PERÍODO QUATERNÁRIO: “QUO VADIS”?

KENITIRO SUGUIO^{1,2}, ALETHEA ERNANDES MARTINS SALLUN^{1,3}
& EMÍLIO ALBERTO AMARAL SOARES^{1,4}

Resumo O *Quaternário*, analogamente ao *Primário*, *Secundário* e *Terciário* abandonados há algum tempo, é um termo muito ambíguo, cujo significado cronológico não está bem definido. O seu uso, talvez pela conexão mais ou menos próxima às histórias dos seres humanos e das últimas glaciações, difundiu-se rapidamente. No entanto, o registro mais antigo de homínido fóssil, segundo descobertas recentes na África (Deserto de Djourab, Chade), dataria de cerca de 7 milhões de anos, ao invés de cerca de 2 milhões de anos do Homem de Olduvai. Além disso, sabe-se há algum tempo que as primeiras glaciações do tipo *Quaternário* ocorreram em diversas regiões da Terra entre 2,5 a 3 milhões de anos, isto é, antes do estratótipo-limite Plioceno-Pleistoceno, considerado em 1,81 milhão de anos. Esses fatos conduziram alguns pesquisadores, principalmente da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS, em inglês) e da Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA, em inglês), a sugerirem modificações na subdivisão do Neoceno-zóico. Naturalmente, discussões sobre este assunto deverão ser suscitadas em reuniões científicas em futuro próximo, até que seja atingida concordância quase unânime. Algumas sugestões adicionais são aqui apresentadas, como contribuição para resolver esses problemas.

Palavras chave: Quaternário, Era Cenozóica, Período Neógeno, Escala do Tempo Geológico

Abstract *QUATERNARY PERIOD: “QUO VADIS”?* The Quaternary, analogously to long time abandoned Primary, Secondary and Tertiary, is a very ambiguous word, whose chronological meaning is not much well defined. Its usage, perhaps due to more-or-less closely connected relationship with the histories of the mankind and with the ultimate glaciations, diffused very quickly. However, the oldest mankind fossil record, according to the recent discoveries in Africa (Djourab Desert, Tchad) would be about 7 million years old, instead of about 2 million years old Olduvai man. Moreover, some time ago is known that the first Quaternary-type glaciations occurred in several regions of the Earth between 2.5 and 3 million years, that is before the Pliocene-Pleistocene limit stratotype considered as 1.81 million years old. These facts conducted some researchers, mostly from the International Union of Geological Sciences (IUGS), and from the International Association for the Quaternary Research (INQUA), to suggest changes in the Neoceno-zoic subdivision. Certainly, discussions on this subject will be raised during many scientific meetings in near future until almost unanimous agreement could be attained. Some additional suggestions are presented here, as a contribution to solve these problems.

Keywords: Quaternary, Cenozoic Era, Neogene Period, Geologic Time Scale

INTRODUÇÃO Conforme Phillips (1840) a atual *Era Cenozóica* era subdividida em esquemas ainda sujeitos a muitas dissensões, até pelo menos a primeira metade do século XIX, baseados em relações de campo e/ou na evolução biológica. Em 1760 Arduino, professor da Universidade de Pádua (Itália), ao classificar litoestratigraficamente as rochas da região montanhosa do norte da Itália, usou o termo *Primário* para reunir as rochas mais antigas seguidas pelas rochas do *Secundário*. As colinas mais baixas, compostas de sedimentos cascalhosos, arenosos e argilosos foram atribuídas ao *Terciário*. Por outro lado, o termo *Quaternário*, empregado inicialmente por Desnoyers (1829), foi aplicado a sedimentos aluviais e marinhos situados sobre o *Terciário* da Bacia de Paris. Esses depósitos continham associações de restos de animais e vegetais atualmente viventes.

O uso do termo *Quaternário*, mesmo sem definição cronológica mais precisa, difundiu-se muito rápido, principalmente no mapeamento de depósitos superficiais menos consolidados. Em mapas geológicos mais antigos são muito vagas as idades atribuídas às unidades quaternárias.

Com base nas semelhanças relativas de assembléias associadas à fauna moderna, Lyell (1833) subdividiu o *Período Terciário* nas

Épocas Eoceno, Mioceno e Plioceno. Aparentemente ignorando a proposta anterior de Desnoyers (1829), Lyell usou o termo *Recente* referindo-se ao tempo pós-*Terciário* (Fairbridge 1968). A *Época Recente* foi posteriormente renomeada por Gervais (1867) de *Época Holoceno*. Lyell nunca chegou a empregar o termo *Quaternário*, mas admitiu que o conceito de Desnoyers (1829) era aproximadamente equivalente ao intervalo temporal entre o *Plioceno Mais Novo* do *Período Terciário* e o *Recente*.

As denominações de *Andares Neógeno* e *Paleógeno* foram introduzidas por Hörnes (1853), na subdivisão dos depósitos cenozóicos e foram adotadas pela Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS em inglês). O *Paleógeno* de Hörnes abrangia as *Épocas Paleoceno, Eoceno e Oligoceno* e o *Neógeno* as *Épocas Mioceno, Plioceno e Pleistoceno*.

Quando a Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) e a Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA) resolveram padronizar o limite *Plioceno-Pleistoceno*, na década de 1950, havia três propostas de definição formal:

a) *Plioceno Mais Novo* de Lyell (1833), há aproximadamente 1 Ma;

b) Topo da subzona paleomagnética Olduvai, situado em cerca de

1 - Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental, Programa de Pós-graduação em Geologia Sedimentar, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Rua do Lago, 562, 05508-080 - São Paulo - SP

e-mail: kenitirosuguio@hotmail.com, e-mail: aletheamartins@hotmail.com, e-mail: easoares@usp.br

2 - Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão (CEPPE), Universidade Guarulhos (UnG), Praça Tereza Cristina, 01, 070023-070 - Guarulhos - SP

3 - Bolsista FAPESP de Doutorado

4 - Departamento de Geociências, Universidade Federal do Amazonas, Av. Gal. Rodrigo O.J. Ramos, 3000, Coroado, 69077-000 - Manaus - AM

2 Ma, e

c) Próximo à reversão de polaridade paleomagnética Gauss-Matuyama, em cerca de 2,5 Ma.

A opção (b) foi escolhida durante o Congresso da INQUA em 1982 (Moscou) pela Comissão de Estratigrafia da INQUA, no papel de Subcomissão da Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS), que foi formalmente aprovada por esta comissão em 1983. Segundo esta decisão, a base do *Pleistoceno* (estratótipo-limite), composta de depósitos marinhos de águas profundas, situar-se-ia em Vrica, Sicília (Itália), próxima ao topo da subzona paleomagnética de polaridade normal Olduvai há cerca de 1,8 Ma. Ele caracteriza o momento de maior dispersão do molusco *Arctica islandica* que, em geral, está restrito às águas boreais dos estádios interglaciais. De acordo com Aguirre & Pasini (1985), este estratótipo-limite não

atentaria para outras questões mais ou menos relacionadas, como a situação do *Quaternário* na escala cronoestratigráfica. A seção foi apresentada por Pasini & Colalongo (1997) e, foi caracterizada em detalhe por estratígrafos de vários países em termos sedimentológicos, paleoecológicos, bioestratigráficos, biocronológicos e magnetoestratigráficos.

O termo *Quaternário*, mesmo sem uma definição formal, tomou-se de uso corrente e tradicionalmente tem sido, entre outras peculiaridades, correlacionado aos episódios glaciais do Hemisfério Norte (Fig. 1).

Porém, evidências cronológicas fundamentadas em registros isotópicos marinhos e detritos transportados por geleiras do Oceano Atlântico Norte, mostram que acreções mais acentuadas nos volumes das geleiras continentais tenham se iniciado há 2,6 Ma.

QUATERNÁRIO													
PERÍODO	ÉPOCA	CLASS. MAGNETO-ESTR.	IDADE X 10 ³ ANOS	ESTÁGIO ISOTÓPICO	GLACIAÇÃO ALPINA (ANDAR)	GLACIAÇÃO LAURENCIANA (ANDAR)	GLACIAÇÃO INGLESA (ANDAR)	GLACIAÇÃO ESCANDINAVA (ANDAR)	ZONA PALINO-LÓGICA DO NORTE DA EUROPA	GLACIAÇÃO ITALIANA AND. SUBAN.			
QUATERNÁRIO	Holoceno	Brunhes	1	1	Flandriano	Recente	Flandriano	Flandriano	Recente	Versiliano			
			10						Subatlântico				
									Sub-boreal				
									Atlântico				
									Transição Boreal				
	Pleistoceno Superior		20	2	Würm	Superior	Glacial	Devensiano	Superior	Denekamp Hengelo	Tirreniano		
			50	3								Glacial	Médio
				4	Inferior			Inferior	Weichseliano	Odderade			
				5a								Brorup Anlensfoort	
				5c									
			100	5e	Ig. Riss-Würm	Ig. Sangamoniano	Ipswichiano	Eemiano					
			200	7	Glacial Riss	Glacial Illinoiano	Wolstoniano	Saaliano		Crotoniano			
			300	9	Ig. Mindel-Riss	Ig. Yarmouthiano	Hoxniano	Holsteiniano					
			400		Glac. Mindel	Gl. Kansaniano	Angliano	Elsteriano					
			500	13	Interglacial Günz-Mindel	Interglacial Aftonian	Cromeriano	"Cromeriano"	Noordber.				
			600	15			Beestonian		Rosmalen				
	700		17	Pastonian			Westerhov						
	800		19				Waardenb.						
	900						Leedam						
	1000				Bavel								
	1500												
	Pleistoceno Inferior		1000		Ig. Glac. Günz	Ig. Nebraskaniano	Baventiano	Menopiano			Selinuntiano		
					Ig. Danúbio-Günz		Antiano	Waaliano					
					Glacial Danúbio		Thurniano	Eburoniano					
	Olduvaiano		Jaramillo	Matuyama							Siciliano		
										Emiliano			
										Santer-niano			

Figura 1 – Tentativa de correlação entre o Período Quaternário e os episódios glaciais e interglaciais do Hemisfério Norte (Grupo de Pesquisas de Geociências do Japão 1996).

Em função disso, o assunto foi reavaliado em 1998 pelas Comissões de Estratigrafia do Neógeno (ICS) e de Estratigrafia do Quaternário (ICS – INQUA), que optaram por mudar o limite *Plioceno-Pleistoceno* para a base do Estágio Gelasiano. Entretanto, a maioria decidiu pela manutenção deste estratotipo-limite em Vrica, Sicília (Itália). Portanto, caso o *Quaternário* seja definido pelas principais oscilações nos volumes das geleiras do Hemisfério Norte, ele teria início 800 mil anos antes da base da *Época Pleistoceno* (Fig. 2).

ALGUMAS PROPOSTAS DE FORMALIZAÇÃO DO QUATERNÁRIO Subdivisão da Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) A Era Cenozóica, com duração total de cerca de 65 Ma, seria subdividida nos *Períodos Paleógeno* (42 Ma) e *Neógeno* (23 Ma), compreendendo intervalos temporais comparáveis (Fig. 3). Com isso seriam eliminados os *Períodos Terciário* (cerca de 63 Ma ou mais de 95% do Cenozóico) e *Quaternário* (cerca de 2 Ma ou menos de 5 % do Cenozóico).

A decisão de não se usar a palavra *Terciário* seguiu a mesma tendência que levou ao abandono dos termos *Primário* e *Secundário*, pois todas constituem palavras muito ambíguas. Nesta subdivisão, proposta por Gradstein et al. (2004), o *Quaternário* também deixaria de existir, mas com permanência do *Pleistoceno* e *Holoceno*. O limite *Plioceno-Pleistoceno* permaneceria em 1,8 Ma e o limite *Pleistoceno-Holoceno* em 0,0115 Ma.

Subdivisão da Associação Internacional para Pesquisa do Quaternário (INQUA) Pillans (2004) enfatiza a necessidade de permanência do *Quaternário*, como subdivisão internacional do *Período Neógeno* (Fig. 4). Segundo este autor o *Quaternário* representa um termo importante para ser simplesmente suprimido da Escala de Tempo Geológico, como aconteceu com o *Primário* e *Secundário* e, mais tarde, com o *Terciário*. Como uma das justificativas, o autor alega que o *Quaternário* constitui um elo de ligação entre os seres humanos e a geologia. Além disso, forneceria o abrigo necessário a outras importantes disciplinas correlatas das ciências geológicas, tais como, arqueologia, paleopedologia, paleoclimatologia, etc.

CENOZOICO				
IDADE (Ma)	Período	Época	Período	IDADE (Ma)
0	Neógeno	Holoceno	Superior	Quaternário
		Pleistoceno	Médio	
			Inferior	
		Plioceno	Gelasiano	
			Piacenziano	
			Zancleano	
			Messiniano	
5				

Figura 2 – Abrangência atual do Quaternário sem definição formal baseada nos intervalos das principais oscilações nos volumes das geleiras do Hemisfério Norte (Ogg 2004).

Pillans (2004) propõe que o *Quaternário* seja redefinido como *Subperíodo* (ou *Subsistema*) do *Período* (ou *Sistema*) *Neógeno* e que a sua base seja definida pelo início do Estágio Gelasiano há 2,6 Ma (Rio et al. 1998). Como principais argumentos para fundamentar esta proposta o autor considera que:

a) Há um forte apoio dos membros da INQUA, que responderam afirmativamente à proposta de permanência do *Quaternário*, como unidade estratigráfica formal.

b) Já existe precedência no estabelecimento de Subperíodo (ou Subsistema) na Escala de Tempo Geológico como, por exemplo, nos *Subperíodos Mississippiano* e *Pennsylvaniano* do *Período Carbonífero*.

c) A desvinculação do *Quaternário* do limite *Plioceno-Pleistoceno* (1,8 Ma) poderia terminar com as discussões sobre as posições deste limite.

d) A maioria dos membros da INQUA parece ser favorável ao *Quaternário* “mais longo” (2,6 Ma) que ao *Quaternário* “mais curto” (1,8 Ma). Esta preferência reflete a percepção da importância da continuidade das propriedades através do tempo. Por exemplo, a deposição de *loess* na China tornou-se mais intensa e mais extensa ao redor de 2,6 Ma, com propriedades bem diferentes da “argila vermelha” sotoposta (Ding et al. 1997).

Eon	Era	Período	Época	Idade	Idade (Ma)
Fanerozóico	Cenozóico	Neógeno	Holoceno		0,0115
			Pleistoceno	Superior	0,126
				Médio	0,781
				Inferior	1,806
			Plioceno	Gelasiano	2,588
				Piacenziano	3,600
				Zancleano	6,332
			Mioceno	Messiniano	7,246
				Tortoniano	11,608
				Serravaliano	13,65
				Langhiano	15,97
				Burdigaliano	20,43
				Aquitano	23,03
		Paleógeno	Oligoceno	Chattiano	28,4±0,1
				Rupeliano	33,9±0,1
			Eoceno	Priaboniano	37,2±0,1
				Bartoniano	40,4±0,2
				Lutetiano	48,6±0,2
				Ypresiano	55,8±0,2
			Paleoceno	Thanetiano	58,7±0,2
				Selandiano	61,7±0,2
				Daniano	65,5±0,3

Figura 3 – Proposta da Comissão Internacional de Estratigrafia (ICS) da União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS) publicada por Gradstein et al. (2004).

Figura 4 – Situação atual do Quaternário e a proposta de Pillans (2004), passando o Quaternário à categoria de Subperíodo (ou Subsistema) do Período (ou Sistema) Neógeno.

e) Ao redor de 2,6 Ma, os registros dos isótopos de oxigênio dos mares profundos mostram culminações de uma série de ciclos de intensidades glaciais crescentes, que também estão associados com os primeiros suprimentos mais abundantes de detritos glaciais do Oceano Atlântico Norte. Para muitos pesquisadores isso corresponderia ao advento das idades do gelo do *Quaternário*. Esse limite também corresponde à transição das forças climáticas dominadas pela precessão dos equinócios para obliquidade da eclíptica (Milankovitch 1920).

Segundo membros da Comissão de Estratigrafia e Cronologia da INQUA (INQUA Stratigraphy and Chronology Commission), as consultas sobre essas questões deverão continuar, tanto no Congresso Geológico Internacional (IGC) da IUGS, em Florença (Itália), como no próximo Congresso Internacional da INQUA em Cairns (Austrália) em 2007.

Proposta deste Trabalho Sugere-se neste trabalho que, pelas mesmas razões de abandono do *Primário*, *Secundário* e *Terciário*, também se elimine o *Quaternário* da Escala de Tempo Geológico, pela extrema ambigüidade do termo. A palavra *Holoceno*, comumente usada como sinônimo de *Recente* ou *Pós-glacial*, também poderia ser suprimida (Fig. 5).

Considerando-se as dúvidas supracitadas, poder-se-ia levantar as seguintes indagações:

- Por que Pós-glacial, se não foram encontradas, até o momento, provas irrefutáveis de que as "recentes" glaciações terminaram?
- Sabe-se que o Holoceno (ou Pós-glacial) exibe clima ameno e, deste modo, não poderia corresponder a um estágio interglacial,

conforme acreditam muitos paleoclimatólogos?

- Caso a hipótese anterior seja factível, não seria de se admitir a possibilidade de "imminente" deflagração de novo estágio glacial em algumas centenas ou poucos milhares de anos?

Desse modo, a *Época Pleistoceno* se estenderia até hoje e o *Holoceno*, como um possível estágio interglacial do *Pleistoceno*, não mereceria qualquer designação formal na categoria de *Época do Período Neógeno* (Suguio & Soares 2004). Por outro lado, as incertezas citadas não anulam a possibilidade de que o *Quaternário* seja considerada uma *unidade cronoestratigráfica informal*, cujo início poderia situar-se na base do *Estágio Gelasiano*, coincidente com o início da *Época Pleistoceno* há 2,6 Ma. Com isso, a duração da *Época Plioceno* ficaria reduzida de 800 mil anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS O uso do critério antropológico na caracterização do derradeiro capítulo (*Época Pleistoceno* ou *Quaternário*) da geologia histórica torna a Escala do Tempo Geológico demasiadamente antropocêntrica e aparentemente inconsistente, pois os primeiros homínídeos surgiram ainda na *Época Mioceno*. Por outro lado, entre outras coisas, o ser humano teria tomado consciência da sua própria existência há cerca de 10 mil anos (início do *Holoceno*). Foi o momento em que ele abandonou o comportamento instintivo de animais selvagens completamente nômades e passou a levar vida sedentária. Isto tornou-se possível somente com a "domesticação" de animais e plantas usados na sua alimentação.

No entanto, desconhece-se até o momento se as glaciações quaternárias de fato já terminaram. Como conclusão propõe-se,

Eon	Éra	Período	Época	Estágio	Idade (Ma)
Fanerozoico	Cenozoico	Neógeno	Pleistoceno	Superior	0,126
				Médio	0,781
				Inferior	1,806
			Plioceno	Gelasiano	2,588
				Piacenziano	3,600
				Zancleano	6,332
			Mioceno	Messiniano	7,246
				Tortoniano	11,608
				Serravaliano	13,65
				Langhiano	15,97
				Burdigaliano	20,43
				Aquitaniano	23,03
		Paleógeno	Oligoceno	Chatiano	28,4 ± 0,1
				Rupeliano	33,9 ± 0,1
			Eoceno	Priaboniano	37,2 ± 0,1
				Bartonian	40,4 ± 0,2
				Lutetiano	48,6 ± 0,2
				Ypresiano	55,8 ± 0,2
				Thanetiano	58,7 ± 0,2
			Paleoceno	Selandiano	61,7 ± 0,2
				Daniano	65,5 ± 0,3

Neogeno	Pleistoceno	Superior
		Médio
		Inferior
	Plioceno	Gelasiano
		Piacenziano
		Zancleano
	Mioceno	Messiniano
		Tortoniano
		Serravaliano
		Langhiano
		Burdigaliano
		Aquitaniano

Quaternário

Figura 5 – Nova proposta para a subdivisão do Período Neógeno, composto das Épocas Mioceno, Plioceno e Pleistoceno, sem a Época Quaternário

neste trabalho, o abandono do *Holoceno* e a permanência do “*Quaternário*” como *unidade cronoestratigráfica informal*. Virtualmente o “*Quaternário*” seria sinônimo da *Época Pleistoceno* do *Período Neógeno*, que se iniciou há cerca de 2,6 Ma. Com essa solução estaria salvaguardada a continuidade de existência da INQUA e das associações congêneres nacionais, como a Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), bem como dos

seus estudos multi e interdisciplinares.

Finalmente, acreditamos que a proposta seja a melhor, porque está em perfeita concordância com a Escala do Tempo Geológico, que acompanha as tendências evolutivas da Terra.

Agradecimentos Aos revisores da RBG pelas sugestões ao manuscrito.

Referências

- Aguirre E. & Pasini G. 1985. The Pliocene-Pleistocene boundary. *Episodes*, 8:116–120.
- Arduino G. 1760. A letter to Sig. Cav. Antonio Valisnieri. *Nuova raccolta di opuscoli scientifici e filologici del padre Angiolo Calogierà* (Venice), 6:142–143.
- Desnoyers J. 1829. Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte: précédées d'un aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires. *Annales Sciences Naturelles*, 16:117–214, 402–491.
- Ding Z., Rutter N.W., Liu T. 1997. The onset of extensive loess deposition around the G/M boundary in China and its palaeoclimatic implication. *Quaternary International*, 40:53–60.
- Fairbridge R. (ed.) 1968. *The Encyclopaedia of Geomorphology*. Reinhold, 1295 pp.
- Gervais P. (ed.) 1867. *Zoologie et paléontologie générales. Nouvelles recherches sur les animaux vertébrés et fossiles*. Paris, 262 pp.
- Grupo de Pesquisas de Geociências do Japão. 1996. *Enciclopédia de Geociências*, Heibonsha, 2 volumes (em japonês), 1443 pp.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G., Bleeker, W., Lourens, L.J. 2004. A new Geologic Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene. *Episodes*, 27:83–100.
- Hörnes M. 1853. Mitteilung an Prof. Bronn *Gerichtet*: Wien, 3. Okt. *Neues Jahrb. Mineral. Geol. Geogn. Petrefaktenkd*, pp. 806–810.
- Lyell C. (ed.) 1833. *Principles of Geology: being inquiry how far the former changes of the earth's surface are referable to causes now in operation*. John Murray, London, Volume III, 398 pp.
- Milankovitch M. 1920. *Théorie mathématique des phénomènes thermiques produits par la radiation solaire*. Académie Yougoslave des Sciences et Arts, 339 pp.
- Ogg J., 2004. Introduction to concepts and proposed standardization of the term Quaternary. *Episodes* 27:2, 125–126.

- Pasini G. & Cololongo M. L. 1997. The Pliocene- Pleistocene boundary-stratotype at Vrica, Italy. In : J.A. Van Couvering (ed.) *The Pleistocene boundary and the beginning of the Quaternary*. World and Regional Geology 9. Cambridge University Press, pp.15-45.
- Phillips J. 1840. Paleozoic Series. In: G Long (ed.) *The Penny Cyclopaedia of the Society for the Diffusion of Useful Knowledge*. Charles Knight, London, 17:153-154.
- Pillans B. 2004. Proposal to redefine the Quaternary. In: Revision of the Geological Time Scale. *Quaternary Perspectives*, 14:125.
- Rio D., Sprovieri R., Castradori D., Di Stephano E. 1998. The Gelasian Stage (Upper Pliocene): A new unit of the global standard chronostratigraphic scale. *Episodes*, 21:82-87.
- Suguio K. & Soares E.A.A. 2004. Período Quaternário: "Quo vadis"? In: SBG, Cong. Bras. Geol., 42, *Anais*, p. 753.

Manuscrito NB 0060

Recebido em 23 de dezembro de 2004

Revisão dos autores em 29 de janeiro de 2005

Revisão aceita em 16 de junho de 2005