina and Itapeva, State of São Paulo State, Brazil – First stromatolites described in South America

Abstract - Stromatolites are biosedimentary structures that are found from the Archean to the present and which reached their greatest abundance in the Proterozoic (2,500 to 1,000 million years ago). In Brazil they occur in various Proterozoic units, principally on the São Francisco Craton and in associated fold belts, as well as in the Paraguay and Ribeira belts. In the Itaiacoca Group (Ribeira Belt) in the region of Nova Campina and Itapeva, southern São Paulo, they were the first Precambrian fossils to be described in Brazil and in South America in 1944 by Fernando Flávio Marques de Almeida. They remain the oldest fossils known in the state of São Paulo. In this region there are nine occurrences of stromatolites, of which the three most representative of the diverse forms present in the Itaiacoca Group were selected for description, one being designated as the principal outcrop and two others as reference outcrops. None of the stromatolite localities is presently protected. On the contrary, practically all are situated in areas of active mining for limestone and dolostone or in areas that have been requested for future exploitation. Some of these areas are in danger of degradation or even of disappearing. Efforts to preserve them, however, are being made in partnership with the prefecture of Nova Campina and the company that owns the land where the principal outcrop is located in order to take the necessary steps to ensure conservation and maintenance of this site.

Key words: stromatolite; Itaiacoca Group; Precambrian; Proterozoic

INTRODUÇÃO

Estromatólitos são estruturas biossedimentares originadas por atividade microbiana que ocorrem desde o Arqueano até hoje, sendo mais abundantes nas sequências carbonáticas proterozoicas.

Os primeiros estromatólitos foram descritos na primeira parte do século 19, mas o termo só foi criado no início do século 20 a partir das palavras gregas *stroma* (manta, tapete) e *lithos* (pedra). Os estromatólitos estão entre as mais antigas evidências de vida em nosso planeta.

No Brasil ocorrem em diversas unidades proterozoicas, principalmente no Cráton do São Francisco e nas faixas dobradas associadas a este cráton, bem como nas faixas Paraguai e Ribeira.

Nos estados de São Paulo e Paraná, o Grupo Itaiacoca apresenta importantes ocorrências de estromatólitos proterozoicos e, portanto, de registros da vida pré-cambriana do Brasil. Na região de Nova Campina e Itapeva, no sul do Estado de São Paulo, situam-se diversas localidades clássicas de estromatólitos no Grupo Itaiacoca, alvos de vários estudos. Estes estudos iniciaram em 1944, quando Fernando Flávio Marques de Almeida descreveu, pela primeira vez, um fóssil pré-cambriano no Brasil e possivelmente na América do Sul (Fig. 1). No Estado de São Paulo representam os fósseis mais antigos já encontrados até hoje.

Nenhum dos locais de ocorrência de estromatólitos no Grupo Itaiacoca está protegido. Ao contrário, situam-se

em grande parte em área de mineração de calcário para cal e cimento. Algumas áreas encontram-se em risco de degradação e outras até de desaparecimento.

O objetivo deste trabalho é apresentar três afloramentos que precisam ser protegidos, dentre os diversos existentes. Propõe-se para o afloramento principal, situado próximo à cidade de Nova Campina, uma proteção mais efetiva, por sua importância histórica, pois é um dos locais onde Almeida descreveu estromatólitos em 1944, e por situar-se em local de fácil acesso, fora de área de mineração.

LOCALIZAÇÃO

Os três afloramentos do sítio localizam-se nos municípios de Nova Campina e Itapeva, sul do Estado de São Paulo, a cerca de 350 km da capital (Fig. 2). O acesso é feito pela rodovia Presidente Castelo Branco (SP-280) até Tatuí, tomando-se a rodovia SP-127 até Capão Bonito e, depois, a rodovia SP-258 até Itapeva. Na região foram descritas nove ocorrências de estromatólitos (Sallun Filho, 1999). Aqui são selecionadas para preservação as três ocorrências mais representativas (Fig. 3 e 4) das formas distintas de estromatólitos presentes no Grupo Itaiacoca, na região, e por estarem próximos entre si. Uma delas foi eleita o afloramento principal, onde a preservação deverá se dar de forma mais efetiva, e os outros dois são afloramentos de referência, que, também, deverão ser preservados, pelo menos em parte.



Figura 1 - “*Collenia Itapevensis*”. Reprodução da Figura I, Estampa IV de Almeida (1944).

Figure 1 - “*Collenia Itapevensis*”. Reproduction of Figure I, Plate IV of Almeida (1944).

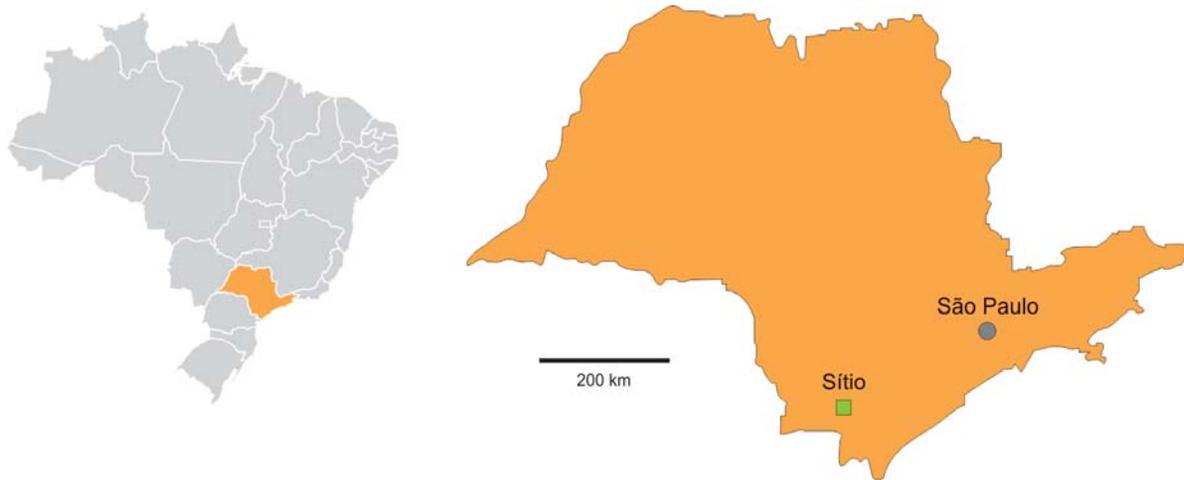


Figura 2 - Localização da área no Estado de São Paulo.

Figure 2 - Location of the area in the state of São Paulo.

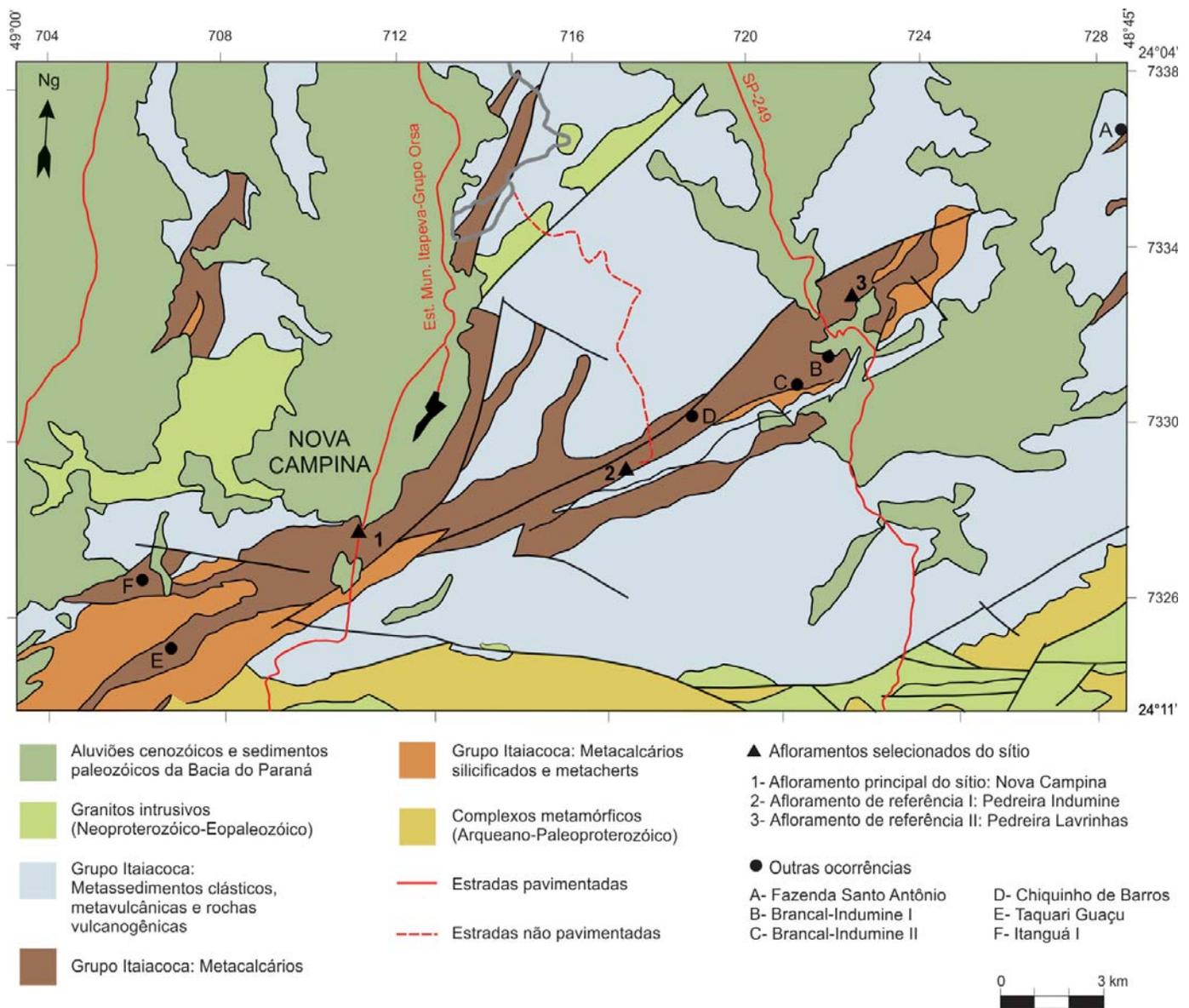


Figura 3 - Mapa geológico (modificado de Theodorovicz *et al.*, 1986) e localização das ocorrências de estromatólitos.

Figure 3 - Geologic map (modified from Theodorovicz *et al.*, 1986) and location of stromatolite occurrences.

NOME		LATITUDE	LONGITUDE	MUNICÍPIO
Afloramento principal	Afloramento em Nova Campina	24°08'51,3"S	48°55'20,7"W	Nova Campina
Afloramento de referência I	Pedreira Indumine	24°08'11,5"S	48°51'49"W	Nova Campina
Afloramento de referência II	Pedreira Lavrinhas	24°05'55,9"S	48°48'39,9"W	Itapeva

Figura 4 - Tabela com a localização dos afloramentos que constituem o sítio.

Figure 4 - Table of the location of the outcrops that make up the site.

O afloramento principal (ponto 1, Fig. 3) é alcançado pela estrada de asfalto municipal Itapeva-Grupo Orsa, a partir de Itapeva, distando cerca de 24 km de Itapeva e 3,2 km a sul do centro da cidade de Nova Campina. O acesso ao afloramento de referência I (ponto 2, Fig. 3) é feito a partir de Itapeva pela estrada municipal Itapeva-Grupo Orsa, até a estrada de terra para a Pedreira Indumine, a cerca de 20 km de Itapeva. O acesso ao afloramento de referência II (ponto 3, Fig. 3) é feito por asfalto, a partir de Itapeva, pela rodovia para Ribeirão Branco (SP-249), a cerca de 17 km de Itapeva.

HISTÓRICO E IMPORTÂNCIA DAS DESCOBERTAS

A primeira descrição de fósseis pré-cambrianos no Brasil e na América do Sul foi de Almeida (1944) que identificou estromatólitos em dolomitos da “Série Assunguí” e denominou de *Collenia itapevensis*. Naquela época, estromatólitos não eram muito conhecidos mundialmente e em toda a década de 1940 foram publicados apenas 11 trabalhos contendo a palavra “estromatólito” no título (Riding, 1999). O próprio trabalho de Almeida (1944) não consta dessa lista, pois a palavra “estromatólito” não aparece nem no título nem no texto. Isto ilustra o estado incipiente do estudo de estromatólitos nesta data e demonstra a importância dessa descoberta (Fairchild & Sallun Filho, 2004). Esta descoberta de estromatólitos em 1944 ocorreu quando Almeida era assistente do Prof. Octávio Barbosa na Escola Politécnica, encarregado da disciplina “Taxionomia Paleontológica”. Ocorria então a 2ª Grande Guerra e a procura por minérios era grande, o que o levou o Prof. Octávio a criar um escritório de pesquisa mineral. Almeida trabalhava com ele nesse escritório, o que o levou às pesquisas no Vale do Ribeira em busca de calcários para fabricação de cimento e de mármore ornamentais. Como decorrência da disciplina na qual lecionava, F.F.M. de Almeida havia tido contato com publicações sobre estromatólitos e tal conhecimento o levou a identificar estas estruturas nas pedreiras da região de Itapeva.

O estudo de estromatólitos do Grupo Itaiacoca prosseguiu com Almeida (1957), que estendeu o conhecimento de novas ocorrências de estromatólitos ao longo

da continuação da mesma faixa de carbonatos ao sul de Itapeva até localidades no Estado do Paraná. Reconhecendo a distribuição desses fósseis como estratigraficamente significativa, Almeida sugeriu a individualização dessa faixa como a Formação Itaiacoca (hoje elevada ao nível de grupo).

O estudo de estromatólitos no Grupo Açungui continuou nas décadas seguintes, influenciado pela obra de Almeida. Em 1969, Petri & Suguio acrescentaram novas descobertas de estromatólitos na região de Itapeva e Bom Sucesso de Itararé (SP).

A partir de 1970 ocorreu, mundialmente e no Brasil, um aumento dos estudos de estromatólitos que se tornaram mais detalhados, visando, cada vez mais, à classificação taxonômica, tentativas de correlação e a bioestratigrafia, bem como interpretações paleoambientais e paleogeográficas. Naquele período, Marini & Bósio (1971) concluíram que os estromatólitos que eles encontraram próximo de Abapã (PR) eram diferentes em morfologia e origem das estruturas do outro lado do batólito granitóide Três Córregos, a 50-60 km a SE do Grupo Itaiacoca, e descritas por eles e outros na Formação Capiru do Grupo Açungui (Bigarella & Salamuni, 1956, 1959; Salamuni & Bigarella, 1967).

Fairchild (1977) reestudou os estromatólitos na região ao sul de Itapeva, nas localidades descritas por Almeida (1944), e reconheceu em *Collenia itapevensis* pelo menos duas formas distintas de estromatólitos colunares. O próprio Almeida, em sua descrição original, já citara e ilustrara ampla variedade morfológica de *Collenia itapevensis*, desde formas dômicas a cônicas. Nessas formas cônicas, Fairchild (1977) identificou características típicas do grupo *Conophyton*, com maior semelhança à forma *Conophyton garganicum*, conhecida, mundo a fora, do Neoproterozoico inferior e Mesoproterozoico. A outra forma é ramificada, apresenta contorno transversal alongado, laminação até muito convexa, colunas próximas, sem conexões laterais (pontes) e com margens lisas, comumente destacadas por uma fina zona escura.

Fairchild (1977) também comparou os estromatólitos das formações Itaiacoca e Capiru, sugerindo, face às diferenças constatadas na morfologia e modo

de ocorrência, a possibilidade das principais unidades estromatolíticas da Faixa Ribeira terem histórias geológicas distintas.

Mais tarde Fairchild & Theodorovicz (1989) estenderam a ocorrência de estromatólitos coniformes na região ao sul de Itapeva, até a Fazenda Santo Antônio, no limite NE do Grupo Itaiacoca, 6-7 km a nordeste da localidade clássica de Lavrinhas descrita por Almeida (1944).

Sallun Filho (1999) confirmou a presença de *Conophyton*, como principal componente dos bioermas da região e distinguiu mais quatro formas associadas, chamando de Forma 2, o morfotipo não coniforme identificado por Fairchild (1977). As outras três formas são simples e muito raras e não serão comentadas aqui. A principal contribuição de Sallun Filho (1999), entretanto, foi assinalar as diferenças nas condições de deposição dos estromatólitos coniformes nos metadolomitos claros de Lavrinhas e nos metacalcários escuros de Indumine, como será visto adiante.

DESCRIÇÃO DO SÍTIO

Contexto Regional - Geologia do Grupo Itaiacoca

O Grupo Itaiacoca faz parte de uma faixa de dobramentos que se estende NE-SW, desde a região entre Guapiara e Itapeva (SP) até Itaiacoca (PR), dentro do contexto maior da Faixa Ribeira, no Sudeste do Brasil. Os limites do Grupo Itaiacoca a noroeste e a sudeste se dão com os complexos graníticos Cunhaporanga e Três Córregos (Neoproterozoico superior-Eopaleozoico), respectivamente, e a nordeste e sudoeste com os sedimentos paleozoicos da Bacia do Paraná em discordância angular e erosiva. O Grupo Itaiacoca é distinto e independente do Grupo Açungui, a sudeste do Complexo Três Córregos, que também é conhecido por seu conteúdo estromatolítico (Bigarella & Salamuni, 1958; Marini *et al.*, 1967; Marini & Bósio, 1971; Fairchild, 1977, 1982).

O Grupo Itaiacoca possui grande variedade litológica e engloba uma seqüência de rochas vulcânicas, siliciclásticas e carbonáticas (Fig. 3). Embora não exista uma estratigrafia detalhada para o grupo, pode-se reconhecer uma sucessão geral, evidente em diversos trabalhos (Trein *et al.*, 1985; Theodorovicz *et al.*, 1986; Souza, 1990; Reis Neto, 1994; Prazeres Filho *et al.*, 1998), que se inicia com rochas clásticas, seguidas por rochas vulcanossedimentares (bastante variadas), seguidas por rochas químico-pelíticas. Uma estratigrafia regional fina para o grupo ainda não existe devido às complicações estruturais, grande variação faciológica, relativamente baixo número de dados geocronológicos e falta de bons marcos estratigráficos regionais e de fósseis morfologicamente distintos, exceção feita talvez à presença de estromató-

litos coniformes em diversas localidades. A deformação afetou, ainda, os estromatólitos, em maior ou em menor grau, chegando, em alguns casos, a obliterá-los (Sallun Filho *et al.*, 2005). Primeiramente, o arcabouço estrutural da zona de ocorrência do Grupo Itaiacoca exhibe forte orientação NE-SW, com grandes dobras abertas nos pacotes carbonáticos e quartzíticos, e dobras cerradas a isoclinais nos pacotes menos competentes. A vergência estrutural é voltada para NW (Campanha *et al.*, 1987). O metamorfismo que afetou as rochas do grupo deu-se em condições da fácies xisto verde incipiente (Trein *et al.*, 1985; Campanha *et al.*, 1987). A deformação e o metamorfismo teriam sido gerados no Neoproterozoico num ambiente de arco magmático continental (Reis Neto, 1994; Campanha & Sadowski, 1999). Ao final do Neoproterozoico e início do Fanerozoico, diversas falhas e zonas de cisalhamento de direção geral NE-SW e de caráter essencialmente transcorrente afetaram toda a área do Pré-Cambriano de São Paulo e Paraná, inclusive a faixa de dobramentos do Grupo Itaiacoca (Campanha & Sadowski, 1999). Estas falhas, com rejeitos até quilométricos, transformaram muitos dos contatos originais em tectônicos, dificultando ainda mais as reconstituições paleogeográficas (Campanha *et al.*, 1987).

A idade do Grupo Itaiacoca ainda é assunto controverso. Até o momento, não há uma idade precisa para a sedimentação do Grupo Itaiacoca. Foi primeiramente proposta para o Grupo Açungui (*sensu lato*) uma idade em torno de 650 Ma, ou mais, aplicando o método K/Ar em rochas metamórficas e granitóides associados (Cordani & Bittencourt 1967a, 1967b). Cordani & Kawashita (1971) obtiveram a idade de 608±48 Ma, pelo método Rb/Sr para granitos intrusivos. Estas idades representam idades brasileiras de metamorfismo e de intrusões graníticas, e não podem ser consideradas idades de deposição da unidade. Estudos mais recentes confirmaram idades entre 630 e 590 Ma para a geração dos batólitos granitóides de Cunhaporanga e Três Córregos, que delimitam o Grupo Itaiacoca, em ambiente de margem continental ativa (Prazeres Filho *et al.* 2003). Com base na correlação de estromatólitos do Grupo Itaiacoca com *Conophyton garganicum*, conhecido de sucessões do Neoproterozoico inferior e Mesoproterozoico em outras partes do mundo, Fairchild (1977) sugeriu que a sedimentação desta unidade teria se dado entre 1.700 e 850 Ma. Idades obtidas por Reis Neto (1994) por vários métodos em vários tipos de rochas (Tabela 1) apontaram para deposição no Mesoproterozoico.

Siga Jr. *et al.* (2003) obtiveram idades entre 635-630 Ma pelo método U/Pb em rochas metavulcânicas do Grupo Itaiacoca no Estado do Paraná. Porém, esta idade é considerada, pelos mesmos autores, uma idade mínima para a sedimentação da unidade, pois o Grupo Itaiacoca

localiza-se entre batólitos granitóides (Cunhaporanga e Três Córregos) que exibem, por vezes, contatos intrusivos e possuem idades muito próximas às do metamorfismo, entre 628 e 610 Ma. Mais recentemente Siga Jr. *et al.* (2006), dando continuidade aos estudos anteriores, obtiveram idades de 934 ± 36 Ma pelo método U/Pb em rochas metabásicas do Grupo Itaiacoca no Estado do Paraná. A partir destas idades sugeriram que poderiam existir duas unidades distintas, a mais antiga, composta de rochas carbonáticas e metabásicas com idades entre 1000 e 900 Ma, e outra mais jovem, composta de rochas metavulcanossedimentares, entre 636 e 628 Ma de idade, cujo vulcanismo teria sido associado ao arco magmático responsável pela colocação dos corpos graníticos. Além disso, propuseram que a denominação Formação Itaiacoca representasse apenas as rochas carbonáticas, sendo que as outras, mais jovens, pertenceriam a outra unidade, a Formação Abapã.

Descrição dos Afloramentos Selecionados do Sítio

Em seu trabalho, Almeida (1944) destacou três ocorrências dentre mais de trinta pedreiras fóssilíferas na região ao sul de Itapeva (SP). Na re-investigação desses estromatólitos (Fairchild, 1977; Sallun Filho, 1999), somente duas dessas ocorrências puderam ser localizadas: a de Nova Campina e a Pedreira Lavrinhas, esta a única ainda em atividade. A terceira ocorrência, “junto à confluência do córrego da Onça com o córrego Fundo ... a cerca de 3 quilômetros a NNE do sítio Boa Vista”, não foi localizada nem por Fairchild (1977) nem por Sallun Filho (1999).

• Afloramento principal do sítio: Nova Campina

Este afloramento é constituído por dois cortes pequenos de cerca de 10 m de extensão cada e separados 30 m entre si na Estrada Municipal Itapeva-Grupo Orsa, que constituem antigas pedreiras desenvolvidas em metadolomitos, sem acamamento aparente, de cor cinza claro, agora amarelados pelo intemperismo ou cobertos de limo. Esta é a mais importante das localidades descritas por Almeida (1944), que denominou-a de “local. n° 1”, situado “a 3 quilômetros no rumo 35°SW da vila Campina dos Vedados” (atual Nova Campina), pois continha as estruturas mais bem preservadas por ele estudadas.. Foi realocada por Sallun Filho (1999), mas os afloramentos encontram-se degradados. Mesmo assim, ainda é possível identificar os contornos de estromatólitos colunares, especialmente após limpeza do corte. Toda a extensão dos dois cortes é constituída quase que totalmente por estromatólitos de formas colunares não-cônicas. Os estromatólitos obser-

vados aqui se assemelham a estromatólitos observados na Pedreira Lavrinhas. Deste local provêm a fotografia e desenho representados nas figs. 1 e 5H, como também os espécimes-tipo depositados nas coleções do Instituto de Geociências da USP, Instituto Geológico-SMA e DNPM no Rio de Janeiro (Fig. 5 E, F e G).

No corte mais a sul, ocorrem alguns estromatólitos colunares, muito mal preservados, de aproximadamente 7,5 cm de diâmetro, com eixos orientados N-S, mergulhando 40° para sul, e topo (normal) apontando para norte. No outro corte, a norte (Fig. 5A), os estromatólitos estão melhor preservados, com formas colunares retos, não ramificados, (Fig. 5C e D) e contornos elípticos a circulares de até 30 cm de diâmetro (Fig. 5B). Os limites destes estromatólitos são muito bem definidos pela tonalidade cinzenta, mais clara do que o sedimento entre as colunas. Possuem laminação muito fina, pouco convexa, e estão pouco deformados.

• Afloramento de referência I: Pedreira Indumine

A Pedreira Indumine (explorada pelo grupo Lafarge) (Fig. 6A) atualmente apresenta as melhores exposições de estromatólitos em toda a região. Foi aberta por volta da década de 1950 (Guimarães, 1953), mas não chegou ao conhecimento de Almeida quando do trabalho pioneiro. É uma pedreira ativa de várias bancadas, de orientação N30E, que corta um morro na porção central da área, aproximadamente 6 km a NE do afloramento de Nova Campina e 6 km a SW da Pedreira Lavrinhas.

Nesta pedreira ocorrem metacalcários cinza escuros a negros (Fig. 6A), bastante argilosos e foliados, muito distintos dos metadolomitos claros das outras localidades. A sucessão estratigráfica neste local inicia-se com filitos na base, passando para metacalcários arenosos e no topo metacalcários estromatolíticos recobertos por metarenitos finos. O pacote estromatolítico alcança pelo menos 20 m de espessura. A pedreira explora justamente o metacalcário estromatolítico, quase que totalmente composto por *Conophyton*. Todo este corpo calcário (que se estende além desta pedreira) representa um grande bioerma, com alguns quilômetros de extensão e algumas dezenas de metros de largura (Fig. 6A, B), limitado em ambos os lados por filitos.

Nas bancadas mais altas neste afloramento, o intemperismo ressalta a laminação e o sedimento intercolunar, facilitando a observação (Fig. 6D). Em superfícies frescas na frente de lavra, porém, é difícil diferenciar os estromatólitos do sedimento intercolunar. Os estromatólitos foram deformados dúctil e ruptilmente, sem, no entanto, destruir a laminação estromatolítica (Fig. 6E). As margens e as formas das colunas, contudo, foram afetadas significativamente (Sallun Filho *et al.*, 2005) (Fig. 6C).

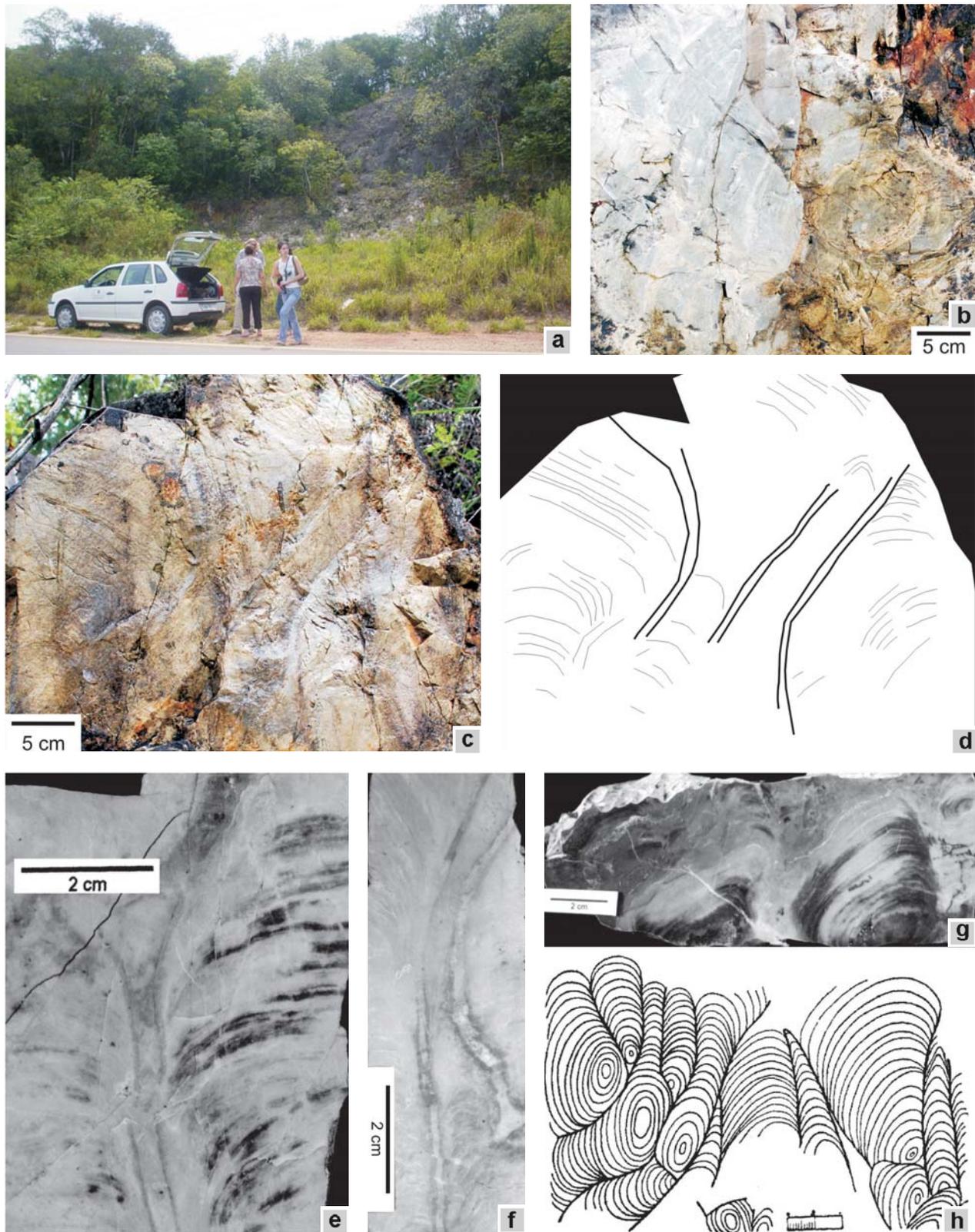


Figura 5 - (a) Vista de uma das pedreiras abandonadas do sítio principal; **(b)**, **(c)** e **(d)** Cortes transversal e longitudinal de estromatólitos colunares no sítio; **(e)** Parátipo, “*Collenia itapevensis*”, F.F.M. de Almeida, coletor, localidade de Nova Campina (Coleção do IG-SMA/SP, número IG-213); **(f)** Parátipo, “*Collenia itapevensis*”, F.F.M. de Almeida, coletor (Coleção do IGc-USP, número GP/3T-80). **(g)** Espécime sem número da Coleção do DNPM, Rio de Janeiro, supostamente “*Collenia itapevensis*” (mas não o holótipo), coletado por Almeida; **(h)** Desenho feito no campo por F. F. M. de Almeida (1944, Fig.4, Est. II) de seção oblíqua de “*Collenia itapevensis*”, arredores de Nova Campina.

Figure 5 - (a) View of one of the abandoned quarries at the principal outcrop; **(b)**, **(c)** e **(d)** Transverse and longitudinal sections of columnar stromatolites at this site; **(e)** Paratype, “*Collenia itapevensis*”, F.F.M. de Almeida, collector, near Nova Campina (Collection, IGc-SMA/SP, number IG-213); **(f)** Paratype, “*Collenia itapevensis*”, F.F.M. de Almeida, collector (Collection, IGc-USP, number GP/3T-80). **(g)** Unnumbered specimen from the DNPM Collections, Rio de Janeiro, supposedly “*Collenia itapevensis*” (but not the holotype) collected by F. F. M. de Almeida; **(h)** Field sketch by Almeida (1944, Fig.4, Pl. II) of oblique section of “*Collenia itapevensis*”, near Nova Campina.

As colunas, originalmente retas, encontram-se inclinadas (deformadas) e praticamente todas as formas coniformes atribuíveis a *Conophyton*, que chegam a atingir vários metros de altura, estão com seus eixos alinhados N50E, mergulhando 40° para SW, com topo normal apontando para NE.

• **Afloramento de Referência II: Pedreira Lavrinhas**

A Pedreira Lavrinhas, explorada pelo Grupo Votorantim, é composta por uma frente principal ativa (Fig. 7A) e diversas frentes abandonadas (Fig. 7B), onde justamente ocorrem os fósseis. Estas frentes são constituídas



Figura 6 - (a) Vista da Pedreira Indumine; **(b)** Corte transversal de amostra em exposição na Escola Técnica de Mineração de Itapeva; **(c)** Corte longitudinal de colunas deformadas de *Conophyton*, próximas entre si, com laminação cônica e zona axial evidente; **(d)** Estromatólitos em bloco intemperizado; **(e)** Coluna comprimida de *Conophyton* com zona axial evidente, da Pedreira Chiquinho de Barros, próxima a Indumine. Coleção, IGc-USP, espécimes: **(c)** GP/6E-114; **(e)** GP/6T-15 a, b.

Figure 6 - (a) View of the Indumine quarry; **(b)** Transverse section of specimen at the technical school of Mining in Itapeva; **(c)** Longitudinal section through three closely spaced deformed *Conophyton* columns, with conical lamination and axial zone evident; **(d)** Weathered stromatolites; **(e)** Compressed column of *Conophyton* with distinct axial zone, Chiquinho de Barros quarry, near Indumine. Collection, IGc-USP, specimens: **(c)** GP/6E-114; **(e)** GP/6T-15 a, b.

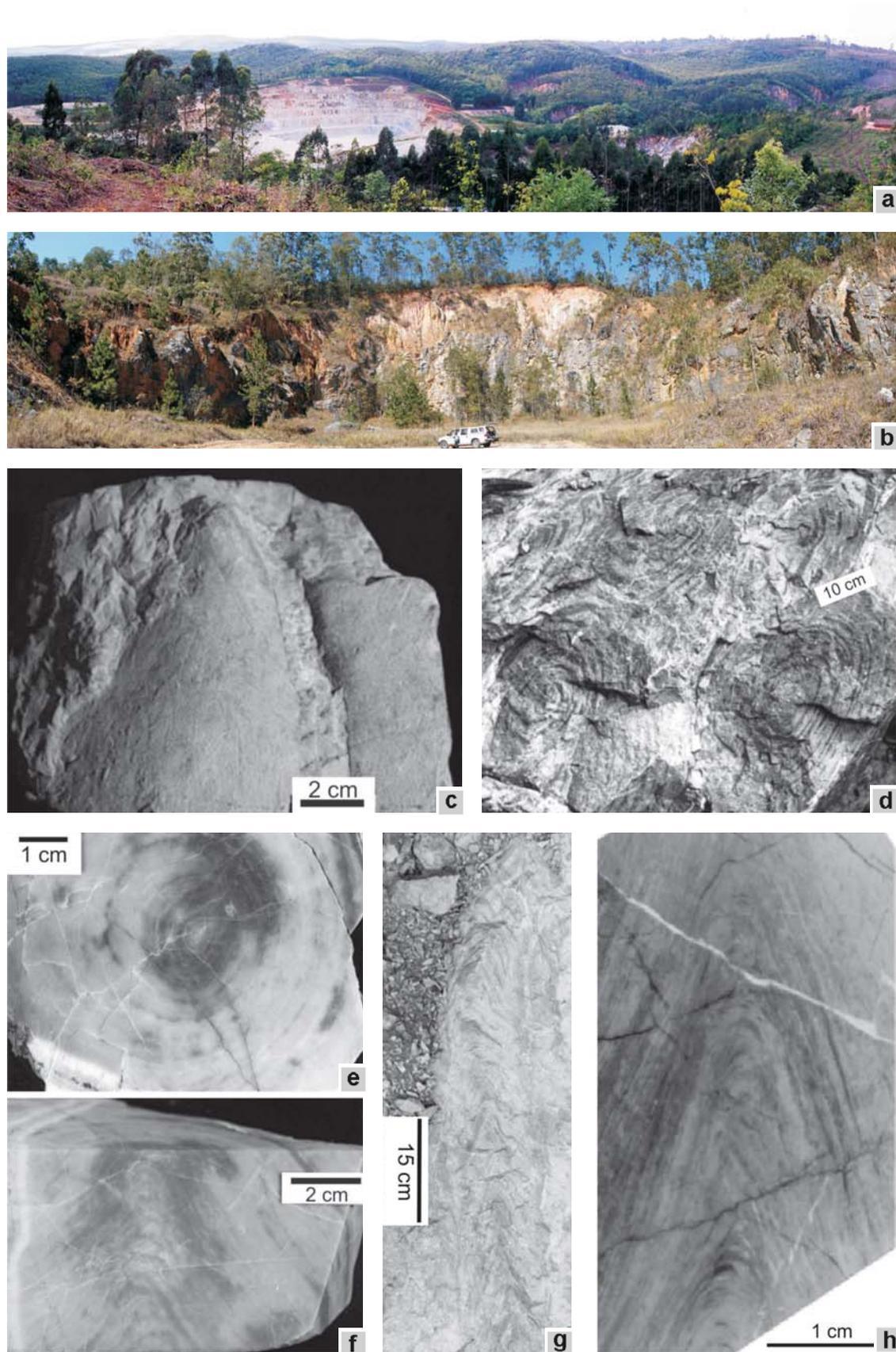


Figura 7 - (a) Vista da pedreira ativa em Lavrinhas; **(b)** Pedreira abandonada em Lavrinhas; **(c)** O ápice cônico de uma coluna de *Conophyton* preservado tridimensionalmente; **(d)** Colunas de *Conophyton* com contornos elípticos; **(e)** Coluna de *Conophyton* com contorno transversal circular; **(f)** Corte longitudinal de coluna mostrando laminação cônica e zona axial; **(g)** Coluna longa e reta de *Conophyton*; **(h)** Coluna com zona axial. Coleção, IGc-USP, espécimes: C- GP/6E-126; E, F- GP/6E-125; H- GP/3T-539a.

Figure 7 - (a) View of the active Lavrinhas quarry; **(b)** Abandoned quarry at Lavrinhas; **(c)** The conical apex of a column of *Conophyton* preserved in three dimensions; **(d)** Columns of *Conophyton* with elliptical outlines; **(e)** Column of *Conophyton* with circular transverse outline; **(f)** Longitudinal section of column showing conical lamination and axial zone; **(g)** Long, straight column of *Conophyton*; **(h)** Column with axial zone. Collection, IGc-USP, specimens: C- GP/6E-126; E, F- GP/6E-125; H- GP/3T-539a.

quase que totalmente por estromatólitos (bioermas) do tipo *Conophyton* e outras formas colunares não-cônicas (Fairchild, 1977). Corresponde à segunda ocorrência de Almeida (1944) – os “sítios Boa Vista e Lavrinhas”.

A frente ativa da Pedreira Lavrinhas, localizada à beira da estrada Itapeva-Ribeirão Branco, é composta de metadolomitos estratificados com intercalações de margas e não possui estromatólitos. Algumas dezenas de metros a sul e sudeste desta área existem frentes abandonadas, quase encostadas umas nas outras, que, conjuntamente, constituem o sítio de referência II, pois todas exibem estromatólitos. O acesso a elas é feito ou por uma estrada de terra a partir da estrada Itapeva-Ribeirão Branco, ou por dentro da pedreira ativa. A frente principal, pequena e abandonada (ponto 02 de Sallun Filho, 1999) (Fig. 7B), é composta por metadolomitos cinza claros, estromatolíticos na maior parte, bastante fraturados e com acamamento pouco evidente. Onde não ocorrem estromatólitos, no lado SW da pedreira, o acamamento é mais nítido e os metacalcários estratificados que recobrem os estromatólitos apresentam atitude de N50E/70-80NW. Atualmente é muito difícil ver as estruturas estromatolíticas nesta pedreira porque a pequena quantidade de matéria orgânica que parece ressaltar a laminação original vem se oxidando, restando poucas boas exposições. Os estromatólitos ainda visíveis são formas colunares cônicas grandes atribuíveis a *Conophyton* vistos em planta e em perfil no

centro da pedreira (Fig. 7C, D, E, F, G, H). Apresentam alternância de porções de tonalidades cinza bem claro e cinza médio. O material entre as colunas também é cinza médio a escuro.

Ocorrem quase encostados uns nos outros, havendo inclusive coalescência de formas, aparentemente nas margens de bioermas, formando conjuntos decimétricos. Os eixos das colunas estão orientados N20E, com mergulhos de 40° para SW, e o topo normal apontando para NE.

O próprio pacote estromatolítico parece ocupar toda os aproximadamente 70 m da extensão lateral da pedreira, e pode ter alcançado cerca de 50 m de espessura.

Outras duas formas de estromatólitos (Fig. 8), menos comuns, também são colunares, porém são menores (centimétricos) e sua laminação pode ser muito convexa a parabólica, mas não chega a ser cônica. São ramificados e possuem contornos transversais alongados e destacam-se pelos limites bruscos e o paralelismo das colunas, que, por sinal, são muito próximas entre si.

Apesar dos contornos e da laminação estromatolítica quase apagados nesta pedreira, este ponto representa, atualmente, a melhor exposição de estromatólitos nos metadolomitos da região.

A outra frente abandonada e bastante deteriorada (ponto 27 de Sallun Filho, 1999) localiza-se a uns 500 m a sul do ponto anterior, apresentando raros e mal preservados estromatólitos em blocos soltos.

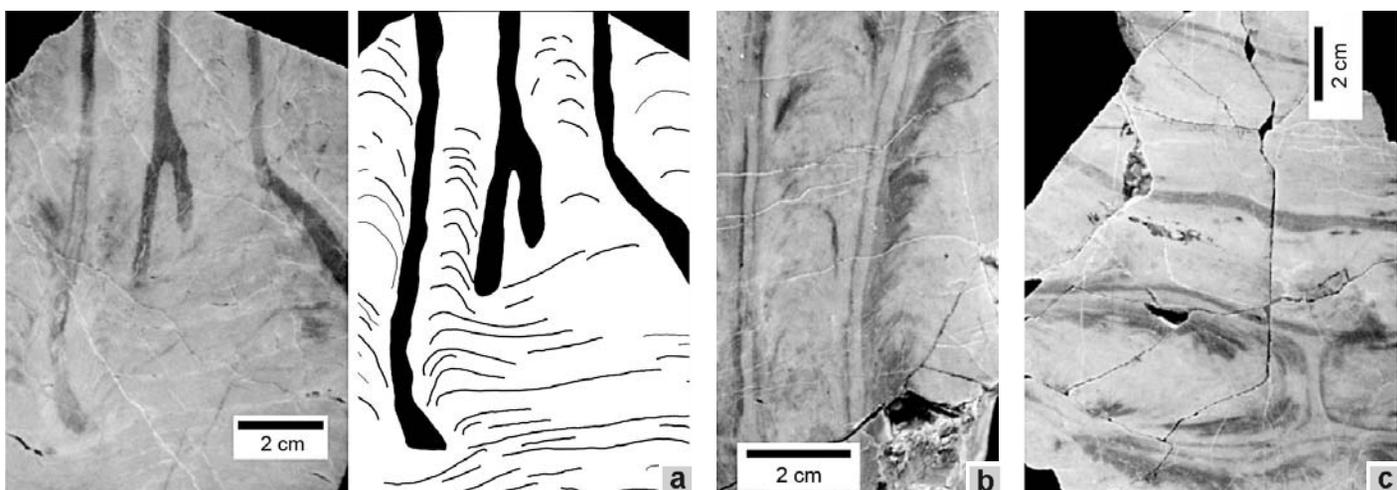


Figura 8 - (a) Estromatólitos colunares ramificados em corte longitudinal mostrando colunas com laminação fina, convexa a parabólica; **(b)** Estromatólitos colunares ramificados em corte longitudinal com colunas paralelas com laminação muito convexa a parabólica, alternância de camadas claras e escuras, e margens nítidas; **(c)** Estromatólitos colunares ramificados em corte transversal exibindo colunas com contornos transversais elípticos a poligonais alongados e paralelos; Coleção, IGc-USP, espécimes: A- GP/6E-133; B, C- GP/6E-132.

Figure 8 - (a) Branched columnar stromatolites in longitudinal section showing columns with convex to parabolic fine lamination; **(b)** Branched columnar stromatolites in longitudinal section with convex to parabolic lamination, alternation of light and dark laminae, and distinct margins; **(c)** Branched columnar stromatolites in transverse section exhibiting columns with parallel, elongate, elliptical to polygonal outlines. Collection, IGc-USP, specimens: A- GP/6E-133; B, C- GP/6E-132.

ORIGEM DOS ESTROMATÓLITOS

Fairchild (1977) sugeriu que a deposição dos estromatólitos do Grupo Itaiacoca na região deve ter ocorrido em águas calmas, sub-litorâneas e relativamente profundas. A relativa pureza, cor clara e o notável crescimento lateral assimétrico dos estromatólitos nos metadolomitos seriam favorecidos por condições de águas limpas, alta luminosidade e taxas de subsidência/acumulação muito lentas. Impurezas argilosas e orgânicas, cor escura, diâmetros menores e predomínio de crescimento vertical dos estromatólitos nos metacalcários apontariam para condições de baixa luminosidade (provavelmente em função da maior turbidez provocada pela sujeira na água), maior profundidade e maiores taxas de subsidência e/ou acumulação de sedimentos não carbonáticos (Sallun Filho, 1999; Sallun Filho & Fairchild, 2003).

Assim, as formas de *Conophyton* de Lavrinhas e Indumine teriam ocupado águas relativamente profundas, abaixo da ação das ondas, com até algumas dezenas de metros. Considera-se que o grupo *Conophyton* ocorre em águas relativamente profundas, baseado na ausência de estruturas sedimentares trativas, erosivas e de dessecação, típicas de águas rasas, tais como marcas onduladas, estratificação cruzada, intraclastos, superfícies erosivas, gretas, evaporitos, etc. (Donaldson & Taylor, 1972). Hoffman (1976) estimou a profundidade de ocorrência de *Conophyton*, para a Formação Taltheilei (Paleoproterozoico do Canadá), entre 10 e 100 m, ou mais. Em águas com menos de 10 m de profundidade (e, portanto, mais agitadas), *Conophyton* passaria para *Jacutophyton*, um estromatólito coniforme marcado pela abundância de pequenos ramos divergentes que saem da sua margem; em águas com menos de 1 m ocorreriam outras formas colunares não coniformes (Hoffman, 1976). Ambientes mais rasos estavam presentes na porção central do Grupo Itaiacoca, na região de Bom Sucesso de Itararé (SP), onde ocorrem formas estromatolíticas colunares ramificadas de laminação convexa e metacalcários oolíticos. As formas colunares, ramificadas, não cônicas nas regiões de Nova Campina (afloramento principal) e Lavrinhas parecem ter se formado em águas mais rasas do que *Conophyton* mas mais profundas do que os estromatólitos de Bom Sucesso. Formas do tipo *Jacutophyton* talvez venham a ser descobertas futuramente. Todos estes estromatólitos estariam distribuídos em ambiente de rampa, exibindo individualmente relevos de até 70 cm sobre o assoalho marinho, e no caso das construções maiores evidentes em Lavrinhas, este relevo pode ter sido muito maior.

Sallun Filho & Fairchild (2004) interpretaram as diferenças entre *Conophyton* de Indumine e Lavrinhas à luz das diferenças de composição dos metacalcários impuros e metadolomitos e de padrão de crescimento.

A presença mais comum de formas maiores compostas, associadas a formas não cônicas em Lavrinhas, parece ser consequência de menor profundidade da água e, conseqüentemente, uma luminosidade alta, permitindo até mesmo o crescimento das formas não-cônicas sobre as grandes colunas de *Conophyton*, aproximando-se, cada vez mais, à superfície do mar. O crescimento assimétrico e compacto dos estromatólitos coniformes nos dolomitos já havia sido notado por Almeida (1944) que sugeriu de que quando a “colônia” (coluna) entrava em contato com as vizinhas passava a crescer no sentido vertical, o que é compatível com as idéias mais recentes. Já em Indumine, as colunas mais estreitas e espaçadas e a presença de argila na rocha sugerem que o crescimento ocorreu sob baixa luminosidade, favorecendo um maior crescimento vertical.

SINOPSE SOBRE A ORIGEM, EVOLUÇÃO GEOLÓGICA E IMPORTÂNCIA DO SÍTIO

A história geológica registrada nas rochas carbonáticas e estromatólitos do Grupo Itaiacoca e evidente pelo seu contexto geológico regional está resumida na tabela da Fig. 9.

Um estromatólito é formado quando uma comunidade de microrganismos consegue se fixar a um substrato em águas límpidas e bem iluminadas. Os principais organismos dessas esteiras, as cianobactérias, realizam fotossíntese e secretam mucilagem, que protege as células, mantém a população unida e fixa a comunidade ao substrato.

Com a acumulação de sedimentos em torno e em cima destas comunidades, uma nova esteira recobre a antiga permitindo que as cianobactérias e os demais organismos consigam captar luz e evitar soterramento.

As lâminas assim criadas, alternadamente ricas em matéria orgânica e sedimentos finos, vão se sucedendo, gerando uma estrutura – o estromatólito. As características da laminação são determinadas pelo balanço entre o crescimento das colônias microbianas e o acúmulo de sedimentos dentro das esteiras.

Os estromatólitos serão preservados no registro geológico como fósseis se forem litificados. Isso pode acontecer de três maneiras diferentes: 1) através da precipitação de carbonato de cálcio ou do acúmulo de sedimento fino dentro das esteiras. A fotossíntese, em alguns casos, induz a precipitação de calcário pela retirada de bicarbonato e dióxido de carbono da água, iniciando a litificação da esteira. Essa precipitação é mais freqüente na zona de decomposição da esteira microbiana, no interior do estromatólito, devido à ação de bactérias que se nutrem de materiais orgânicos, ou em zonas ainda mais profundas, por processos químicos inorgânicos; 2) pela aglutinação de pequenos grãos de sedimento na mucilagem pegajosa das cianobactérias; ou

3) quando cianobactérias filamentosas se movimentam em direção à luz, aprisionando grãos em um emaranhado de filamentos.

O crescimento da comunidade microbiana precisa superar a acumulação de sedimento, senão a esteira será soterrada, sem formar o estromatólito. Nessa luta pela sobrevivência, as cianobactérias buscam a melhor posição possível para receber a luz solar. Isso leva a maior espessamento de alguns locais, com a esteira se elevando acima dos sedimentos adjacentes e criando, assim, a laminação convexa típica da maioria dos estromatólitos.

O desenvolvimento e as características gerais dos estromatólitos dependem, dessa forma, tanto de fatores ambientais (profundidade, clareza, salinidade e energia da água, grau de exposição ao ar, constância das condições do hábitat e outros) como de fatores biológicos (espécies de organismos presentes, taxas de crescimento e produção de mucilagem). Isso torna possível avaliar, com base nessas estruturas, as condições ambientais, climáticas e paleogeográficas da época em que se formaram no passado.

Há cerca de um bilhão de anos atrás o ambiente marinho que existia no Grupo Itaiacoca era de águas calmas, bem iluminadas e relativamente profundas na maior parte da bacia. Nessa época remota, ocorriam nos mares da

Terra apenas formas primitivas de vida, microbianas, que proporcionaram a intensa sedimentação carbonática e a formação de estromatólitos. Desenvolveram-se estromatólitos em extensas áreas ao longo de toda a bacia, por muito tempo, que deve ter perdurado visto a grande espessura dos pacotes de rochas carbonáticas.

Eventualmente, a deposição dos carbonatos deu lugar à deposição de sedimentos argilosos. Com o passar do tempo os sedimentos foram litificados.

Com o fechamento da bacia atuaram diversos processos que modificaram as características originais dos fósseis, principalmente, a deformação e o metamorfismo. No limite do Pré-Cambriano com o Fanerozoico, as massas continentais, antes separadas, passaram a se aproximar e os sedimentos e rochas sedimentares que haviam se acumulado no mar Itaiacoca, foram intensamente dobrados enquanto a região onde havia um oceano transformou-se em elevada cadeia de montanhas.

Após este soerguimento novos processos geológicos se estabeleceram. No início do Paleozoico instalou-se um processo de subsidência que resultou na formação da Bacia do Paraná com a deposição dos sedimentos marinhos da Formação Furnas sobre as rochas do Grupo Itaiacoca, no contexto do antigo Supercontinente Gondwana.

TEMPO	EVENTO	ORIGEM E EVOLUÇÃO GEOLÓGICA	IMPORTÂNCIA
Proterozoico	Deposição dos carbonatos	Os carbonatos do Grupo Itaiacoca formaram-se ao final do Mesoproterozoico ou início do Neoproterozoico, em ambiente marinho de águas calmas, bem iluminadas e relativamente profundas. Neste mar, o registro da separação de massas continentais, haviam apenas formas primitivas de vida, microbianas, que proporcionaram a intensa sedimentação carbonática e a formação de estromatólitos.	<ul style="list-style-type: none"> - Registro de rochas e de formas de vida marinhas do Proterozoico - Fósseis mais antigos do Estado de São Paulo e um dos mais antigos do Brasil
	Formação dos estromatólitos		
Final do Proterozoico – Início do Paleozoico	Deformação e metamorfismo	No limite do Pré-Cambriano com o Fanerozoico, as massas continentais, antes separadas, passaram a se aproximar e os sedimentos anteriormente depositados foram intensamente dobrados. Onde havia um oceano, formou-se uma elevada cadeia de montanhas.	<ul style="list-style-type: none"> - Registro do fechamento do oceano - Deformação e metamorfismo das rochas e estromatólitos - Formação de cadeia de montanhas
Paleozoico	Soterramento dos carbonatos abaixo dos sedimentos da Bacia do Paraná	Processo de subsidência e formação da Bacia do Paraná com a deposição dos sedimentos marinhos da Formação Furnas sobre as rochas do Grupo Itaiacoca, no contexto do Supercontinente Gondwana.	<ul style="list-style-type: none"> - Discordância angular e erosiva dos sedimentos paleozoicos com as rochas do embasamento - Nova deposição marinha
Cenozoico	Erosão e formação do relevo	Após a ruptura do Pangea, ocorrem a erosão dos sedimentos da Bacia do Paraná e movimentação neotectônica, exumação do embasamento, formação do relevo e a exposição dos fósseis.	<ul style="list-style-type: none"> - Esculpimento do atual relevo e evolução da fauna e flora - Exposição dos fósseis - Descoberta dos fósseis em 1944

Figura 9 - Síntese dos principais eventos geológicos relacionados ao sítio.

Figure 9 - Synthesis of main geological events related to the geosite.

Muito tempo depois, no Cenozoico, após a junção de Gondwana no supercontinente Pangea e ruptura deste pouco depois, ocorreram a erosão dos sedimentos da Bacia do Paraná e movimentação neotectônica (falhas), expondo o embasamento, configurando o relevo atual e trazendo os fósseis à luz de estudiosos da Geologia e Evolução.

MEDIDAS DE PROTEÇÃO

Vulnerabilidade do Sítio

Hoje, nenhum dos três afloramentos do sítio encontra-se protegido. O afloramento principal não apresenta risco eminente de degradação, porém está englobado por dois títulos minerários sobrepostos. Os dois afloramentos de referência, Indumine e Lavrinhas, encontram-se dentro de áreas de mineração ativa. Em Indumine a situação é mais problemática, pois são os estromatólitos que compõem quase a totalidade da rocha explorada. Já em Lavrinhas a frente ativa não contém fósseis. Porém, o avanço desta frente deve atingir num futuro próximo as frentes abandonadas onde ocorrem importante registro de estromatólitos.

Em 19 de julho de 2007, a Votorantim retirou três grandes blocos de metadolomitos estromatolíticos da Pedreira Lavrinhas e os doou ao Museu Geológico Valdemar Lefèvre (MUGEO - IG-SMA/SP), ao Museu de Geociências (IGc-USP) e à Estação Ciência (USP). Esses blocos, cada um pesando cerca de 700 kg, são um importante registro dos fósseis do afloramento de referência da Pedreira Lavrinhas, porém não substituem a preservação do próprio sítio. Os blocos encontram-se expostos ao público nas instituições mencionadas.

Medidas Previstas

Existe um projeto em andamento para a criação do “Monumento Natural Estromatólitos de Nova Campina”, no local do afloramento principal, em nível Estadual ou Municipal. Este projeto está sendo desenvolvido em parceria entre o Instituto Geológico (SMA/SP), o Instituto de Geociências (USP), a Prefeitura Municipal de Nova Campina e a empresa proprietária de terra. O IG-SMA/SP e o IGc-USP são responsáveis pela parte técnico-científica e pela proposição do sítio junto à SIGEP e do Monumento Natural, enquanto a prefeitura e a empresa são responsáveis pela administração, manutenção e uso público.

Para transformar o local em Monumento Natural a área deverá ser decretada como tal. Posteriormente, deverá passar por adaptações para poder atender ao público visitante. Estas modificações incluirão a retirada de lixo e de rochas soltas e a limpeza do corte, seguida de envernizamento de locais selecionados para realçar os estromatólitos e facilitar sua melhor visualização e

proteção. Em etapa posterior serão implantadas placas indicativas do sítio ao longo da estrada e painéis explicativos no local do sítio. O local ainda constitui uma área com mata atlântica preservada (área de reserva da empresa proprietária) em uma região onde fragmentos de vegetação são raros e dispersos em meio a extensas áreas de reflorestamento de *Pinus* para a indústria de papel. O afloramento ainda ocorre no flanco de um cone cárstico. Poderia ser criada uma trilha ao topo do cone por dentro da mata, de onde se teria um mirante natural das escarpas do Arenito Furnas a oeste.

Por outro lado, os dois afloramentos de referências não deverão ser indicados como Monumentos Naturais, pois situam-se dentro de áreas de mineração em atividade, o que poderia inviabilizar a atividade de exploração, iniciada há muitos anos. O DNPM já realizou vistorias em ambos e deve apresentar propostas de preservação de porções das bancadas que contêm os fósseis, para não prejudicar a exploração e, ao mesmo tempo, resguardar partes do sítio para gerações futuras. Esta ação está sendo realizada com apoio dos autores.

Problemas na Implementação das Medidas

No momento o maior desafio é a criação do Monumento Natural, pois depende de vontade política. No afloramento principal, após a criação do Monumento Natural, deverá ocorrer a sua implementação, estudos de plano de manejo e demarcação, o que pode apresentar dificuldades de execução (devido a falta de recursos financeiros, por exemplo).

Por causa da localização dos afloramentos de referência em áreas de mineração ativas, a ameaça da destruição dos sítios continuará a ser real e constante, se não forem tomadas as medidas necessárias.

Sugestões dos Autores

No sítio principal, e a necessidade premente é da criação da unidade de conservação estadual ou municipal. Esta etapa depende do entendimento entre os órgãos estaduais e municipais, bem como do apoio de órgãos federais como DNPM na exclusão dos títulos minerários (onde for o caso) para assegurar a preservação. Posteriormente, a unidade deverá ser demarcada e a infra-estrutura necessária ao seu uso realizada a , a ser prevista no plano de manejo, deverá ser criada. Ao mesmo tempo os municípios envolvidos podem estudar a implementação de museus ou centros de referência. Atividades de ecoturismo que começam a surgir na região podem fazer uso do sítio com um atrativo. O material de divulgação e os painéis dos sítios estão sendo elaborados e poderão ser utilizados em atividades nas escolas nos municípios envolvidos. O Município de Itapeva, em espe-

cial, conta com uma escola técnica estadual com o Curso de Mineração, que poderá ser facilmente aproveitada na multiplicação do conhecimento na região.

O DNPM poderia rever os títulos, com mudança nos limites ou exclusão de áreas. A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo deveria considerar a presença destes fósseis no processo de licenciamento ambiental. O envolvimento e apoio das minerações que exploram os locais poderiam contribuir com a preservação de partes das frentes de forma a não prejudicar suas atividades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. 1944. *Collenia itapevensis* sp. n. - um fóssil pré-cambriano do Estado de São Paulo. *Bol. Fac. Fil. Ciências e Letras, Univ. de São Paulo*, XLV, Geologia 1: 89-106.
- Almeida, F.F.M. 1957. Novas ocorrências de fósseis no pré-cambriano brasileiro. *An. Acad. Brasil. Ciênc.*, **29**: 63-72.
- Bigarella, J.J.; Salamuni, R. 1956. Estudo preliminares na Série Açungui. V – Estruturas organógenas nos dolomitos da Formação Capirú (Estado do Paraná). *Dusenía*, **7**(6): 317-323.
- Bigarella, J.J.; Salamuni, R. 1958. *Estudos preliminares na Série Açungui. VIII – A formação Votuverava*. *Bol. Inst. Hist. Natural, Geologia*, Bol nº 2, 6 p.
- Bigarella, J.J.; Salamuni, R. 1959. Contribuição à geologia da região sul da Série Açungui (Estado do Paraná). *Bol. Paulista Geogr.*, **29**: 3-19.
- Campanha, G.A.C.; Sadowski, G.R. 1999. Tectonics of the southern portion of the Ribeira Belt (Apiá Domain). *Precambrian Research*, **98**: 31-51.
- Campanha, G.A.C.; Bistrichi, C.A.; Almeida, M.A. 1987. Considerações sobre a organização litoestratigráfica e evolução tectônica da Faixa de dobramentos Apiá. *In: SBG, Simp. Sul-brasileiro de Geologia, III, Curitiba, Atas*, **2**: 725-742.
- Cordani, U.G.; Bittencourt, I. 1967a. Determinações de idade potássio-argônio em rochas do Grupo Açungui. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 21, Curitiba, Anais*, p. 218-233.
- Cordani, U.G.; Bittencourt, I. 1967b. Estudo geocronológico no Grupo Açungui. *Boletim Paranaense de Geociências*, **26**: 58-59.
- Cordani, U.G.; Kawashita, K. 1971. Estudo geocronológico pelo método Rb-Sr, de rochas graníticas intrusivas no Grupo Açungui. *In: SBG, Congresso Brasileiro Geologia, 25, São Paulo, Anais*, p. 105-110.
- Donaldson, J.A.; Taylor, A.H. 1972. Conical-columnar stromatolites and subtidal environment. *American Association Petroleum Geologists Bulletin*, **56**: 614.
- Fairchild, T.R. 1977. *Conophyton* and other columnar stromatolites from the Upper Precambrian Açungui Group near Itapeva, SP, Brazil. *In: SBG, Simp. Regional Geol., I, São Paulo, Atas*, p. 179-198.
- Fairchild, T.R. 1982. New stromatolites from the Upper Precambrian Açungui Group, eastern Paraná, Brazil, and their potential stratigraphic use. *Bol. Inst. de Geociênc.-USP*, **13**: 43-50.
- Fairchild, T.R.; Theodorovicz, A. 1989. Novas ocorrências de estromatólitos no Grupo Itaiacoca (Proterozoico médio a superior), sul do Estado de São Paulo. *In: SBP, Congresso Brasileiro de Paleontologia, XI, Curitiba, Resumos*, p. 4.
- Fairchild, T.R.; Sallun Filho, W. 2004. *Collenia itapevensis*, o primeiro fóssil pré-cambriano brasileiro e sua importância no estudo de estromatólitos no Brasil. *In: Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C.D.R.; Brito Neves, B.B. (eds.) Geologia do continente Sul-americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida*. Editora Beca, São Paulo. p. 177-186.
- Guimarães, J.E.P. 1953. Mina de calcário, Sítio Roseira, Município de Itapeva S.P. *Revista do Instituto Geográfico e Geológico*, **11**(3 e 4): 194-204.
- Hoffman, P. 1976. Environmental diversity of middle Precambrian stromatolites. *In: M.R. Walter (ed.) Stromatolites*, Elsevier Sci. Publ. Co., p. 599-611.
- Marini, O.J.; Trein, E.; Fuck, R. 1967. O Grupo Açungui no estado do Paraná. *Boletim Paranaense de Geociências*, **23-25**: 43-104.
- Marini, O.J.; Bósio, N.J. 1971. Estromatólitos em dolomitos do Grupo Açungui. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **43**(1): 161-175.
- Petri, S.; Suguio, K. 1969. *Sobre os metassedimentos do extremo sul do estado de São Paulo*. Conv. USP/DAEE, 98 p. (Publ. Esp.).
- Prazeres Filho, H.J.; Guimarães, G.; Basei, M.; Siga Jr., O.; Reis Neto, J.M.; Campanha, G.; Sallun Filho, W. 1998. Mapa geológico 1:50.000 da porção centro-sul da Faixa Itaiacoca - PR. *In: SBG, Congr. Bras. de Geol., 40, 1998. Anais*, Belo Horizonte, p. 36.
- Prazeres Filho, H.; Harara, O.M.; Basei, M.A.S.; Passarelli, C.R.; Siga Jr., O. 2003. Litoquímica, geocronologia U-Pb e geologia isotópica (Sr-Nd-Pb) das rochas graníticas dos batólitos Cunhaporanga e Três córregos na porção sul do Cinturão Ribeira, Estado do Paraná. *Geologia USP: Série Científica*, N: 51-70.
- Reis Neto, J.M. 1994. *Faixa Itaiacoca: registro de uma colisão entre dois blocos continentais no Neoproterozoico*. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 253 p.
- Riding, R. 1999. The term stromatolite: towards na essential definition. *Lethaia*, **32**: 321-330.
- Salamuni, R.; Bigarella, J.J. 1967. *Contribuição à geologia do Grupo Açungui*. *Bol. Univ. Feder. Paraná, Geologia*, Bol. nº 23, 26 p.
- Sallun Filho, W. 1999. Análise dos estromatólitos do Grupo Itaiacoca (Proterozoico), ao sul de Itapeva, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 126 p.
- Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R. 2003. Depositional environments and growth of *Conophyton* in the Itaiacoca Group, meso- or neoproterozoic, SE Brazil. *In: Latinamerican Congress of Sedimentologists, III, Belem, Resumos*, p. 195-196.

- Sallun Filho, W.; Fairchild, T.R. 2004. Estromatólitos do Grupo Itaiacoca ao sul de Itapeva, SP. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(3): 359-370.
- Sallun Filho, W.; Campanha, G.A.C.; Fairchild, T.R. 2005. Aspectos deformacionais em estromatólitos do Grupo Itaiacoca, a sul de Itapeva (SP). *Revista Brasileira de Geociências*, 35(3): 333-340.
- Siga Jr., O.; Basei, M.A.S.; Sato, K.; Prazeres Filho, H.J.; Cury, L.F.; Weber, W.; Passarelli, C.R.; Harara, O.M.; Reis Neto, J.M. 2003. U-Pb (Zircon) ages of metavolcanic rocks from the Itaiacoca Group: tectonic implications. *Revista do Instituto de Geociências-USP*, 3: 39-49.
- Siga Jr., O.; Basei, M.A.S.; Passarelli, C.R.; Sato, K.; Prazeres Filho, H.J.; Cury, L.F.; Harara, O.M.; Reis Neto, J.M.; Basei, G.B. 2006. Geochronology of the Itaiacoca Belt (Parana - Brazil): Tectonic Implications. In: SSAGI, Southamerican Symposium on Isotope Geology, 5, Punta del Este, Short Paper, v. 1, p. 186-189.
- Souza, A.P. 1990. Mapa geológico na escala 1:50.000 e esboço da evolução tectônica e sedimentar do Grupo Itaiacoca, nas folhas Barra do Chapéu e Ouro Verde – SP/PR. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 200 p.
- Theodorovicz, A.; Câmara, M.M.; Morais, S.M.; Godoy, H.K.; Takahashi, A.T. 1986. *Projeto Engenheiro Maia-Ribeirão Branco*. Relatório Final. CPRM/PROMINÉRIO.
- Trein, E.; Reis Neto, J.M.; Biondi, J.C.; Monastier, M.S. 1985. Revisão da Formação Itaiacoca: identificação de uma sequência metavulcano-sedimentar em Abapã (PR). In: SBG, Simpósio Regional de Geologia, 5, 1985. Atas, São Paulo, 1:169-185.

* Publicado na Internet em 11/03/2010 no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio049/sitio049.pdf>

¹ Instituto Geológico, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – Av. Miguel Stefano 3900, 04301-903 São Paulo – SP, wsallun@gmail.com

² Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental – Instituto de Geociências, USP – Rua do Lago, 562, 05508-080 São Paulo – SP, trfairch@hotmail.com

³ Rua São Francisco 98, Ap. 309, 01005-020 São Paulo – SP, danielrfranca@usp.br



WILLIAM SALLUN FILHO

Geólogo, Mestre e Doutor em Geociências pelo Instituto de Geociências da USP. Tem como áreas de atuação a Paleontologia do Pré-Cambriano e a Geologia de Terrenos Cársticos. É Pesquisador Científico do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo desde 2005.



THOMAS RICH FAIRCHILD

Possui graduação em Geologia pela Stanford University (1966) e doutorado em Geologia pela University of California at Los Angeles (1975). Sua pesquisa é focada na vida proterozoica, incluindo microfósseis e estromatólitos. Ministra disciplinas de paleontologia e geologia histórica desde 1976 na Universidade de São Paulo, onde é Professor Doutor.



FERNANDO FLÁVIO MARQUES DE ALMEIDA (in memoriam)

Formado em Engenharia Civil em 1939, na Escola Politécnica da USP. Foi professor assistente e adjunto da EPUSP, livre-docente da USP, professor catedrático da Faculdade de Engenharia Industrial da Pontifícia Universidade Católica, professor catedrático da EPUSP, professor do Instituto de Geociências da USP, professor do curso de pós-graduação em Geociências da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, engenheiro do DNPM e da Divisão de Minas e Geologia Aplicada do Instituto Tecnológico de São Paulo.

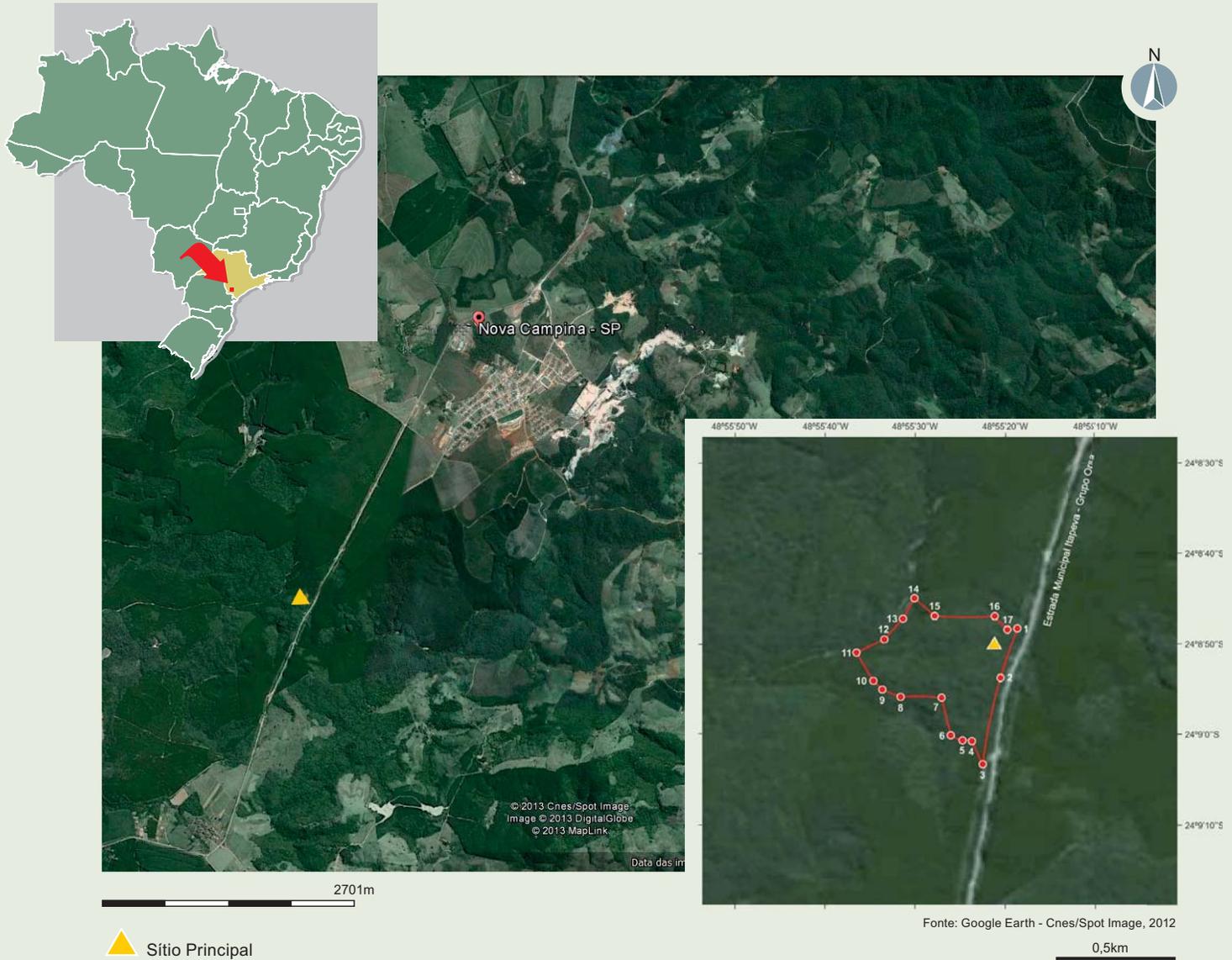


DANIEL RODRIGUES DE FRANÇA

Graduando em Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP). Já atuou na divulgação das Geociências na Estação Ciência da USP (São Paulo). É estagiário do Instituto Geológico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo no projeto “Monumento natural estromatólitos de Nova Campina: Proposta de proteção, conservação e utilização em educação ambiental e turismo”.

SIGEP 049 - ESTROMATÓLITOS DE NOVA CAMPINA E ITAPEVA, SP

PROPOSTA DA ÁREA DE PROTEÇÃO



VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
1	24°08'48''S	48°55'18''W
2	24°08'53''S	48°55'20''W
3	24°09'03''S	48°55'22''W
4	24°09'01''S	48°55'23''W
5	24°09'01''S	48°55'25''W
6	24°08'59''S	48°55'26''W
7	24°08'55''S	48°55'27''W
8	24°08'55''S	48°55'31''W
9	24°08'55''S	48°55'33''W

VÉRTICE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
10	24°08'54''S	48°55'34''W
11	24°08'51''S	48°55'36''W
12	24°08'49''S	48°55'33''W
13	24°08'47''S	48°55'31''W
14	24°08'45''S	48°55'30''W
15	24°08'47''S	48°55'28''W
16	24°08'47''S	48°55'21''W
17	24°08'48''S	48°55'20''W

Polígono da área de proteção proposto por:
William Sallun Filho - Instituto Geológico/SMA/SP (wsallun@igeologico.sp.gov.br)

Data da proposta: 15/02/2013