

“A ausência da evidência não significa evidência da ausência.”

*“Não é possível convencer um crente de coisa alguma,
pois suas crenças não se baseiam em evidências; baseiam-se numa profunda necessidade de
acreditar.”*

Carl Sagan (astrónomo e Biólogo norte-Americano)

Índice

Resumo	V
Abstract	V
Agradecimentos	VI
1. Introdução	1
2. Revisão Cartográfica e Problemática Geológica	5
2.1. Estratigrafia	5
2.2. Plutonismo	9
2.3. Estrutura e Modelos Geodinâmicos	12
2.4. Problemáticas Geológicas	19
3. Enquadramento Geográfico e Geomorfológico	21
3.1. Enquadramento Geográfico	21
3.2. Enquadramento Geomorfológico	22
4. Enquadramento Geológico	27
4.1. Localização do Maciço Ibérico no contexto da Cadeia Orogénica Varisca	27
4.1.1. Génese do Arco Ibero-Armoricano	28
4.2. O Maciço Ibérico	31
4.2.1. O Zonamento do Maciço Ibérico	34
5. Zona de Ossa-Morena	49
5.1. Significado Paleogeográfico da Zona de Ossa-Morena; Uma problemática actual	50
5.2. Limites da Zona de Ossa-Morena	52
5.2.1. Limite entre a Zona de Ossa-Morena e a Zona Centro Ibérica	52
5.2.2. Limite entre a Zona de Ossa-Morena e a Zona Sul Portuguesa	55
5.3. Sectores da Zona de Ossa-Morena	57
5.4. Caracterização litoestratigráfica da transição Neoproterozóico – Câmbrico da Zona de Ossa-Morena	62
5.5. Magmatismo na Zona de Ossa-Morena	73
5.5.1. Magmatismo Proterozóico	75
5.5.2. Magmatismo anorogénico do Paleozóico inferior (Câmbrico-Silúrico inferior)	77
5.5.3. Magmatismo orogénico do Paleozóico superior (Devónico-Pérmico)	80
6. Zonas de Cisalhamento no Maciço Ibérico	85
6.1. Fundamento Teórico	85
6.2. Zona de Cisalhamento Tomar – Badajoz – Córdoba	88
6.3. Zona de Cisalhamento Porto – Tomar – Ferreira do Alentejo	92
6.3.1. Litoestratigrafia da faixa de cisalhamento Espinho-Albergaria-a-Velha	93
6.3.2. Estrutura e Modelos Geodinâmicos	96
7. Caracterização litoestratigráfica da região de Abrantes	103
7.1. Unidades atribuídas ao Neoproterozóico	104
7.1.1. Unidade Vulcano-Sedimentar de Abrantes	104

Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar - Badajoz - Córdova no sector de Abrantes

7.1.2. Unidade Anfibolítica do Açude de Abrantes	107
7.1.3. Série Negra de Abrantes	109
7.1.4. Unidade de Micaxistos Granatíferos do Tramagal	109
7.2. Unidades atribuídas ao Paleozóico inferior – Grupo de Abrantes	113
7.2.1. Complexo Vulcano-Sedimentar essencialmente Félsico	113
7.2.1.1. Análise Modal nas rochas Ortoderivadas	116
7.2.2. Unidade Vulcano-Sedimentar Carbonatada de São Miguel do Rio Torto	118
7.2.3. Complexo Vulcano-Sedimentar Intermédio a Bimodal	119
7.2.4. Corpos ortoderivados de natureza básica atribuídos ao Câmbrico	121
7.3. Plutonismo Varisco	121
7.3.1. Granito de Maiorga	121
7.3.2 Granito do Tramagal	125
7.4. Depósitos de Cobertura terciários e quaternários	126
7.5. Ensaio de Correlação Estratigráfica	127
8. Caracterização Estrutural da região de Abrantes	133
8.1. Primeira fase de deformação varisca (D_1); <i>a génese da macrodobra em bainha?</i>	133
8.1.1. Granito de Maiorga	134
8.1.1.1 Análise geométrica	134
8.1.1.2 Análise cinemática	137
8.1.2. Complexos Vulcano-Sedimentares	140
8.1.2.1 Análise geométrica	140
8.1.2.2 Análise cinemática	149
8.1.3 Unidade de Micaxistos Granatíferos do Tramagal	151
8.1.4. Análise dinâmica da D_1 Varisca	153
8.2. Segunda fase de deformação varisca (D_2); <i>a acção da Zona de Cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo</i>	155
8.2.1. Estruturação geral nos sectores externos à zona de cisalhamento Carvalhães-Portela	155
8.2.1.1 Análise geométrica	155
8.2.1.2 Análise cinemática	163
8.2.2. A zona de cisalhamento Carvalhães-Portela	168
8.2.3. A Brecha de S. João	170
8.2.4. Zona de cisalhamento na transição entre a Unidade Carbonatada e a Unidade Vulcano-Sedimentar Félsica	174
8.2.5 Análise dinâmica da D_2 Varisca	180
8.3. Fases frágeis Tardias;	182
8.3.1. Facturação NNW-SSE Tardia – Reactivação da Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo	182
8.3.1.1 Análise geométrica	182
8.3.1.2. Análise cinemática	183
8.3.2. O Tardi-Varisco	184
8.3.2.1 Fracturação tardia NE-SW	184
8.3.2.1.1 Análise geométrica	184
8.3.2.1.2 Análise cinemática	186

8.3.2.2. <i>Kinks</i> esquerdos tardios	187
8.3.2.2.1 Análise geométrica	187
8.3.2.2.2 Análise cinemática	188
8.3.2.3 Análise dinâmica	190
9. Conclusões e Evolução Geodinâmica	191
9.1. O Ciclo de Wilson Cadomiano: a abertura e fecho do oceano neoproterozóico	191
9.2. Os episódios distensivos do Ciclo de Wilson Varisco: a abertura do oceano varisco, a sua sedimentação e o vulcanismo associado	192
9.3. Os episódios compressivos do Ciclo de Wilson Varisco: a construção da Cadeia Orogénica Varisca	193
9.4. Considerações finais	203
10. Referências Bibliográficas	205
11. Anexos	
Anexo A - Carta Geológica de Abrantes	
Anexo B - Cortes Geológicos interpretativos	
Anexo C - Mapa Estrutural do Granito de Maiorga	
Anexo D - Mapa Estrutural da Zona de Cisalhamento de Carvalhães-Portela	
Anexo E - Resumos Apresentados em Congressos	

Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar - Badajoz - Córdoba no sector de Abrantes

Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar - Badajoz - Córdoba no sector de Abrantes

Resumo

As zonas de cisalhamento Tomar – Badajoz – Córdoba (TBCSZ) e Porto – Tomar – Ferreira do Alentejo (PTASZ) são duas das principais estruturas do Varisco Ibérico, cuja caracterização é fundamental para a compreensão da sua evolução geodinâmica. A região de Abrantes surge então como um sector chave para a caracterização destas estruturas, visto que corresponde à zona de interferência ambas.

Os trabalhos em curso sugerem a ocorrência de uma sucessão característica da transição Neoproterozóico-Câmbrico, por correlação com outros sectores da Zona de Ossa-Morena. Foi possível evidenciar a presença de duas fases de deformação dúcteis principais. A primeira fase é responsável pelo desenvolvimento de uma xistosidade mostrando transporte tangencial para o quadrante NW, relacionada com possível formação de uma dobra em bainha quilométrica associada à terminação NW da TBCSZ. A segunda fase de deformação afecta as estruturas anteriores, estado associada a um regime de deformação não-coaxial direito, correlacionável com a PTASZ.

Structural characterization of Tomar-Badajoz-Cordoba shear zone in the Abrantes sector

Abstract

The Tomar-Badajoz-Cordoba (TBCSZ) and the Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo shear zones (PTASZ) are two of the major variscan structures in the Iberian Massif. Their characterization is thus crucial to understand the geodynamic evolution of the Variscan Chain. These two major shear zones interfere in the Abrantes region, making this a key sector for the understanding the Iberian Variscan geodynamics.

Ongoing work suggests the occurrence of a characteristic succession of Neoproterozoic-Cambrian transition that could be correlated with other sectors of Ossa-Morena Zone. It was possible to demonstrate the presence of two main phases of ductile deformation. The first phase generates a schistosity showing tangential transport to NW, which could be related with a kilometeric sheath fold associated to TBCSZ NW termination. The second deformation phase affects all previous structures, being associated with a non-coaxial deformation regime, induced by PTASZ kinematics.

Agradecimentos

Esta secção apresenta sempre a limitação relativa aos textos escritos. Contudo, tentarei não me esquecer de ninguém que de uma ou outra forma tenham sido importantes para a elaboração desta dissertação.

Antes de mais queria fazer um agradecimento muito especial à minha Mãe, à qual dedico esta minha tese. Esta mulher batalhadora e guerreira, que durante toda a vida fez o possível e o impossível para poder dar aos seus filhos aquilo que qualquer progenitor pretende dar à sua descendência. Sempre me apoiou nas minhas decisões, por mais estranhas que parecessem à primeira vista, sempre com uma palavra carinhosa mas ao mesmo tempo carregada de responsabilidade. É a ela que devo grande parte daquilo que eu sou, como pessoa e como investigador. Por tudo isto e muito mais, obrigado Mãe.

Em segundo lugar, quero exprimir o meu sincero e profundo agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Rui Manuel Soares Dias (ECTUE). A confiança depositada em mim desde cedo, teve um papel de motivação mas também de exigência redobrada, pois não podia de forma alguma decepcionar as expectativas que colocou em mim. A oportunidade que me deu de trabalhar consigo, foi um incentivo para continuar a lutar por aquilo que são os meus objectivos pessoais a nível profissional. A sua disponibilidade (mesmo em tempo de férias), motivação, permanente incentivo, os conhecimentos transmitidos, compreensão e paciência foram peças fulcrais para o desenvolvimento deste trabalho. Mas para o Rui, não vai apenas um agradecimento como meu orientador. Ele foi também um amigo, que pela sua forma de estar e ver a vida e pela sua experiência de vida me ensinou a ver as dificuldades de outra forma, abriu-me horizontes, e por isso mesmo um agradecimento pessoal.

E claro, um agradecimento ao meu co-orientador Prof. Dr. José Manuel Romão (LNEG) e ao Prof. Dr. Jorge Costa Pedro (ECTUE) pelo acompanhamento próximo do trabalho. Foram também eles peças essenciais para o desenvolvimento do trabalho, uma vez que com eles foram discutidos assuntos, muitas vezes delicados do ponto de vista científico, e que têm impacto directo nas interpretações dos dados resultantes do trabalho em causa.

Ao Prof. António Ribeiro (Univ. Lisboa), um profundo agradecimento, pelo acompanhamento e disponibilidade para a discussão de temáticas científicas e integração dos resultados do ponto de vista regional. A sua experiência, conhecimento e motivação são uma lição para todos nós que nos iniciamos nas lides da investigação. Um muito obrigado pela partilha de conhecimento, pelo seu entusiasmo e dedicação à Geologia!

Queria agradecer a nível institucional ao LIRIO (Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais da Escola de Ciências e Tecnologia da Universidade de Évora), ao

Caracterização estrutural da zona de cisalhamento Tomar - Badajoz - Córdoba no sector de Abrantes

CCV Estremoz e ao CGE (Centro de Geofísica de Évora) pelo financiamento parcial do trabalho de campo e laboratorial assim como na elaboração das lâminas delgadas. Um agradecimento também para a Fundação Calouste Gulbenkian pela atribuição do *Prémio Estimulo à Investigação 2011*, que possibilitou a execução financeira do trabalho, possibilitando ainda a continuação do mesmo durante o doutoramento. Também um agradecimento à FCT pelo financiamento da Bolsa de Gestão de Ciência e Tecnologia (SFRH / BGCT / 33921 / 2009) do qual sou beneficiário e que me permitiu a realização do trabalho.

A toda a equipa do CCV Estremoz e do Pólo de Estremoz da Universidade de Évora pela forma como me receberam, pela sua disponibilidade e apoio durante todo o mestrado, mas especialmente durante esta recta final, quando o tempo se escoava a uma velocidade acima do normal. Por isso mesmo, a realização da dissertação é-lhes devida em grande medida. Não querendo de forma alguma desconsiderar alguém, até porque foram todos muito importantes, deixo aqui um especial agradecimento à Isabel e ao camarada Alexis por tudo o que foram durante os quase três anos de trabalho aqui no Centro.

À minha restante família, tios, primos e avó que se viram privados durante todo este tempo da minha presença, e à qual não pude dar todo o carinho que merecem. É a eles que devo grande parte daquilo que sou. Deixo um particular agradecimento aos meus tios Maria de Jesus Fontes e Nuno Ferreira, que foram meus segundos pais e que sempre tiveram lá quando precisei, e à minha irmã Cláudia que sempre foi a minha *menininha*, ela foi sempre uma motivação, muito embora ela não percebesse. Sempre vi nela uma menina frágil e sensível que necessitava de um ombro amigo ao seu lado, e que nestes momentos mais atarefados não esteve presente. Pelo sacrifício e amor, um muito obrigado.

Um agradecimento especial para a Rita e toda a sua família (em especial António, Eduarda, Catarina, Sónia, Paulo e Tomás). Apesar das *cambalhotas* da vida, a família Monteiro Pires foi essencial para a realização do trabalho, e não quero deixar de expressar aqui a importância que tiveram para a realização deste trabalho. Sempre me apoiaram e motivaram para a realização do mestrado e da respectiva dissertação, mas também durante toda a licenciatura. Foram quase como uma segunda família que me acolheu e aceitou no seu seio.

Seria injusto não deixar um abraço também ao Prof. Dr. Paulo Fonseca (FCUL). Foi ele que me impulsionou para as lides investigacionais. Apesar de ser um sonho de criança *ser cientista*, ter-me cruzado com ele foi fulcral para que isso não passasse de um sonho e se tornasse uma realidade. Pelo apoio na minha vinda para Évora, pela disponibilidade demonstrada e pela amizade um muito obrigado.

Um agradecimento também ao Prof. Dr. Alexandre Araújo (ECTUE) que se disponibilizou a ir a visitar a área de trabalho, esclarecendo dúvidas e discutindo temáticas no âmbito do enquadramento da estratigrafia e estrutura da região de Abrantes com a da restante Zona de Ossa-Morena.

Deixo também um agradecimento à Câmara Municipal de Abrantes pela cedência da base topográfica em formato vectorial, para posterior elaboração da carta geológica da região de Abrantes.

Por fim, mas não menos importante, deixo um agradecimento às pessoas que me rodeiam/rodearam durante a elaboração da tese:

- Ao André, ao Pedro Gamas, ao Edgar (Fossa), Diogo, Eduardo, Filipe, Telma, Andreia e Bebé pelo apoio que me foi dado durante a minha estadia em Abrantes. Foram sempre um apoio inegável, pela sua hospitalidade e companheirismo demonstrado durante a minha permanência. À Ana Sofia Almocim deixo uma palavra especial pelo ombro amigo durante uma fase conturbada da minha vida;

- Ao Pedro Fernandes, André Vinhas, Danilo Manmohanlal, Pedro Ribeiro, Inês Andrade, Ana Rita Barbosa, Nuno Hipólito e Hélio Dolores (e agora ao Rodrigo), que foram meus companheiros e amigos em tantas aventuras e desventuras durante os últimos anos;

- Ao Cunha, Santos, Filipe Ribeiro, Emanuel Antunes, César e ao *Manel* por todos os momentos partilhados durante toda a minha juventude. Pela sua amizade e apoio constante muito obrigado!

- Ao Marco um agradecimento especial. Sempre foi o irmão mais velho, o companheiro e amigo que me ouviu durante as fases sentimentalmente mais conturbadas da minha vida. E já lá vão nove anos...

- À Mariana, que foi uma peça de importância inegável nesta recta final. Foi um estímulo extra, uma motivação e como tal um grande apoio. A compreensão da minha ausência durante esta fase final de redacção foi fulcral pela estabilidade criada e necessária para a elaboração desta dissertação.