

ALOESTRATIGRAFIA - REVISÃO DE CONCEITOS E EXEMPLOS DE APLICAÇÃO, COM ÊNFASE NOS DEPÓSITOS NEOQUATERNÁRIOS DE TERRAÇO DA BACIA DO RIO DO PEIXE, SP

ALLOSTRATIGRAPHY - REVIEW OF CONCEPTS AND SOME APPLICATION EXAMPLES WITH EMPHASIS ON THE LATE QUATERNARY TERRACE DEPOSITS OF THE RIO DO PEIXE VALLEY, SÃO PAULO STATE, BRAZIL

Mario Lincoln De Carlos ETCHEBEHERE¹

Resumo: O Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica define uma unidade aloestratigráfica como sendo um corpo estratiforme mapeável de rochas sedimentares, identificado e definido com base nas descontinuidades que o limitam. Este novo enfoque estratigráfico é aplicável onde as classificações litoestratigráficas tradicionais se revelam impróprias, em especial no caso dos depósitos quaternários de natureza continental, como os terraços fluviais. Estes corpos apresentam-se, muitas vezes, com pequenas espessuras, formando conjuntos de ocorrências com ampla distribuição em área mas com unidades de pequena extensão individual; estratos mais jovens podem ocupar posições topográficas inferiores em um vale em relação a outros depósitos. A hierarquia e os procedimentos de terminologia estratigráfica são similares às dos equivalentes litoestratigráficos, sendo que a **aloformação** representa a unidade fundamental do sistema de classificação. As descontinuidades limitantes dos depósitos devem registrar claramente uma quebra do registro sedimentar, podendo estar relacionadas com superfícies geomórficas, o que facilita o mapeamento de tais unidades. Elementos da história geológica dos depósitos e o tempo inferido de deposição, a despeito de não servirem como elementos definidores de uma unidade aloestratigráfica, podem influir na escolha dos seus limites. Considerando-se que a aloestratigrafia se configura como um enfoque relativamente novo na literatura geológica, observa-se, ainda, um número restrito de trabalhos que adotam tal abordagem. Todavia, alguns exemplos são apresentados nesta revisão para ilustrar a validade e as vantagens comparativas desta nova classificação ante outros enfoques estratigráficos, tanto no Brasil quanto no exterior. Ênfase maior é colocada nos depósitos de terraços neoquaternários do vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista, pois representam uma situação bastante apropriada para a aplicação da aloestratigrafia, podendo servir de referência para o estudo de depósitos cenozóicos porventura existentes em outras bacias hidrográficas desta porção do território paulista.

Palavras-chave: Aloestratigrafia; Terraços Fluviais; Depósitos Continentais; Classificação Estratigráfica; Cenozóico.

Abstract: As defined by the North American Stratigraphic Code, an allostratigraphic unit is a mappable stratiform body of sedimentary rock identified and defined on the basis of bounding discontinuities. This new stratigraphic approach might be used where lithostratigraphic classification is impractical or inappropriate, especially in many continental Quaternary deposits, like fluvial aggradation terraces. These sedimentary bodies correspond, frequently, to thin, discontinuous bodies, with the newer units sometimes occupying the lower portions of the valley, topographically below the position of ancient ones. The hierarchy and naming procedures are similar to those for lithostratigraphic units, with the **alloformation** representing the fundamental unit

1 - Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – CEPPE
Universidade Guarulhos - UnG. Praça Tereza Cristina - nº 58 -
Centro - Guarulhos - Cep: 07023-070. (e-mail: metchebehere@ung.br).

in allostratigraphic classification system. As the most relevant character in allostratigraphy, the boundaries of the units must be characterized by laterally traceable discontinuities, generally distinguished by clear evidences of sedimentation break (hiatus). These interruptions might be related to geomorphic surfaces, that facilitate the mapping of those boundaries. Inferred local geologic history and inferred time spans are not used to define an allostratigraphic unit however, they may influence the choice of unit's limits. Despite the relatively paucity of papers dealing with the allostratigraphic approach, some selected examples were picked up in the literature in order to illustrate the validity and the advantages of these new classification, both in Brazil and abroad. Special emphasis is given to the Late Quaternary terrace deposits in the Rio do Peixe Valley, where the allostratigraphic approach was successfully applied and might be used as an adequate work model for mapping and stratigraphic classification of this type of continental sedimentary deposits in the Western São Paulo State area.

Keywords: Allostratigraphy; Fluvial Terraces; Continental Deposits; Stratigraphic Classification; Cenozoic.

INTRODUÇÃO

A análise e a cartografia de depósitos continentais cenozóicos, especialmente aqueles de natureza fluvial, esbarram, muitas vezes, em limitações decorrentes da abordagem litoestratigráfica tradicional. A pequena espessura desses depósitos, suas similaridades faciológicas, a, por vezes, ampla distribuição em área dos conjuntos de ocorrências — contrapondo-se à pequena expressão de corpos individuais —, e a peculiaridade de corpos mais jovens poderem ocupar posições topográficas inferiores à dos depósitos pregressos sem o concurso de deformações tectônicas translacionais demandam a aplicação de novas abordagens, como é o caso da Aloestratigrafia, de difusão relativamente recente na literatura estratigráfica.

O propósito desta revisão é apresentar as principais facetas do enfoque aloestratigráfico, analisando-as mediante alguns exemplos bem sucedidos de aplicação no Brasil e no exterior, com ênfase nos depósitos neoquaternários de terraço do vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista. Por oportuno, inclui-se, também, na forma de anexo, uma tradução tentativa da parte do Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN 1983) referente às unidades aloestratigráficas, envolvendo observações relativas ao Brasil, acrescentadas pelo autor do presente trabalho.

AS CLASSIFICAÇÕES ESTRATIGRÁFICAS

Aspectos gerais

As primeiras tentativas de classificação estratigráfica despontaram no horizonte da Geologia no final do Séc. XVIII, buscando suprir a necessidade imperiosa de se dotar esta ciência de ferramentas de sistematização para o estudo e a nomenclatura das rochas (J. C. MENDES in COMISSÃO ESPECIAL DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA - CENE 1986). A princípio, estas classificações tiveram, quase sempre, conotação geocronológica, mas, com o desenvolvimento e a divulgação de novos conceitos e técnicas de análise estratigráfica, passaram a abarcar outras categori-

as de dados geológicos, incluindo composição, geometria, sequência, gênese, história evolutiva e outras mais.

Em linhas gerais, os marcos de maior destaque nesta evolução terminológica e conceitual da Estratigrafia, no que tange aos propósitos do presente trabalho, foram os seguintes:

- **1933** - Ashley *et al.* (1933) prepararam o primeiro código norte-americano de nomenclatura estratigráfica, sem criarem, contudo, divisões de categorias;
- **1941** - Schenck & Müller (1941) estabeleceram duas categorias distintas de classificação estratigráfica (“rocha-tempo” e “rocha”), que, grosso modo, corresponderiam às atuais denominações de unidades cronoestratigráficas e litoestratigráficas, respectivamente;
- **1961** - Lançamento do código norte-americano de nomenclatura estratigráfica (AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - ACSN 1961), o qual teve notável influência em nosso país (CENE *op.cit.*), distinguindo cinco categorias de unidades estratigráficas, quais sejam: litoestratigráficas, bioestratigráficas, cronoestratigráficas, edafoestratigráficas e geoclimáticas;
- **1963** - O Instituto de Geologia da Universidade de Recife edita a versão em Português do código norte-americano, elaborada pelo Prof. Josué Camargo Mendes (CENE *op.cit.*);
- **1976** - A Subcomissão Internacional de Nomenclatura Estratigráfica, criada no Congresso Internacional de Geologia de 1952, edita o Guia Internacional de Nomenclatura Estratigráfica (INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - ISSN 1976), fruto de muitos anos de trabalho do referido grupo;
- **1983** - Lançada a nova versão do Código Estratigráfico Norte-Americano (NACSN 1983), a qual abrange diversas categorias de unidades, incluindo aquelas baseadas no conteúdo lítico ou em limites físicos (litoestratigráficas, litodêmicas [*lithodemics*], magnetopolaridades [*magnetopolarities*], bioestratigráficas, pedoestratigráficas e aloestratigráficas [*allostratigraphics*]) e aquelas baseadas ou expressas em termos cronológicos (cronoestratigráficas, geocronológicas, etc.);
- **1986** - É publicada a versão oficial do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica e do Guia de Nomenclatura Estratigráfica (CENE 1986), onde se reconhecem quatro classes principais de unidades estratigráficas, a saber: litoestratigráficas, bioestratigráficas, cronoestratigráficas e cronogeológicas.

Conforme salientado pela CENE (*op.cit.*), um código deve ser entendido como um conjunto de regras e medidas recomendáveis “... a ser testado na prática e sujeito a eventuais modificações ditadas pelos desenvolvimentos futuros” (p. 370). Dessa forma, estar-se-ia aliando as características necessariamente dinâmicas das ferramentas classificatórias com um espírito aberto a novos avanços terminológicos e conceituais, que possibilitem o tratamento mais conveniente para situações geológicas novas ou para aquelas às quais as sistematizações disponíveis não atendam de modo satisfatório. Assim, pode-se lembrar, aqui, outra colocação emitida pela CENE (*op.cit.*), qual seja: “Outras classes de unidades podem ser usadas, informalmente, de acordo com as conveniências do pesquisador” (Art. A-3). Este mesmo espírito aberto é apresentado no Código Internacional de Nomenclatura Estratigráfica (ISSN 1976, p. 9), quando se coloca que “No one can, nor need, use all possible kinds of stratigraphic units, but the way should be open to use any that promise to be useful...”.

Feitas estas colocações, pode-se adentrar o campo específico dos propósitos da presente revisão. Tem-se observado que as classificações e os métodos de trabalho da litoestratigrafia usualmente utilizados pelos estratígrafos e analistas de bacia (*e.g.*, Miall 1990, 1996) têm servido muito bem aos propósitos de se estabelecer os grandes traços e as subdivisões estratigráficas das bacias sedimentares. Entretanto, para os depósitos sedimentares cenozóicos, especialmente aqueles de origem fluvial, encontram-se alguns obstáculos para o emprego da litoestratigrafia tradicional, o que levou alguns autores (*e.g.*, Frye & Richmond 1958; Frye & Willman 1962) a chamarem a atenção da comunidade geológica para os problemas de aplicação das práticas estratigráficas comuns aos depósitos quaternários não-marinhos e chegarem até mesmo a propor novas categorias de unidades, como as chamadas “unidades morfoestratigráficas” (*morphostratigraphic units*).

Conforme pode ser observado na figura 1, concebida por Shanley & McCabe (1994), a sedimentação no âmbito continental, na zona situada além daquela sujeita a controles eustáticos, está condicionado por um complexo conjunto de fatores. Dentre estes fatores destacam-se o clima e a tectônica tanto no âmbito da área-fonte quanto no local de sedimentação propriamente dito.

As peculiaridades geológicas destes depósitos (*e.g.*, caráter descontínuo, pequena espessura relativa, similaridade faciológica, profunda influência de fatores climáticos e de alterações de nível de base, depósitos mais jovens em posição topográfica inferior), como já referido, tornam-os objeto de outros enfoques classificatórios, mais apropriados às suas características do que aqueles pertinentes à litoestratigrafia tradicional. Nesse sentido, o advento da estratigrafia de seqüências, com ênfase na importância das quebras nos registros de sedi-

mentação, disponibilizou novos instrumentos de análise, passíveis de aplicação nos casos de sedimentos cenozóicos como aqueles de origem fluvial, possibilidade esta que se propõe explorar no decorrer da presente revisão.

Observando-se os depósitos sedimentares continentais mais jovens, entre os quais se incluem os abundantes — quase ubíquos — corpos cenozóicos ligados à evolução mais recente da paisagem do sudeste brasileiro (*e.g.*, depósitos de terraços, rampas de colúvio, geossolos), percebe-se a necessidade de uma adequação, ou de um refinamento, de métodos de estudo, para se definir, classificar e cartografar tais elementos geológicos. A importância destes corpos sedimentares tem sido negligenciada, ao menos na Região Sudeste, quando se nota que os mapas geológicos existentes, mesmo aqueles em escalas 1:50.000 ou maior, raramente trazem anotações relativas a este tipo de depósito, salvo os aluviões atuais e/ou subatuais, de maior porte, e raras coberturas inconsolidadas cenozóicas. Contudo, estes corpos são mais expressivos do que usualmente considerado, e apresentam implicações de grande importância no uso que se faz do solo (são mais suscetíveis à ação processos erosivos acelerados; são fontes potenciais de depósitos de agregados para a construção civil e de argilas especiais, etc.), afora representarem, também, registro geológico dos tempos mais modernos.

O valor das discontinuidades na análise estratigráfica

Descontinuidades (ou discordâncias) são aqui consideradas como superfícies de erosão ou não-deposição, discerníveis no registro geológico, que representem uma interrupção significativa (hiato temporal) nos processos de sedimentação incidentes em uma área ou região. Obviamente, o adjetivo “significativa” é bastante subjetivo e difícil de ser colocado em termos de escala de tempo. Contudo, pretende-se desenvolver mais adiante algu-

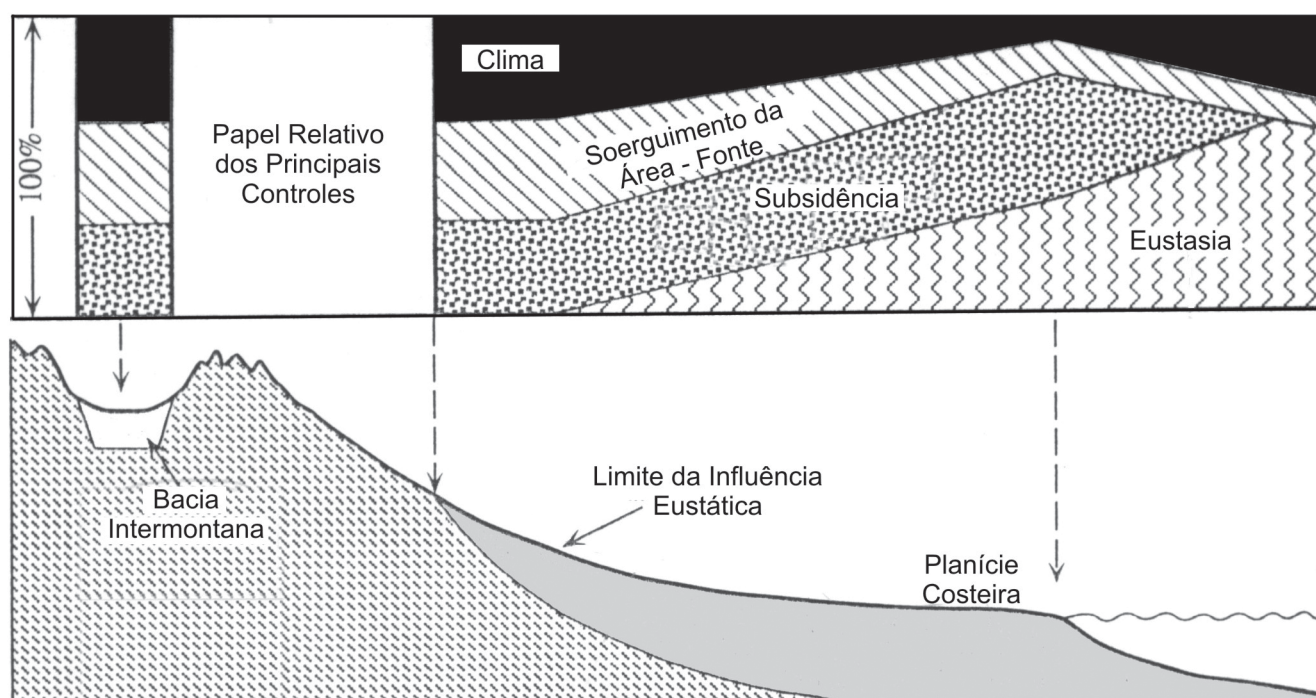


FIGURA 1: Importância relativa dos principais controles da sedimentação (clima, eustasia, subsidência e soerguimento da área-fonte). Extraído de Shanley & McCabe (1994).

FIGURE 1: Relative role of major controls of sedimentation. After Shanley & McCabe(1994).

mas considerações que possibilitem estimar a ordem de grandeza de tais hiatos, bem como do tempo de deposição de um empilhamento de estratos ou rochas sem discontinuidades.

A importância das discontinuidades no registro lítico, bem como para o entendimento da geometria e da evolução de qualquer conjunto rochoso, pode ser aquilatada pelas discussões surgidas na literatura geológica e pelos novos conceitos, terminologias e ferramentas analíticas que vieram à tona nas últimas décadas.

Em 1975, o autor Ki Hong Chang apresentou um trabalho sobre unidades estratigráficas limitadas por discordâncias, onde propunha a utilização de dois termos, viz. *synthem* (sintema) e *interthem* (intertema), que representavam, respectivamente, unidades separadas por discordâncias regionais a inter-regionais, e unidades separadas por discordâncias hierarquicamente menores. Dessa forma, o termo *intertema* representaria uma divisão natural dos grandes sintemas.

Desde que se popularizou entre os estratígrafos e analistas de bacia, a partir dos anos 80, a chamada **estratigrafia de seqüências** passou a ser uma importante ferramenta de análise dos pacotes e sucessões de estratos sedimentares, levando-se em conta as discontinuidades delimitadoras dos conjuntos líticos. O marco importante para a disseminação deste conceito foi a publicação dos trabalhos de um grupo de geólogos da Companhia Exxon (Mitchum Jr. *et al.* 1977; Vail *et al.* 1977a,b), que representou uma grande novidade, contribuindo para a proliferação desta metodologia e de um novo jargão estratigráfico. Estes autores, baseados em análises de perfis sísmicos adquiri-

dos especialmente em plataformas marinhas de margens passivas, e auxiliados pelos avanços no registro digital de dados e nas técnicas de processamento computacional de grandes volumes de informação, reconheceram unidades limitadas por discordâncias (*depositional sequences*) e os respectivos arranjos litofaciológicos (*systems tracts*). Interpretaram que estes padrões estavam intimamente ligados a processos de variação do nível do mar (eustasia), o que, por consequência, resultaria expresso em todos os registros sedimentares marinhos e parálicos mundiais, tornando-os de grande valia para a previsibilidade nos esforços de exploração petrolífera.

Vale lembrar, que Sloss *et al.* (1949) já haviam reconhecido grandes unidades rochosas limitadas por discordâncias de âmbito continental, por eles denominadas “seqüências”, que poderiam funcionar como litounidades de porte superior a megagrupos ou supergrupos. O termo “seqüência”, de acordo com os citados autores, era então entendido como “... *as applied in North America, closely resemble the classical systems established in western Europe, although the bounding unconformities occupy different positions in a time-stratigraphic sense.*” (cf. citado por Amos 1987). O conceito de Sloss *et al.* (*op.cit.*) foi aplicado para a subdivisão das bacias sedimentares da América do Norte em seqüências, e posteriormente, também por outros autores alhures, incluindo a plataforma sul-americana (cf. Soares *et al.* 1978). Wheeler (1959, p. 1976), que também foi um dos pioneiros no reconhecimento de unidades rochosas limitadas por discordâncias, especificou que o termo “seqüência” “... *should not be envisaged as a unit belonging to the hierarchy or category as group, formation, or member, for it is by definition and nature independent of them.*”

Amos (*op.cit.*) fez uma revisão histórica do termo “seqüência”, bem como de suas aplicações e variantes. Neste mesmo trabalho, o autor expressou duas características importantes do termo, quais sejam: (a) que não seria unidade litoestratigráfica nem bioestratigráfica considerando-se que não era estabelecida e distinguida com base no seu conteúdo litológico ou fossilífero; e (b) que não seria unidade cronoestratigráfica pois que também não era estabelecida ou distinguida pelo seu tempo de formação e porque seus limites não eram necessariamente isócronos.

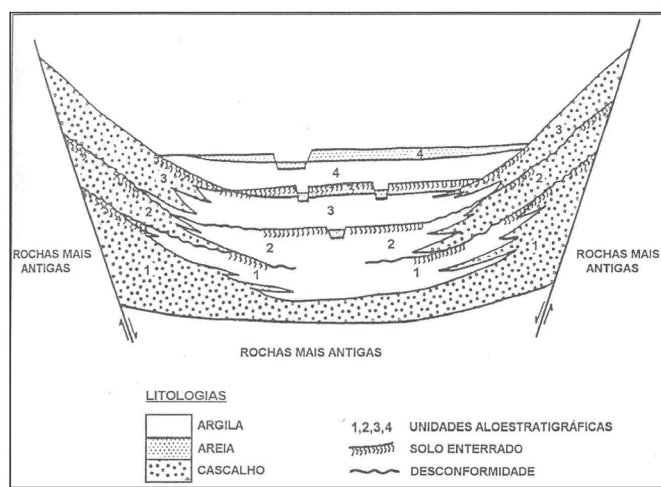


FIGURA 2: Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos aluviais e lacustres em um gráben (baseado em NACSN 1983 e Mello 1997). O esquema ilustra 4 unidades aloestratigráficas superpostas (1 - 4), definidas por discontinuidades traçáveis lateralmente (desconformidades e paleossolos). Notar que o conjunto sedimentar pode ser separado lateralmente em formações distintas, caracterizadas por aspectos texturais.

FIGURE 2: Example of the allostratigraphic classification of a fluvial-lacustrine assemblage in a graben (after NACSN 1983 and Mello 1997). Numbers 1 - 4 correspond to allounits which are defined by breaks in sedimentation (discontinuities and paleosols). The alluvial and lacustrine deposits may be included in a single formation, or may be separated laterally into formations distinguished on the basis of contrasting textures.

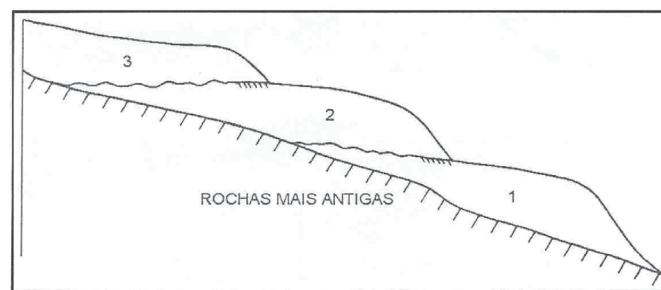


FIGURA 3: Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos contíguos, litologicamente similares, registrando três episódios de glaciação (extraído de NACSN 1983 e Mello 1997). As unidades aloestratigráficas 1, 2 e 3, separadas por discontinuidades, constituiriam uma única unidade litoestratigráfica.

FIGURE 3: Example of allostratigraphic classification of contiguous deposits of similar lithology recording three glaciations (after NACSN 1983 and Mello 1997). The allounits 1, 2, and 3 are lithologically similar and constitute a single lithostratigraphic unit.

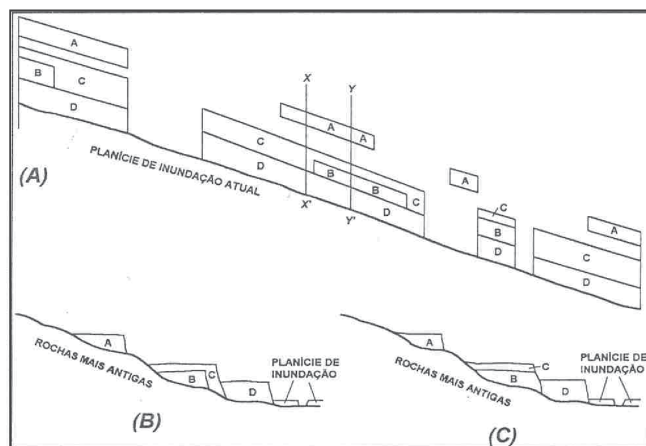


FIGURA 4: Exemplo de classificação aloestratigráfica de depósitos de terraços fluviais descontínuos, litologicamente similares (segundo Mello 1997, baseado em NACSN 1983). A, B, C e D são depósitos sedimentares de litologias similares, em diferentes posições topográficas ao longo de um vale. Um único nível de terraço pode ser constituído por mais de uma unidade aloestratigráfica. (A) representa um perfil longitudinal do vale; (B) e (C) ilustram perfis transversais ao vale, assinalados como XX' e YY'. Observar a possibilidade de correlação entre as unidades separadas geograficamente, utilizando-se, entre outros critérios, posição topográfica, conteúdo fossilífero, mantos de alteração, níveis tufáceos, idades, etc. Acredita-se que o diagrama sintetize a situação geológica dos depósitos de terraço distribuídos ao longo do vale do Rio do Peixe.

FIGURE 4: Example of allostratigraphic classification of lithologically similar, discontinuous fluvial terrace deposits (after NACSN 1983 and Mello 1997). A, B, C, and D are terrace units of similar lithology at different topographic positions on a valley wall. The deposits may be defined as separate formal allostratigraphic units if such units are useful and if bounding discontinuities can be traced laterally. (A) represents a longitudinal profile of terrace deposits; (B) and (C) show transverse lateral cross-section of the valley wall. It is possible to correlate some separate allostratigraphic units on the basis of objective correlation of properties of the deposits other than lithology, such as: fossil content, topographic position; weathering phenomena, tephra layers; relative-age criteria, etc. This diagram illustrates the geologic context of the fluvial terrace deposits along the Rio do Peixe valley.

Estabelecidos estes conceitos e arraigado entre os geólogos o novo vocabulário relacionado às seqüências, pôde ser observada uma profusão de trabalhos especialmente na área de sedimentos marinhos e costeiros, configurando um verdadeiro boom de contribuições estratigráficas, incluindo, até mesmo, a publicação de uma carta global de variações eustáticas (Haq *et al.* 1988). Esta metodologia funcionou com grande sucesso nas seqüências marinhas e litorâneas de margens continentais passivas. Contudo, em outros ambientes geológicos, e especialmente nos depósitos não-marinhos interiores, esta aplicação não obteve o mesmo êxito ou a mesma receptividade, sendo até mesmo motivo de ceticismo (*e.g.*, Sloss 1996). Provavelmente, isto se deva à complexidade dos fatores controladores da sedimentação e das mudanças do nível de base no contexto extramarinho (cf. Figura 1). De qualquer modo, pontilharam alguns trabalhos tentativos como os de Shanley & McCabe (1991, 1994), Hanneman & Wideman (1991), Martinsen *et al.* (1993), Posamentier & Allen (1993), Silva (1993), Stevaux (1993), Wright & Marriott (1993), Gibling & Bird (1994), Olsen *et al.* (1995) e Currie (1997).

Em 1983, como já mencionado, era lançado o novo código norte-americano de nomenclatura estratigráfica (NACSN 1983), no qual foi introduzida uma nova categoria de unidade, designada aloestratigráfica (*allostratigraphic units*), comparável em escopo às unidades propostas por Chang (1975). Vale destacar, igualmente, que o Código Sul-Africano de Nomenclatura Estratigráfica (SOUTH AFRICAN COMMITTEE FOR STRATIGRAPHY - SACS 1980) considera tais unidades como uma categoria independente, a das **unidades tectonoestratigráficas**. Outra contribuição notável refere-se ao trabalho de Pemberton *et al.* (1992), onde são analisados a importância dos icnofósseis e o significado paleoambiental e aloestratigráfico dos mesmos para a definição de interregnos deposicionais.

A classificação aloestratigráfica poderia ser adequadamente aplicada a sedimentos modernos, que possuem similaridade litológica, conforme salientou Mendes (1984, p. 408) e que será objeto de análise específica no próximo item, embora, como também será destacado, ela não se atenha ao conteúdo lítico, mas sim às superfícies limitantes dos depósitos sedimentares.

A ALOESTRATIGRAFIA

Conceitos fundamentais

Uma **unidade aloestratigráfica**¹ (*allostratigraphic unit*), conforme definido pela NACSN (1983), corresponde a um corpo sedimentar estratiforme, mapeável, definido e identificado com base em suas discontinuidades limitantes. Esta unidade pode englobar depósitos de litologias similares ou heterogêneas, contíguos ou descontínuos geograficamente, pode também envolver grandes variações faciológicas verticais e/ou horizontais “internas”, *i.e.*, no pacote envolvido pelas discordâncias, e seus limites podem ser diacrônicos. As figuras 2, 3 e 4 ilustram o conceito de unidade aloestratigráfica e algumas variantes possíveis em ambientes deposicionais não-marinhos.

As categorias de unidades limitadas por discontinuidades foram enquadradas por Walker (1990) no rol das chamadas — por ele — “novas estratigrafias”, incluindo a sismoestratigrafia (Vail & Mitchum Jr. 1977), a estratigrafia de seqüências (Van Wagoner *et al.* 1990), a estratigrafia genética (Galloway 1989) e a aloestratigrafia. Walker & James (1992) chegaram a favorecer explicitamente o emprego da metodologia aloestratigráfica nos estudos faciológicos e estratigráficos.

Conforme salientado por Mendes (1984, p. 409), as interpretações genéticas, os argumentos cronológicos e os argumentos baseados na história geológica inferida de um determinado depósito não servem de base para a definição de unidades aloestratigráficas, mas podem auxiliar, eventualmente, na seleção dos seus limites. Limites estes que podem coincidir com paleossolos ou superfícies geomorfológicas, tais como pedimentos, terraços fluviais, etc.

A hierarquia das unidades aloestratigráficas acompanha aquela das unidades litoestratigráficas, comportando uma unidade básica (aloformação - *alloformation*), que pode ser subdividida em alomembros (*allomembers*) ou compor unidades maiores, designadas alogrupos (*allogroups*). Da mesma forma, na sua denominação e classificação, a unidade aloestratigráfica acompanha as normas de definição e cartografia adotadas na litoestratigrafia.

Uma possibilidade adicional refere-se à inclusão de unidades ainda maiores que os alogrupos, como, por exemplo, as seqüências estratigráficas (*sensu* Sloss *et al.* 1949 e Soares *et al.* 1978), que, em essência, constituem unidades aloestratigráficas,

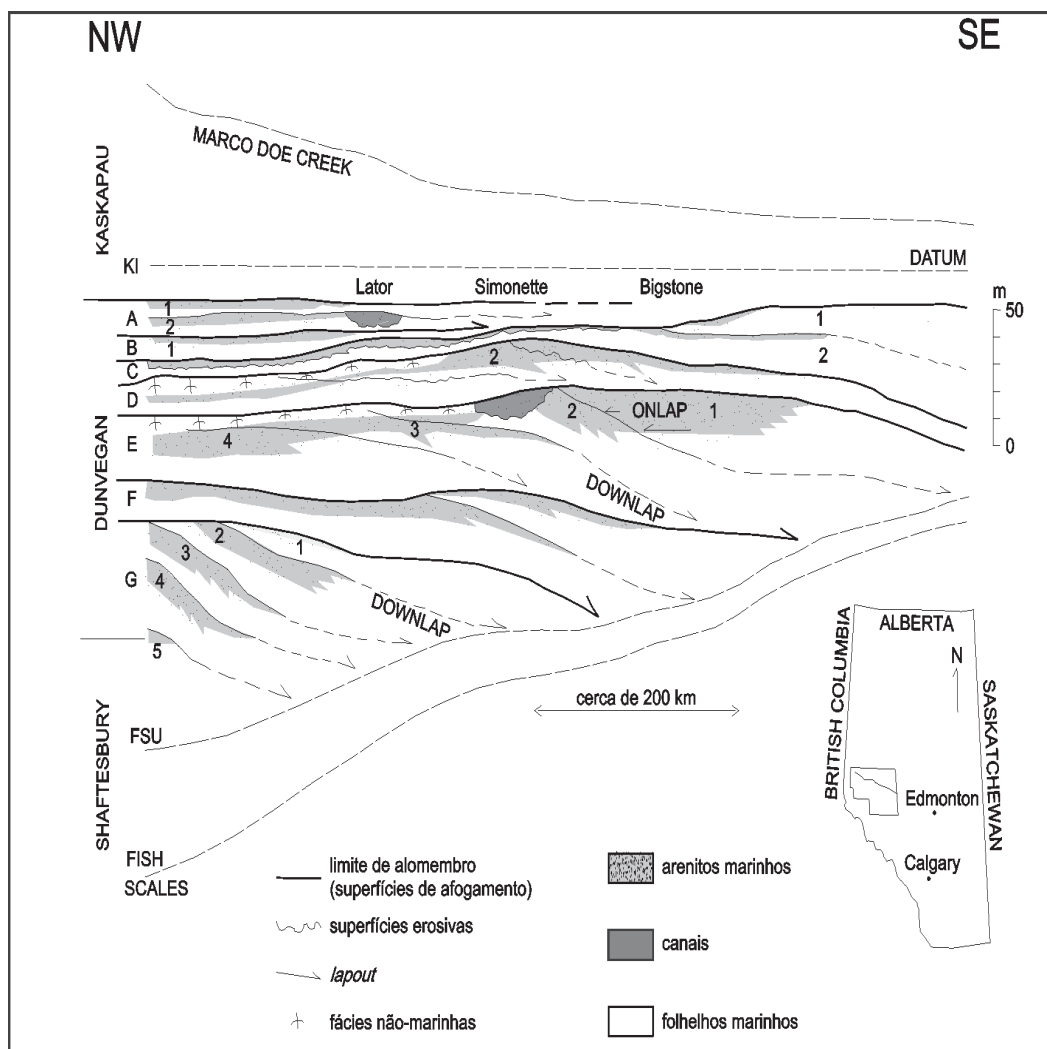


FIGURA 5: Seção esquemática, perpendicular à direção deposicional, mostrando as principais discontinuidades limitantes de alomembros da Formação Dunvegan, Província de Alberta, Canadá (Segundo Bhattacharya 1991). As linhas mais espessas representam superfícies de afogamento e servem como as principais discontinuidades limitantes dos alomembros; os símbolos de raízes indicam fácies continentais; o pontilhado fino indica arenitos marinhos; o pontilhado mais grosso indica preenchimento de canais; e as porções sem textura representam folhelhos marinhos.

FIGURE 5: Schematic regional dip-oriented cross section showing allostratigraphy of the Dunvegan Formation, Alberta, Canada (after Bhattacharya 1991). The heavy lines indicate transgressive surfaces (major marine-flooding surfaces) and are especially well developed in allomembers; root symbols indicate nonmarine facies; light stipple indicates marine sandstones; heavy stipple indicates channel fills; the marine shales are marked by unpatterned portions.

limitadas que são por discordâncias de âmbito plataformar (Dr. Cláudio Limeira de Mello, comunicação verbal).

A proposição de unidades aloestratigráficas implicará, necessariamente, nos seguintes procedimentos obrigatórios, conforme já ressaltado no Léxico Estratigráfico do Brasil (Baptista *et al.* 1984) para o estabelecimento, revisão ou redefinição de unidades geológicas formais:

- Publicação da propositura em veículo de divulgação reconhecido no meio científico;
- Para ser válida, uma nova unidade precisa ser útil, i.e. servir a um claro propósito científico ou tecnológico;
- A unidade aloestratigráfica deve ser adequadamente proposta e descrita, de tal feito que qualquer pesquisador subsequente possa reconhecê-la sem qualquer equívoco;
- É essencial a designação de um estratotipo (seção e localidade-tipo);

- Os critérios para o reconhecimento dos limites com unidades adjacentes são de capital importância para a sua mapeabilidade;
- Unidades aloestratigráficas formalmente estabelecidas podem ser redefinidas, revisadas ou abandonadas; porém isto requer tanto critério e justificativa quanto para o seu estabelecimento;
- “A correção ou mudança nos termos de classificação (categorias, divisões) de uma unidade estratigráfica ou litodêmica não requer um novo nome geográfico” (Baptista *et al.* *op.cit.*).

Alguns exemplos de aplicação no Exterior

Diversas contribuições que usam a abordagem aloestratigráfica têm despontado na literatura geológica internacional, e mesmo em publicações e eventos no Brasil. Assim, pode ser citado que Bhattacharya (1991) classificou como alomembros di-

versos pacotes fluviais e marinhos costeiros (deltáicos) da Formação Dunvegan (Cretáceo), Alberta, Canadá, separados por superfícies mapeáveis de inundação, para os quais se estimou que representassem intervalos de tempo da ordem de 200 ka (Figura 5).

Autin (1992) selecionou o vale do rio Amite, Louisiana, USA, para testar a aplicabilidade do mapeamento regional de aloformações em sedimentos pós-glaciais, tendo identificado 3 unidades, cada qual representando um complexo fluvial formado em resposta a variações climáticas e de nível de base (Figura 6). O desenvolvimento destas alounidades teria consistido em fases de estabilidade, com formação e manutenção de cinturões meândricos durante episódios seculares a milenares, e curtas fases de instabilidade, com abaixamento do nível de base e dissecação da antiga planície aluvionar, com episódios da ordem de décadas a até alguns séculos.

Em muitas situações, conforme destacou Miall (1996), os dados geológicos possibilitam uma subdivisão aloestratigráfica, embora esta terminologia não tenha sido adotada pelos autores. Pode-se citar como exemplo a subdivisão do Arenito *Old Red*, Devoniano, Reino Unido, elaborada por Allen & Williams (1982), os quais lançaram mão de níveis de cinzas vulcânicas (*tephras*) para detalhar a estratigrafia de depósitos fluviais e definir, assim, superfícies erosivas. Estes autores conseguiram separar 8 principais pacotes sedimentares com topos marcados pela presença de cinzas vulcânicas, com espessuras variando entre 13 e 27 m e diferenças de idades da ordem de milhares a dezenas de milhares de anos.

López-Gómez & Arche (1993) mapearam sete superfícies de descontinuidades em uma pilha de arenitos fluviais triássicos, com 170 m de espessura, em território espanhol. Estas superfícies, conforme destacou Miall (1996), puderam ser traçadas por distâncias superiores a 60 km sugerindo, de fato, que as mesmas poderiam representar descontinuidades de extensão bacinal, resultantes de amplos fenômenos de reorganização de sistemas deposicionais fluviais como conseqüência de processos tectônicos. Neste exemplo, a duração estimada de cada unidade teria sido da ordem de 1,7 Ma, o que representaria um intervalo de tempo muito superior ao dos casos precedentes aqui citados.

Uma contribuição importante para a aplicabilidade da aloestratigrafia pode ser encontrada no trabalho de Martinsen *et al.* (1993), que elaboraram um estudo comparativo de uma seqüência cretácica (Bacia Hanna, Wyoming, USA), que compreende depósitos marinhos interdigitados com depósitos continentais, adotando-se enfoques litoestratigráfico, da estratigrafia de seqüências e da aloestratigrafia. Algumas dúvidas permaneceram no tocante ao estabelecimento das superfícies limitantes, o que poderia favorecer o enfoque da estratigrafia de seqüências — que permite a inclusão de conformidades na separação dos pacotes. Miall (*op.cit.*), ao analisar a contribuição de Martinsen *et al.* (*op.cit.*), considerou imprópria a comparação entre as duas metodologias, levando em conta que a aloestratigrafia é intencionada como sendo puramente descritiva ao passo que a estratigrafia de seqüências é intrinsecamente genética. Pode-se ressaltar, aqui, as naturais dificuldades de se aplicar a estratigrafia de seqüências em contextos que extrapolem as situações de bacias sedimentares marinhas de margens continentais passivas.

Exemplos brasileiros

Os exemplos de aplicação da abordagem aloestratigráfica no Brasil são ainda escassos, mas começam a pontilhar na literatura nacional. De qualquer forma, a preocupação em se encontrar um método de classificação estratigráfica aplicável aos depósitos continentais cenozóicos já se fazia presente há muitos anos. Assim é que na década de 60, deu-se a introdução, por parte de J.J. Bigarella e colaboradores (*e.g.*, Bigarella & Andrade 1965; Bigarella & Mousinho 1965; Bigarella *et al.* 1965a,b) de um método estratigráfico especial para o estudo desses sedimentos, que levava em consideração os reflexos da alternância climática cenozóica na paisagem. Dessa forma, épocas de climas mais secos, interpretadas como correlatas a períodos glaciais do hemisfério norte, induziriam à formação de superfícies pedimentares e de seus depósitos correlativos; épocas de climas mais úmidos (correspondentes a períodos interglaciais) levariam à dissecação das superfícies e depósitos anteriormente formados. Com a evolução da paisagem, restariam testemunhos destes vários ciclos impressos na conformação geomorfológica dos terrenos, os quais seriam, por sua vez, passíveis de cartografia.

As dificuldades de ordem prática, no momento de se aplicar a litoestratigrafia tradicional aos depósitos holocenos, como as unidades colúviais, por exemplo, levaram alguns autores (*e.g.*, Meis *et al.* 1975; Meis 1977; Meis & Machado 1978; Moura & Meis 1980) a optarem por um enfoque morfoestratigráfico, no sentido de Frye & Willman (1962), para a delimitação e o mapeamento dos referidos depósitos. Nesse caso, os diferentes corpos de rochas e sedimentos seriam identificáveis primeiramente pelas formas com que se exporiam na superfície do terreno, independentemente de suas composições litológicas ou de suas idades. Tal abordagem representaria, por conseguinte, a junção de métodos estratigráficos e morfológicos, no reconhecimento e na cartografia de depósitos tais como os terraços, os leques aluviais e as rampas de colúvio, todos limitáveis por descontinuidades, aproximando-se, assim, dos princípios aloestratigráficos. Não por acaso, estes mesmos autores passaram a adotar a abordagem aloestratigráfica quando estudaram os depósitos quaternários do vale do rio Paraíba do Sul (SP-RJ), como pode ser exemplificado pelas seguintes contribuições: Moura & Meis 1986; Moura & Mello 1991; Mello *et al.* 1995 (Figura 7).

Este quadro estratigráfico apresentado na região do médio vale do rio Paraíba do Sul apresenta-se correlacionável, no que se refere ao Quaternário, aos depósitos recentes estudados por Mello (1997) no vale do rio Doce (MG). Neste caso, o enfoque aloestratigráfico possibilitou sistematizar a análise estratigráfica dos referidos depósitos, com apoio de datações por radiocarbono, e interpretar a história evolutiva da paisagem neocenozóica desta região. Como pode ser visto na figura 8, a Aloformação Macuco, de idade pliocênica, poderia compreender um intervalo de tempo da ordem de milhões de anos, ao passo que as aloformações sucedâneas abarcariam intervalos cada vez menores, da ordem de poucos séculos no que se refere à mais jovem das unidades, a Aloformação Ribeirão Mombaça.

A questão dos limites

Conforme já salientado, os argumentos de ordem cronológica não servem de base para a definição de alounidades,

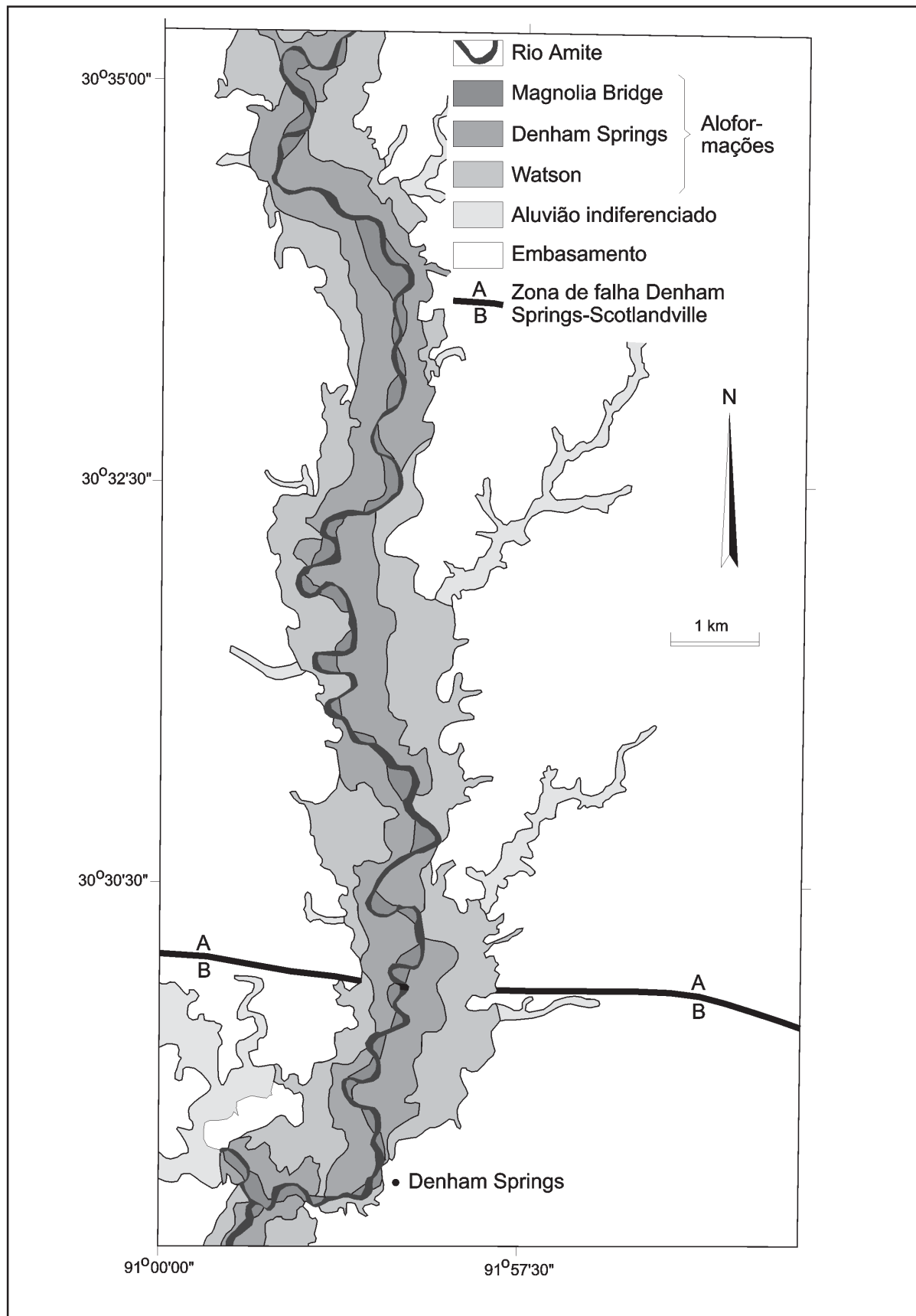


FIGURA 6: Distribuição de aloformações em sedimentos recentes no vale do rio Amite, Louisiana, USA, segundo Autin (1992).

FIGURE 6: Distribution of the alloformations in the Recent sediments of the Amite River valley, Louisiana, USA (After Autin 1992).

contudo podem auxiliar na seleção e definição de seus limites. Como também pôde ser visto nos exemplos de aplicação da nomenclatura aloestratigráfica, observa-se que as alounidades compreendem uma grande diversidade de intervalos de tempo. Assim, Autin (1992), Moura & Mello (1991) e Mello (1997) designaram como “aloformação”, pacotes com algumas poucas centenas de anos de deposição. Os referidos autores chegaram até mesmo a identificar, como aloformação, os sedimentos das planícies aluvionares atuais e os baixos terraços (sujeitos a inundações periódicas dos rios), ou seja, depósitos que se encontram ainda em fase de aggradação, sem que tenha ficado estabelecida uma descontinuidade de topo significativa. Por outro lado, as subdivisões adotadas por Bhattacharya (1991) comportam pacotes sedimentares que abrangem intervalos da ordem de milhões de anos, e ainda assim foram designados “alomembros”. A esse propósito, é útil a análise apresentada por Miall (1996, p. 308) referente à proposição de Autin (*op.cit.*). Segundo Miall, é “questionável” a designação de aloformação para unidades que compreendam um intervalo de tempo da ordem de alguns poucos milhares de anos, podendo ser estas melhor classificadas como “alomembros”. Neste caso, o conjunto de todos os alomembros que perfazem a sedimentação fluvial pós-glacígena naquela parte do vale do rio Amite poderia ser alocado na categoria de “aloformação”.

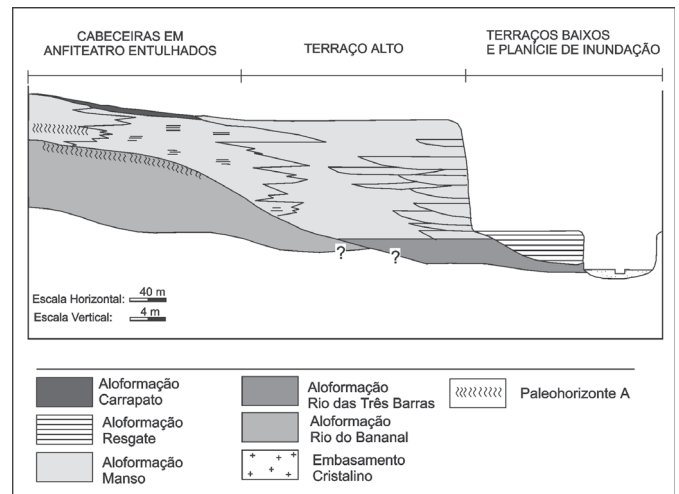


FIGURA 7: Reconstituição esquemática do arcabouço estratigráfico preservado no domínio de baixa encosta e de vales fluviais na região do médio rio Paraíba do Sul, destacando as idades radiocarbônicas. Extraído de Mello et al. (1995).

FIGURE 7: Sketch of the stratigraphic framework comprising the lower slope and the fluvial valleys in the middle Paraíba do Sul River. Some data by radiocarbon dating are also presented (After Mello et al. 1995).

Grupo	Escala de tempo dos processos (anos)	Exemplos de processos	Taxa de sedimentação instantânea (m/ka)	Unidades deposicionais	Categoria e características das superfícies limitantes das unidades
1	10^{-6}	Ciclos de arrebatamento de ondas		Lâmina	Ordem Zero Superfícies de lâminas
2	$10^{-5} - 10^{-4}$	Migração de <i>bedforms</i>	10^5	<i>Ripples</i> (microformas)	1ª ordem: limites de <i>sets</i>
3	10^{-3}	Migração de <i>bedforms</i>	10^5	Incremento diurno de dunas	1ª ordem: limites de <i>sets</i> Superfícies de reativação
4	$10^{-2} - 10^{-1}$	Migração de <i>bedforms</i>	10^4	Dunas (mesoformas)	2ª ordem: superfícies limitantes de conjuntos de <i>sets</i> (<i>cosets</i>)
5	$10^0 - 10^1$	Eventos sazonais Enchentes decenais	10^{2-3}	Incremento no avanço de macroformas	3ª ordem: mergulhos de 5-20° na direção de acreção
6	$10^2 - 10^3$	Migração de canais e barras de meandro Enchentes seculares	10^{2-3}	Macroformas: barras de meandro, diques marginais, desenvolvimento incipiente de paleossolos	4ª ordem: macroformas com topos convexos, marcas de cortes (canais), superfícies aluvionares planas
7	$10^3 - 10^4$	Processos geomórficos de longa duração (e.g., avulsões de canal)	$10^0 - 10^1$	Canais fluviais, lobos deltaicos, paleossolos bem desenvolvidos	5ª ordem: base de canal plana ou côncava para cima
8	$10^4 - 10^5$	Ciclos de Milankovitch de 5ª ordem, resposta a pulsos tectônicos (em falhas, por ex.)	10^{-1}	Cinturões meândricos, leques aluviais, seqüências de menor porte	6ª ordem: superfícies planas, de extensão regional ou talvegue de vales incisos
9	$10^5 - 10^6$	Ciclos de Milankovitch de 4ª ordem, resposta a pulsos tectônicos (em falhas, por ex.)	$10^{-1} - 10^{-2}$	Principais sistemas deposicionais, tratos de leques, seqüência	7ª ordem: limites de seqüências planos, de extensão regional ou talvegue de vales incisos
10	$10^6 - 10^7$	Ciclos de Milankovitch de 3ª ordem. Processos tectônicos regionais ou eustáticos	$10^{-1} - 10^{-2}$	Complexos de preenchimento bacinal	8ª ordem: discordâncias regionais

QUADRO 1: Hierarquia das unidades deposicionais em ambiente fluvial (Miall 1996).

CHART 1: The hierarchy of depositional units in a fluvial environment (after Miall 1996).

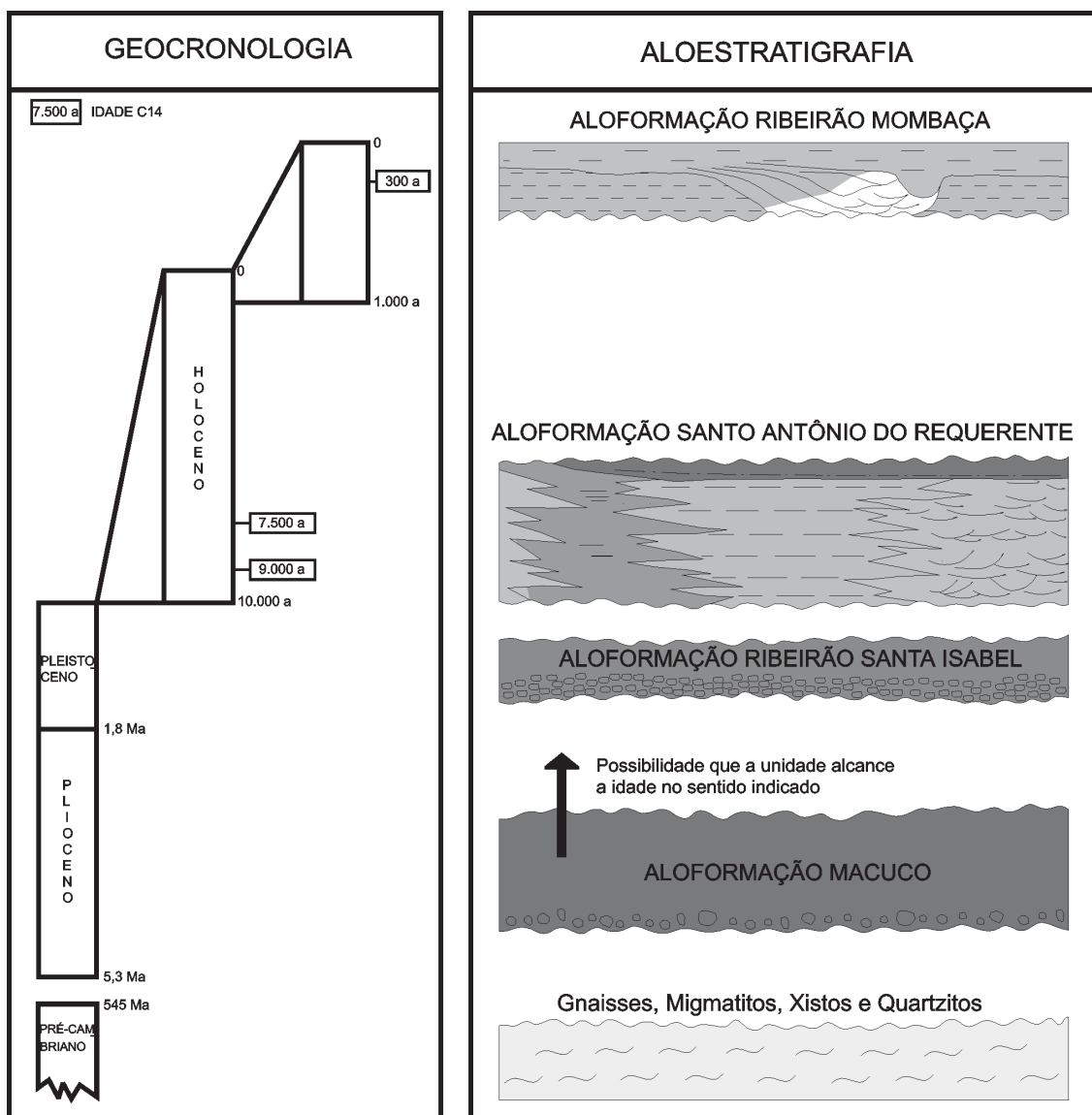


FIGURA 8: Coluna aloestratigráfica para os depósitos cenozóicos do médio vale do Rio Doce - MG. (Extraído de Mello 1997, p. 208).
FIGURE 8: Allostratigraphic column of the Cenozoic deposits in the middle Rio Doce valley - MG (After Mello 1997, p. 208).

Uma das maiores dificuldades concernentes à identificação das descontinuidades limitantes das alounidades refere-se à distinção entre estas superfícies daquelas feições de corte e preenchimento, características dos processos autocíclicos típicos de um ambiente fluvial de sedimentação. Destarte, torna-se conveniente examinar a proposição de hierarquia das unidades deposicionais em ambientes fluviais apregoada por Miall (1996, p. 82 e 252), transcrita no quadro 1.

Uma primeira aproximação para se categorizar a alounidade pode ser — após definida a possibilidade de cartografia de suas superfícies limitantes, nos termos apregoados no código norte-americano de nomenclatura estratigráfica — levar em conta a ordem de grandeza dos intervalos de sedimentação correspondentes ao empilhamento das fácies dentro da unidade. Dessa forma, o termo “aloformação”, unidade básica da classificação aloestratigráfica, deveria ser atribuído a pacotes limitados por discordâncias de 6ª ordem, ou superior.

APLICAÇÃO DA ALOESTRATIGRAFIA NOS SEDIMENTOS NEOQUATERNÁRIOS DO ALTO VALE DO RIO DO PEIXE

O vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista (Figura 9), apresenta expressiva sedimentação neocenozóica na forma de terraços, rampas de colúvio, leques aluviais e planícies aluvionares recentes, acometidos, em graus variados, por processos pedogenéticos; em algumas exposições foi também verificada a presença de falhas e de estruturas de liquefação afetando estes depósitos, o que pode ter implicações neotectônicas (Etchebehere *et al.* 1998; Magalhães *et al.* 1996).

Depósitos cenozóicos de terraço foram assinalados no alto vale do Rio do Peixe por Queiroz Neto & Jornaux (1978 a,b). Posteriormente, mapeou-se dois níveis de terraços fluviais no baixo vale, interligados com depósitos similares da margem esquerda do rio Paraná (THEMAG 1981 a,b).

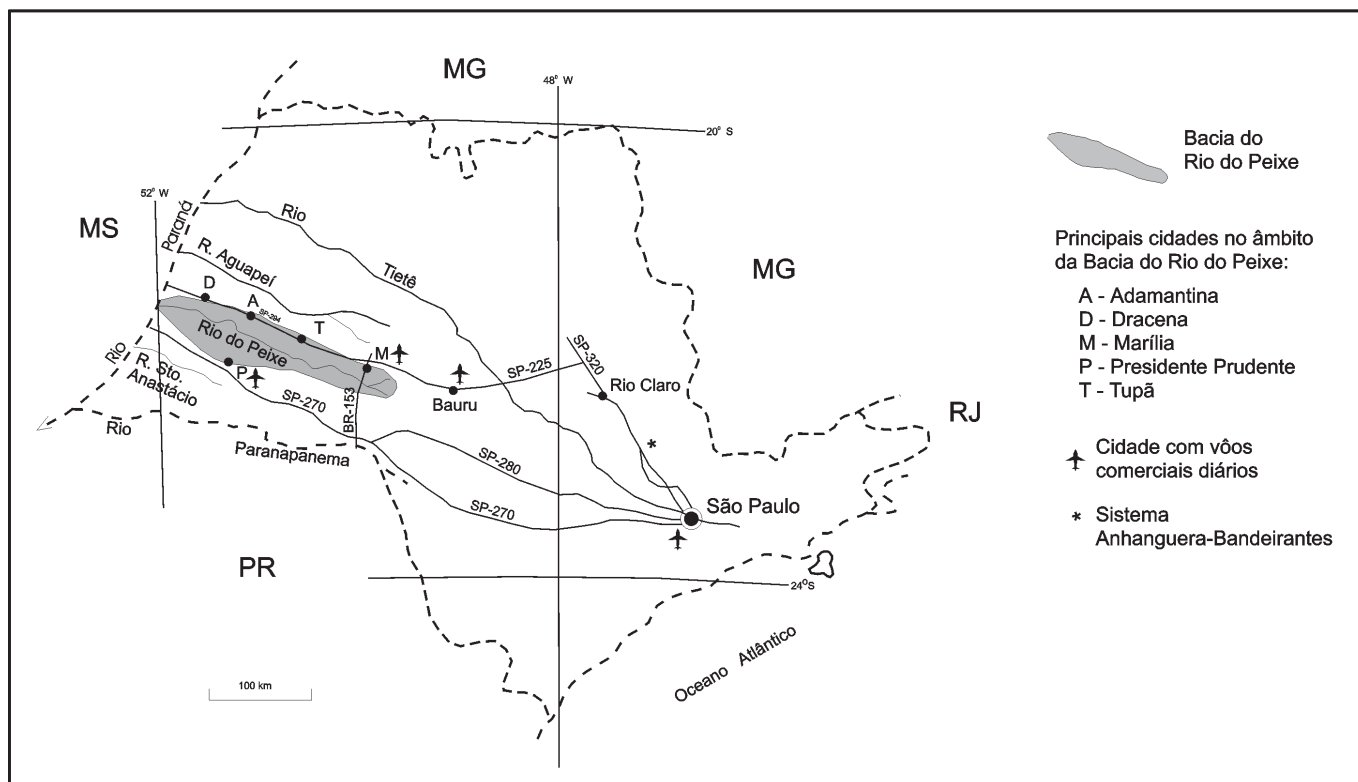


FIGURA 9: Localização da bacia do Rio do Peixe no Estado de São Paulo.

FIGURE 9: Location of the Rio do Peixe hydrographic basin in the State of São Paulo.

A cartografia e o tratamento aloestratigráfico desses depósitos de terraço foram executados por Etchebere (2000), que os enfeixou na chamada Aloformação Rio do Peixe. Os resultados desse tratamento são resumidos nos itens que se seguem.

Panorama geológico

A bacia do Rio do Peixe se assenta em um substrato formado por rochas sedimentares cretácicas do Grupo Bauru (*sensu* Soares *et al.* 1980) e esporádicas ocorrências de basaltos da Unidade Serra Geral, que aparecem formando soleiras, as quais condicionam corredeiras, saltos e deposição aluvionar a montante, conforme observado na Usina Quatiara, Município de Parapuã.

Sobre o substrato acima descrito, ocorrem as mencionadas unidades cenozóicas superficiais. Tais unidades, predominantemente arenosas, pedogenizadas, com solos bem desenvolvidos e, por vezes, espessos de alguns metros, abarcam elúvios, colúvios, alúvios e conjuntos complexos que podem ser uma combinação dos componentes retromencionados. Os depósitos mais significativos em termos de porte e expressão geomorfológica são os terraços, não-raro marcando níveis sucessivos de variação de nível de base na área. Observações de campo permitem interpretá-los como fruto de sedimentação com características flúvio-palustre-lacustrinas, com predomínio de fácies arenosas com características de deposição por rios do tipo entrelaçado. Entremeadas a estes pacotes arenosos, ocorrem fácies argilosas com predomínio (acima de 80%) do argilo-mineral esmectita. As fácies lamíticas apresentam, não-raro, restos vegetais carbonizados. Datações preliminares pelo método do ^{14}C , forneceram idades de 24.370 ± 770 , 27.500 ± 1.470 e 34.820 ± 1.280 anos A.P.

Destaque-se, por fim, o fato de que a maior parte das atividades agro-pastoris se desenvolve sobre as unidades cenozóicas, as quais, pelas suas características e também pela ação antrópica, têm sofrido a ação de intensos processos erosivos, dos tipos laminar ou em sulcos, ravinas e voçorocas, que acarretam assoreamento acelerado das várzeas e cursos-d'água das cercanias.

Aspectos geomorfológicos

Em termos geomorfológicos, a região abarcada pela bacia do Rio do Peixe exibe dois principais níveis planálticos, a saber, o dos planaltos de Marília e Exaporã, elevando-se entre 600-750 m de altitude, e o setor de planaltos rebaixados, com altitudes variando de 550 a 250 m, com diminuição das cotas rumo à calha do rio Paraná. O setor mais elevado de planaltos mostra uma borda escarpada, festonada, entalhada em arenitos carbonáticos da Formação Marília. Por sua vez, o setor de planaltos rebaixados envolve relevos esculpidos em rochas das demais formações do Grupo Bauru e pode se apresentar na forma de duas ou três superfícies de aplainamento (pediplanos). Estas superfícies estão sendo submetidas à dissecação, mostrando áreas com graus variados de degradação e de profundidade de encaixe dos vales.

Modelados de acumulação estão restritos, em geral, às planícies aluvionares de montante de soleiras, ao baixo curso do Rio do Peixe, e a níveis de terraços, mais ou menos afeiçãoados, que se encastoam nos pedimentos preexistentes. A morfologia destes planaltos rebaixados é marcada por interflúvios com topos planos e vertentes convexas, elaboradas sobre as formações superficiais, com latossolos com espessuras métricas. Nas porções planálticas menos dissecadas, o relevo é plano,

menos sulcado pelas drenagens e exhibe lagoas e baixios (*dales*), precariamente incorporadas ao sistema atual de drenagem. Nestas porções, em termos pedológicos, podem ocorrer latossolos, areias quartzosas e solos glei húmicos; solos podzólicos aparecem nos terrenos mais dissecados. Este quadro geomorfológico aparenta ser resultante da atuação de processos morfogenéticos influenciados pelas condições climáticas cenozóicas, com alternância de pediplanação (climas menos úmidos) e dissecação vertical (climas mais úmidos).

Cartografia das unidades aloestratigráficas no vale do Rio do Peixe

As verificações de campo indicaram que os depósitos de terraço ao longo do Rio do Peixe configuram pelo menos três níveis principais, cujos topos acompanham, *grossa modo*, o caimento do talvegue daquele curso d'água, e que se apresentam como patamares, com diversificados graus de afeição, inclusive com suavização das quebras de relevo devido ao mantimento coluvionar.

Os estudos conduzidos por Etchebehere (2000) permitiram estabelecer que uma das ferramentas mais efetivas para a detecção e delimitação dos referidos depósitos é a fotointerpretação, realizada em pares estereoscópicos em escala aproximada 1:25.000. A resolução estereoscópica permite realçar as feições geomórficas características dos terraços (conformação em patamares), que são menos perceptíveis no campo e nas cartas topográficas disponíveis (escalas 1:250.000 e 1:50.000). Além do mais, a visão sinóptica permite efetuar a varredura de uma grande área, localizando feições que são peculiares a estes depósitos, dentre as quais podemos destacar as seguintes:

- **feições em patamar** - Constituem um dos principais fatores de detecção de cartografia das alonidades. Os aspectos texturais dos patamares e das rampas frontais (abaixo da quebra positiva) dos terraços permitem distinguir as formas de agradação (**terraços de acumulação**) das formas de entalhe em rochas do substrato cretácico (**terraços erosivos** ou **terraços de abrasão**);
- **feições relacionadas a processos acelerados de erosão** (ravinas e voçorocas) - São bastante comuns neste tipo de depósito, considerando-se o baixo grau de litificação e a pouca coesão das fácies arenosas, que são predominantes, bem como a desastrosa forma de ocupação deste território;
- **marcas de escavações antrópicas** - Como já mencionado, os depósitos de terraço incluem fácies com potencialidade econômica para fornecimento de agregados para a indústria da construção civil, tais como cascalhos e areias, comuns ao longo do vale do Rio do Peixe, objeto que foram ou são de interesse às prefeituras e pequenas empresas;
- **fácies pelíticas** - Estas fácies apresentam-se como faixas escuras - maior umidade implica em menor reflexão da energia eletromagnética - facilitando a detecção e, por conseguinte, a prospecção para este tipo de depósito.

Considerando-se que as feições em patamar configuram as superfícies limitantes dos depósitos de terraço, bem como as quebras negativas de sopé indicam o traço das descontinuidades basais dos mesmos depósitos, tem-se em mãos uma efetiva maneira de definição e delimitação das descontinuidades que separam os depósitos de terraço. Dessa forma, a fotointerpretação se revela como uma técnica eficaz para a delimitação dos terraços, especialmente

em áreas de relevo suave, como é o caso do oeste paulista, devido ao realce propiciado pela propriedade estereoscópica.

É evidente, que a técnica aqui adotada, se configura como uma abordagem morfoestratigráfica, i.e., integrando modelos de depósitos sedimentares (terraços), estabelecidos nos reconhecimentos de campo e na análise da literatura geológica pertinente, com as feições geomórficas características dos depósitos em terraço (feições em patamar).

As alonidades cartografadas ao longo do alto vale do Rio do Peixe foram designadas alomembros, em conformidade com o ponto de vista esposado no item 3.4, ou seja, considerando-se que a sedimentação das mesmas não excedeu a 34 ka A.P. Dessa forma, o conjunto inteiro de depósitos neoquaternários (cf. Figuras 10 e 11), ou seja os seis alomembros cartografados - designados informalmente A, B e C (curso médio-inferior e L, M e N (curso superior) - configurariam uma alonidade maior, que poderia ser convenientemente designada como Aloformação Rio do Peixe, nos mesmos moldes sugeridos por Miall (1996) para o contexto geológico estudado por Autin (1992).

A distribuição espacial dos diversos alomembros mapeados no alto e médio vale do Rio do Peixe pode ser vista sob a forma de seção longitudinal (Figura 12), com destaque para a existência de trechos que mostram comportamentos tectônicos diferenciados (áreas soerguidas ou em processo de soerguimento; trechos em subsidência; depósitos com espessuras decamétricas preservados próximo a áreas onde restam apenas cascalheiras eluvionares, etc.). Esta mesma figura mostra, também, a possível correlação entre os alomembros B e M.

Por fim, resta salientar a questão dos depósitos atuais e subatuais da calha do Rio do Peixe, que também foram cartografados, embora não tenham sido objeto do enfoque aloestratigráfico, devido ao fato de ainda estarem em processo de formação (agradação) sujeitando-se a periódicos fenômenos de inundação. Com novos processos, esperáveis, de alterações de nível de base, poder-se-ia encerrar a fase de agradação, com o Rio do Peixe dissecando seus próprios aluviões e gerando um conjunto adicional de terraços, ou, nos termos aqui propostos, uma nova alonidade.

ANEXO A - Tradução da parte do Código Norte-Americano de Nomenclatura Estratigráfica (NACSN 1983) referente às unidades aloestratigráficas (incluindo observações relativas ao Brasil, acrescentadas pelo presente autor e destacadas em **itálico negrito**).

UNIDADES ALOESTRATIGRÁFICAS

Natureza e Limites

Art. 58 - **Natureza das unidades aloestratigráficas.** Uma unidade aloestratigráfica corresponde a um corpo sedimentar estratiforme que é definido e reconhecido com base nas suas descontinuidades limitantes.

Observações:

- a) Propósito** - Unidades aloestratigráficas formais podem abranger (i) depósitos superpostos de litologias similares separados entre si por descontinuidades (vide Figuras 2 e 4); (ii) depósitos lateralmente contíguos de litologias similares tam-

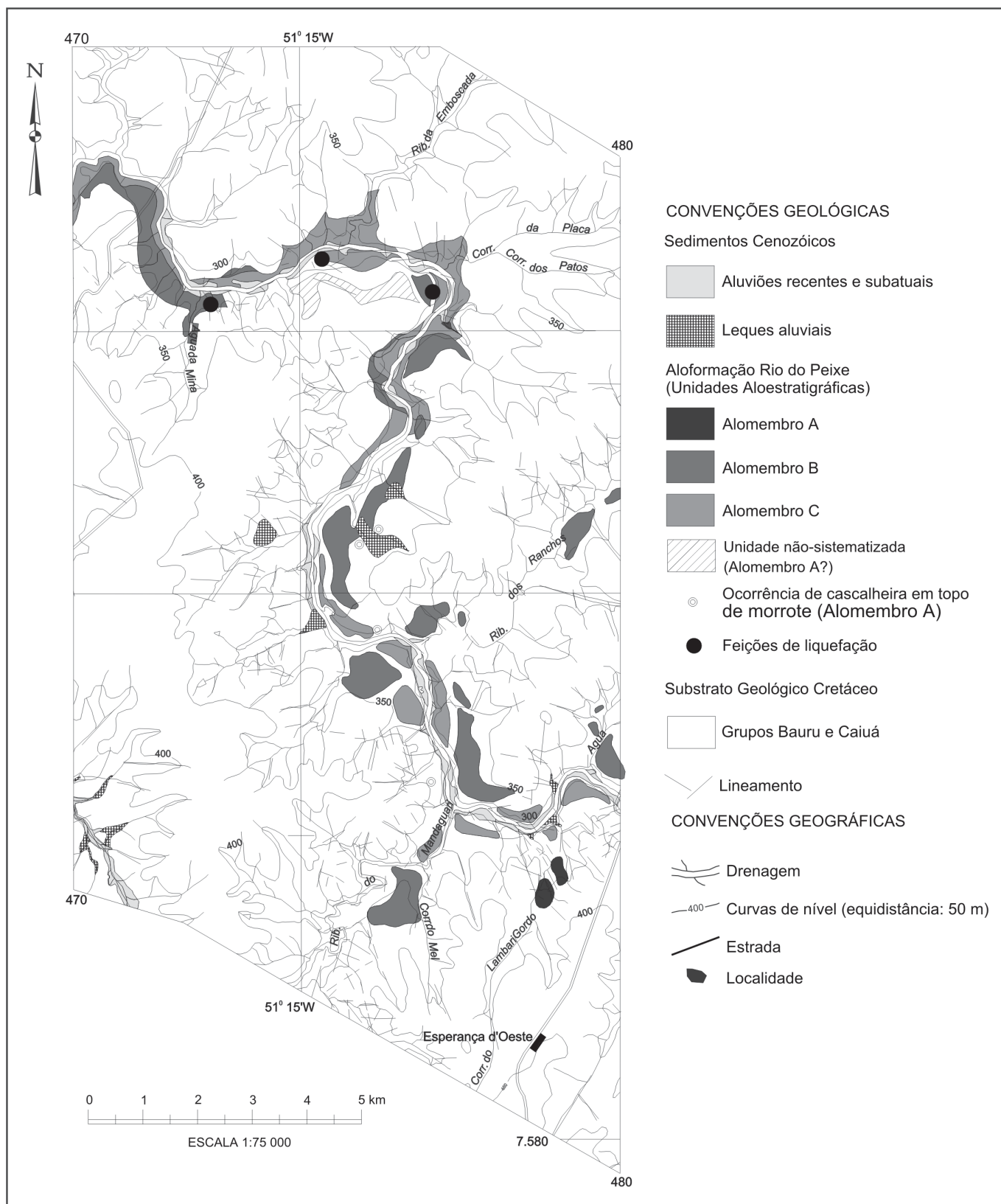


FIGURA 10: Distribuição dos terraços (alomembros A, B e C) no baixo Rio do Peixe.

FIGURE 10: Terrace deposit distribution (allomembers A, B, and C) in the lower Rio do Peixe valley.

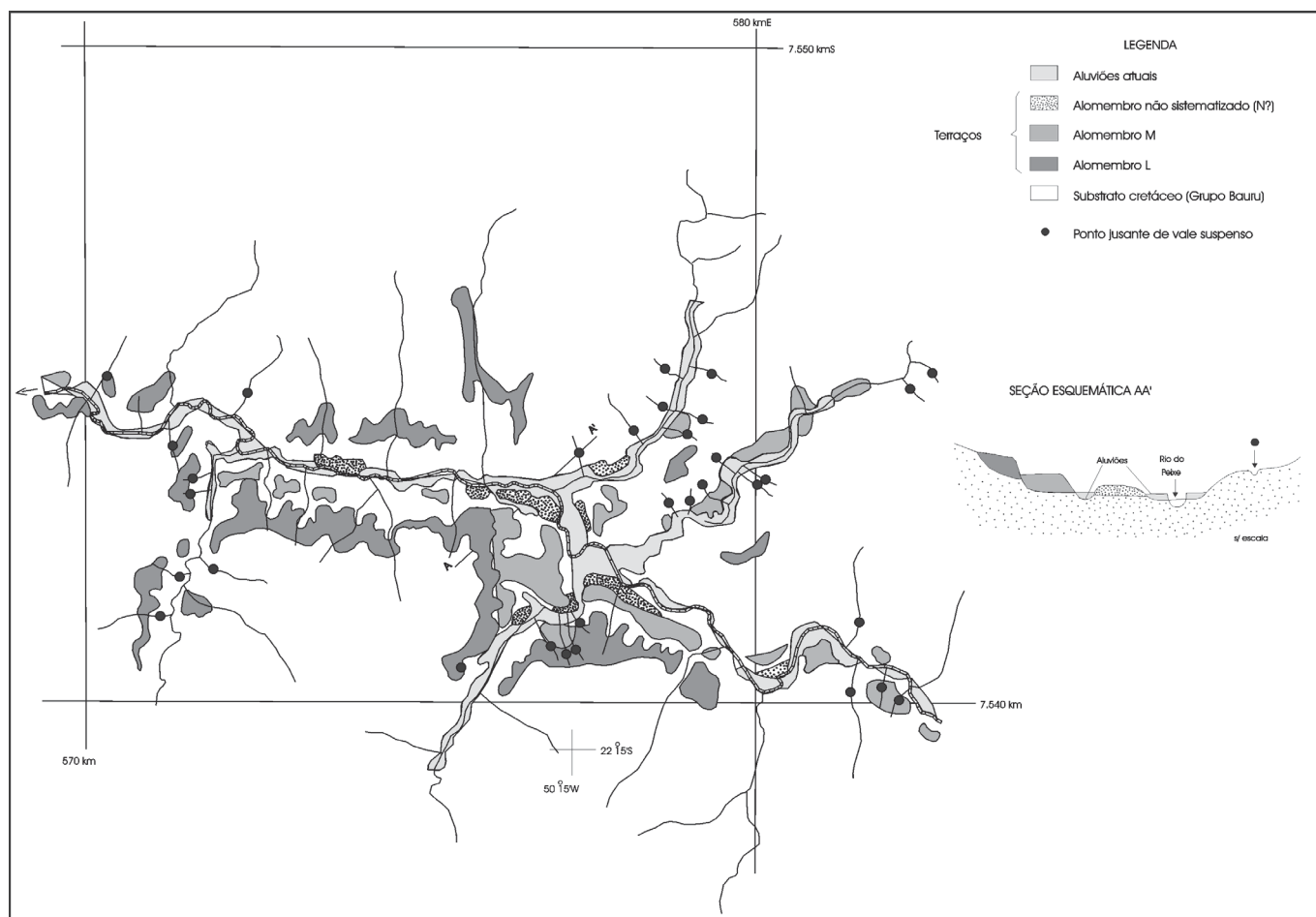


FIGURA 11: Distribuição dos terraços (alomembros L, M e N) e vales suspensos em parte do alto Rio do Peixe.

FIGURE 11: Terrace deposit distribution (allomembers L, M, and N) and hanged valleys in a portion of the upper Rio do Peixe hydrographic basin.

bém separados por descontinuidades (Figura 3); (iii) depósitos de litologias similares, limitados por descontinuidades, geograficamente separados; ou (iv) depósitos separados por descontinuidades, caracterizados por heterogeneidade litológica (Figura 4).

b) Características internas - As características internas (físicas, químicas ou paleontológicas) podem variar tanto lateral como verticalmente através de toda a unidade.

c) Limites - Os limites das unidades aloestratigráficas constituem descontinuidades lateralmente delimitáveis.

d) Mapeabilidade - Uma unidade aloestratigráfica formal deve ser mapeável na escala de trabalho adotada na região onde a mesma foi definida.

e) Localidade tipo e extensão - Uma localidade-tipo ou área-tipo deve ser estabelecida; estratótipos compostos e seções de referência adicionais são desejáveis. Uma unidade aloestratigráfica pode ser lateralmente contígua a uma unidade litoestratigráfica formalmente definida; neste caso, o limite entre ambas será demarcado por uma linha vertical.

f) Relação genética - Interpretações genéticas são consideradas impróprias para a definição de uma unidade aloestratigráfica, todavia, elas podem exercer influência na escolha dos limites da referida unidade.

g) Relação com superfícies geomórficas - Superfícies geomórficas podem ser utilizadas como limite de uma unidade aloestratigráfica, contudo, recomenda-se não empregar,

para designá-la, o mesmo nome atribuído ao elemento geomorfológico.

h) Relação com solos e paleossolos - Solos e paleossolos são compostos por produtos de intemperismo e pedogênese, diferindo em diversos aspectos de unidades aloestratigráficas (cf. Art. 55 - Unidades Pedoestratigráficas - NACSN 1983, p. 864), todavia, podem ser empregados na definição dos limites de alonidades.

i) Relação com a história geológica inferida - Aspectos da história geológica inferida de uma determinada região não podem ser utilizados para se definir uma unidade aloestratigráfica. Entretanto, aspectos da história geológica bem documentados podem auxiliar na escolha dos limites de uma unidade aloestratigráfica.

j) Relação com conceitos de tempo - Intervalos de tempo, mesmo determinados, não podem ser utilizados na definição de uma unidade aloestratigráfica, embora possam influenciar a escolha dos limites da mesma.

k) Extensão de unidades aloestratigráficas - Uma unidade aloestratigráfica pode ser estendida, a partir de sua área-tipo, pelo traço de suas descontinuidades limitantes ou por envoltórias que agrupem depósitos correlatos, separados pelas mesmas descontinuidades, porém geograficamente isolados.

Categorias de unidades aloestratigráficas

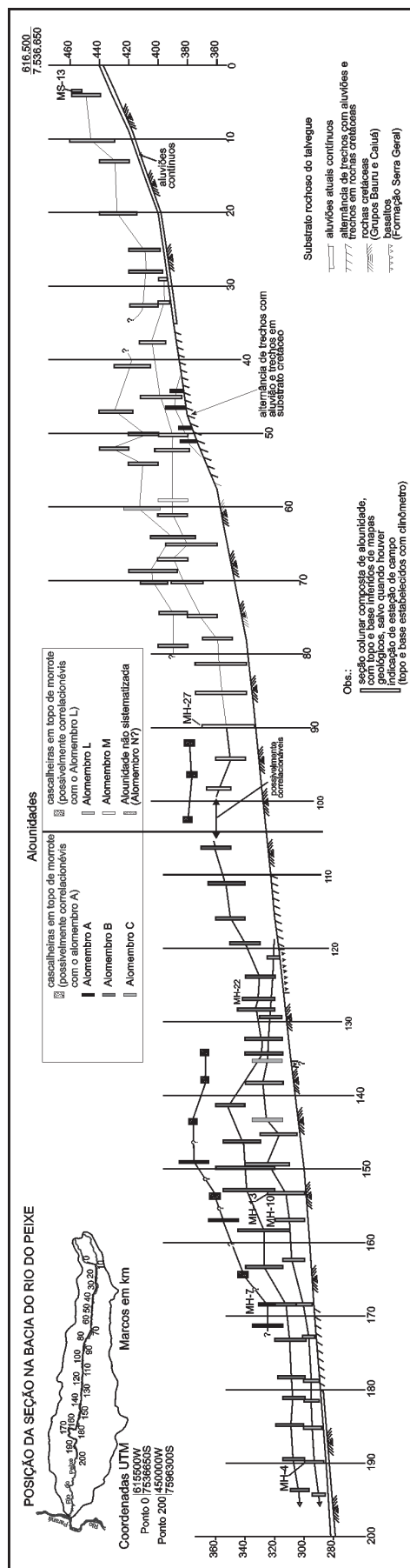


FIGURA 12: Seção longitudinal do Rio do Peixe, mostrando os alomembros cartografados.
FIGURE 12: Longitudinal cross-section of the Rio do Peixe valley showing the mapped allomembers.

Art. 59 - **Hierarquia.** A hierarquia de unidades aloestratigráficas, em ordem decrescente, é formada por alogrupo, aloformação e alomembro.

Observações:

a) Aloformação - Constitui a unidade fundamental na classificação aloestratigráfica. Uma aloformação pode ser completa ou parcialmente subdividida em alomembros, se isto for conveniente, ou simplesmente não ter alomembros.

b) Alomembro - Constitui a categoria imediatamente abaixo da aloformação.

c) Alogrupo - Um alogrupo, por sua vez, é a unidade superior da classificação de alounidades, devendo ser estabelecido apenas se tal hierarquia for útil à elucidação da história geológica de uma determinada área. Um alogrupo pode abranger diversas aloformações, ou, alternativamente, uma ou mais aloformações e setores sem subdivisão aloestratigráfica estabelecida.

d) Alterações de categoria - Os princípios e procedimentos para a elevação ou redução de categoria aloestratigráfica de uma determinada unidade são os mesmos do Art. 19 (itens 19 b e 19 g) e do Art. 28.

• Art. 19 b - **Mudança de categoria** - Alterações de categoria de uma unidade estratigráfica ou temporal não implicam redefinição de seus limites ou troca de designação geográfica. Dessa forma, um membro pode se tornar uma formação ou vice-versa, uma formação pode se tornar um grupo ou vice-versa, um litodema (lithodeme) pode se transformar em uma suite ou vice-versa.

• Art. 19 g - **Restrições de nomenclatura** - Quando uma unidade é dividida em duas ou mais de mesma categoria estratigráfica da original, o nome anterior não deve ser utilizado para designar nenhuma das novas unidades. Este procedimento permite que o nome original possa ser utilizado para uma unidade de maior categoria, que abranja o novo conjunto de unidades estabelecidas. A prática normal, neste caso, seria de elevar a categoria de uma unidade assim que subdivisões de mesmo rank fossem sendo estabelecidas e mapeadas no âmbito da alounidade preexistente.

• Art. 28 - **Grupo** - Um grupo é uma unidade litoestratigráfica imediatamente superior à formação, podendo ser constituído totalmente por formações já estabelecidas ou incluir tratos ainda sem designação específica.

Observações:

a) Uso e conteúdo - Grupos são definidos de maneira a expressar as correlações naturais entre formações associadas, podendo ser úteis tanto em mapeamentos geológicos de pequena escala quanto em análises estratigráficas regionais. Em alguns trabalhos de reconhecimento, o termo “grupo” tem sido adotado a unidades litoestratigráficas que aparentemente ser divisíveis em formações, conquanto ainda não o tenham sido.

b) Mudanças nas formações componentes - As formações que constituem um grupo não precisam ser necessariamente as mesmas em toda a área abrangida pela unidade maior. O Grupo Rundle, por exemplo, apresenta grande extensão no Canadá ocidental e inclui diversas mudanças no seu conteúdo de

formações. No sudoeste da província de Alberta, este grupo compreende as formações Livingstone, Mount Head, e Etherington nos Front Ranges, ao passo que nos terrenos adjacentes e em subsuperfície, ele abrange as formações Pekisko, Shunda, Turner Valley e Mount Head. **Um exemplo nativo deste tipo de contexto pode ser o Grupo Bauru, que, no centro-norte do Estado de São Paulo compreende as formações Araçatuba, Adamantina e Marília e o Analcimito Taiúva, e que no Triângulo Mineiro abrange as formações Uberaba, Adamantina e Marília.**

c) Mudanças de categoria - O adelgaçamento de uma formação ou um conjunto de formações constituintes de um determinado grupo pode justificar a redução de categoria da unidade maior, mantendo-se o mesmo nome. Quando um grupo se estende além dos limites onde o mesmo pode ser dividido em formações, ele se torna efetivamente uma formação, ainda que continue a ser designado “grupo”. Quando uma formação previamente estabelecida é subdividida em dois ou mais componentes, os quais adquirem individualmente o status de formação, a formação original, mantendo sua antiga designação geográfica, deve ser elevada à categoria de grupo. A elevação de categoria de uma unidade, mantendo-se a mesma designação geográfica, é preferível a restringir o seu nome a parte do antigo conteúdo, porque mantém intacto o sentido em que a mesma foi originalmente definida e delimitada (Art. 19 b e 19g).

Nomenclatura aloestratigráfica

Art. 60 - **Nomenclatura** - Os princípios e procedimentos para a designação de unidades aloestratigráficas são os mesmos adotados para a nomenclatura de unidades litoestratigráficas (Art. B15 a B22 do Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica - CENE 1986).

Observação:

a) Revisão - Unidades aloestratigráficas podem ser revistas ou modificadas de acordo com as recomendações contidas nos artigos 17-20.

• Art. 17 - **Procedimentos para revisão** - Unidades geológicas formalmente estabelecidas podem ser redefinidas, revistas ou abandonadas; todavia estas alterações requerem tanta justificativa quanto para o estabelecimento de uma nova unidade.

Observação:

a) Distinção entre redefinição e revisão - A redefinição de uma unidade envolve alterações na maneira como é descrito o conteúdo de uma dada unidade, sem que sejam alterados seus limites ou a sua categoria. O termo redefinição difere muito pouco do termo redescritção, sendo que ambos não são considerados revisão propriamente dito. A redescritção corrige uma descrição inadequada ou inacurada, ao passo que redefinição pode envolver mudanças na designação descritiva, por exemplo. Por sua vez, a revisão envolve alterações na definição de um ou mais limites ou de categorização (normalmente envolvendo uma elevação de status da unidade).

• Art. 18 - **Redefinição** - A correção ou mudança em um termo descritivo aplicado a uma unidade litoestratigráfica ou litodêmica não requer a adoção de um novo termo geográfico.

Observações:

a) Mudanças na designação lítica - Deve-se adotar sempre a designação lítica mais precisa para a unidade, alterando-a sempre que necessário. Por exemplo, a unidade conhecida como Niagara Chalk muda gradualmente para uma unidade onde os folhelhos se tornam predominantes, tornando a designação Niagara Shale ou Formação Niagara mais apropriados. Muitas unidades carbonáticas originalmente designadas “calcários” ou “dolomitos” revelaram-se inapropriadas com relação ao predomínio de outros tipos litológicos específicos, tornando o termo “formação” uma vez mais preferível àqueles.

b) Designação lítica original inapropriada - O re-estudo de algumas unidades litoestratigráficas estabelecidas há bastante tempo tem mostrado que a designação lítica original estava incorreta de acordo com critérios petrográficos mais modernos, como, por exemplo, tufo soldados (welded tuffs) descritos anteriormente como lavas félsicas. Dessa forma, muda-se o termo litológico descritivo mas se preserva o nome geográfico, como no caso citado na observação a. No caso de alguns complexos ígneos, a adoção de termos neutros tais como “intrusão” ou “plutão” (pluton) pode ser recomendada.

• Art. 19 - **Revisão** - A revisão de uma unidade pode envolver mudanças nos limites da mesma ou alterações de categoria hierárquica.

Observações:

a) Alterações de limites - A revisão torna-se justificável se as alterações de limites tornarem a definição da unidade mais natural ou útil. Se a revisão incorrer em modificações limitadas de uma pequena parte do conteúdo de uma unidade previamente estabelecida, deve-se manter o nome original.

b) Alterações de categoria - Alterações de categoria não implicam redefinições ou alterações de limite da unidade, devendo-se manter o nome geográfico original. Assim, membros podem ascender ao status de formação ou vice-versa.

c) Exemplos de mudanças de uma região para outra - O Folhelho Conasauga é reconhecido como formação na Georgia e como um grupo no Tennessee oriental; a Formação Osgood, o Calcário Laurel e o Folhelho Waldron, no Estado de Indiana, USA, são classificados como membros da Formação Wayne em uma parte do Tennessee, etc.

d) Exemplo de mudanças em uma única área - A categoria de uma unidade pode ser alterada sem que haja mudanças em seu conteúdo. Assim, por exemplo, o Calcário Madison tornou-se Grupo Madison, em Montana, USA. *Como um exemplo brasileiro pode ser citado o caso do Arenito Bauru (cf. Gonzaga de Campos 1905) que foi transformado em Grupo Bauru (Soares et al. 1980) no Estado de São Paulo.*

e) Manutenção da seção-tipo - Quando se processa a uma alteração na hierarquia de uma determinada unidade, a seção-tipo original ou localidade-tipo deve ser mantida. Se um determinado estratotipo é incompleto, pobremente exposto, estruturalmente complexo, ou não-representativo da unidade, novos seções de referência podem ser especificadas para suplementar a caracterização da unidade, mas não para suplantá-la a seção-tipo original.

f) Nomes geográficos diferentes para a unidade ou partes da mesma - Em se alterando o status de uma unidade, não se deve empregar o seu nome geográfico para partes da mesma, i.e. para subunidades que a componham. Por exemplo, a Formação Washington não deve abranger um membro designado Arenito Washington.

g) Restrições indesejáveis - Quando uma unidade é dividida em duas ou mais de mesma categoria estratigráfica da original, o nome anterior não deve ser utilizado para designar nenhuma das novas unidades. Este procedimento permite que o nome original, todavia, possa ser utilizado para uma unidade de maior categoria, que abranja o novo conjunto de unidades estabelecidas. A prática normal, neste caso, seria de elevar a categoria de uma unidade assim que subdivisões de mesmo rank fossem sendo estabelecidas e mapeadas no âmbito da alounidade preexistente.

• Art. 20 - **Abandono de unidade** - Uma unidade estratigráfica impropriamente definida ou obsoleta pode ser formalmente abandonada, desde que exista justificativa suficiente para tanto e que recomendações para que classificação e nomenclatura novas sejam utilizadas em seu lugar.

Observações:

a) Razões para o abandono - Uma unidade formalmente definida pode ser abandonada caso se demonstre a existência de sinônimos ou homônimos, impropriedades de classificação (por exemplo, definição de uma unidade litoestratigráfica no sentido cronoestratigráfico), ou por outras violações do código de nomenclatura estratigráfica vigente à época do estabelecimento da unidade. A ausência de propósito ou utilidade pode justificar o abandono de uma determinada unidade, como também o pode se ficar provado a impraticabilidade de se reconhecê-la ou mapeá-la.

b) Nomes abandonados - Um nome de unidade litoestratigráfica ou litodêmica, uma vez abandonado, fica disponível para outras unidades apenas se este nome tiver sido introduzido casualmente ou tiver sido abandonado há várias décadas, não incorrendo, por conseguinte em confusões terminológicas. Caso necessário, deve ser incluída, na nova designação estratigráfica, uma breve explanação sobre a história e a adequação do nome proposto.

c) Nomes obsoletos - O(s) autor(es) de uma nova proposição estratigráfica deve(m) se assegurar de que o nome proposto não tenha sido empregado anteriormente para outras unidades (homônimo) ou que já existam outras designações (sinônimos) para a unidade em pauta. *Recomenda-se uma consulta prévia ao Léxico Estratigráfico do Brasil (Baptista et al. 1984 ou edições mais atualizadas).*

d) Referências a nomes abandonados - Quando for necessário fazer referência a nomes em desuso ou já abandonados, este caráter deve ficar claramente especificado. *Designações antigas e obsoletas podem ser referenciadas desde que se deixe patente o sentido e a época em que aquela designação tenha sido empregada, como, por exemplo, ao se mencionar “o Grez de Bauru de Gonzaga de Campos (1905)”.*

e) Reintegração - Um nome que tenha sido abandonado no passado mas que, devido a novos fatos e argumentos, volte a ter validade, pode ser reintegrado ao léxico estratigráfico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, J.R.L. & WILLIAMS, B.P.J. 1982. The architecture of an alluvial suite: rocks between the Townsend Tuff and Pickard bay Tuff Beds (Early Devonian), southwest Wales. *Philos. Transact. R. Soc. Lond. (Biol.)*, **297**: 51-89.
- AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - ACSN. 1961. Code of Stratigraphic Nomenclature. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **45**(5): 645-665.
- AMOS, S. (chairman) 1987. Unconformity-bounded stratigraphic units. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **98**: 232-237.
- ASHLEY, G.H.; CHENEY, M.G.; GALLOWAY, J.J.; GOUD, C.N.; HARES, C.J.; HOWELL, B.F.; LEVORSEN, A.I.; MISER, H.D.; MOORE, B.C.; REESIDE Jr., J.B.; RUBEY, W.W.; STANTON, T.W.; STOSE, G.W.; TWENHOFEL, W.H. 1933. Classification and nomenclature of rock units. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **44**: 423-459.
- AUTIN, W.J. 1992. Use of alloformations for definition of Holocene meander belts in the middle Amite River, southeastern Louisiana. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **104**: 233-241.
- BAPTISTA, M.B.; BRAUN, O.P.G.; CAMPOS, D.A. (coords.). 1984. *Léxico Estratigráfico do Brasil*. Brasília. DNPM-CPRM. 560 p.
- BHATTACHARYA, J. 1991. Regional to sub-regional facies architecture of river-dominated deltas, Upper Cretaceous Dunvegan Formation, Alberta subsurface. In: MIAL, A.D. & TYLER, N. (eds.) *The three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery*. Soc. Econ. Paleont. Mineral. Conc. Sediment. Paleont. 3, p. 189-206.
- BIGARELLA, J.J. & ANDRADE, G.O. 1965. Contribution to the study of the Brazilian Quaternary. In: WRIGHT Jr., H.E. & FREY, D.G. (eds.) *International Studies on the Quaternary*. Geol. Soc. Am., Spec. Papers, **84**: 433-451.
- BIGARELLA, J.J. & MOUSINHO, M.R. 1965. Considerações a respeito dos terraços fluviais, rampas de colúvios e várzeas. *Bol. Paran. Geogr.*, **16/17**: 153-197.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. 1965 a. Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil. *Bol. Paran. Geogr.*, **16/17**: 117-151.
- BIGARELLA, J.J.; MOUSINHO, M.R.; SILVA, J.X. 1965 b. *Processes and environments of the Brazilian Quaternary*. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 71 p.
- CHANG, K.H. 1975. Unconformity-bounded stratigraphic units. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **86**: 1.544-1.552.
- COMISSÃO ESPECIAL DE NOMENCLATURA ESTRATIGRÁFICA - CENE. 1986. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica - Guia de Nomenclatura Estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, **16** (4): 370-415.
- CURRIE, B.S. 1997. Sequence stratigraphy of nonmarine Jurassic-Cretaceous rocks, central Cordilleran foreland-basin system. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **109** (9): 1.206-1.222.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. 2000. *Terraços neoquaternários no vale do Rio do Peixe, Planalto Ocidental Paulista: implicações estratigráficas e tectônicas*. Rio Claro. 202p., 2v. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista - UNESP).
- ETCHEBEHERE, M.L. De C.; SAAD, A.R.; THOMAZELLA, H.R.; BATEZELLI, A.; FULFARO, V.J. 1998. Feições de liquefação em sedimentos cenozóicos no vale do Rio do Peixe, região ocidental paulista: implicações neotectônicas. In: CONGR.BRAS. GEOL., 40, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, SBG, p. 80.
- FRYE, J.C. & RICHMOND, G.M. 1958. Problems in applying standard stratigraphic practice in nonmarine Quaternary deposits. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **42** (8): 1.979-1.983.
- FRYE, J.C. & WILLMAN. 1962. Morphostratigraphic units in Pleistocene stratigraphy. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **46** (1): 112-113.
- GALLOWAY, W.E. 1989. Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I; architecture and genesis of flooding-surface bounded depositional units. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **73**: 125-142.
- GIBLING, M.R. & BIRD, D.J. 1994. Late Carboniferous cyclothems and alluvial paleovalleys in the Sydney Basin, Nova Scotia. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **106**: 105-117.
- GONZAGA DE CAMPOS, L.F. 1905. *Reconhecimento da zona compreendida entre Bauru e Itirapina*. São Paulo. Typ. Ideal. 40 p.
- HANNEMAN, D.L. & WIDEMAN, C.J. 1991. Sequence stratigraphy of Cenozoic continental rocks, southwestern Montana. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **103**: 1.335-1.345.
- HAQ, B.U.; HARDENBOL, J.; VAIL, P.R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In: WILGUS, C.K.; HASTINGS, C.G.; KENDALL, C.G.S.C.; POSAMENTIER, H.W.; ROSS, C.A.; VAN WAGONER, J.C. (eds.) *Sea level changes: an integrated approach*. Soc. Econ. Paleontol. Mineral. Spec. Publ., **42**: 71-108.
- HATTINGH, J. & GOEDHART, M.L. 1997. Neotectonic control on drainage evolution in the Algoa basin, southeastern Cape Province. *S. Afr. J. Geol.*, **100** (1): 43-52.
- INTERNATIONAL SUBCOMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - ISSN. 1976. *International Stratigraphic Guide* (H.D. Hedberg, ed.). John Wiley and Sons, New York, 200 p.
- LÓPEZ-GÓMEZ, J. & ARCHE, A. 1993. Architecture of the Cañizar fluvial sheet sandstones, Early Triassic, Iberian Ranges, eastern Spain. In: MARZO, M. & PUIGDEFÁBREGAS, C. (eds.) *Alluvial sedimentation*. Int. Assoc. Sedim. Spec. Publ. **17**: 363-381.
- MAGALHÃES, F.S.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; FULFARO, V.J. 1996. Análise estrutural do Grupo Bauru na região do alto Rio do Peixe, Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 4, Rio Claro *Boletim...* Rio Claro, 1996, UNESP, p. 283-287.
- MARTINSEN, O.J.; MARTINSEN, R.S.; STEIDTMANN, J.R. 1993. Mesaverde Group (Upper Cretaceous), southeastern Wyoming: allostratigraphy versus sequence stratigraphy in a tectonically active areas. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **77**: 1.351-1.373.

- MEIS, M.R.M. 1977. As unidades morfoestratigráficas neoquaternárias do médio vale do Rio Doce. *An. Acad. bras. Ci.*, **49** (3): 443-459.
- MEIS, M.R.M. & MACHADO, M.B. 1978. A morfologia de rampas e terraços no Brasil. *Rev. Port. Geogr.*, **13** (26): 201-218.
- MEIS, M.R.M.; MACHADO, M.B.; CUNHA, S.B. 1975. Note on the distribution and origin of late Quaternary ramps near Rio de Janeiro, Brazil. *An. Acad. bras. Ci.*, **47** (supl.): 269-275.
- MELLO, C.L. 1997. *Sedimentação e tectônica cenozóica no médio vale do Rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos*. São Paulo. 288 p. (Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo USP).
- MELLO, C.L.; MOURA, J.R.S.; CARMO, I.; SANTOS, A.A.M. 1995. Aloestratigrafia de depósitos quaternários no médio vale do rio Paraíba do Sul: relações pedoestratigráficas e datações por radiocarbono. In: ENCONTRO DE GEOMORFOLOGIA DO SUDESTE, 1, Rio de Janeiro, 1995. *Anais...* Rio de Janeiro, EDUFF, p. 193-200.
- MENDES, J.C. 1984. *Elementos de estratigrafia*. São Paulo. EDUSP. 566 p.
- MIALL, A.D. 1990. *Principles of sedimentary basin analysis*. 2nd ed. New York, Springer-Verlag. 668 p.
- MIALL, A.D. 1996. *The geology of fluvial deposits*. Berlin, Springer-Verlag. 582 p.
- MITCHUM JR., R.M.; VAIL, P.R.; THOMPSON III, S. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In PAYTON, C.E. (ed.) *Seismic stratigraphy - Applications to hydrocarbon exploration*. Am. Assoc. Petr. Geol. Mem., **26**: 53-62.
- MOURA, J.R.S. & MEIS, M.R.M. 1980. Litoestratigrafia preliminar para os depósitos de encostas do Quaternário Superior do Planalto SE do Brasil (MG-RJ). *Rev. Bras. Geoc.*, **10** (4): 258-267.
- MOURA, J.R.S. & MEIS, M.R.M. 1986. Contribuição à estratigrafia do Quaternário superior no médio vale do rio Paraíba do Sul - Bananal, SP. *An. Acad. bras. Ci.*, **58** (1): 89-102.
- MOURA, J.R.S. & MELLO, C.L. 1991. Classificação aloestratigráfica do Quaternário superior da região de Bananal (SP/RJ). *Rev. Bras. Geoc.*, **21** (3): 236-254.
- NORTH AMERICAN COMMISSION ON STRATIGRAPHIC NOMENCLATURE - NACSN. 1983. North American Stratigraphic Code. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **67** (5): 841-875.
- OLSEN, T.; STEEL, R.J.; HØGSETH, K.; SKAR, T.; RØE, S-L. 1995. Sequential architecture in a fluvial succession: sequence stratigraphy in the Upper Cretaceous Mesaverde Group, Price, Utah. *J. Sed. Res.*, **B65**: 265-280.
- PEMBERTON, S.G.; MacEACHERN, J.A.; FREY, R.W. 1992. Trace fossil facies models: Environmental and allostratigraphic significance. In: WALKER, R.G. & JAMES, N.P. *Facies models - Response to sea level change*. Geological Association of Canada. p. 47-72.
- POSAMENTIER, H.W. & ALLEN, G.P. 1993. Siliciclastic sequence stratigraphic patterns in foreland ramp-type basins. *Geology*, **21**: 455-458.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JORNAUX, A. (coords.). 1978 a. Carta geomorfológica do vale do Rio do Peixe em Marília, SP. *Sediment. Pedol.*, **10**: 1-20.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JORNAUX, A. (coords.). 1978 b. Carta de formações superficiais do vale do Rio do Peixe em Marília, SP. *Sediment. Pedol.*, **11**: 1-18.
- SCHENCK, H.G. & MÜLLER, S.W. 1941. Stratigraphic terminology. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **52**: 1.419-1.426.
- SHANLEY, K.W. & McCABE, P.J. 1991. Predicting facies architecture through sequence stratigraphy - an example from the Kaiparowits Plateau, Utah. *Geology*, **19**: 742-745.
- SHANLEY, K.W. & McCABE, P.J. 1994. Perspectives on the sequence stratigraphy of continental strata. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **78** (4): 544-568.
- SILVA, H.T.F. 1993. *Flooding surfaces, depositional elements, and accumulation rates characteristics of the Lower Cretaceous tectonosequences in the Recôncavo Basin, Northeast Brazil*. Austin. 312 p. (Ph.D. Dissertation. University of Texas at Austin).
- SLOSS, L.L. 1996. Sequence stratigraphy on the craton: caveat emptor. *Geol. Soc. Am. Spec. Paper*, **306**: 425-434.
- SLOSS, L.L.; KRUMBEIN, W.C.; DAPPLES, E.C. 1949. Integrated facies analysis. In: *Sedimentary facies in geologic history*. Geol. Soc. Am. Mem., **39**: 91-124.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J. 1978. Tectonic cycles and sedimentary sequences in the Brazilian intracratonic basins. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **89**: 181-191.
- SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B.; FULFARO, V.J.; SOBREIRO NETO, A. 1980. Ensaio de caracterização estratigráfica do Cretáceo no Estado de São Paulo: Grupo Bauru. *Rev. Bras. Geoc.*, **10** (3): 177-185.
- SOUTH AFRICAN COMMITTEE FOR STRATIGRAPHY - SACS. 1980. *South African code of stratigraphic terminology and nomenclature*. In: STRATIGRAPHY OF SOUTH AFRICA s.l., Geological Survey of South Africa Handbook 8, Appendix, 21 p.
- STEVAUX, J.C. 1993. *O rio Paraná: geomorfogênese, sedimentação e evolução quaternária do seu curso superior (região de Porto Rico, PR)*. São Paulo. 243 p. (Tese de Doutorado, Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo - USP).
- THEMAG 1981 a. *Geologia da região limitada pelos paralelos 22° e 23° e meridianos 51° e 52° - Mapeamento geológico sistemático - Bloco 42*. São Paulo. 4 v. (THEMAG. Relatório Final).
- THEMAG 1981 b. *Geologia da região limitada pelos paralelos 21° e 22° e meridianos 51° e 52° - Mapeamento geológico sistemático - Bloco 37*. São Paulo. 4 v. (THEMAG. Relatório Final).
- VAIL, P.R. & MITCHUM JR., R.M. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 1: an overview. In: PAYTON, C.E. (ed.) *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Am. Assoc. Petr. Geol. Mem., **26**: 51-52.

- VAIL, P.R.; MITCHUM Jr., R.M.; THOMPSON III, S. 1977 a. Seismic stratigraphy and global changes of sea level. Part 3: Relative changes of sea level from coastal onlap. In: PAYTON, C.E. (ed.) *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Am. Assoc. Petr. Geol. Mem., **26**: 63-81.
- VAIL, P.R.; MITCHUM Jr., R.M.; THOMPSON III, S. 1977 b. Seismic stratigraphy and global changes os sea level. Part 4: Global cycles os relative changes of sea level. In: PAYTON, C.E. (ed.) *Seismic stratigraphy - applications to hydrocarbon exploration*. Am. Assoc. Petr. Geol. Mem., **26**: 83-97.
- VAN WAGONER, J.C.; MITCHUM, R.M.; CAMPION, K.M.; RAHMANIAN, V.D. 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high resolution correlation of time and facies. Am. Assoc. Petr. Geol., *Methods in Exploration Series*, 7. 55 p.
- WALKER, R.G. 1990. Facies modeling and sequence stratigraphy. *J. Sedim. Petrol.*, **60** (5): 451-455.
- WALKER, R.G. & JAMES, N.P. (eds.) 1992. *Facies models: response to sea level change*. St. John, Newfoundland. Geol. Assoc. Canada.
- WHEELER, H.E. 1959. Unconformity-bounded units in stratigraphy (Note 24 of American Commission on Stratigraphic Nomenclature) *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, **43**: 1.975-1.977.
- WRIGHT, V.P. & MARRIOTT, S.B. 1993. The sequence stratigraphy of fluvial depositional systems: The role of floodplain sediment storage. *Sedimentary Geology*, **86**: 203-210.