

I.

Introdução e enquadramento das áreas em Estudo

A compreensão da evolução geodinâmica da Zona de Ossa-Morena (ZOM) é fulcral no contexto do Varisco Ibérico, tendo implicações claras na geodinâmica da Cadeia Orogénica Varisca Europeia. Existem diversas sínteses recentes sobre a evolução geodinâmica do Varisco Europeu; a leitura destes trabalhos expõe a controvérsia existente no que respeita ao número de placas envolvidas na colisão que origina a Pangeia e consequentemente no número de oceanos Variscos. Enquanto Dias *et al.* (2016) referem a presença de dois oceanos Variscos principais no segmento europeu, nomeadamente o Oceano Rheic e o Galiza-Maciço Central separando os Terrenos Gondwanicos da Avalónia e Armorica (Fig. 1A), outros autores (e.g. Faure *et al.*, 2005; Ribeiro *et al.*, 2007; Franke e Dulce, 2016; Pérez-Cáceres *et al.*, 2016) mencionam a presença de outras suturas Variscas quer no Maciço Ibérico, quer nos restantes Maciços Variscos Europeus (Fig. 1B); estas suturas delimitariam blocos continentais menores. Durante o Carbónico-Pérmico, estes blocos continentais menores, a Gondwana e Avalónia-Laurentia colidiriam entre si, resultando do fecho dos oceanos Variscos e dando origem ao supercontinente Pangeia.

Por isso, é fundamental analisar o número de suturas Variscas existentes no Maciço Ibérico. Uma das possíveis suturas apontadas por diversos autores (e.g. Franke e Dulce, 2016; Pérez-Cáceres *et al.*, 2016) fica localizada na zona de cisalhamento de Tomar-Badajoz-Córdova (ZCTBC), que se prolonga desde a região de Abrantes-Tomar (Portugal) até Córdoba (Espanha), apresentando uma orientação WNW-ESE, sub-paralela à orientação geral do Orógeno no Maciço Ibérico (Fig. 1B). Esta estrutura marca o contacto entre duas das zonas paleogeográficas do Maciço Ibérico (Fig. 2), nomeadamente a Zona Centro Ibérica e a ZOM (e.g. Ribeiro *et al.*, 1979; 2007). Contudo, a presença de uma sutura Varisca nesta zona de cisalhamento não é de todo consensual, sendo que vários autores interpretam esta estrutura como uma estrutura herdada do ciclo Cadomiano, reactivada durante o Orógeno Varisco como um importante cisalhamento intraplaca. Mas mesmo aqui modelos opostos são propostos:

- Alguns autores (Ribeiro *et al.*, 2007; 2009; Romão *et al.*, 2010) interpretam esta zona de cisalhamento como uma sutura cadomiana, contendo um conjunto de rochas

metamórficas de alto grau de idade Cadomiana (Henriques *et al.*, 2015; 2016), posteriormente retrabalhadas durante o ciclo Varisco;

- Enquanto outros evidenciam a presença de um domínio orogénico na ZCTBC associado à génese de um arco vulcânico e uma bacia de *back-arc* resultantes da subducção Cadomiana localizada no bordo Norte da Gondwana, tendo sido posteriormente invertidos durante as fases terminais do mesmo ciclo orogénico (Eguiluz *et al.*, 2000; Sanchez-Lorda *et al.*, 2014).

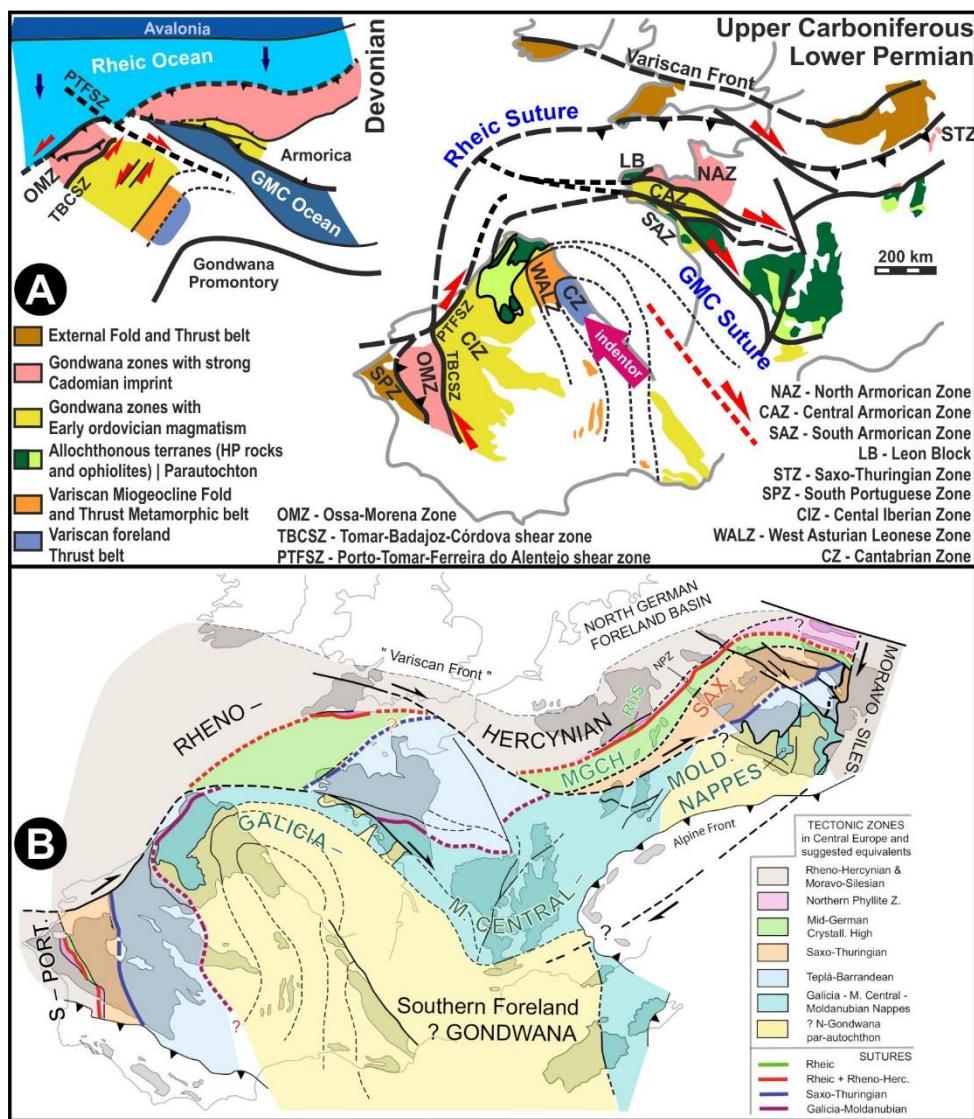


Figura 1 – Reconstituições paleogeográficas para o Varisco Europeu:

A – Proposta de Dias *et al.* (2016) onde se destaca a presença de dois oceanos principais separando três placas distintas – Gondwana, Armorica e Avalónia;

B – Proposta de organização com várias Suturas Variscas, evidenciando a presença de um conjunto de blocos continentais menores (em Franke e Dulce, 2016).

O facto de existirem rochas maficas e ultramaficas, algumas com evidencias de alta pressão (Eguiluz *et al.*, 1990; Ordóñez Casado, 1998; Pinto *et al.*, 2006; Pereira *et al.*, 2010a), associadas a esta estrutura de primeira ordem, tendo em conta o conhecimento das cadeias orogénicas recentes, indiciam a presença de uma sutura. A interpretação geodinâmica destas rochas de alta pressão seria linear, se esta zona de cisalhamento não contivesse rochas proterozoicas com indícios de sobreposição de episódios tectono-metamórficos anteriores ao ciclo Varisco (e.g. Abalos e Cusí, 1995; Ribeiro *et al.*, 2009). Com efeito, alguns autores consideram o metamorfismo de alta pressão como sendo de idade Cadomiana (e.g. Ribeiro *et al.*, 2009) enquanto outros consideram-nas Variscas (Ordóñez Casado, 1998; Pereira *et al.*, 2010a). Os dados geocronológicos obtidos nestas da zona axial da ZCTBC (e.g. Ordóñez Casado, 1998; Pereira *et al.*, 2010a) não são totalmente esclarecedores quanto à idade deste metamorfismo de alta pressão, embora pareçam apontar idades Paleozóicas. A interpretação geodinâmica desta zona de cisalhamento torna-se ainda mais complexa devido aos intensos episódios tectonometamórficos Variscos que retrabalham as estruturas de idade Cadomiana (e.g. Dallmeyer e Quesada, 1992; Ribeiro *et al.*, 2007).

A região de Abrantes-Tomar representa os sectores mais ocidentais da ZCTBC e da ZOM, sendo a compreensão desta região essencial para o entendimento da evolução geodinâmica desta estrutura de primeira ordem à escala do Orógeno e consequentemente desta zona paleogeográfica. Esta região ganha ainda maior preponderância pois neste local surge a interferência entre a zona de cisalhamento previamente referida e uma outra zona de cisalhamento de primeira ordem à escala do Orógeno, a Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (ZCPTF). Também neste caso não há consenso quanto à evolução e significado geodinâmico da ZCPTF:

- Pereira *et al.* (2010b) considera que a ZCPTF se desenvolve durante o Carbónico terminal (Pensilvaniano) como uma zona de intensa deformação cisalhante direita desenvolvida em regime de deformação não-coaxial frágil-dúctil e afectando um conjunto de alto grau metamórfico (fácies anfibolítica) de idade Mississippiana geneticamente associado à ZCTBC;
- Outros autores consideram esta zona de cisalhamento uma paleotransformante activa pelo menos desde o início das fases convergentes do Ciclo Varisco, mas que poderá ser herdada pelo menos desde as fases precoces deste Ciclo Orogénico (Dias e Ribeiro, 1993; Chaminé, 2000; Ribeiro *et al.*, 2007; 2013).

Segundo Ribeiro *et al.* (2007; 2013), esta paleotransformante conecta as suturas do NW e SW Ibérico, levando assim a propor a presença de um novo Terreno Tectonoestratigráfico na

Ibéria, delimitado a Este pela ZCPTF, o qual foi denominado de Terreno Finisterra. Este terreno apresentaria uma evolução geodinâmica distinta das restantes zonas do Terreno Ibérico durante o Paleozóico, sendo necessária a sua diferenciação dos demais.

Se tivermos em conta a interpretação de Pereira *et al* (2010b), a deformação cisalhante direita da ZCPTF, com orientação geral N-S e de carácter frágil-dúctil, afecta as unidades tectono-metamórficas e magmáticas associadas à ZCTBC, transportando fragmentos dos sectores setentrionais da ZOM, em particular dos domínios associados à ZCTBC (que os autores denominam de Coimbra-Córdoba), até à região do Porto. Este modelo dá pouco enfase ao papel da ZCPTF na estruturação do Orógeno durante as suas fases precoces, atribuindo-lhe um carácter tardio em relação à edificação do orógeno, referindo ainda que não existem evidências para considerar esta zona de cisalhamento como uma falha transformante activa durante a evolução Paleozóica no Norte da Gondwana.

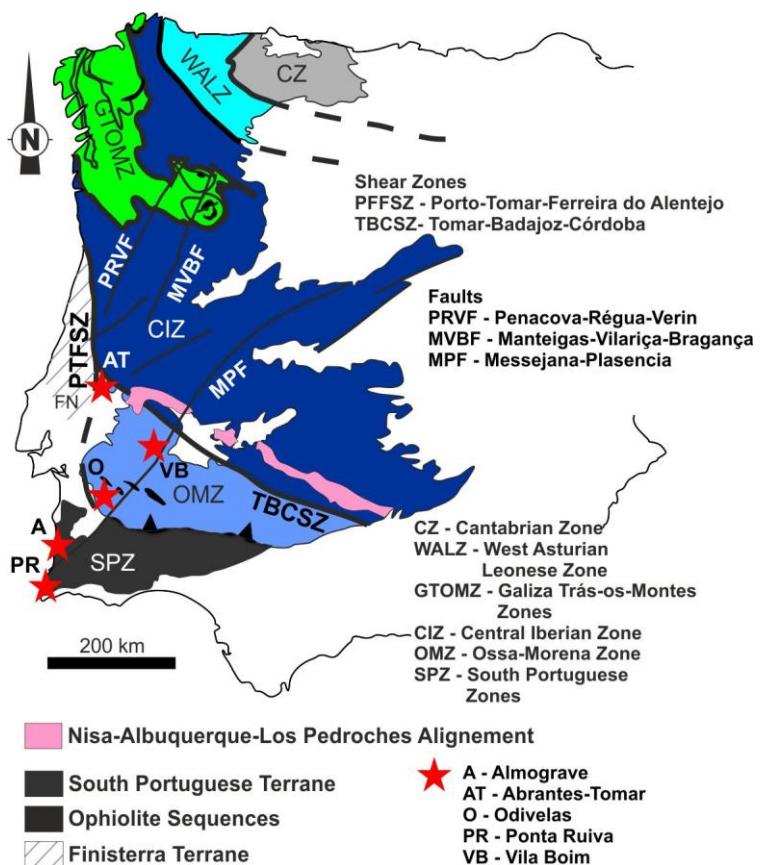


Figura 2 – Organização tectonoestratigráfica do Maciço Ibérico, pondo em evidência a localização das áreas de estudo (estrelas).

Como é evidente, diferentes visões/interpretações destas estruturas implicam mudanças drásticas na dinâmica da Tectónica de Placas Paleozóica em torno do sector Ibérico, traduzindo-se em modelos geodinâmicos totalmente distintos, quer em termos do número de blocos

continentais quer em oceanos envolvidos na génesis do Orógeno Varisco Europeu e consequentemente do Maciço Ibérico.

De facto, a importância destas zonas de cisalhamento à escala do Orógeno é inegável, mas a caracterização geológica de pormenor da região de Abrantes-Tomar, e consequentemente da interferência entre estas duas zonas de cisalhamento, talvez pela complexidade estrutural, metamórfica e estratigráfica, não tem sido alvo de trabalhos de pormenor que permitam o entendimento desta interferência. Merecem destaque os trabalhos pioneiros de Gonçalves *et al.* (1979) e Teixeira (1981) que realizaram a cartografia na região de Abrantes, sendo que os trabalhos posteriormente realizados são, na sua grande maioria, trabalhos pontuais de índole diversa e a uma escala de menor pormenor (e.g. Conde, 1984; Pereira *et al.*, 1998; Ribeiro *et al.*, 2009; 2013; Pereira *et al.*, 2010b; Romão *et al.*, 2010; Henriques *et al.*, 2015; 2016).

Os trabalhos conducentes à dissertação de Mestrado (Moreira, 2012) revelaram características particulares do ponto de vista geodinâmico na região de Abrantes. Aqui, o autor descreve uma interacção entre estas duas zonas de cisalhamento: a ZCPTF impede a propagação para Oeste da ZCTBC, gerando um padrão estrutural que é compatível com a presença de uma dobra em bainha, como previamente proposto por Ribeiro *et al.* (2009) para a região. Isto revela que durante a primeira fase de deformação a ZCPTF deveria estar activa, algo que já havia sido proposto por Dias e Ribeiro (1993) com base no padrão dos elipsoides de deformação finita obtidos nos quartzitos do ordovício na região do Buçaco, servindo assim de barreira à propagação da ZCTBC para Oeste.

Com o intuito de compreender melhor não só a estrutura mas também a estratigrafia (lito-ou tectono-) desta região, possibilitando assim a correlação entre esta região e as zonas circundantes, selecionaram-se duas áreas de trabalho distintas, ambas consideradas como contidas nos sectores setentrionais da ZOM:

- A região de Abrantes foi alargada para Oeste, para os sectores de Constância-Tomar, onde, de acordo o modelo proposto por Pereira *et al.* (2010b), deveriam surgir as unidades com afinidades à ZOM (Fig. 2). Contudo, outros autores (e.g. Romão *et al.*, 2014) consideram que este sector já se enquadra no Terreno Finisterra;
- Um sector externo à região de Abrantes-Tomar, que apresentasse um menor grau metamórfico e menor complexidade estrutural, permitindo assim um maior controle a nível (lito)estratigráfico, como seja o sector de Torre de Cabedal (Vila Boim; Fig. 2), localizado no sector de Alter-do-Chão-Elvas (Oliveira *et al.*, 1991; Moreira *et al.*, 2014).

O estudo comparado destes sectores permite um melhor conhecimento dos sectores setentrionais da ZOM, em particular da região de Abrantes-Tomar, nomeadamente do ponto de vista geoquímico e litoestratigráfico, possibilitando assim o refinamento dos modelos

geodinâmicos propostos para a ZOM, não só no ciclo Varisco, mas também no ciclo Cadomiano (e.g. Ribeiro *et al.*, 2007; 2009; 2010; Azor *et al.*, 2008; Linnemann *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2010b).

Contudo, só por si, esta comparação não permite o entendimento da interacção entre as duas zonas de cisalhamento previamente referidas. Com efeito, levantamentos geológicos recentes realizados por Romão e colaboradores na região de Tomar-Ferreira do Zêzere, conducentes à realização da Carta Geológica de Tomar à escala 1:50.000, demonstraram a presença de unidades tectonoestratigráficas com orientação N-S a NNW-SSE (Romão *et al.*, 2013), o que é anómalo em relação à estruturação NW-SE geral da ZOM e do restante Maciço Ibérico. Esta interpretação está de acordo com os trabalhos realizados por Moreira (2012), que define na região de Abrantes uma unidade “exótica” no que respeita à estratigrafia típica da transição Neoproterozóico-Câmbrico desta Zona. Desta forma, o alargamento da área de trabalho para as regiões a Oeste de Abrantes, mais especificamente para o sector de Constância-Tomar, permitiu ainda a definição de um conjunto de unidades tectonoestratigráficas que parecem estar geneticamente relacionadas com a ZCPTF e que não apresentam afinidades tectonoestratigráficas com a ZOM. Ribeiro *et al.* (2013) compara levantamentos preliminares realizados na região, com os sectores de Porto-Albergaria-Espinho, propondo a definição do Terreno Finisterra, algo que os trabalhos realizados pretendem testar.

Os trabalhos realizados na região de Abrantes-Tomar, durante o período respeitante à obtenção do grau de doutor, apenas têm preponderância se devidamente enquadrados e integrados no contexto do Varisco Ibérico, embora com especial enfase no SW Ibérico. Desde os processos que levam à edificação da Cadeia Cadomiana no Neoproterozóico, passando pela compreensão do episódio de *rifting* iniciado no Paleozóico inferior (Câmbrico), por estiramento do bordo Norte da Gondwana, até ao episódio de colisão continental no Paleozóico superior que termina com a formação do supercontinente Pangeia, muitas questões permanecem em aberto, algumas das quais com discussões que parecem não ter solução próxima. Tentar-se-á assim, sempre que possível, integrar os dados agora obtidos com os dados publicados em trabalhos prévios de outros autores, refinando-se assim os modelos propostos para o Orógeno Varisco Europeu, e em particular para o SW Ibérico, durante os Ciclos Cadomiano e Varisco (e.g. Ribeiro *et al.*, 2007; 2009; Linnemann *et al.*, 2008; Nance *et al.*, 2012; 2015).

Qualquer modelo geodinâmico proposto terá de ter em conta a totalidade de dados existentes/publicados para a região. Para que o modelo proposto seja robusto, este deverá não só explicar os novos dados, como também englobar os dados previamente publicados, sejam eles de carácter estratigráfico, geoquímico, geofísico, petrográfico ou geocronológico. É

fundamental que qualquer modelo proposto seja capaz de explicar as relações/observações de campo, pois são estas que confirmam e constrainham os restantes dados analíticos e/ou laboratoriais. A título de exemplo, a existência de um processo de *rafting* intracontinental gerará uma sucessão sedimentar com características próprias, acompanhado por um conjunto de rochas magmáticas com características geoquímicas próprias e um processo colisional associado a uma zona de subducção implicará necessariamente a génese de um conjunto de rochas metamórficas e a deformação das sucessões previamente geradas.

Todas estas alterações dos processos geodinâmicos actuantes e consequentemente dos ambientes geotectónicos dominantes num determinado instante espaço-temporal deverão estar representadas no registo geológico. É neste sentido que se dá importância à evolução Devónica da Zona de Ossa-Morena. Trabalhos levados a cabo ao longo dos anos na região SW de Portugal, com especial enfase na região de Odivelas (Ferreira do Alentejo; Fig. 2), mostram a presença de um importante episódio carbonatado no SW da ZOM. Embora a sua caracterização estratigráfica e cronológica tenha sido já realizada em trabalhos prévios (e.g. Boogaard, 1972; 1983; Machado *et al.*, 2009; 2010), a sua compreensão/interpretação do ponto de vista geodinâmico enquadrando os restantes dados de relativos à evolução Devónica da ZOM não tinha sido ainda efectuada. A análise dos dados estratigráficos, paleoambientais, magmáticos e tectono-metamórficos desta idade mostram claramente a mudança dos processos geodinâmicos actuantes durante na transição Silúrico-Devónico inferior e posteriormente durante o Devónico terminal-Carbónico. Estes dois momentos parecem ser fundamentais para a evolução da ZOM e consequentemente para a edificação do Orógeno Varisco, algo que se explanará em capítulos próprios (capítulos V e VI).

Durante o Carbónico, os processos de colisão continental resultante do fecho do(s) Oceano(s) Varisco(s) gera/acentua uma das estruturas mais significativas do Orógeno, o denominado Arco-Ibero-Armoricano. Esta estrutura arqueada de primeira ordem, foi desde muito cedo identificada (Schulz; 1858; Bertrand, 1887; Suess, 1888), embora recentemente vários trabalhos tenham gerado um conjunto de novos dados que levaram à proposta de modelos alternativos para a sua explicação. Desde os modelos clássicos de indentação (e.g. Matte e Ribeiro, 1975; Dias e Ribeiro, 1995), aos de arco controlados por grandes cisalhamentos variscos (e.g. Brun and Burg, 1982; Martínez Catalán, 2011a), vários modelos tinham sido propostos. Na última década foi dada muita ênfase a um modelo, e as suas variantes, que propõem o buckling de toda a litosfera, gerando a sua delaminação (Gutiérrez-Alonso *et al.*, 2004; Weil *et al.*, 2013). Este último modelo defende ainda que todo o arco é gerado durante o Carbónico terminal, o que é incongruente com os dados que mostram um regime transpressivo esquerdo na Ibéria desde as etapas iniciais das fases convergentes do Ciclo de Wilson, que se

inicia durante o Devónico ou até Silúrico (e.g. Ribeiro *et al.*, 2010). Para além disso, mais recentemente foi proposta a existência de uma nova estrutura arqueada na Ibéria, o denominado Arco Centro-Ibérico (Martínez Catalán, 2011b), também ela interpretada como resultante do buckling litosférico (Johnston *et al.* 2013). Também em capítulo próprio (capítulo IX) se discutirá a génesis destas estruturas arqueadas na Ibéria, não só enquadrando e discutindo os dados publicados, mas também propondo um modelo que os integre.

O sobreespessamento da cadeia resultante do processo de colisão continental dá origem a abundantes corpos magmáticos, maioritariamente localizados nas zonas internas do Maciço Ibérico. Após este sobreespessamento e a génesis do Arco Ibero-Armoricano, a colisão obliqua entre os blocos continentais a Norte (Laurentia-Báltica-Avalónia) e a Sul (Gondwana e outros blocos continentais) do(s) oceano(s) Varisco(s) gera um regime de deformação intracontinental transcorrente dominantemente direito e que é responsável pela génesis de diversos cisalhamentos E-W de primeira ordem à escala do Orógeno (Fig. 3; e.g. Arthaud e Matte, 1977; Ribeiro, 2002).

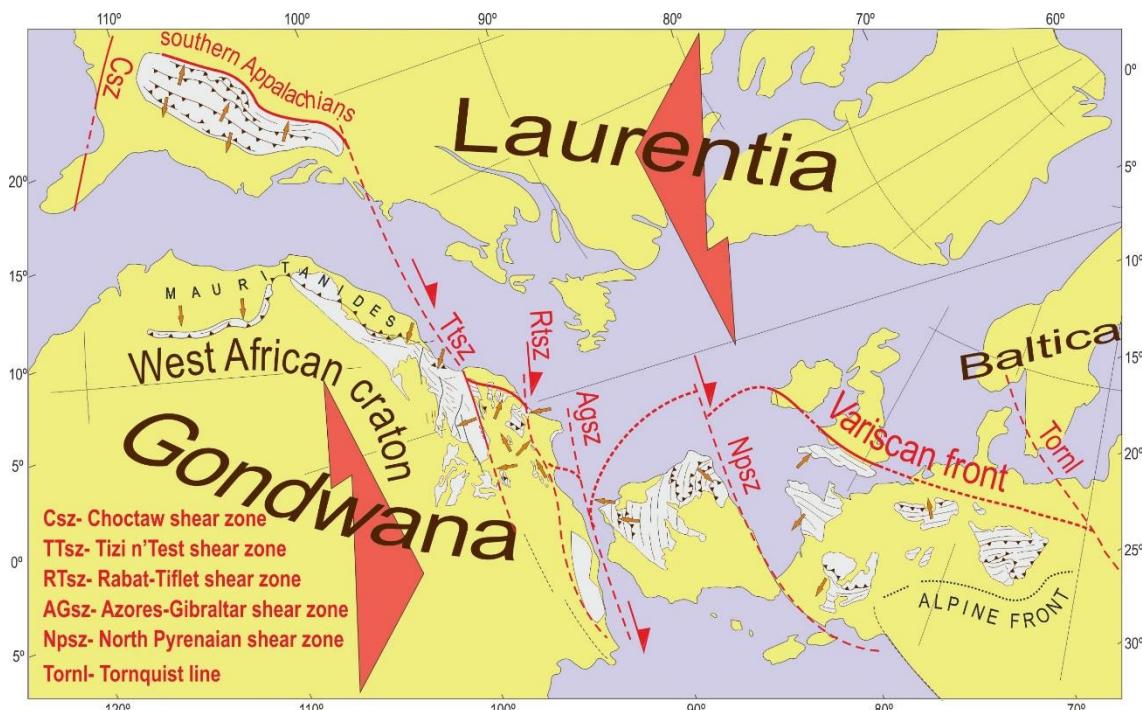


Figura 3 – Modelo de colisão final para o Ciclo Varisco pondo em evidência a presença de grandes cisalhamentos E-W direitos resultantes da colisão obliqua direita Varisca (adaptado de Arthaud e Matte, 1977).

Nesse período, usualmente denominado de Tardi-Varisco, o Maciço Ibérico apresenta características singulares no Orógeno Varisco Europeu, desenvolvendo um padrão de

fracturação caracterizado pela sua extrema homogeneidade geométrica. Esta fase tardia de deformação é caracterizada por um padrão de estruturas de carácter frágil a frágil-dúctil com uma direcção predominantemente NNE-SSW a NE-SW, o denominado sistema Régua-Vilarica-Messejana (Fig. 2), que afectam todas as zonas paleogeográficas do Maciço Ibérico. No entanto, interpretações díspares têm vindo a ser propostas no que diz respeito à cinemática destas estruturas:

- Em trabalhos clássicos (Ribeiro *et al.*, 1979; Iglesias e Ribeiro 1981; Choukhroune e Iglesias 1980; Pereira *et al.* 1993) e em outros mais recentes (e.g. Ribeiro, 2002; Moreira *et al.*, 2010; Dias e Basile, 2013), a grande maioria dos autores consideram que estas estruturas apresentam cinemática esquerda durante o Ciclo Varisco;
- Contudo, outros autores consideram uma cinemática direita para estas estruturas durante os episódios tardios do Orógeno Varisco, sendo que a cinemática esquerda observada resultaria do seu re-jogo durante o Alpino (Lourenço, 2002; Marques *et al.*, 2002; 2010).

A presença e abundância destas estruturas NNE-SSW com cinemática esquerda quer na região de Abrantes, quer na região de Vila Boim e a impossibilidade de constranger temporalmente a sua génesis nestes locais, levou ao seu estudo noutro local do Maciço Ibérico, onde fosse possível constranger a idade da cinemática esquerda. Desta forma, selecionaram-se dois locais, nomeadamente Almograve e Ponta Ruiva (Fig. 2), ambos na Zona Sul-Portuguesa onde para além de constranger a cinemática e a geometria das Falhas Tardi-Variscas era também possível constranger a idade desta cinemática devido à existência de depósitos associados de idade Triásica.

Tendo em conta o que foi previamente exposto, cada um dos capítulos (e subcapítulos) seguintes apresentará uma organização interna própria, com introdução, desenvolvimento e conclusões, onde se abordará isoladamente cada uma das temáticas desenvolvidas durante este ciclo de estudos. Esta estrutura conduziu à opção de elaborar a maior parte destes capítulos sob a forma de artigos a serem apresentados a revistas científicas da especialidade. Tendo em vista os constrangimentos temporais inerentes a uma tese de doutoramento, estes artigos encontram-se em diversos estádios; alguns encontram-se já publicados, outros estão aceites mas em fase de revisão, enquanto outros irão ser submetidos em breve. A finalizar a dissertação, é apresentada uma conclusão sucinta dos principais resultados obtidos e os “desafios futuros” (capítulo XI) resultantes dos trabalhos realizados.

Referências

- Abalos, B., Díaz Cusí, J. (1995). Correlation between seismic anisotropy and major geological structures in SW Iberia: a case study on continental lithosphere deformation. *Tectonics*, 14, 1021–1040.
- Arthaud, F., Matte, P. (1977). Late paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa; Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geological Society America Bulletin*, 88, 130.
- Azor, A., Rubatto, D., Simancas, J.F., González Lodeiro, F., Martínez Poyatos, D., Martín Parra, L.M., Matas, J. (2008). Rheic Ocean ophiolitic remnants in southern Iberia questioned by SHRIMP U-Pb zircon ages on the Beja-Acebúches amphibolites. *Tectonics*, 27.
- Bertrand, M. (1887). La Chaîne des Alpes et la formation du continent européen. *Bull. Soc. Geol. Fr.* 15 (3), 423-447.
- Boogaard, M. (1972). Conodont faunas from Portugal and Southwestern Spain. Part 1: A Middle Devonian fauna from near Montemor-o-Novo. *Scripta Geologica*, 13, 1-11.
- Boogaard, M. (1983). Conodont faunas from Portugal and southwestern Spain. Part 7. A Frasnian conodont fauna near the Estação de Cabrela (Portugal). *Scripta Geologica*, 69, 1-17.
- Brun, J., Burg, J. (1982). Combined thrusting and wrenching in the Ibero-Armorican Arc – a corner effect during continental collision. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 61, 319-332.
- Chaminé, H. (2000). Estratigrafia e estrutura da Faixa Metamórfica de Espinho – Albergaria-a-Velha (Zona de Ossa Morena: Implicações geodinâmicas). Tese de Doutoramento, Universidade do Porto, 497 p.
- Choukhroune, P., Iglésias, M. (1980). Zonas de cisalla dúctil en el NW de la Península Ibérica. *Cuad. Lab. Xeol. Laxe*, 1, 163-164.
- Conde, L. (1984). Excursão geológica na região de Ferreira do Zêzere-Abrantes. VI Reunião do Grupo de Ossa Morena, Livro-guia, Universidade de Coimbra, 1-8.
- Dallmeyer, R.D., Quesada, C. (1992). Cadomian vs. Variscan evolution of the Ossa-Morena Zone (SW Iberia): field and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ mineral age constraints. *Tectonophysics*, 216, 339-364.
- Dias, R., Ribeiro, A. (1993). Porto-Tomar shear zone, a major structure since the begining of the Variscan orogeny. *Comun. Inst. Geol. Mineiro*, 79, 29-38.
- Dias, R., Ribeiro, A. (1995). The Ibero-Armorican arc: a collisional effect against an irregular continent? *Tectonophysics*, 246 (1–3), 113–128.
- Dias, R., Basile, C. (2013). Estrutura dos sectores externos da Zona Sul Portuguesa; implicações geodinâmicas. In: Dias R, Araújo A, Terrinha P, Kullberg JC (ed), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 787-807.
- Dias, R., Ribeiro, A., Romão, J., Coke, C., Moreira, N. (2016). A review of the arcuate structures in the Iberian Variscides; constraints and genetical models. *Tectonophysics*, 681, 170–194. DOI:10.1016/j.tecto.2016.04.011
- Eguiluz, L., Abalos, B., Gil Ibarguchi, J.I., (1990). Eclogitas de la Banda de Cizalla Badajoz-Córdoba (Suroeste de España). *Geogaceta*, 7, 28-31.
- Eguiluz L., Gil Ibarguchi J.I., Abalos B., Apraiz A. (2000). Superposed Hercynian and Cadomian orogenic cycles in the OssaMorena zone and related areas of the Iberian Massif. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 112, 1398-1413.
- Faure, M., Bé Mézème, E., Duguet, M., Cartier, C., Talbot, J. (2005). Paleozoic tectonic evolution of Medio-europa from the example of the French Massif Central and Massif Armorican. In: Carosi R, Dias R, Iacopini D, Rosenbaum G (eds) *The southern Variscan belt. J Virt Explor*, 19, 5. DOI: 10.3809/jvirtex.2005.00120
- Franke, W., Dulce, J-C. (2016). Back to sender: tectonic accretion and recycling of Baltica-derived Devonian clastic sediments in the Rheno-Hercynian Variscides. *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*. DOI: 10.1007/s00531-016-1408-y

- Gonçalves, F., Zbyszewski, G., Carvalhosa, A., Coelho, A. (1979). Carta Geológica de Portugal 1:50.000, folha 27-D (Abrantes). Serv. Geol. Portugal, Lisboa.
- Gutiérrez-Alonso, G., Fernández-Suárez, J., Weil, A. (2004). Orocline triggered lithospheric delamination. *Geol. Soc. Am. Spec. Pap.*, 383, 121–131.
- Henriques, S.B.A., Neiva, A.M.R., Ribeiro, M.L., Dunning, G.R., Tajčmanová, L., (2015). Evolution of a Neoproterozoic suture in the Iberian Massif, Central Portugal: New U-Pb ages of igneous and metamorphic events at the contact between the Ossa Morena Zone and Central Iberian Zone. *Lithos*, 220-233, 43-59. DOI:10.1016/j.lithos.2015.02.001
- Henriques, S.B.A., Neiva, A.M.R., Tajčmanová, L., Dunning, G.R. (2016). Cadomian magmatism and metamorphism at the Ossa Morena/Central Iberian zone boundary, Iberian Massif, Central Portugal: Geochemistry and P-T constraints of the Sardoal Complex. *Lithos*, 268–271, 131–148. DOI:10.1016/j.lithos.2016.11.002
- Iglesias, M., Ribeiro, A. (1981). Zones de cisaillement ductile dans l'arc ibéro-armoricain. *Comun. Serv. Geol. Portugal*, 67, 85-87.
- Johnston, S., Weil, A., Gutiérrez-Alonso, G. (2013). Oroclines: thick and thin. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 125 (5–6), 643–663.
- Linnemann, U., Pereira, M.F., Jeffries, T., Drost, K., Gerdes, A. (2008). Cadomian Orogeny and the opening of the Rheic Ocean: new insights in the diacrony of geotectonic processes constrained by LA-ICP-MS U-Pb zircon dating (Ossa-Morena and Saxo-Thuringian Zones, Iberian and Bohemian Massifs). *Tectonophysics* 461, 21–43.
- Lourenço, J., Mateus, A., Coke, C., Ribeiro, A. (2002). A zona de falha Penacova-Régua-Verín na região de Telões (Vila Pouca de Aguiar); alguns elementos determinantes da sua evolução em tempos tardivariscos. *Comun. Inst. Geol. Mineiro*, 89, 105-122.
- Machado, G., Hladil, J., Koptikova, L., Fonseca, P., Rocha, F.T., Galle, A. (2009). The Odivelas Limestone: Evidence for a Middle Devonian reef system in western Ossa-Morena Zone. *Geol Carpath*, 60(2), 121-137.
- Machado, G., Hladil, J., Koptikova, L., Slavík, L., Moreira, N., Fonseca, M., Fonseca, P. (2010). An Emsian-Eifelian Carbonate-Volcaniclastic Sequence and the possible Record of the basal choteč event in western Ossa-Morena Zone, Portugal (Odivelas Limestone). *Geol Belgica*, 13, 431-446.
- Marques, F., Mateus, A., Tassinari, C. (2002). The Late-Variscan fault network in central-northern Portugal (NW Iberia): a re-evaluation. *Tectonophysics*, 359, 255-270. DOI:10.1016/S0040-1951(02)00514-0
- Marques, F., Burg, J., Lechmann, S., Schmalholz, S. (2010). Fluid-assisted particulate flow of turbidites at very low temperature: A key to tight folding in a submarine Variscan foreland basin of SW Europe. *Tectonics*, 29. DOI:10.1029/2008TC002439
- Martínez Catalán, J. (2011a). Are the oroclines of the Variscan belt related to late Variscan strike-slip tectonics? *Terra Nova*, 23, 241–247.
- Martínez Catalán, J. (2011b). The Central Iberian arc: implications for the Iberian Massif. *Geogaceta*, 50 (1), 7–10.
- Matte, Ph., Ribeiro, A. (1975). Forme et orientation de l'ellipsoïde de déformation dans la virgation hercynienne de Galice. Relations avec le plissement et hypothèses sur la genèse de l'arc ibéro-armoricain. *C. R. Acad. Sci. Paris D* 280, 2825–2828.
- Moreira, N. (2012). Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar-Badajoz-Córdova no sector de Abrantes. Tese de Mestrado (não publicada), Universidade de Évora, 225 p.
- Moreira, N., Dias, R., Coke, C., Búrcio, M. (2010). Partição da deformação Varisca nos sectores de Peso da Régua e Vila Nova de Foz Côa (Autóctone da Zona Centro Ibérica); Implicações Geodinâmicas. *Comunicações Geológicas*, 97, 147-162.

- Moreira, N., Dias, R., Pedro, J.C., Araújo, A. (2014). Interferência de fases de deformação Varisca na estrutura de Torre de Cabedal; sector de Alter-do-Chão – Elvas na Zona de Ossa-Morena. *Comunicações Geológicas*, 101(I), 279-282.
- Nance, R.D., Gutiérrez-Alonso, G., Keppie, J.D., Linnemann, U., Murphy, J.B., Quesada, C., Strachan, R.A., Woodcock, N.H. (2012). A brief history of the Rheic Ocean. *Geoscience Frontiers*, 3, 125-135.
- Nance, R.D., Neace, E.R., Braid, J.A., Murphy, J.B., Dupuis, N., R.K. Shail, R.K. (2015). Does the Meguma Terrane extend into SW England? *Geoscience Canada*, 42, 61-76.
- Oliveira, J.T., Oliveira, V., Piçarra, J.M. (1991). Traços gerais da evolução tectono-estratigráfica da Zona de Ossa Morena, em Portugal: síntese crítica do estado actual dos conhecimentos. *Comun. Serv. Geol. Port.*, 77, 3-26.
- Ordóñez-Casado, B. (1998). Geochronological studies of the Pre-Mesozoic basement of the Iberian Massif: the Ossa-Morena Zone and the Allochthonous Complexes within the Central Iberian Zone. PhD dissertation, ETH, Switzerland, 235p.
- Pereira, E., Ribeiro, A., Meireles, C. (1993). Cisalhamentos hercínicos e controlo das mineralizações de Sn-W, Au e U na Zona Centro-Ibérica em Portugal. *Cuaderno Lab. Xeolóxico de Laxe*, 18, 89-119.
- Pereira, E., Romão, J., Conde, L. (1998). Geologia da Transversal de Tomar-Mação Sutura entre a Zona Centro-Ibérica (ZCI) e Zona de Ossa-Morena (ZOM). In: Oliveira, J. T., Pereira, R. (Eds.) Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, 159-188.
- Pereira, M.F., Apraiz, A., Chichorro, M., Silva, J.B., Armstrong, R.A. (2010a). Exhumation of high-pressure rocks in northern Gondwana during the Early Carboniferous (Coimbra–Cordoba shear zone, SW Iberian Massif): Tectonothermal analysis and U–Th–Pb SHRIMP in-situ zircon geochronology. *Gondwana Research*, 17, 440-460. DOI:10.1016/j.gr.2009.10.001
- Pereira, M.F., Silva, J.B., Drost, K., Chichorro, M., Apraiz, A. (2010b). Relative timing of the transcurrent displacements in northern Gondwana: U–Pb laser ablation ICP-MS zircon and monazite geochronology of gneisses and sheared granites from the western Iberian Massif (Portugal). *Gondwana Research*, 17(2-3), 461-481. DOI:10.1016/j.gr.2009.08.006
- Pérez-Cáceres, I., Poyatos, D.M., Simancas, J.F., Azor, A. (2016). Testing the Avalonian affinity of the South Portuguese Zone and the Neoproterozoic evolution of SW Iberia through detrital zircon populations, *Gondwana Research*. DOI:10.1016/j.gr.2016.10.010
- Pinto, L.B., Pedro, J.C., Araújo, A., Inverno, C., Oliveira, V.M.J., Munhá, J. (2006). Retrogradação de eclogitos e mineralizações auríferas em Algueireiras-Algueireirinhas, Assumar, zona de cisalhamento Tomar-Córdova. VII Congresso Nacional de Geologia, Livro de Resumos I, 25-28.
- Ribeiro, A. (2002). *Soft Plate Tectonics*. Springer-Verlag, Berlin.
- Ribeiro, A., Antunes, M.T., Ferreira, M.P., Rocha, R.B., Soares, A.F., Zbyszewski, G., Moitinho de Almeida, F., Carvalho, D., Monteiro, J.H. (1979). *Introduction à la Géologie Générale du Portugal*. Serviços Geológicos de Portugal.
- Ribeiro, A., Munhá, J., Dias, R., Mateus, A., Pereira, E., Ribeiro, L., Fonseca, P., Araújo, A., Oliveira, T., Romão, J., Chaminé, H., Coke, C., Pedro, J. (2007). Geodynamic evolution of the SW Europe Variscides. *Tectonics*, 26(6), TC6009. DOI: 10.1029/2006TC002058
- Ribeiro, A., Pereira, E., Fonseca, P., Mateus, A., Araújo, A., Munhá, J., Romão, J., Rodrigues, J.F. (2009). Mechanics of thick-skinned Variscan overprinting of Cadomian basement (Iberian Variscides). *C. R. Geosciences*, 341(2-3), 127-139. DOI:10.1016/j.crte.2008.12.003

- Ribeiro, A., Munhá, J., Fonseca, P.E., Araújo, A., Pedro, J.C., Mateus, A., Tassinari, C., Machado, G., Jesus, A. (2010). Variscan ophiolite belts in the Ossa-Morena Zone (Southwest Iberia): geological characterization and geodynamic significance. *Gondwana Res*, 17, 408–421
- Ribeiro, A., Romão, J., Munhá, J., Rodrigues, J., Pereira, E., Mateus, A., Araújo, A. (2013). Relações tectonostratigráficas e fronteiras entre a Zona Centro-Ibérica e a Zona Ossa-Morena do Terreno Ibérico e do Terreno Finisterra. In: R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg (Eds), *Geologia de Portugal*, vol. 1, Escolar Editora, 439-481.
- Romão, J., Ribeiro, A., Munhá, J., Ribeiro, L. (2010). Basement nappes on the NE boundary the Ossa-Morena Zone (SW Iberian Variscides). European Geosciences Union, General Assembly, Vienna, Austria (Abstract).
- Romão, J., Moreira, N., Pedro, J., Mateus, A., Dias, R., Ribeiro, A. (2013). Contribution to the knowledge of the tectonostratigraphic units of the Finisterra Terrane in the Tomar region. In: N. Moreira, R. Dias, A Araújo, (Eds). *Geodinâmica e Tectónica Global; a importância da cartografia geológica*. 9ª Conferência Anual do GGET-SGP, Estremoz, 87-91. ISBN: 978-989-95398-3-9.
- Romão, J., Moreira, N., Dias, R., Pedro, J., Mateus, A., Ribeiro, A. (2014). Tectonoestratigrafia do Terreno Ibérico no sector Tomar-Sardoal-Ferreira do Zêzere e relações com o Terreno Finisterra. *Comunicações Geológicas*, 101(I), 559-562.
- Sanchez-Lorda, M.E., Sarrionandia, F., Ábalos, B., Carracedo, M., Eguíluz, L., Gil Ibarguchi, J.I. (2014). Geochemistry and paleotectonic setting of Ediacaran metabasites from the Ossa-Morena Zone (SW Iberia). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*, 103, 1263–1286 DOI:10.1007/s00531-013-0937-x
- Schulz, G., 1858. *Atlas geológico y topográfico de Asturias*. Lit. de G. Pfeiffer (2 Maps +1 Plate).
- Suess, E., 1888. *Das Antlitz der Erde*, Vol. II. Vol. IV. F. Tempsky, Prag and Wien, and G. Freytag, Leipzig (704 p).
- Teixeira, C. (1981). *Geologia de Portugal. Precâmbrico-Paleozóico*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 629p
- Weil, A., Gutiérrez-Alonso, G., Johnston, S., Pastor-Galán, D. (2013). Kinematic constraints on buckling in a lithospheric-scale orocline along the northernmargin of Gondwana: a geologic synthesis. *Tectonophysics*, 582, 25–49.

