

Serie / NOVA TERRA

**Geología de las Zonas Centro Ibérica y
Galicia-Trás-os-Montes en la parte oriental del
Complejo de Morais, Portugal/España**

Ícaro Fróis Dias da Silva

A Coruña, 2014

ISSN: 1131-3503

ISBN: 978-84-9749-583-7

Depósito Legal: C 124-2014

Imprime: Tórculo Comunicación Gráfica, S.A.

A Coruña, 2014

Ilustración de cubierta: Pliegue menor C3, afectado por un aplastamiento vertical de la segunda fase de deformación extensional (E2), en una capa de cuarcita del miembro Mazouco (Formación Marão Ordovícico Inferior, ZCI) en el Sinforme de Poiães.

Maquetación: Ícaro Fróis Dias da Silva

Portada: fotografía de Ícaro Fróis Dias da Silva

Revisión ortográfica y tipográfica: Ana Martelli Emancipato

FICHA DE CATALOGACIÓN

FRÓIS DIAS DA SILVA, Ícaro

Geología de las Zonas Centro Ibérica y Galicia-Tras-os-Montes en la parte oriental del Complejo de Morais, Portugal/España.

424 pp; 189 fig; tablas14; 2 mapas; 24 cm (Serie Nova Terra; 45)

Tesis Doctoral de la Universidad de Salamanca. Bibliografía: 367-389. Incluye índice. (Editor científico: Juan Ramón Vidal Romaní)

ISBN: 978-84-9749-583-7 D. L.: C 124-2014

ISSN: 1131-3503

1. Varisco; 2 - NW de Iberia; 3 - Zona Centro Ibérica; 4 Zona Galicia - Trás-os-Montes; 5 - Cartografía Geológica; 6 - Margen Gondwánico; 7 - Transpresión Gondwana-Laurrusia; 8 - Extrusión de los complejos alóctonos; 9 - Domos Metamórficos; 10 - Arco Centro Ibérico.

I. Vidal Romaní, Juan Ramón, II. Instituto Universitario de Geología, Universidade da Coruña, ed. III, Laboratorio Xeolóxico de Laxe, ed. IV. Universidad de Salamanca, ed. V. Serie: (Nova Terra; 45); VI. Tít.

Esta publicación se ha realizado con papel procedente de una fuente gestionada responsablemente



Abstract

The Morais Allochthonous Complex (MAC) belonging to the Galicia – Trás-os-Montes Zone, (GTMZ) is placed in the hinge zone of the Central Iberian Arc (CIA). Evidences of the pre- to syn-Variscan geological evolution of the NW Iberia are especially well exposed along the eastern rim of this first order structure, where this research work was achieved.

Two major tectono-stratigraphic domains juxtaposed by a significant Variscan tectonic accident were redefined: the Schistose Domain of Galicia – Trás-os-Montes (SDGTM) and Central Iberian Zone (CIZ). The first domain belongs to the lowermost tectonic slice of the different imbricated allochthonous units of the GTMZ. The SDGTM was settled over the CIZ during the Variscan C2 stage by the Main Trás-os-Montes Thrust (MTMT), and it is considered to be the least allochthonous unit (also called Parautochthonous or Peritransmontano Domain). Since the pre-variscan stratigraphic records of both domains are very similar, it is assumed that they must have been attached to the same continental margin but in different palaeogeographic locations, as their detrital zircon age populations point out. Both domains present a quite continuous and traceable Cambro-Silurian (?) stratigraphic sequence, although it underwent more Variscan deformation in the SDGTM than in its relative autochthonous (CIZ).

In the CIZ the identification of two ichnofossil genera in the Desejosa Formation (*Teichichnus rectus* and *Rosselia socialis*) confirms that its upper part is at least uppermost-early Cambrian (Cambrian Stage 3), as previously proposed near the studied region with badly preserved trilobite remains (≥ 522 Ma). A new stratigraphic unit (Montes Ermos formation, informal) was found concordantly overlaying the Desejosa Formation and lying below the Lower Ordovician unconformity (or Toledanic Unconformity) meaning that the uppermost record of the Slate and Greywacke Complex in Iberia could reach ages younger than Cambrian Stage 3. Over the Toledanic unconformity, a quite complete Lower-Middle Ordovician sequence was mapped, showing a laterally continuous and condensed Armorican Quartzite facies. At the base of the Upper Ordovician limestones of the Santo Adrião Formation another unconformity was identified, eroding the underlying units towards the Lower Ordovician formations, which locally eliminates the Middle Ordovician record (Moncorvo Formation). The youngest studied unit of the autochthonous domain recognized in this work is Silurian, but due to the strong C2 shearing that affects it no further assumptions on its age should be made.

Although the pre-Variscan record of the SDGTM is intensely deformed under low metamorphic Barrovian conditions, it was possible to redefine its stratigraphy and the variscan structure based on field criteria and high resolution dating methods. With that purpose, two volcanic complexes were dated using U-Pb CA-ID-TIMS of magmatic zircon grains, proving the existence of two separated events in the same sedimentary sequence. The oldest, named Mora volcanics, is firstly described as a stratigraphic unit in this work. It presents a Furogian age (late Cambrian) and is characterized by a bimodal volcanic suite with sulphide mineralization. The youngest volcanic rocks dated in this thesis are Lower Ordovician. These are known as Saldanha Gneiss but the name Saldanha volcanics is preferably used. This unit is composed by porphyritic tuffs and rhyolites with calc-alkaline affinity. Since no important accident between these two volcanic complexes was identified, these ages add importance to the first order tectonic accident mapped at the base of the Upper Parautochthon, the MTMT, as Cambro-Ordovician rocks of the now proposed Mora-Saldanha Volcano-Sedimentary complex (MSVSc) are put over the Devonian-Carboniferous synorogenic deposits of the Lower Parautochthon. The MSVSc is roofed by the white quartzite beds of the Algosó formation (informally proposed in this work) which is thought to be an equivalent to the Armorican Quartzite units of Iberia. Finally, the uppermost unit of the Upper Parautochthon studied in this work is composed by slates and basic to acid volcanic rocks with sulphide mineralization, known here as Peso formation (formerly as Vulcano- Siliceous Complex) and a possible correlation with the Middle Ordovician slaty units of Iberia is proposed.

Along the boundary between the CIZ and the GTMZ, the two synorogenic deposits of the Lower Parautochthon – Travanca and Vila Chã formations – were detached over the autochthonous Silurian black slates and ampelites thus creating the Basal Lower Parautochthonous Detachment (BLPD) during the C2 Variscan phase. Because their zircon U-Pb age clusters are identical to the ones found in the pre-orogenic record of the SDGTM (and in the Basal Units) they were incorporated in the GTMZ. In this work it is proposed a new local tectono-stratigraphic sub-division of the SDGTM, where the synorogenic units define the Lower Parautochthon, whereas the pre-orogenic ones were included in the Upper Parautochthon.

In this work it is also presented an integrated approach to the tectono-thermal evolution of the Variscan Orogeny in the eastern border of the MAC based on the regional study of macro and microscopic tectono-metamorphic fabrics. The first compressive event (C1) generated folding of both SDGTM and CIZ and marks the beginning of the prograde Barrovian evolution. Continuously the C2 event caused the thrusting of the Upper Parautochthon on top of the Lower creating the MTMT, and triggered the detachment of the

synorogenic deposits over the CIZ along the BLPD. This event started the bending (CIA) of the previous C1 folds in both domains and it is thought to be related with the expansion of an extrusion wedge from the Variscan orogen axial zone. During this period the Barrovian metamorphism reached its peak. Following this initial compressional events, the instability of the thickened crust below the GTMZ, produced the synorogenic collapse and the formation of thermal domes (metamorphic core complexes) during the first extensional event (E1). This favoured the development of tectonic basins where the allochthonous complexes were preserved and the partial melt of the lower-middle crust while it was exhumed to upper crust conditions in the domes (following a Buchanian path). Immediately after the synorogenic extension a third compressive event (C3) generated disharmonic folding and lately fragile-ductile conjugate shear bands that led to the tightening of the CIA, and the formation of the Ibero-Armorican Arc. This event was accompanied by the intrusion of different granitic bodies. Finally, a late gravitational collapse (E2) followed by late-post Variscan compression (C4) produced gentle horizontal and vertical folding (respectively).

Agradecimientos

Agradezco el apoyo económico, logístico e institucional dado por el Instituto Geológico y Minero de España a través de la beca de Formación de Personal Investigador.

Quiero mostrar un profundo agradecimiento a mis directores de tesis, Emilio González Clavijo, José Ramón Martínez Catalán y Alejandro Díez Montes por facilitar el desarrollo de este trabajo con una orientación abierta a discusiones sin límites de los diferentes problemas que surgieron a lo largo de este arduo y prolongado proceso. Junto con la tesis ha crecido una amistad que jamás olvidaré. Agradezco y valoro mucho vuestro apoyo, franqueza y paciencia.

Agradezco también a los que me han acompañado desde mis primeros días en la oficina de Salamanca del IGME: Cristina, Mari José, Jorge y Nieves, por lo que hemos pasado; Fernando, Pedro, Victor, Helena, Susana, Cristina y Javier por hacerme “sentir en casa”; y al gran Ramón, por su profesionalidad ejemplar que me facilitó la vida incontables veces. Quiero dejar un especial agradecimiento a Santos – y a Bárbara – que, ya antes de nos conocernos, me ayudaron incondicionalmente; agradezco su compañía, sinceridad, haberme invitado a las “pachangas” domingueras... todo esto y mucho más ha alimentado nuestra gran amistad.

Quiero también agradecer el afecto que he sentido en el Departamento de Geología de la USAL, especialmente por parte de Mercedes, Juan Carlos, Gabi, Isa, Rosa, Piti. Agradezco a Isabel, a Ugidos y a Pedro por su disponibilidad, por compartir buenos momentos en el campo y por las discusiones estratigráficas y geoquímicas que mejoraron la calidad de este trabajo. Quiero además agradecer a Toña, Juan, Rubén y Daniel por su compañerismo, fuerza y discusiones “variscas”.

Agradezco al Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa por haberme recibido de estancia: quiero destacar de entre las personas de esta institución a mi tutor José Brandão Silva, con quien he mantenido importantes discusiones teóricas y con quien comparto una buena amistad, a Antonio Mateus y a Pedro Rodrigues por haberme “abierto” las puertas al laboratorio de Microsonda Electrónica, y a Marisa Santos, bibliotecaria de ese departamento, por su disponibilidad y buen humor.

Agradezco al director del Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden y mi tutor de estancia Ulf Linnemann por su disponibilidad, fraternidad, discusiones y por haberme enseñado la geología de la Selva Negra alemana. De igual modo agradezco a Mandy Hofmann y Andreas Gärtner por enseñarme el funcionamiento del LA-ICP-MS y el montaje de los granos de circón y, junto con Anja Sagawe y a Nadine Richardt, su amistad y compañía.

Obviamente quiero agradecer a Pablo Valverde-Vaquero, del IGME, por su colaboración en este trabajo, nuestras fértiles discusiones técnicas y científicas y, especialmente, por su amistad. Con él he pasado muchas horas en los laboratorios de Tres Cantos y fue mi maestro en los procesos de separación de circones e de dataciones radiocronológicas. Además quiero agradecer a Francisco Rubio Pascual por las productivas charlas sobre nuestras tesis doctorales.

Quiero agradecer también a Andrés Cuesta y a Álvaro Rubio-Ordoñez del Departamento de Geología de la Universidad de Oviedo por facilitarme el acceso a su laboratorio de preparación de muestras y por enseñarme el método de molienda empleado en los estudios de geocronología de circones.

A Gil Machado (GALP), con quien mantengo una buena amistad, a Graciela Sarmiento (Universidad Complutense) y a Sören Jensen (Universidad de Extremadura) por sus contribuciones en los diferentes estudios paleontológicos presentados en esta tesis.

Además estoy profundamente agradecido por haber conocido gente tan buena en Salamanca como Eva, Santi, Elisa, Emilio, Michel, Laura y muchos otros que ya son parte de mi “familia”.

No menos importantes fueron mi familia y amigos de Portugal, que me hacen querer regresar siempre. Recuerdo aquí con especial cariño a mi hermano Tiago, a Lourdes, a Noé y a mis padres Vasco y Virgínia, que siempre me han dado su apoyo y fuerza.

Y guardo para el final la guinda... la dedicación de este trabajo a las personas que me dan más fuerza que nadie y que han compartido conmigo los mejores y peores momentos de esta tesis:

A los amores de mi vida, ¡Dulce y Alice!

ÍNDICE

Índice

1. INTRODUCTION.....	3
1.1. Geographic localization and characterization.....	4
1.2. Geological setting	6
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	13
3. ESTRATIGRAFÍA.....	17
3.1. Introducción	17
3.2. Zona Centro Ibérica	23
3.2.1. GRUPO DEL DUERO.....	23
<i>Formación Genísio</i>	25
<i>Formación Desejosa</i>	28
<i>Formación Montes Ermos</i>	32
3.2.2. DISCORDANCLA DE LA BASE DEL ORDOVÍCIO (DISCORDANCLA TOLEDÁNICA).....	35
3.2.3. FORMACIÓN VALE DE BOJAS (CONGLOMERADO DE BASE).....	36
3.2.4. FORMACIÓN MARÃO.....	41
<i>Miembro Vilar Seco</i>	42
<i>Miembro Palaçoulo</i>	45
<i>Miembro Mazouco</i>	47
<i>Miembro Ermida</i>	53
<i>Miembro Fragas de Ermida</i>	59
3.2.5. FORMACIÓN MONCORVO.....	62
3.2.6. LA DISCORDANCLA CARTOGRÁFICA DE LA BASE DEL ORDOVÍCIO SUPERIOR.....	65
3.2.7. FORMACIÓN SANTO ADRLÃO.....	66
3.2.8. FORMACIÓN RIBEIRO DOS FERREIROS.....	70
3.2.9. FORMACIÓN CAMPANHÓ.....	71
3.3. Análisis estratigráfico y evolución paleogeográfica de la Zona Centro Ibérica	75
3.4. Dominio Esquistoso de la Zona Galicia-Trás-os-Montes	79
3.4.1. PARAUTÓCTONO INFERIOR.....	79
<i>Formación Travanca</i>	79
<i>Formación Vila Chã</i>	85
3.4.2. PARAUTÓCTONO SUPERIOR.....	90
<i>Complejo Vulcano Sedimentario Mora-Saldanha</i>	90
<i>Formación Algozo</i>	107
<i>Formación Peso</i>	109
3.5. Análisis estratigráfico y evolución paleogeográfica del Dominio Esquistoso de la Zona Galicia-Trás-os-Montes	112

4.	PALAEONTOLOGY	119
4.1.	Previous works.....	121
4.2.	Desejosa Formation trace fossils	123
	<i>Ichnogenus Rosselia Dahmer, 1937</i>	124
	<i>Ichnogenus Teichichnus Seilacher, 1955</i>	126
4.3.	Micropalaeontological study attempts	131
4.3.1.	PALYNOLOGY ON TRAVANCA FORMATION	131
	<i>Palynological procedure</i>	131
	<i>Results</i>	132
	<i>Discussion</i>	132
4.3.2.	CONODONT STUDIES	133
	<i>Conodont separation procedure</i>	133
	<i>Discussion</i>	134
5.	GEOQUÍMICA	137
5.1.	Rocas Ígneas del Dominio Esquistoso de Galicia – Trás-os-Montes	141
5.1.1.	ALTERACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS.....	142
	<i>Alteración</i>	142
	<i>Elementos mayores</i>	144
	<i>Clasificación</i>	147
5.1.2.	CARACTERIZACIÓN DE LAS ROCAS FÉLSICAS.....	150
5.1.3.	CARACTERIZACIÓN DE LAS ROCAS BÁSICAS.....	155
5.1.4.	CONCLUSIONES.....	161
5.2.	Rocas sedimentarias pelíticas de la Zona Centro Ibérica	162
5.2.1.	RESULTADOS.....	163
5.2.2.	CONCLUSIONES.....	164
6.	TECTÓNICA	169
6.1.	Introducción	169
6.2.	La deformación Varisca	176
6.2.1.	PRIMERA FASE DE DEFORMACIÓN COMPRESIVA (C1).....	176
	<i>Zona Centro Ibérica</i>	179
	<i>Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes</i>	184
6.2.2.	SEGUNDA FASE DE DEFORMACIÓN COMPRESIVA (C2).....	187
	<i>Despegue Basal del Parautoctono Inferior</i>	192
	<i>Cabalgamiento Principal de Trás-os-Montes</i>	197
6.2.3.	PRIMERA FASE DE DEFORMACIÓN EXTENSIONAL (E1)	200
	<i>Zona Centro Ibérica</i>	203
	<i>Dominio Esquistoso de Galicia-Trás-os-Montes</i>	217
6.2.4.	TERCERA FASE DE DEFORMACIÓN COMPRESIVA (C3).....	223
	<i>Pliegues C3</i>	226
	<i>Cizallas frágil-dúctiles tardi-C3</i>	239
6.2.5.	LAS DEFORMACIONES TARDÍAS	246
	<i>Segunda fase de deformación extensional (E2)</i>	246
	<i>Cuarta fase de deformación compresiva (C4)</i>	251
6.2.6.	SÍNTEISIS, CORRELACIÓN DE ESTRUCTURAS Y EVOLUCIÓN TECTÓNICA VARISCA	253
6.3.	La deformación Alpina.....	262
7.	ROCAS PLUTÓNICAS VARISCAS	265
7.1.	Granitoides sin- a tardi-cinemáticos con la fase E1.....	268
	<i>Granitoides de Genísio y Bemposta</i>	268
	<i>Granitos de Lamoso, Vilarinho dos Galegos y Fonte Santa</i>	269
	<i>Pegmatitas precoces en los domos metamórficos</i>	269

7.2. Granitoides sin-cinemáticos con la fase C3	272
<i>Granitos de N de Caçarelhos, Brunhozinho, Picote, Urrós y Lumbrales</i>	272
<i>Granito de Bruçó</i>	275
<i>Granito de Fornos</i>	275
7.3. Granitoides tardi a post-cinemáticos	277
<i>Granitos de Caçarelhos, Duas Igrejas, Peredo de Bemposta y Vila de Ala</i>	277
<i>Granito de Saucelle</i>	277
<i>Granito de Montes Ermos</i>	278
<i>Campo pegmatítico de La Fregeneda</i>	279
8. METAMORFISMO	283
8.1. Primer metamorfismo regional progrado (M1)	288
8.2. Segundo evento de metamorfismo regional progrado (M2).....	293
8.2.1. UNIDAD INFERIOR	294
8.2.2. UNIDAD INTERMEDIA.....	296
8.2.3. UNIDAD SUPERIOR.....	300
8.3. Metamorfismo regional retrogrado (M3)	303
8.4. Metamorfismo térmico (MT)	304
8.5. Análisis temporal y correlación regional de los eventos metamórficos	307
9. ZIRCON GEOCHRONOLOGY	319
9.1. Samples and methods	319
9.2. Zircon separation methods.....	322
9.3. Detrital zircons	324
9.3.1. SAMPLE DESCRIPTION.....	326
9.3.2. SAMPLE PREPARATION FOR LA-ICP-MS	328
9.3.3. LA-ICP-MS ANALYSIS.....	329
9.3.4. BACKSCATTERING SEM IMAGES	330
9.3.5. RESULTS	335
9.4. Early Palaeozoic igneous zircons.....	340
9.4.1. SAMPLE DESCRIPTION.....	341
9.4.2. RESULTS	342
9.5. Conclusions	344
10. FINAL CONCLUSIONS AND GEOLOGICAL EVOLUTION	349
10.1. Conclusions	349
10.1.1. STRATIGRAPHY	349
<i>Autochthonous Unit</i>	350
<i>Schistose Domain of Galicia – Trás-os-Montes</i>	351
10.1.2. STRUCTURE.....	353
10.1.3. METAMORPHISM	355
10.2. Geological evolution	356
10.2.1. PRE-OROGENIC STAGE.....	356
10.2.2. VARISCAN OROGENIC STAGE	360
BIBLIOGRAFÍA	367
ANEXO	391