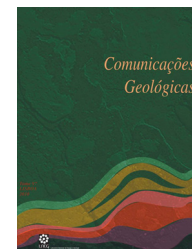


Os ciclos de Wilson numa perspectiva da CPLP: um contributo para o ensino da Geologia nos países lusófonos

The Wilson Cycles in the context of CPLP: an improvement for the geology teaching in the Portuguese speaking countries

R. Dias^{1*}, R. B. Rocha², J. C. Kullberg², A. Ribeiro³, M. A. Fonseca⁴



Artigo Curto
Short Article

© 2014 LNEG – Laboratório Nacional de Geologia e Energia IP

Resumo: A extrema duração dos processos associados a um ciclo de Wilson (que se estendem por algumas centenas de milhões de anos) torna impossível a sua observação em tempo real. Torna-se por isso necessário recorrer ao estudo de exemplos extraídos de diversas partes do Mundo que se pensa representarem diferentes estádios evolutivos de diferentes ciclos de Wilson; a integração dos exemplos permite então a compreensão do processo global; no fundo, uma outra forma de aplicação do princípio do actualismo. Os exemplos que são utilizados no ensino da Geologia em qualquer parte do mundo são sempre os mesmos. Embora a situação seja normal, porque a Geologia não está limitada por fronteiras políticas, ela acaba por separar normalmente o estudo da tectónica de placas do estudo da evolução geodinâmica dos países. Neste trabalho, defende-se uma abordagem complementar passível de ser utilizada na Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, que usa exemplos destes países para a compreensão simultânea da Tectónica de Placas e da sua história geológica.

Palavras-chave: Ciclo de Wilson, Tectónica de Placas, Ensino da Geologia, Países Lusófonos.

Abstract: As the evolution of one Wilson Cycle spans over some hundreds of millions years, it is impossible to visualize its complete evolution. Thus, it is necessary to use examples from all over the world, which are considered to represent different stages of evolution from different Wilson cycles; the integration of these examples allows the understanding of the global process. The examples that are used for Geology teaching in any part of the world are always the same. Although this is normal, because Geology is not bounded by political frontiers, such approach usually isolates the study of Plate Tectonics from the study of the geodynamical evolution of the countries. This work purpose a complementary approach possible to be used in the Community of Portuguese-Speaking Countries, that uses examples taken from these countries to understand, not only Plate Tectonics, but also their geological evolution.

Keywords: Wilson Cycle, Plate Tectonics, Geology Teaching, Portuguese-Speaking Countries.

¹Centro de Geofísica de Évora (CGE); Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Departamento Geociências, Largo dos Colegiais, 2-Apartado 94, 7002-554 Évora, Portugal.

²Departamento de Ciências da Terra e Centro de Investigação em Ciências e Engenharia Geológica (CICEGE), Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Quinta da Torre, 2829-516 Caparica, Portugal.

³Centro de Geologia da UL – CeGUL, Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências, Departamento Geologia, Edifício C6, Piso 4, Campo Grande, 1749-016 Lisboa, Portugal.

⁴Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil.

*Autor correspondente / Corresponding author: rdias@uevora.pt

1. Introdução

A Geologia pode ser considerada uma Ciência Histórica, no sentido de que os processos que estuda inserem-se normalmente numa sequência temporal (Gould, 1993). Contudo, quando estes processos se relacionam com o Ciclo Tectónico, as escalas temporais utilizadas nada têm a ver com os ciclos de vida a que estamos habituados; os anos ou décadas são transformados em milhões de anos ou mesmo centenas de milhões de anos. Esta transformação está longe de ser simples, pois claramente as escalas temporais estão além da nossa capacidade de compreensão. Este aspecto está bem patente numa das primeiras tentativas feitas no século XVIII para determinar a idade da Terra. Utilizando os tempos de arrefecimento de esferas com diferentes materiais e diâmetros e a sua extrapolação para um objecto com a dimensão da Terra, o conde de Buffon estima valores da ordem dos 10 milhões de anos, mas publica uma idade de apenas 74 832 anos; a razão da discrepância pode ser encontrada nos seus diários nos quais afirma "*embora seja verdade que quanto mais estendermos o tempo mais nos aproximaremos da verdade e da realidade do uso que a natureza faz dele, é necessário encurtá-lo o mais que for possível, de modo a limitá-lo à capacidade limitada da nossa inteligência*".

A incapacidade de perceber a verdadeira extensão do tempo geológico não se atenua com a evolução do conhecimento, pois relaciona-se com algo mais profundo que é a nossa incapacidade de visualizar e distinguir grandes números; quem é capaz de dizer quantos grãos de areia há numa praia apenas por olhar para ela? ou até quantos grãos de arroz há num quilo de arroz?

Este aspecto torna a Geologia uma ciência especial, não no sentido de que é melhor ou pior do que as outras, mas porque precisa arranjar formas de estudar processos que, pela sua dimensão, nunca seremos capazes de observar completamente a sua evolução. Isto foi percebido desde o início pelos geólogos que se dedicaram à compreensão de algo que hoje designamos Tectónica de

Placas. Com efeito, o facto dos ciclos tectónicos só fazerem sentido quando observados no seu todo e de estes processos decorrerem ao longo de centenas de milhões de anos, ocasionou desde o início a procura de soluções alternativas na aplicação do método científico. A solução encontrada, que actualmente nos parece óbvia mas que na realidade não é, passa pela substituição do tempo pelo espaço (Moore & Twiss, 1995); incapazes de ver a continuidade dos processos tectónicos os geocientistas passaram a procurar ao longo do planeta locais onde os ciclos tectónicos (também conhecidos por ciclos de Wilson; Wilson, 1966) estivessem em diferentes estádios de desenvolvimento. A abordagem só é possível porque a Terra é um planeta extremamente dinâmico onde, em cada momento, é possível observar o funcionamento em simultâneo de vários ciclos tectónicos com diferentes durações e que se iniciaram em diferentes épocas.

A abordagem anterior levou a que tenham surgido na literatura, nas últimas décadas, uma série de locais que se tornaram exemplos clássicos para os diferentes estádios do Ciclo de Wilson. Todos os estudantes de Geologia têm aprendido Tectónica de Placas utilizando sempre os mesmos exemplos, independentemente de qual fosse o seu país. O Rifte do Leste Africano, os Andes ou Himalaias, só para citar alguns casos, tornaram-se universais no ensino da Geologia. É evidente que esta perspectiva não tem nada de mal, pois a Geologia é claramente uma ciência global que tem como objecto de estudo a Terra, contudo ela deixa de fora uma possibilidade que é a de potencializar / maximizar o estudo da Tectónica de Placas com o da evolução geodinâmica dos países onde ela é ensinada. A comunidade dos países de língua oficial portuguesa, pela sua dispersão geográfica, contém em si mesma uma riqueza de ambientes tectónicos que só por si são suficientes para constituírem excelentes exemplos pedagógicos dos diversos estádios do Ciclo de Wilson. Evidentemente que, embora defendamos a sua utilização nestes países, isto de modo nenhum significa que os outros exemplos sejam abandonados no ensino da Geologia nestes países. Significa apenas que a complementaridade entre ambas as abordagens constituirá uma extraordinária mais-valia para estes alunos, por possibilitar maior identificação com o valor científico da história geológica do seu país, ao mesmo tempo que constitui mais um elemento para fortalecer a ligação entre várias comunidades que integram a CPLP.

2. Os ciclos de Wilson na perspectiva clássica

A extraordinária popularidade dos exemplos clássicos que são utilizados no ensino da Tectónica de Placas em todo o Mundo torna desnecessária a referência exaustiva aos mesmos, num trabalho desta índole. No entanto salientamos que estes exemplos são sempre situações relacionadas com a distribuição actual das placas tectónicas. Um outro aspecto relevante é a possibilidade de os considerar distribuídos por três tipos principais de ambientes tectónicos:

- Do *rifting* intracontinental (exemplificado pelo Rife do Leste Africano) ao *rifting* oceânico (onde o Mar Vermelho representa um excelente exemplo de transição e a Islândia de um estádio mais avançado);
- Da expansão dos fundos oceânicos à deriva continental (com exemplos quase sempre tirados do Atlântico ou do Índico, dois dos principais oceanos originados pelo processo de fragmentação da Pangeia);
- Da subducção (onde a zona de subducção associada aos Andes e a do arquipélago do Japão são os exemplos paradigmáticos) à colisão continental (com os Himalaias surgindo como o exemplo inevitável).

3. Os ciclos de Wilson na perspectiva lusófona

O conceito de Ciclo de Wilson está ligado ao processo de abertura e fecho de um oceano, visto não na perspectiva dos geógrafos (*i.e.* uma grande extensão de água isolando continentes), mas sim dos geólogos (o qual remete para a existência de mecanismos geradores de crosta oceânica). Embora seja um processo contínuo, é usual considerar duas fases dentro de cada ciclo:

- Uma fase de expansão na qual ocorre o estiramento e rotura continental seguido essencialmente do alastramento "passivo" da nova crosta oceânica gerada. No entanto, é de realçar que em litosfera oceânica com mais de 20 milhões de anos existe compressão em termos de tensão e provável contracção, mesmo em situação de divergência cinemática global.
- Uma fase de encurtamento durante a qual os continentes que marginavam o domínio oceânico convergem devido ao início de um processo de subducção que se sobrepõe ao de abertura no rife, acabando por levar à eventual colisão continental.

Sendo a comunidade dos países da CPLP o resultado do que ficou conhecido por período dos Descobrimentos, que teve como eixo principal de expansão o Atlântico, não é de estranhar que, pelo menos simbolicamente, se privilegiem exemplos destes países - excelentes exemplos aliás - que retratam todas as etapas do processo ligado à fase extensiva do *Ciclo de Wilson Atlântico*. Mais uma vez trocando tempo por espaço, podemos facilmente:

- Começar pelos penachos convectivos precursores do processo de *rifting* bem exemplificado pelos Traps do Paraná;
- Continuar pelos aulacógenos (*i.e.* riftes abortados que não chegaram a evoluir no sentido de gerar crosta oceânica) representados pelas ilhas de S. Tomé e Príncipe cuja geodinâmica regional as liga ao aulacógeno do Benin;
- Seguir pelos riftes oceânicos, onde o arquipélago dos Açores surge como um laboratório natural para este tipo de regimes de fama mundial;
- Olhar para as ilhas intra-oceânicas e a sua génese utilizando o arquipélago de Cabo Verde como exemplo;
- Passar pelos vários estádios de margem passiva, onde a única dificuldade é a escolha (*e.g.* Portugal continental,

- Brasil, Angola ou Guiné);
- Terminar no início do processo de subducção, onde existe a SW de Portugal continental um dos melhores exemplos mundiais actuais (e.g. Duarte *et al.*, 2013, só para citar uma das mais recentes referências).

Embora um pouco marginal em relação ao Atlântico o processo de *rifting* intracontinental existente em Moçambique merece a inclusão no ciclo anterior, pela sua qualidade, visto representar um dos melhores exemplos a nível mundial de terminação de uma zona de *rifting* intracontinental.

Encontrando-se o Atlântico ainda no processo extensional, visto estar claramente marginado por margens passivas, é evidente que não é possível procurar em torno deste oceano exemplos de estruturas associadas à fase de convergência. No entanto, razões de ordem mecânica levam a que muitas vezes as zonas de sutura de ciclos anteriores sejam reutilizadas, servindo de nucleação dos oceanos associados a ciclos posteriores. Este parece ser o caso do Atlântico Norte (Wilson, 1966) cuja abertura terá seguido de perto, quer a zona de sutura do oceano Rheic cujo fecho terá estado na génese do supercontinente Pangeia, quer nos seus sectores mais setentrionais a do oceano Iapetus. A situação torna possível encontrar em Portugal continental e no norte do Brasil excelentes exemplos das estruturas associadas às fases de convergência continental.

Finalmente, é importante referir que o processo de abertura do Atlântico só é possível porque a fragmentação da Pangeia está associada ao processo de fecho dos oceanos que a marginavam: a Pantalassa (que devido à subducção incompleta está actualmente representada pelo oceano Pacífico) e o Tethys onde o processo de subducção completo deu origem à grande cadeia de Montanhas que se estende das Béticas/Rif a W até aos Himalaias a E. O território de Timor Leste assume papel fundamental, não só para a compreensão da necessária complementaridade entre ciclos de Wilson contemporâneos, mas também

porque constitui um dos melhores exemplos mundiais para perceber o que acontece quando uma crosta continental (neste caso a da placa Australiana) atinge uma zona de subducção.

4. Conclusões

Devido à dispersão geográfica dos países da CPLP é possível encontrar nos seus territórios excelentes exemplos que no seu conjunto ilustram, não só o conceito de Ciclo de Wilson (utilizando o Atlântico como exemplo), mas também o próprio processo de formação e rotura do supercontinente Pangeia. Consideramos por isso extremamente vantajoso a inclusão destes exemplos no ensino da Geologia nestes países, como forma de complementar os exemplos clássicos normalmente utilizados.

Agradecimentos

Trata-se de um contributo para os projectos PEst-OE/CTE/UI0078/2011, PEst-OE/CTE/UI4073/2014 e PEst-OE/CTE/UI0263/2011. Os autores agradecem também o incentivo prestado pela GALP Energia S.A., para que este trabalho se concretize na publicação de um livro de divulgação, de carácter pedagógico, em particular para os alunos dos níveis de ensino pré-universitário dos países que integram a CPLP.

Referências

- Duarte, J., Rosas, F., Terrinha, P., Schellart, W., Boutelier, D., Gutscher, M.-A., Ribeiro, A., 2013. Are subduction zones invading the Atlantic? Evidence from the SW Iberia Margin. *Geology*, **Article ID: G34100**. doi: 10.1130/G34100.1.
- Gould, S.J., 1993. *Os oito porquinhos, ensaio 12, Uma queda na casa de Ussher*. Colecção Fórum da Ciência, Publicações Europa-América, 176-189.
- Moores, M., Twiss, R., 1995. *Tectonics*. W.H. Freeman and Company, New York, 415 p.
- Wilson, J.T., 1966. Did the Atlantic close and then re-open? *Nature*, **211**, 676-681.