

# O primeiro zoneamento de nanofósseis calcários no Brasil (Troelsen e Quadros, 1971a)

*The first calcareous nannofossil framework in Brazil (Troelsen and Quadros (1971a))*

Lucio Riogi Tokutake | Rogério Loureiro Antunes

## resumo

Na Petrobras, o emprego dos nanofósseis calcários com propósitos biocronoestratigráficos (datação de amostras de poços) teve início concomitante à perfuração dos primeiros poços nas áreas marítimas das bacias marginais brasileiras, no final da década de 1960. O estudo desse grupo fóssil, na exploração de petróleo, ainda era novidade em todo o mundo. O trabalho pioneiro de Troelsen e Quadros (1971a) estabeleceu um arcabouço bioestratigráfico bastante coerente e passou a

auxiliar sobremaneira a exploração em termos de correlações cronoestratigráficas. Os trabalhos posteriores, realizados na margem continental, jamais verificaram qualquer inconsistência no arcabouço original. Assim, em face do maior número de amostras disponível para investigações (perfuração de mais poços), concomitante ao incremento bastante significativo da produção acadêmica mundial, os estudos posteriores limitaram-se apenas a detalhar o zoneamento de Troelsen e Quadros (1971a).

**Palavras-chave:** exploração | bioestratigrafia | nanofósseis calcários | margem continental brasileira

## abstract

*Petrobras, uses calcareous nannofossil with biostratigraphic purposes (dating of samples from wells), since the beginning of explorations in offshore areas of the Brazilian marginal basins in the late 1960s. Back then studying this fossil group in oil exploration was still a novelty to the world. The pioneer work of Troelsen and Quadros, published in 1971, established a fairly consistent biostratigraphic framework and became very helpful in terms of the exploration of chronostratigraphic correlations. Subsequent work carried out on the continental margin never found an inconsistency in the original framework. Thus, given the larger number of samples available for investigation (with the drilling of more wells), combined with the very significant increase in global academic production, further studies were limited only to detailing the Troelsen and Quadros zonation.*

*(Expanded abstract available at the end of the paper).*

**Keywords:** exploration | biostratigraphy | calcareous nannofossils | brazilian continental margin

## introdução

O final da década de 1960 e toda a década de 1970 foram um intervalo de tempo muito fértil para o conhecimento da geologia das bacias marginais brasileiras. Durante esta fase, foram apresentadas e publicadas várias pesquisas relativas ao arcabouço estratigráfico destas áreas sedimentares. São trabalhos pioneiros que lançaram os alicerces bio, crono e litoestratigráfico do conhecimento atual desta extensa região. Os trabalhos de Schaller (1969) e Viana *et al.* (1971), por exemplo, apresentam, entre outros itens, os andares que compõem a Série Recôncavo (Dom João, Rio da Serra, Aratu, Buracica, Jiquiá e Alagoas), cujos conceitos são empregados até hoje na exploração do Pré-Sal. Desta época é o trabalho pioneiro de Troelsen e Quadros (1971a), que teve por objetivo propor o primeiro zoneamento bioestratigráfico para depósitos marinhos da margem brasileira, com base em nanofósseis calcários. Como os próprios autores anunciaram à época, o zoneamento, então proposto tinha aplicação plena “em estudos de correlação e datação de sedimentos marinhos do Aptiano Superior ao Mioceno do Brasil” e podia ser considerado “básico para as análises de rotina”, que davam respaldo às interpretações geológicas.

A presente comunicação objetiva trazer à luz a contribuição de Troelsen e Quadros (1971a), comemorando seu quadragésimo aniversário. Objetiva, também, resgatar um pouco de sua história, como foi concebido o contexto exploratório da época e um pouco da trajetória profissional de seus autores. Finalmente, em breves palavras, são comentados alguns desdobramentos do clássico em epígrafe.

## o cenário exploratório do final da década de 1960 e “a ida para o mar”

De acordo com Mendonça *et al.* (2004), os primeiros passos em direção à exploração de hidrocarbonetos na porção marítima das bacias marginais brasileiras foram dados durante os anos de 1957 e 1958. Os primeiros levantamentos de

reflexão sísmica realizados no mar, cobrindo parte das plataformas de Alagoas, Espírito Santo e Bahia, principalmente, datam deste período. A perfuração dos primeiros poços na plataforma, contudo, ocorreu, somente a partir de 1968. Não obstante, poços que objetivavam testar trapas mapeadas em depósitos marinhos das bacias marginais já haviam sido perfurados e se localizavam no continente, em suas porções atualmente emersas. A efetiva ida para o mar ocorreu com a perfuração dos poços 1-ESS-1 (julho de 1968 – Bacia do Espírito Santo) e 1-SES-1A (agosto de 1968 – Bacia de Sergipe-Alagoas), tendo este último logrado sucesso com a descoberta do Campo de Guaricema.

Várias ações corporativas subsidiaram a decisão estratégica de explorar petróleo nas regiões marinhas das bacias marginais. Dentre elas podem ser citadas a criação do primeiro Centro de Processamento de Dados Sísmicos Digitais da Petrobras e a construção da plataforma de perfuração Petrobras I, para operar em cotas batimétricas de até 30m (Mendonça *et al.*, 2004; Azevedo e Terra, 2008). Logo após a acumulação de Guaricema, descobriu-se Caioba, também no litoral sergipano, o que levou a alta administração da Petrobras a criar o Setor de Plataforma (Seplat), objetivando centralizar esforços para atuar na nova fronteira exploratória que se descortinava (Memória..., 2003).

De vultu mais modesto, porém cientificamente muito importante por gerar conhecimento para subsidiar a exploração, foi a participação dos laboratórios que investigavam as amostras provenientes dos poços. Com a disponibilidade de maior número de amostras (calha, testemunhos e laterais), colhidas nos poços perfurados na plataforma continental, um grande volume de informações passou a ser obtido e pesquisado sistematicamente. Em termos micropaleontológicos, importantes grupos microfósseis que ocorrem na seção mesocenoica ganharam destaque. Em função disso, estes grupos, especialmente aqueles que ocorrem nas seções marinhas, como os foraminíferos e os miósporos (grãos de pólen e esporos), puderam ser investigados de forma sistemática. Os primeiros resultados estruturados destes estudos foram sintetizados nos trabalhos de Noguchi e Santos (1972), para foraminíferos planctônicos, e Regali *et al.* (1974), para miósporos (grãos de pólen e esporos). Os nanofósseis calcários, que começavam a ganhar expressão na exploração de petróleo mundial, também passaram a ser observados e analisados.

## o zoneamento de Troelsen e Quadros (1971a)

Totalmente inserido e alinhado à estratégia corporativa da Petrobras de explorar petróleo na plataforma continental brasileira, surge, em 1971, o primeiro zoneamento bioestratigráfico de nanofósseis calcários aplicável em depósitos marinhos da margem continental brasileira (fig. 1).

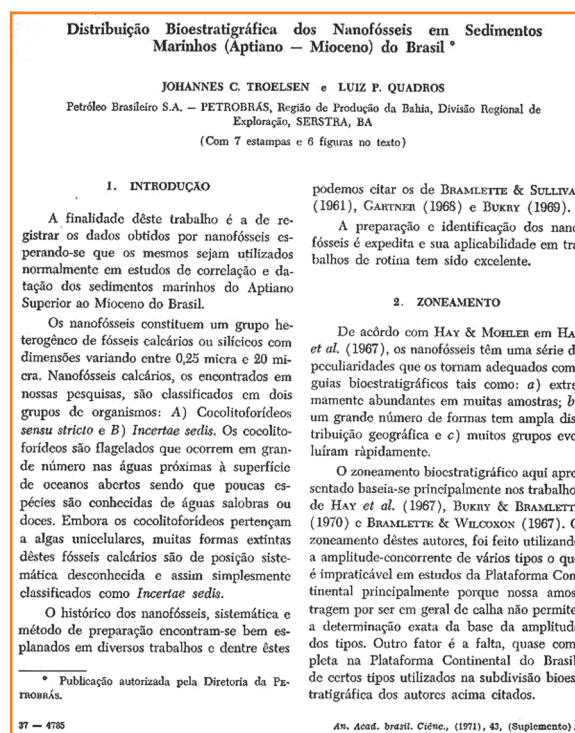


Figura 1

Primeira página do artigo de Troelsen e Quadros (1971a), publicado nos anais da Academia Brasileira de Ciências.

Figure 1

First page of the article by Troelsen and Quadros (1971a) published in the annals of the Brazilian Science Academy.

Seu surgimento se deve, em grande parte, ao autodidatismo de Troelsen, que, por conta própria, a partir de 1967, passou a estudá-los em detalhe. Suas primeiras observações se encontram no relatório (Troelsen, 1969) onde tece considerações sobre as afinidades taxonômicas, amplitudes de ocorrência e paleoecologia dos nanofósseis. Além disso, sumariza o melhor modo de processar amostras de poços e preparar lâminas para observação ao microscópio óptico. A iniciativa de Troelsen contou com o apoio e incentivo de técnicos e gerentes de expressão. João Bosco Ponciano Gomes (na época, superintendente do Distrito de Exploração do Sul – Desul) e Frederico Waldemar Lange (coordenador dos trabalhos de Paleontologia no mesmo Desul), por exemplo, tinham acabado de retornar de uma missão no exterior, onde tiveram a oportunidade

de conhecer as principais características e aplicabilidade dos nanofósseis calcários.

Como fazia parte da estratégia da Petrobras explorar petróleo na margem continental, nada mais apropriado do que passar a estudar sistematicamente este grupo fóssil. Assim, e agora fazendo parte da estratégia corporativa, Troelsen formalmente passou a investigá-los. Com trocas de correspondências e um período de estudo de dois meses (de 11 de maio a 11 de julho de 1969), no Scripps Institution of Oceanography (em La Jolla – Califórnia), onde pôde trabalhar com os especialistas M. N. Bramlette e David Bukry, Troelsen, no final desse mesmo ano, concebeu um zoneamento preliminar (Luiz Padilha de Quadros, comunicação pessoal).

Por essa época, já havia ficado claro que o emprego dos nanofósseis para a datação de depósitos sedimentares era bem mais objetivo e célere do que aquele de foraminíferos planctônicos. Esta era uma característica importante porque, de modo geral, investigações micropaleontológicas demandam um bom tempo de análise. Nos dias atuais, para o estudo dos nanofósseis, o tempo despendido durante a investigação de uma amostra, com propósitos puramente bioestratigráficos, é de apenas uma hora, em média. Da mesma forma, o tempo requerido para o processamento de uma amostra para a investigação é bem menor do que o requerido para os outros grupos microfósseis. Esta celeridade na obtenção de informações era bastante necessária, uma vez que se realizava, em laboratório, o monitoramento biocronoestratigráfico dos poços durante a perfuração (Luiz Padilha de Quadros, comunicação pessoal). Este monitoramento era uma atividade importante, e o contato entre os laboratórios e o Seplat era constante, uma vez que decisões poderiam ser tomadas a partir da caracterização de determinada idade na seção de um poço em perfuração. De acordo com a Memória... (2003), muitas análises tinham caráter de urgência e, por isso, para facilitar a transmissão de resultados, criou-se uma linha telefônica exclusiva que permitia comunicação imediata com o Seplat.

No corpo do trabalho e nas conclusões, Troelsen e Quadros (1971a) reconhecem e divulgam alguns comentários interessantes, a respeito tanto do arcabouço proposto quanto das características intrínsecas dos nanofósseis. Assim, esclarecem que:

- este grupo fóssil, até então desconhecido no Brasil, deveria ser investigado com o emprego de microscópios ópticos com luz

polarizada e sistema de nicóis acoplados. Estes aparelhos deveriam proporcionar aumentos da ordem de 500 a mil vezes;

- o zoneamento concebido poderia ser plenamente aplicado em poços que contassem, sobretudo, com amostras de calha. Além disso, muitas das biozonas propostas tinham, provavelmente, abrangência mundial, pois já haviam sido reconhecidas em outras regiões do mundo, conforme indicava a literatura da época e suas observações pessoais;
- os nanofósseis ocorriam em abundância em pelitos tipicamente marinhos. Em face desta característica, podiam ser recuperados de amostras “muito pequenas (por exemplo, amostras laterais) que, às vezes, não têm foraminíferos ou palinomorfos em quantidade suficiente para uma determinação de idade”.

Para a época, este trabalho deve ser considerado uma inovação tecnológica, já que o estudo do paleonoplâncton, em termos mundiais, também se encontrava em seus estágios iniciais. A bibliografia a respeito do tema não era abundante, e os pesquisadores, além de aspectos taxonômicos, preocupavam-se em identificar e definir biozonas para as regiões estudadas.

Além de observações pessoais, adquiridas com a investigação das amostras, os autores valeram-se dos trabalhos de Hay *et al.* (1967), Bramlette e Wilcoxon (1967) e Bukry e Bramlette (1970) para a proposição do zoneamento e atribuição de idade às biozonas. Um fato que deve ser registrado é que o artigo de Troelsen e Quadros (1971a) é contemporâneo àquele de Martini (1971), que encerra o primeiro zoneamento referencial do Cenozoico para este grupo fóssil. Assim, os citados autores não consultaram este zoneamento referencial para compor aquele que passou a dar respaldo biocronoestratigráfico para as unidades reconhecidas nas bacias marginais brasileiras. Deve ser observado, outrossim, que, para alguns intervalos de tempo, os dois arcabouços guardam boa identidade em termos de biozonas propostas, o que demonstra a vanguarda da pesquisa desenvolvida no Brasil. Com muitas modificações, que resultaram em detalhamentos bioestratigráficos, o trabalho de Martini (1971) ainda continua sendo referenciado mundialmente.

Com relação à porção cretácea do zoneamento de Troelsen e Quadros (1971a), o mesmo pode ser dito. Para o estudo desta seção, os autores

contaram apenas com as observações de Bukry e Bramlette (1970). Deste modo, a maioria dos *data* empregados para o balizamento de biozonas ainda não havia sido proposta na literatura. Posteriormente, já na década de 1980 e 1990, trabalhos mais recentes valeram-se, também, destes *data* para limitarem biozonas em outras regiões do globo (vejam-se, por exemplo, Perch-Nielsen, 1985a e Varol, 1992). Para os nanofósseis calcários, o primeiro zoneamento referencial para Cretáceo foi publicado somente em 1977, por Sissinghi.

Embora contenha informações originais, nunca antes difundidas em outras pesquisas desenvolvidas no mundo, o artigo de Troelsen e Quadros (1971a) quase não é referenciado na literatura internacional. Isto ocorre, provavelmente, porque o mesmo foi redigido em português, sendo, portanto, de difícil leitura para muitos pesquisadores. Não obstante, sua citação encontra-se em Perch-Nielsen (1985a, b) e Bown *et. al.* (1998), entre outros. Em parte, estes trabalhos são textos de compilação bibliográfica que sintetizam o estado da arte da ciência dos nanofósseis calcários na época em que foram publicados.

O arcabouço original de Troelsen e Quadros (1971a) foi construído a partir da investigação de amostras provenientes de 36 poços situados nas diversas bacias da margem brasileira (da Foz do Amazonas à de Pelotas). Poços situados tanto em terra como no mar foram estudados. A figura 2, extraída do trabalho, ilustra alguns destes poços. Naquela época, com a descoberta do Campo de Guaricema (1-SES-1A) e em seguida de Caioba, a Exploração centrava esforços na Bacia de Sergipe-Alagoas. Assim, 23 dos 36 poços investigados encontram-se nessa bacia, especialmente nas cercanias dos campos recém-descobertos.

A partir das investigações, foram propostas 22 biozonas, sendo que cinco caracterizam o Cretáceo e 16 o Paleogeno/Neogeno. Uma biozona indicava o intervalo Pleistoceno (parte superior)/Holoceno. A figura 3 retrata o zoneamento original: "um zoneamento básico para as análises de rotina".

Além da proposição do zoneamento, o trabalho contém boa documentação fotográfica, obtida ao microscópio óptico, com a apresentação de sete estampas (a de número um pode ser vista na fig. 4). Nestas ilustrações, foram retratadas as principais espécies de nanofósseis, cujos eventos de surgimento e/ou extinção balizavam os limites entre as biozonas. Encerrando o artigo

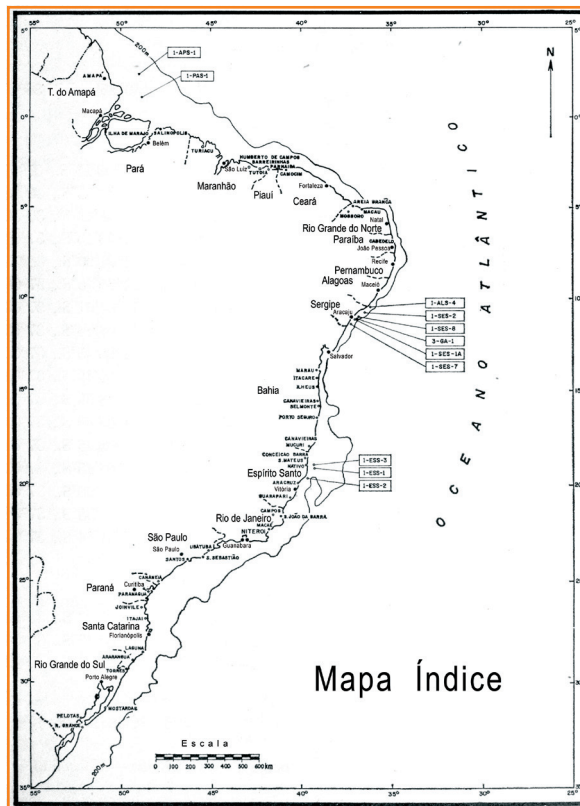


Figura 2  
Mapa de localização de parte dos poços de investigação por Troelsen e Quadros (1971a). Extraído do original.

Figure 2  
A map of the location of some of the wells investigated by Troelsen and Quadros (1971a). Extracted from the original.

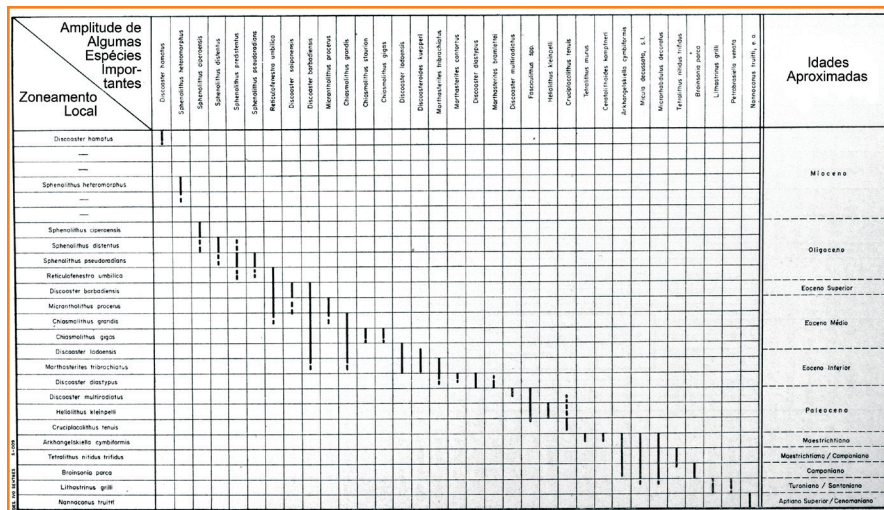


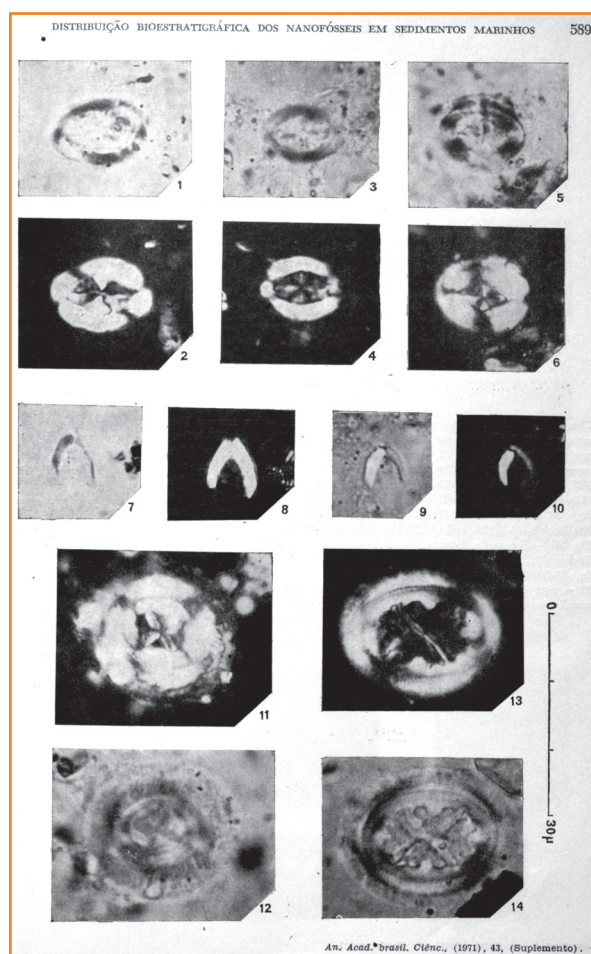
Figura 3 – Arcabouço bioestratigráfico proposto por Troelsen e Quadros (1971a): "um zoneamento básico para as análises de rotina". Extraído do original.

Figure 3- Biostratigraphic framework proposed by Troelsen and Quadros (1971a): a basic zoning for routine analysis. Extracted from the original.

observam-se, ainda, a descrição de quatro novas espécies e um novo gênero. O gênero foi denominado *Petrobrasiella*, em homenagem à Petrobras. Pouco tempo depois, Troelsen e Quadros (1971b) descreveram mais três novas espécies da família *Braarudosphaeraceae*.

Figura 4  
Estampa 1 do artigo de  
Troelsen e Quadros (1971a).

Figure 4  
Print 1 of the article by  
Troelsen and Quadros  
(1971a).



## a crítica

O trabalho de Troelsen e Quadros (1971a) foi apresentado à comunidade científica em sessão realizada na Academia Brasileira de Ciências (Rio de Janeiro) no dia 21 de setembro de 1970. Esta sessão integrou o 1º Simpósio Brasileiro de Paleontologia, realizado de 20 e 25 de setembro do mesmo ano. Ainda hoje (e também naquela época), eventos deste tipo contam com a participação dos mais notáveis pesquisadores e cientistas. Portanto, na mencionada solenidade, uma plêiade de paleontólogos integrava a audiência. O artigo foi apresentado por Quadros, uma vez que Troelsen se encontrava em recuperação de uma cirurgia, que o impediu de viajar de Salvador para o Rio de Janeiro (Luiz Padilha de Quadros, comunicação pessoal).

Provavelmente por se tratar de uma novidade, até então nunca vista e praticamente

desconhecida no Brasil, algumas severas críticas foram apresentadas por renomados paleontólogos brasileiros. Alguns julgavam impossível chamar de fóssil, partículas que, para serem observadas apropriadamente, necessitavam do emprego de nicóis acoplados ao microscópio óptico. Outros relutavam em acreditar que existiam sedimentos cenozoicos marinhos, nas bacias marginais brasileiras, sobrepostos aos do Cretáceo. Por fim, um terceiro paleontólogo “aconselhou” o jovem Quadros a abandonar os nanofósseis e estudar os peixes fósseis, “estes, sim, verdadeiros fósseis”. Uma exceção a este coro foi Frederico Waldemar Lange, conceituado paleontólogo, que muito incentivou a pesquisa e implantação dos nanofósseis na Petrobras (Luiz Padilha de Quadros, comunicação pessoal).

## sobre os autores

### Johannes Christian Troelsen

Sempre fez parte das preocupações corporativas da Petrobras proporcionar ao seu quadro técnico uma formação de alto nível. Quando de sua criação, em 3 de outubro de 1953, esta preocupação, mais do que nunca, estava na ordem do dia. Assim, desde seus primórdios, não faltaram investimentos para o treinamento complementar de seus profissionais (Azevedo e Terra, 2008). Deste modo, naquele tempo, para a capacitação dos empregados, a Petrobras passou a estabelecer “uma via de duas mãos”: ao mesmo tempo em que profissionais brasileiros eram enviados ao exterior, visando à obtenção de formação especializada, a empresa também contratava renomados cientistas que iriam atuar domesticamente, no trabalho e no aprimoramento de seu corpo técnico. No que se refere às investigações paleontológicas, durante a segunda metade da década de 1950, vários renomados e competentes cientistas estrangeiros foram contratados como consultores (Memória..., 2003). Dentre eles, se encontrava Johannes Christian Troelsen (fig. 5), paleontólogo de boa cepa – o Dr. Troelsen, como ainda hoje é citado nos meios paleontológicos da Petrobras.

Este consultor dinamarquês, nascido em 22 de agosto de 1913, especialista em foraminíferos, chegou ao Brasil em 1956, sendo designado para

trabalhar na sede de Belém, onde reorganizou o laboratório, sistematizou suas atividades bioestratigráficas e deu início ao treinamento de técnicos brasileiros. Entre 1958 e 1967, Dr. Troelsen atua nos laboratórios da Petrobras sediados em Salvador e Maceió, estudando os foraminíferos e os ostracodes não marinhos. Em 16 de novembro de 1965, deixa de ser consultor e é admitido como técnico sênior da Petrobras. Em 1967, edita o primeiro documento técnico relativo aos nanofósseis calcários no Brasil (Troelsen, 1967). No ano seguinte, é transferido para Salvador e, posteriormente, em 1973, para o Rio de Janeiro, onde passa a integrar a equipe do Laboratório Central de Exploração da Petrobras (Lacex). Prestou serviços neste laboratório até 4 de novembro de 1980, quando se aposentou (Memória..., 2003). Em 1989, por ocasião do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, foi homenageado, por conta dos relevantes serviços prestados à paleontologia brasileira.

## Luiz Padilha de Quadros (fig. 6)

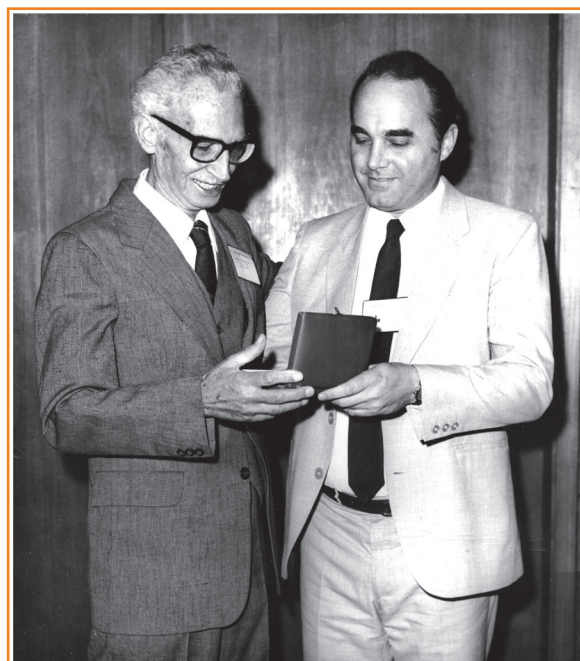
Durante o governo do presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira (1956-1961), surgem com intensidade as discussões sobre a criação de cursos de Geologia no Brasil. Como resultado desta efervescente mobilização nos meios intelectuais e econômicos do País, em 11 de janeiro 1957, o presidente Kubitschek assina o decreto que cria a Campanha de Formação de Geólogos (Cage), com o objetivo de “assegurar a existência de pessoal especializado em Geologia, em quantidade e qualidade suficiente às necessidades nacionais, nos empreendimentos públicos e privados”, promover a criação de cursos destinados à formação de geólogos e regular seu funcionamento. Em decorrência direta do decreto, ainda nesse mesmo ano, quatro cursos de Geologia são implantados, respectivamente, na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade de São Paulo (USP) e na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). A criação da Cage e das quatro faculdades teve como pano de fundo o petróleo, um setor econômico, então, emergente (Azevedo e Terra, 2008).

Luiz Padilha de Quadros é um dos geólogos formados pela política desenvolvimentista do presidente Kubitschek. Graduado pela USP em dezembro de 1962, ingressou na Petrobras em 17 de janeiro de 1963, sendo designado para trabalhar no acompanhamento geológico de poços, na Bacia



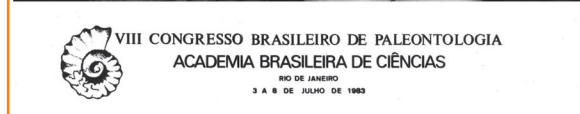
**Figura 5**  
Johannes Christian Troelsen, por ocasião de uma homenagem durante o XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, em 1989.

*Figure 5*  
Johannes Christian Troelsen, at the occasion of a tribute during the XI Brazilian Paleontology Congress, in 1989.



**Figura 6**  
Luiz Padilha de Quadros (direita) e Frederico Waldemar Lange (esquerda) em homenagem prestada a este último por ocasião do VIII Congresso Brasileiro de Paleontologia, realizado de 3 a 8 de julho de 1983.

*Figure 6*  
Luiz Padilha de Quadros (right) and Frederico Waldemar Lange (left) in tribute paid to the latter during the VII Brazilian Paleontology Congress, which happened from July 3rd to 8th, 1983.



de Sergipe-Alagoas. Em julho do mesmo ano, foi transferido para o laboratório de Ponta Grossa (PR), onde iniciou sua carreira de paleontólogo, estudando, juntamente com Hélio Jesus Ferreira de Sá Brito, os microfósseis paleozoicos da Bacia do Paraná.

Em 1966, Roberto Ferreira Daemon é designado para trabalhar no laboratório de Ponta Grossa (PR), onde passa a estudar os miósporos da Bacia do Paraná. Daemon, de imediato, demonstrou o quanto a palinologia era importante para o entendimento da estratigrafia daquele sítio sedimentar. Tinha um trabalho imenso pela frente e, então, convidou o colega Quadros para auxiliá-lo naquela tarefa de identificação dos palinómorfs e elaboração de um arcabouço bioestratigráfico. Quadros aceitou o desafio, uma vez que os microfósseis não vinham fornecendo resultados satisfatórios para correlações. Produto deste estudo é o, também, clássico Daemon e Quadros (1970), que trata da palinoestratigrafia dos depósitos neopaleozóicos da Bacia do Paraná. Aliás, este clássico foi reeditado no volume 15, número 1 (novembro de 2006/maio de 2007) do Boletim de Geociências da Petrobras.

Em janeiro de 1969, Quadros é transferido para Salvador, onde passa a ser treinado por Troelsen na bioestratigrafia dos nanofósseis calcários, atividade que desempenhou até 1972. Ainda nesse ano, passa a compor a equipe de Geoquímica do Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes). Nessa oportunidade, implantou, no Cenpes, o estudo de petrografia orgânica e avaliação da qualidade da matéria orgânica. A partir desta criação, lança formalmente o termo organopalinologia, adotado em vários países, que bem define os estudos da matéria orgânica aplicados à prospecção de petróleo (Quadros, 1975). Sua atuação como geoquímico estendeu-se até 1984, quando retornou às atividades de estudo dos miósporos paleozóicos, não mais no extinto laboratório de Ponta Grossa, mas, então, no Cenpes. Quadros atuou como geólogo da Petrobras até 28 de junho de 2001, quando se aposentou. Um pouco mais tarde, em março de 2007, foi contratado como consultor do Cenpes em palinologia do Paleozóico e Proterozóico, função que continua exercendo na atualidade.

## os desdobramentos de Troelsen e Quadros (1971a)

Com a implantação efetiva do estudo dos nanofósseis e depois das descobertas na Bacia de Sergipe-Alagoas (Guaricema e Caioba), este grupo

fóssil com o seu reduzido número de especialistas sediado no Rio de Janeiro (Laboratório Central de Exploração – Lacex), passou a dar suporte bioestratigráfico para a exploração das bacias da margem sudeste (Espírito Santo, Campos e Santos, principalmente). Assim, invariavelmente, todos os poços exploratórios perfurados nestas bacias tiveram a seção marinha (o intervalo Pós-Sal) avaliada bioestratigraficamente a partir dos nanofósseis calcários. Mais tarde, no início da década de 1980, em face de mudanças administrativas e organizacionais, o Lacex foi incorporado ao Cenpes, e este trabalho passou a ser realizado neste órgão de pesquisa. Com o incremento das atividades de exploração na margem brasileira e o êxito de novas descobertas, já no final da década de 1980, houve a descentralização das atividades e a instalação de novos laboratórios regionais. Como consequência direta desta descentralização, mais especialistas foram formados.

Com o acervo crescente de informações, resultado da investigação das amostras dos poços, os bioestratígrafos que vieram após os dois pioneiros tiveram a oportunidade de aprimorar e detalhar aquele arcabouço original. Com isto, o zoneamento foi aperfeiçoado e tornou-se mais sofisticado. Deve ficar claro que, a partir da década de 1980, a realidade acadêmica do estudo dos nanofósseis modificou-se acentuadamente. Enquanto na década de 1960 eram poucos os artigos trazidos a público, nas décadas posteriores este número aumentou substancialmente, graças à efetiva constatação da aplicação dos nanofósseis em pesquisas bioestratigráficas e paleoceanográficas. Deste modo, os “novos” bioestratígrafos puderam contar com inúmeras referências bibliográficas, além de um número infinitamente maior de informações da margem brasileira, o que facilitou, sobremaneira, a tarefa a ser realizada. Este trabalho sempre constou do aprimoramento do zoneamento pioneiro, e nunca qualquer modificação substancial foi introduzida. Do ponto de vista estratigráfico, o arcabouço de Troelsen e Quadros (1971a) sempre foi muito consistente e jamais qualquer incongruência foi observada.

A verificação e o detalhamento de ideias contidas em artigos prévios são uma praxe das ciências naturais. No caso do estudo dos nanofósseis calcários, o detalhamento das ideias de Troelsen e Quadros (1971a) tornou-se imperioso no estudo da geologia da margem sudeste, em decorrência



das importantíssimas descobertas realizadas pela Petrobras, sobretudo na Bacia de Campos (os campos de Marlim, Marlim Sul, Marlim Leste, Albacora, Roncador, entre outros). Traduzindo este detalhamento em números, pode ser afirmado que, para a seção cretácea, o zoneamento de nanofósseis conta, hoje, com 18 biozonas. Aquele do Cenozoico contém 35 biozonas. Assim, de 22 biozonas, o zoneamento bioestratigráfico original da Petrobras (Troelsen e Quadros, 1971a) passou a contar com 53 unidades, todas devidamente registradas, definidas (com seções de referência) e reconhecidas em poços da margem continental. Além disso, para alguns intervalos estratigráficos (onde se encontram as acumulações gigantes), estudos de detalhe (bioestratigrafia de alta resolução) permitiram a identificação de mais biozonas, o que eleva ainda mais o número de unidades definidas.

A boa bioestratigrafia tem de ser necessariamente respaldada por um conhecimento taxonômico apurado (saber reconhecer e caracterizar as espécies fósseis é fundamental). Em função da crescente quantidade de informações surgidas na literatura e da complexidade taxonômica que passou a envolver os nanofósseis calcários, nesta última década foi criado um aplicativo “inteligente” que auxilia os bioestratígrafos (experientes e neófitos) na árdua e meticulosa tarefa de identificação das espécies de nanofósseis. Este catálogo eletrônico, totalmente desenvolvido na Petrobras, contém informações relativas a cerca de 2 mil espécies e conta com mais de 12 mil imagens (fotografias e desenhos) de entidades taxonômicas. O catálogo encontra-se bem organizado, com todas as informações devidamente arquivadas e estruturadas, podendo ser recuperadas, com agilidade, de várias maneiras. Um aplicativo deste tipo é extremamente poderoso e valioso, pois concentra e estrutura o conhecimento de miríades de informações relativas às espécies fósseis, dispersas na literatura especializada. Além disso, perpetua de forma lógica e consistente este conhecimento na empresa.

A partir do trabalho pioneiro de Troelsen e Quadros (1971a), foi possível estabelecer um arcabouço bioestratigráfico bastante detalhado para a margem brasileira. Em função do conhecimento taxonômico requerido para este detalhamento, desenvolveu-se o catálogo eletrônico de identificação de espécies. Assim, a tradicional e inevitável tarefa de reconhecimento e classificação taxonômica das espécies fósseis pode ser realizada, hoje, de modo

mais eficaz e rápido: um método de trabalho totalmente inserido na modernidade que a tecnologia atual permite. Mais detalhes sobre a trajetória do estudo dos nanofósseis na Petrobras podem ser obtidos em Antunes (1997), Antunes *et al.* (2004) e Guerra e Tokutake (2011).

## agradecimentos

Os autores agradecem à Petrobras por permitir a publicação desta breve comunicação. Agradecem, também, a Luiz Padilha de Quadros, pela leitura crítica do manuscrito e pelas informações prestadas para a sua redação.

## referências bibliográficas

ANTUNES, R. L. **Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 1997. 115 p.

ANTUNES, R. L.; SHIMABUKURO, S.; OLIVEIRA, L. C. V.; ROSA, A. L. Z.; COSTA, S. O.; CUNHA, A. A. S.; LIMA, F. H. O. Em busca da bioestratigrafia de alta resolução - a performance do zoneamento de nanofósseis calcários na Petrobras. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 421-427, 2004.

AZEVEDO, R. L. M.; TERRA, G. J. S. A busca do petróleo, o papel da Petrobras e o ensino da Geologia no Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 373-420, 2008.

BOWN, P. R. **Calcareous nanofossil biostratigraphy**. Londres: Chapman & Hall. 1998. 315 p.

BRAMLETTE, M. N.; WILCOXON, J. A. Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section Trinidad, W.I. Tulane Stud. **Geology**, Tulsa, v. 5, n. 3, p. 93-131, 1967.

BUKRY, D.; BRAMLETTE, M. N. Coccolith age determinations, Leg 3, deep sea drilling project. In: MAXWELL, A. E.; VON HERZON, R. P.; ANDREWS, J. E.; BOYCE, R. E.; MILOW, E. D.; HSU, K. J.; PERCIVAL,

- S. F.; SAITO, T. **Initial report of the deep sea drilling project**. Washington: National Science Foundation, 1970. p. 589-611. v. 3.
- DAEMON, R. F.; QUADROS, L. P. Bioestratigrafia do neopaleozóico da Bacia do Paraná. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 24, 1970, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Geologia, 1970. v. 1, p. 359-412.
- GUERRA, R. M.; TOKUTAKE, L. R. Evolução do conhecimento biocronoestratigráfico do Cretáceo nas bacias marginais brasileiras baseados em nanofósseis calcários. **Terrae Didática**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 41-48, 2011.
- HAY, W. W.; MOHLER, H.; ROTH, P. H., SCHMIDT, R. R.; BORDEAUX, J. E. **Calcareous nannoplankton zonation of Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean region**. In: Symposium on the geological history of the Gulf of Mexico, Atillean-Caribbean region. Transactions of Gulf Coast Association Geological Society 17, San Antonio, TX, p. 428-459, 1967.
- MARTINI, E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: FARINACCI, A. (Ed.). **Proceedings II Planktonic Conference 1970**, Roma. 1971. p. 739-785.
- MEMÓRIA da bioestratigrafia e da paleoecologia nos 50 anos da Petrobras. Rio de Janeiro: Petrobras/Cenpes/PDEXP/BPA, 2003.
- MENDONÇA, P. M. M.; SPADINI, A. R.; MILANI, E. J. Exploração na Petrobras: 50 anos de sucesso. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 9-58, 2004.
- NOGUCHI, I.; SANTOS, J. F. Zoneamento preliminar por foraminíferos planctônicos do Aptiano ao Mioceno na plataforma continental do Brasil. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 265-283, 1972.
- PERCH-NIELSEN, K. Mesozoic calcareous nannofossils. In: BOLLI, H. M.; SAUNDERS, J. B.; PERCH-NIELSEN, K. (Ed.). **Plankton Stratigraphy**. Cambridge: University Press, 1985a. p. 329-426.
- PERCH-NIELSEN, K. Cenozoic calcareous nannofossils. In: BOLLI, H. M., SAUNDERS, J. B.; PERCH-NIELSEN, K. (Ed.). **Plankton Stratigraphy**. Cambridge: University Press, 1985b. p. 427-554.
- REGALI, M. S. P.; UESUGUI, N.; SANTOS, A. S. Palinologia dos sedimentos meso-cenozóicos do Brasil (I). **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 177-191, 1974.
- QUADROS, L. P. Organopalinologia na prospecção do Petróleo. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 1, p. 3-11, 1975.
- SCHALLER, H. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 21-86, 1969.
- SISSINGHI, W. Biostratigraphy of cretaceous calcareous nannoplankton. **Geologie en Mijnbouw**, New Jersey, v. 56, n. 1, p. 37-65, 1977.
- TROELSEN, J. C. **Comentários sobre a ocorrência e preparação dos nanofósseis calcários**. Maceió: PETROBRAS. RPNE. DIREX, 1967. Relatório Interno. 3 p.
- TROELSEN, J. C. **Relatório de estágio na Califórnia**. Salvador: PETROBRAS. RPBA. DIREX. SESTRA, 1969. Relatório Interno. 6 p.
- TROELSEN, J. C.; QUADROS, L. P. Distribuição bioestratigráfica dos nanofósseis em sedimentos marinhos (Aptiano - Mioceno) do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 43, p. 577-609, 1971a. Suplemento
- TROELSEN, J. C.; QUADROS, L. P. Three species of Braarusdospheraceae from Brazil. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, v. 28-29, p. 211-217, 1971b.
- VAROL, O. Taxonomic revision of the Polycyclolithaceae and its contribution to Cretaceous biostratigraphy. **Newsletters on Stratigraphy**, Stuttgart, v. 27, n. 3, p.211-237, 1992
- VIANA, C. F.; GAMA JUNIOR, E. G.; SIMÕES, I. A.; MOURA, J. A.; FONSECA, J. R. ALVES, R. J. Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobras**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3-4, p. 157-192, 1971.

## autores



**Lucio Riogi Tokutake**

Unidade de Operações de Exploração e  
Produção do Espírito Santo  
Sedimentologia e Estratigrafia

[tokutake@petrobras.com.br](mailto:tokutake@petrobras.com.br)

**Lucio Riogi Tokutake** é geólogo graduado pela Universidade de São Paulo (USP) em 1988. Ingressou na Petrobras em 1990, atuando no acompanhamento geológico no então Distrito de Exploração da Bacia Potiguar (Debar) até 1995. Desde então, vem se dedicando à área de bioestratigrafia na Unidade Operacional de Sergipe (UO-ES), inicialmente à palinologia e após 1998 aos nanofósseis calcários. Trabalhou intensamente na campanha exploratória offshore, águas profundas, das bacias do Espírito Santo e norte de Campos, pioneira à época. Mestre em Geociências – Estratigrafia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em 2005. É consultor desde 2007. Trabalhou em projetos com o Laboratório de Paleoceanografia do Atlântico Sul do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Lapas/IO/USP), Departamento de Paleontologia e Estratigrafia do Instituto de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (DPE/IG/UFRGS) e Laboratório ITT Fossil da Universidade do Rio de Sinos (ITT Fossil/Unisinos) e na orientação de estagiários de graduação em Geologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e coorientação em TCC de graduação em Biologia, em bioestratigrafia na UFES e mestrado em Geologia com ênfase em nanofósseis calcários, na Unisinos.



**Rogério Loureiro Antunes**

Exploração e Produção  
Geologia Aplicada à Exploração

[rogeantu@petrobras.com.br](mailto:rogeantu@petrobras.com.br)

**Rogério Loureiro Antunes** graduou-se em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em fins de 1978. Em janeiro de 1979, ingressou na Petrobras, sendo designado para trabalhar com bioestratigrafia dos nanofósseis calcários. Em 1990, obteve o grau de Mestre em Ciências e, em 1998, o de Doutor em Ciências, ambos pela UFRJ. Tem se dedicado ao estudo do paleonoplâncton por mais de 30 anos. Foi o responsável pelo treinamento de vários geólogos da Petrobras na bioestratigrafia dos nanofósseis calcários. Na área didática, ministrou cursos relacionados à Geologia em várias universidades. É instrutor da Universidade Corporativa da Petrobras.

