

## **Cronoestratigrafia do Ordovícico em Portugal: que escala utilizar?**

### ***Ordovician chronostratigraphy in Portugal: what scale to use?***

**A.A. SÁ** – asa@utad.pt (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Geologia, Vila Real; Centro de Geociências, FCTUC, Coimbra)

**J.C. GUTIÉRREZ-MARCO** – jcgrapto@geo.ucm.es (Instituto de Geología Económica CSIC-UCM, Madrid, Espanha; Vice-Presidente da Subcomissão de Estratigrafia do Ordovícico/ICS-IUGS)

**C. MEIRELES** – carlos.meireles@ineti.pt (Laboratório Nacional de Energia e Geologia, S. Mamede de Infesta)

**RESUMO:** A escala tradicional britânica do Sistema Ordovícico, na sua aceção de 1972, foi utilizada em Portugal até 2003, prolongando-se a sua aplicação pontual até à actualidade, sem considerar as mudanças posteriores que a converteram na escala regional do microcontinente Avalónia. A nova classificação britânica é de duvidosa aplicabilidade a Portugal, onde deverá optar-se definitivamente pela escala regional “mediterrânica”, muito mais precisa no âmbito europeu e norte-africano do Gondwana e que constitui uma via de correlação indirecta com a nova escala global.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ordovícico, Portugal, revisão histórica, cronoestratigrafia regional, cronoestratigrafia global.*

**ABSTRACT:** *The British chronostratigraphic scale of the Ordovician System, in its traditional usage up to 1972, was employed in Portugal until 2003, extending its application occasionally to the present, without considering the subsequent changes that turned it into the regional scale for the Avalonian microcontinent. The revised British classification can barely be applied in Portugal, while the “Mediterranean” regional scale of the European and North African Gondwana realm seems much more precise, constituting a tool of indirect correlation with the new global Ordovician standard scale.*

**KEYWORDS:** *Ordovician, Portugal, historical review, regional chronostratigraphy, global chronostratigraphy.*

### **1. INTRODUÇÃO**

Em Março de 2009, a IUGS ratificou a nova escala cronoestratigráfica global do Sistema Ordovícico, nascida de um processo iniciado vinte anos antes, que culminou na definição de três séries e sete andares, com os seus correspondentes estratotipos globais de limite (ICS, 2009). O trabalho actual da Subcomissão Internacional de Estratigrafia do Ordovícico visa fundamentalmente o estabelecimento de divisões inferiores ao Andar (Bergström *et al.*, 2009), que permitam melhorar a aplicabilidade da escala global, e o desenvolvimento de escalas regionais que favoreçam uma correlação muito detalhada do Sistema para cada âmbito paleogeográfico, das quais surgirão novos critérios de correlação, tanto directos como indirectos (por mediação destas escalas regionais) com a escala global.

Na Península Ibérica e nomeadamente em Portugal, a nomenclatura mais utilizada refere-se à escala do Ordovícico britânico no seu sentido mais tradicional (1839-1972). Esta foi empregue praticamente sem fazer eco de nenhuma das alterações posteriores, esquecendo a criação de novos andares e a reunificação de outros na Grã-Bretanha, com uma nomenclatura e amplitudes variáveis, unificada finalmente por Fortey *et al.* (1995). Após a aprovação da escala global, a

escala britânica passou a possuir apenas um estatuto regional (Cocks *et al.*, 2010), quando muito aplicável ao microcontinente Avalónia. Contudo, foi a partir de 1995 que se começou a utilizar em Portugal a escala regional “mediterrânica”, definida na Boémia (Havlíček & Marek, 1973) e completada em Espanha (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2002), fundamentada a sua aplicabilidade na biocronologia e afinidades paleobiogeográficas comuns à margem europeia-norteafricana do Gondwana.

Nesta nota examina-se, de forma sucinta, a aplicabilidade das distintas escalas ao Ordovícico de Portugal, em cuja adopção se assinalam importantes erros históricos e conceptuais.

## 2. CRONOESTRATIGRAFIA DO ORDOVÍCICO EM PORTUGAL

A Fig. 1 mostra a diferente terminologia cronoestratigráfica utilizada para o Ordovícico de Portugal em distintas épocas. Depois dos trabalhos clássicos do século XIX - inícios do século XX, verifica-se como entre 1931 e 1988 se recorreu ao uso da escala britânica, espécie de “língua franca” internacional até 1989, quando a Subcomissão de Estratigrafia do Ordovícico iniciou um novo projecto em prol de uma escala global, perante as cada vez maiores e evidentes deficiências e a impossibilidade de standardização detectadas nos estratotipos britânicos. Nesta primeira etapa pré-moderna, constatamos que os nomes originais são utilizados indistintamente em Portugal como séries ou erroneamente como andares mal transcritos (inclusivamente considerando o Ashgill como parte do Caradoc), aparecendo até termos como “Skiddaw” ou “Skiddawiano”, que jamais fizeram parte da escala britânica.

SÉRIES GLOBAIS		ANDARES GLOBAIS		SUL GONDWANA (Mediterrânica)			
		SÉRIE	ANDAR	ANDAR			
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Hirnantiano	Hirnantiano		Hirnantiano			
		Katiano	Rawtheyiano Cautleyiano Pusgilliano Streffordiano Cheneyiano		Kralodvoriano Berouniano		
	Sandbiano	Caradoc	Burrelliano Aureluciano				
		ASHGILL					
	ORDOVÍCICO MÉDIO	Darriviliano	LLANVIRN	Llandelliano Abereiddiano	Dobrotviano Oretaniano		
			Dapingiano	ARENIG	Ferrniano Whittandiano	"Arenigiano"	
		Fioiano	Tremadoc	Migneintiano Cressagian		Tremadociano	
			ARENIG				
		ORDOVÍCICO INFERIOR	Tremadociano	Tremadoc			
				SKIDDAW			
Tremadociano			ARENIG				
			ARENIG				
Tremadociano			ARENIG				
			ARENIG				
Tremadociano	ARENIG						
	ARENIG						
Tremadociano	ARENIG						
	ARENIG						
Tremadociano	ARENIG						
	ARENIG						

Figura 1 - Escalas cronoestratigráficas global e regionais do Sistema Ordovícico (esquerda) e variação da nomenclatura adoptada por diversos autores em Portugal (cartas geológicas não incluídas). As séries indicam-se em maiúsculas e os andares em minúsculas. Os espaços sombreados não foram investigados nos estudos respectivos. (Abreviaturas: Dobrotiv., Dobrotiviano; Hirn., Hirnantiano; Kos., Kosoviano; Kralody., Kralodvoriano).

A terminologia britânica tradicional (de 1972) durou no nosso país até 2003 e chega pontualmente até à actualidade, reconhecendo-se facilmente pela manutenção da série Llandeilo, que em Portugal foi assimilada à série Llanvirn nos trabalhos publicados a partir de 2003 (Fig. 1). Esta prática unificadora das primitivas séries Llanvirn e Llandeilo foi iniciada pelos próprios

autores britânicos que consideraram, já em 1990, o Llanvirn e Llandeilo como um Subsistema “Dyfed” à parte, para mais tarde integraram o “Llanvirniano” no Llandeilo e, finalmente, atribuíram o novo andar Llandeiliano à série Llanvirn (Fortey *et al.*, 1995). Em Portugal, a consideração formal da nomenclatura britânica, quer como andares quer como séries, e tanto no sentido tradicional como segundo o seu uso actual na Grã-Bretanha, com ortografia correcta ou não, nunca foi um problema: os erros continuam vivos em 2007, perpetuando-se em numerosos mapas e livros de geologia contemporâneos.

Em paralelo com estas mudanças, a escala regional boémico-mediterrânica começou a sua introdução em Espanha a partir de 1984, chegando em 1995 a Portugal (Fig. 1) tendo sido justificada a sua aplicação por Sá (2003). Corresponde a uma escala mista, que reúne dois andares globais (Tremadociano e Hirnantiano), quatro regionais (Oretaniano, Dobrotiviano, Berouniano e Kralodvoriano) e, provisoriamente, uma série britânica transformada em andar informal (“Arenigiano”). A razão desta última prende-se com a ausência de marcadores biocronológicos nas potentes séries quartzíticas ( fácies Quartzito Armoricano) e o estudo, ainda pendente, em sucessões xistentas equivalentes noutros âmbitos do sudoeste da Europa e norte de África.

GLOBAL				SUL GONDWANA	AVALÓNIA (Regional Britânica)	BALTOESCÂNDIA	SIBÉRIA		
SÉRIES	ANDARES	STAGE SLICES	TS 2004						
ORDOVÍCIO SUPERIOR	HIRNANTIANO	Hi2	6c	21	HIRNANTIANO (= KOSOVIANO)	HIRNANTIAN	PORKUNI	Não caracterizado	
		Hi1							
	KATIANO	Ka4	6b	20	KRALODVORIANO	RAWTHEYAN CAUTLEYAN	PUGILLIAN	VORMSI	BURIAN
		Ka3	6a	19					
		Ka2	5d	18					
		Ka1	5c	17					
	BEROUNIANO	Sa2	5b	15	Superior	STREFFORDIAN CHENEYAN	BURRELIAN	NABALA RAKVERE QANDU KEILA	DOLBORIAN
		Sa1	5a	14					
	ORDOVÍCIO MÉDIO	DARRIWILIANO	Dw3	4c	13	DOBROTIVIANO	LLANDEILIAN	UHAKU	KUNDA
Dw2			4b	12					
Dw1			4a	11					
DAPINGIANO		Dp3	3b	9	"ARENIGIANO"	FENNIAN	VOLKHOV	KIMAIAI	
		Dp2							
		Dp1	3a	8					
FLOAVIO		Fi3	2c	7	MORIDUNIAN	WHITLANDIAN	BILLINGEN	UGORIAN	
		Fi2	2b	6					
		Fi1	2a	5					
TREMADOCIANO	Tr3	1d	4	TREMADOCIANO	MIGNEINTIAN	VARANGU	NYAIAI		
	Tr2	1b	3						
	Tr1	1a	2						
			1						

Figura 2 - Correlação entre a escala cronoestratigráfica global e quatro das escalas regionais (modificado de Bergström *et al.*, 2009), considerando também as “Time Slices” (TS, Webby *et al.* 2004) e as “Time Units” (TU, Cooper *et al.* 2004).

### 3. APLICABILIDADE DA ESCALA GLOBAL

A cronoestratigrafia global do Ordovícico baseia-se em sete estratotipos de limite de andares e 13 critérios de reconhecimento de “porções de andar” (Bergström *et al.*, 2009), das quais todas, com excepção da subdivisão do Hirnantiano, se baseiam na primeira aparição de fósseis-guia (espécies concretas de graptólitos e conodontes). Infelizmente nenhuma das espécies que definem os limites de Andar foi reconhecida na Península Ibérica, e entre as que caracterizam “sub-andares” (Stage Slices) apenas *Didymograptus artus* (Darriwiliano 2) e *Amorphognathus ordovicicus* (Katiano 3) estão presentes em Portugal. Esta realidade demonstra que qualquer utilização da escala global no nosso país é puramente especulativa e deve fundamentar-se em correlações indirectas. Neste sentido, as principais referências passam a ser algumas biozonas de conodontes e quitinozoários da escala regional mediterrânica, como a aparição de *Lagenochitina*

*ponceti* ou de *Oepikograptus bekkeri* que permitem reconhecer a base do Sandbiano; a de *Belonechitina henryi* para a base do Dapingiano, e a de *Tetragraptus phyllograptoides* para a base do Floiano.

#### 4. APLICABILIDADE DA ESCALA REGIONAL

A escala regional “mediterrânica” (= ibero-boémica) não se encontra completamente concluída, mas é muito útil para o estabelecimento de correlações de detalhe, com uma resolução equivalente ao “sub-andar” da escala global, relativo às faunas e biofácies das plataformas do Sul do Gondwana (no sentido paleogeográfico real, perto do pólo Sul, conforme as considerações de Servais & Sintubin, 2009). A sua utilidade foi demonstrada no Ordovícico da Península Ibérica por Gutiérrez-Marco *et al.* (2002) e foi aplicada tanto a extensas áreas de Portugal (Sá *et al.*, 2005), como a localidades concretas em combinação com a escala global (Sá *et al.*, 2007).

#### 5. CONCLUSÕES

A análise histórica da cronoestratigrafia do Ordovícico português mostra uma utilização recorrente da escala britânica que, na actualidade, foi muito modificada e apenas tem aplicabilidade no microcontinente Avalónia, razão pela qual não se justifica que continue a ser usada em Portugal. Neste sentido, existem as opções de utilização da escala global do Sistema Ordovícico ou a escala regional mediterrânica (Sul do Gondwana). Ambas as opções são válidas, ainda que primeira esteja ainda longe de ser utilizada eficazmente. Pelo contrário, a escala regional fornece grande precisão no estabelecimento de datações e correlações intra-regionais e, à medida que se desenvolvam as suas correlações com as escalas regionais britânica e báltica, poderemos aproximar-nos progressivamente à introdução efectiva em Portugal da escala global com maiores garantias que na actualidade.

#### Referências

- Bergström, S.M., Chen, X., Gutiérrez-Marco, J.C. & Dronov, A.V. (2009) – The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and  $\delta^{13}\text{C}$  chemostratigraphy. *Lethaia*, 42, pp. 97-107.
- Cocks, L.R.M., Fortey, R.A. & Rushton, A.W.A. (2010) – Correlation for the Lower Palaeozoic, *Geological Magazine*, 147, *in press* (doi:10.1017/S0016756809990562).
- Cooper, R.A., Maletz, J., Taylor, L. & Zalasiewicz, J.A. (2004) – Graptolites: Patterns of diversity across paleolatitudes. In: Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L. & Percival, I.G. (Edts.), *The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press, New York, 281-293.
- Fortey, R.A., Harper, D.A.T., Ingham, J.K., Owen, A.W., & Rushton, A.W.A. (1995) – A revision of the Ordovician series and stages from the historical type area, *Geological Magazine*, 132, pp. 15-30.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araújo, P. & Pieren Pidal, A. P. (2002) – Ordovician. Chapter 4. In: Gibbons, W. & Moreno, T. (Edts.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, pp. 31-49.
- Havlíček, V. & Marek, L. (1973) – Bohemian Ordovician and its international correlation. *Casopis pro mineralogii a geologii*, 18, pp. 225-232.
- ICS (2009) – <http://www.stratigraphy.org/upload/ISChart2009.pdf> (International Stratigraphic Chart), <http://stratigraphy.science.purdue.edu/gssp/index.php> (Subcommission for Stratigraphic Information).
- Sá, A.A. (2003) – A evolução da cronoestratigrafia do Sistema Ordovícico e a sua aplicação a Portugal. *Geonovas*, 17, pp. 27-34.
- Sá, A.A., Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. & Valério, M. (2007) – Palaeontology and Stratigraphy of the Ordovician in the Arouca Region (Central Portugal). *Acta Paleontologica Sinica*, 46(Suppl.), pp. 434-439.
- Sá, A.A., Meireles, C., Coke, C. & Gutiérrez-Marco, J.C. (2005) – Unidades litoestratigráficas do Ordovícico da região de Trás-os-Montes (Zona Centro-Ibérica, Portugal). *Comunicações Geológicas*, 92, pp. 31-74
- Servais, T. & Sintubin, M. (2009) – Avalonia, Armorica, Perunica: terranes, microcontinents, microplates or palaeobiogeographical provinces? In: Bassett, M.G. (Edt.), *Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography*. Geological Society, London, Special Publ., 325, pp. 103-115.
- Webby, B.D., Cooper, R.A., Bergström, S.M. & Paris, F. (2004) – Stratigraphic framework and time slices. In: Webby, B.D., Paris, F., Droser, M.L. & Percival, I.G. (Edts.), *The Great Ordovician Biodiversification Event*. Columbia University Press, New York, 41-47.