

**Serie / NOVA TERRA**

**Litoestratigrafia do Paleozóico  
do Sector a Nordeste de Bragança  
(Trás-os-Montes)**

Carlos Augusto Pinto de Meireles

INSTITUTO UNIVERSITARIO DE GEOLOGÍA “ISIDRO PARGA PONDAL”

A Coruña 2013

ISSN: 1131-3503  
ISBN: 978-84-9749-542-4  
Depósito Legal: C 147-2013  
Imprime: Tórculo  
A Coruña, 2013-01-28

Ilustración de cubierta: Estructura de lavas almohadilladas en el basalto de la Ponte de Cidões (Vinhais, Bragança, Portugal). (el mango de la maza mide 1m de largo).

Maquetación: Carlos Augusto Pinto de Meireles y Tórculo ediciones

Portada: Juan Ramón Vidal Romaní. fotografía Carlos Augusto Pinto de Meireles

Catalogación Virginia Gorosquieta Azqueta

Revisión ortográfica y tipográfica: Ana Martelli Emancipato

#### FICHA DE CATALOGACIÓN

MEIRELES, Carlos Augusto Pinto de

Litoestratigrafia do Paleozóico do Sector a Nordeste de Bragança (Trás-os-Montes)/Carlos Augusto Pinto de Meireles; [editor científico: Juan Ramón Vidal Romaní]. A Coruña: Universidad da Coruña, Instituto Universitario de Xeoloxía “Isidro Parga Pondal”, 2013

471 pp ; 24 cm; 147 fig ; foto color; Mapa en sobre adjunto; Anexos.(Serie Nova Terra ; 42)

Tesis Doctoral de la Universidade do Porto. Bibliografía: 451-471 pp. Incluye índice. En portugués, con resumen en portugués, francés e inglés

ISBN: 978-84-9749-542-4 D.L.: C 147-2013

ISSN: 1131-3503

1. Sinfoforme de Alcañices-(Ordovíco-Devónico)-Bragança-Trás-os-Montes-Portugal 2. Sucesión autóctona-(Ordovícico Inferior)-Bragança-Trás-os-Montes-Portugal 3. Sucesión parautóctona-(Devónico Medio y Superior)-Bragança-Trás-os-Montes-Portugal. 5. Metavulcanitas de arco insular subalcalinas y alcalinas-Bragança-Trás-os-Montes-Portugal 6. Europa

I. Vidal Romaní, Juan Ramón , ed. II. Universidad da Coruña, Instituto Universitario de Xeoloxía “Isidro Parga Pondal”, ed. III. Tit. IV. (Serie : Nova Terra ; 42).

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



## RESUMO

A região abrangida por este estudo situa-se geologicamente no limite entre a Zona Centro Ibérica e a Zona Galiza Trás-os-Montes do Maciço Ibérico, sendo a continuação, para o território português, da estrutura sinforme de Alcañices. Esta região é constituída fundamentalmente por metassedimentos e metavulcanitos paleozóicos, de idade no intervalo Ordovícico – Devónico.

A cartografia geológica, complementada pela investigação litoestratigráfica, litogeoquímica e estrutural permitiu a definição formal de várias unidades litoestratigráficas, quer na sequência autóctone, quer na parautóctone, segundo os critérios propostos no Guia Estratigráfico Internacional.

Quanto à sequência autóctone, é feita a proposta formal de uma nova formação do Ordovícico Inferior (Formação Angueira), de natureza gresopelítica, subdividida em dois membros: um inferior, Membro Constantim, onde predominam arenitos e quartzitos finos e outro superior, Membro Cicouro, predominantemente constituído por pelitos. Relativamente ao Sistema Silúrico é feita, pela primeira vez, no nordeste transmontano, a proposta formal para as unidades silúricas autóctones, com uma formação (Formação Campanhó), essencialmente pelítica, de idade no intervalo Llandovery - Pridoli. É subdividida em três novos membros: inferior, Membro Ribeira de Silos, constituído por liditos e xistas carbonosos; intermédio, Membro Quintanilha, com calcários negros e xistas ampelitosos; superior, Membro Fraga dos Corvos, sequência monótona de gresoxistos cinzentos.

Relativamente às unidades tectonicamente deslocadas, pelos critérios estruturais é feita agora a distinção de um subautóctone relativamente ao autóctone. Embora de fácies semelhantes, com predomínio de ampelitos carbonosos, a complexidade tectónica não permite estabelecer uma sequência estratigráfica. Este subautóctone compreende duas unidades tectonoestratigráficas: Unidade Rio Sabor e Unidade Coroto.

Quanto às unidades do parautóctone inferior, são apresentadas pela primeira vez, propostas com carácter formal das diversas unidades cartografadas. Constata-se, da cartografia agora apresentada, que há duas situações estruturais distintas, dentro deste parautóctone inferior, ambas compatíveis com um modelo de bacia sedimentar sinorogénica (1) um mais externo, Domínio Estrutural da Lombada, onde predomina uma forte imbricação tectónica das escamas de carreamento. Trata-se de uma complexa sequência parautóctone, com forte imbricação tectónica e repetição de unidades induzindo uma espessa coluna de metassedimentos; (2) o mais interno, Domínio Estrutural de Vale de Prados, onde predominam as dobras deitadas ou vergentes para norte.

Pela presente proposta estes dois subdomínios estruturais são constituídos pelas mesmas unidades litoestratigráficas: (1) Formação Rio de Onor, essencialmente greso-pelítica; (2) Formação Valvão, essencialmente gresosa (quartzitos); 3) Formação Soutelo, essencialmente vulcânico-sedimentar, e (4) Formação Gimonde, greso-pelítica. As três primeiras formações serão essencialmente de idade Silúrico a Devónico Médio (?), enquanto a quarta reporta-se ao flysch sinorogénico do Devónico Médio – Superior.

Pelos dados de campo constata-se a semelhança de fácies e de litologias entre esta sequência parautóctone e os metassedimentos e metavulcanitos do bordo sudoeste envolventes do maciço alóctone de Bragança, e tradicionalmente atribuídos ao alóctone inferior. A litogeoquímica, quer das unidades consideradas parautóctones, quer destas unidades alóctones, revela que, quer os metassedimentos, quer as metavulcânicas dos dois sectores estudados, possuem a mesma assinatura química o que significa que sejam as mesmas unidades. Tal constatação levou agora à apresentação de uma nova proposta

para a sequência litoestratigráfica deste sector da ZGTM. Independentemente do domínio estrutural (parautóctone inferior e alóctone inferior), está-se sempre em presença das mesmas unidades litoestratigráficas. A nova proposta faz prevalecer a abordagem litoestratigráfica sobre a estrutural.

Os dados preliminares sobre o vulcanismo apontam para dois episódios vulcânicos de quimismo distinto: uma sequência subalcalina e um episódio alcalino. A sequência subalcalina (toleiítica a calco-alcalina) apresenta uma linha evolutiva unimodal de basaltos – andesitos – dacitos – riadacitos e riolitos. Compreende corpos ígneos subvulcânicos e piroclastitos. Os dados geoquímicos sugerem um contexto geológico de uma suite magmática toleiítica a calco-alcalina e eventualmente shoshonítica de arco insular. A presença de andesitos, pela primeira vez detectada nesta região, espacialmente associados à *mélange* tectónica da Mofreita, vem reforçar o facto desta *mélange* corresponder a uma zona de subducção, actualmente desenraizada e englobada nas diversas escamas de carreamento da ZGTM, resultantes da colisão continental varisca. A série alcalina é revelada pela presença de traquitos e estará relacionada com episódios extensionais posteriores.

Finalmente, tecem-se comparações e assinalam-se as diferenças litológicas com outros sectores da ZGTM. Procura-se demonstrar que só com cartografia detalhada acompanhada por uma amostragem litogegeoquímica sistemática se estará em melhores condições para efectuar as reconstituições paleogeográficas e os diversos contextos geotectónicos das unidades tectonoestratigráficas da ZGTM.

## RESUMEN

La región comprendida en este estudio se sitúa, desde el punto de vista geológico, en el límite entre las Zonas Centroibérica y Galicia-Tras-os-Montes del Macizo Ibérico, constituyendo esencialmente la prolongación del sinform de Alcañices en territorio portugués. En el sector de trabajo afloran fundamentalmente metasedimentos y metavulcanitas paleozoicas, cuyas edades abarcan desde el Ordovícico hasta el Devónico.

La cartografía geológica, complementada con investigaciones litoestratigráficas, litogegeoquímicas y estructurales, nos permite proponer la distinción de diversas unidades litoestratigráficas nuevas, tanto en la sucesión autóctona como en la alóctona, cuya definición formal se aborda con arreglo a los requerimientos de la Guía Estratigráfica Internacional.

Dentro de la sucesión autóctona, la nueva Formación Angueira (Ordovícico Inferior) es de naturaleza lutítica y cuarcítica. Aparece integrada por dos miembros: uno inferior Mb. Constantim, con predominio cuarcítico y otro superior, Mb. Cicouro, de carácter lutítico. Por vez primera se presenta una secuencia tipo del Silúrico del noreste transmontano, integrado por diversas unidades autóctonas, entre las cuales se define formalmente la Formación Campanhó de naturaleza pelítica abarcando edades desde el Llandover hasta el Pridoli, integrada por tres miembros nuevos: uno inferior, Ribeira de Silos con lítitas e pelitas carbonosas; miembro medio, Quintanilha con calcáreos negros y ampelitas, y Fraga dos Corvos, el miembro superior, fundamentalmente pizarras grises, monótonas.

El estudio estructural ha permitido diferenciar una sucesión silúrica subautóctono con relación a la secuencia autóctona. Ambas porciones presentan facies semejantes, ampelíticas carbonosas, pero la gran complejidad tectónica impide establecer una secuencialidad estratigráfica clara. Dentro de este Silúrico hemos diferenciado dos unidades tectonoestratigráficas: Unidade Rio Sabor y la Unidad Coroto.

Entre las unidades cartográficas reconocidas dentro de la sucesión parautóctona, se definen por vez primera las nuevas formaciones Rio de Onor (con predominio pelítico-arenoso), alvão (areniscosa a cuarcítica), Soutelo (de neto componente vulcanosedimentario) y Gimonde (arenoso-pelítica). Las tres primeras formaciones abarcarían el rango Silúrico-Devónico Medio (?), mientras que la cuarta se compara con un flysch sinorogénico del Devónico Medio y Superior.

Los afloramientos de las unidades del parautóctono inferior se distribuyen en dos dominios estructurales aquí reconocidos, ambos compatibles con un modelo de la cuenca sedimentaria sinorogénica: el mas externo, lo Dominio Estructural de la Lombada, compone una secuencia parautóctona compleja, con fuerte imbricación tectónica y múltiples escamas de cabalgamiento, que generan un gran espesor de metasedimentos por amplia repetición de unidades; por su parte, el dominio mas interno, lo Dominio Estructural de Vale de Prados, se diferencia por el predominio de pliegues acostados o vergentes hacia el norte.

El conjunto de datos de campo revela la gran semejanza de facies existente entre la sucesión parautóctona del sector estudiado, con respecto a los metasedimentos y metavulcanitas del suroeste, aflorantes en torno al macizo alóctono de Bragança, que es atribuido al alóctone inferior. Así parece constatarse también por los datos litogegeoquímicos derivados tanto de los metasedimentos como de las metavulcanitas encuadrados en las unidades alóctonas y parautóctonas, que presentan una signatura química compatible con que se trate de las mismas unidades. Esta posible identidad común nos lleva a aportar una nueva visión de la sucesión de este sector de la ZGTM, donde a la hora de diferenciar unidades, debería prevalecer un criterio litoestratigráfico sobre el estructural, dado que desde el punto de vista estratigráfico las unidades son las mismas en los distintos dominios estructurales parautóctono y alóctono.

Los estudios preliminares sobre el vulcanismo apuntan la existencia de dos episodios de quimismo distinto: por un lado una secuencia subalcalina y, por otro, un episodio alcalino. La secuencia subalcalina (toleíitica a calco-alcalina) representa una línea evolutiva unimodal de basaltos-andesitas-dacitas-riodacitas y riolitas, manifestada por cuerpos ígneos subvulcánicos y tobas. El contexto geológico que sugieren los datos geoquímicos es el de una “suite” magmática toleíitica a calco-alcalina, eventualmente shoshonítica, de arco insular. En la región estudiada se determina por vez primera la existencia de andesitas, asociadas espacialmente a la *mélange* tectónica de la Mofreita. Ello viene a reforzar el hecho de que esta *mélange* pueda vincularse con una zona de subducción obliterada por las diversas escamas de cabalgamiento reconocidas en la ZGTM, resultantes da colisión continental varisca. La serie alcalina se manifiesta en la presencia de traquitas, relacionada con episodios extensionales posteriores.

Finalmente, se abordan correlaciones de la región estudiada frente a otros sectores de la ZGTM, apreciándose ciertas singularidades. Los resultados obtenidos muestran que la cartografía de detalle, acompañada de un muestreo litogegeoquímico abordado sistemáticamente, es un buen método sobre el que fundamentar las reconstrucciones paleogeográficas y de los diversos contextos geotectónicos relativos a las complejas unidades tectonoestratigráficas que componen la ZGTM.

## RESUMÉ

La région étudiée est géologiquement sur la frontière entre la Zone Centre Ibérique et la Zone Galiza - Trás-os-Montes du Maciço Iberique, étant la suite, pour le territoire portugais, de la structure siniforme d'Alcañices. Cette région est constituée

fondamentalement par metasédiments et metavulcaniques paléozoïques, de l'âge Ordovicien-Dévonien.

La cartographie géologique, complétée par les recherches lithostratigraphiques, lithogéochimiques et structurales, a permis la définition formelle de plusieurs unités lithostratigraphiques, tant pour les séquences autochtones que paraautochtones.

En ce qui concerne l'autochtone, on fait la proposition formelle pour une nouvelle formation de l'Ordovicien (Formation Angueira), gresopelitique, subdivisée en deux membres: l'inférieur, Mb. Constantim, ou predomine les grès et les quartzites fines et le Mb. Cicouro majoritairement composée de pelites. Sur le Système Silurien est d'abord fait, pour la première fois, la proposition formelle pour les unités siluriennes autochtones, avec une formation, Formation de Campanhó, essentiellement composé par des pelites et de l'âge Llandovery-Pridoli. Elle est subdivisée en trois nouveaux membres: l'inférieur, Membre Ribeira de Silos, consistant en schiste carboné et lidiennes; le moyen, Membre Quintanilha, avec des calcaires noirs et des ampelites; le supérieur, Membre Fraga dos Corvos, séquence monotone des schistes greseux, gris.

Par les critères structuraux est faite la distinction entre le subautochtone et l'autochtone proprement dit, bien que avec des faciès semblables (ampélites et des schistes charbonneux) mais où la tectonique ne permet pas établir une séquence stratigraphique. Cela comprend deux unités tectonostratigraphiques: Unité Rio Sabor et Unité Coroto.

Quant au paraautochtone inférieur, pour la première fois est présentée la proposition formelle de différentes unités cartographiées. Par la cartographie maintenant présentée il y a deux situations structurelles distinctes, compatibles avec un modèle de bassin de sédimentation sin-orogénique : (1) un domaine extérieur, le domaine structurel de Lombada, où il y a une forte imbrication tectonique d'écailles de chevauchement. Il s'agit d'une séquence complexe, avec la répétition des unités par la tectonique chevauchante, induisant une épaisse colonne de metasediments; (2) un autre plus interne, le domaine structurel de Vale de Prados, dominé par des plis couchés ou vergences vers le Nord.

Ces deux subdomaines structuraux sont constitués par les mêmes unités lithostratigraphiques: (1) Formation Rio de Onor, essentiellement greso – pelitique ; (2) Formation Valvão, essentiellement gréseuse (quartzites); 3) Formation Soutelo, essentiellement vulcano - sédimentaire et (4) Formation Gimonde, greso – pelitique. Les trois premières formations seront essentiellement de l'âge Silurien au Dévonien Moyen (?), tandis que la quatrième se rapporte aux flysch sinorogénique du Dévonien Moyen – Supérieur.

Dans les metasédiments des environs du massif de Bragança on a constaté qu'il existe des similitudes de faciès entre le paraautochtone à présent étudié et certaines unités considérées comme allochtone inférieur. Les résultats préliminaires de la lithogéochimie dans ces lithologies montrent qu'elles ont le même caractère géochimique ce qui confirme que cela doit correspondre à les mêmes unités. Une telle constatation est maintenant dirigée à la présentation d'une nouvelle proposition pour la séquence lithostratigraphique du paraautochtone de ce secteur de la ZGTM. Indépendamment du domaine structural, on est toujours en présence des mêmes unités lithostratigraphiques. La nouvelle proposition fait prévaloir l'approche lithostratigraphique sur la structurelle. En plus de la similitude des metasédiments, on a également détecté une similitude dans les caractéristiques chimiques des metavulcaniques dans les environs du Massif de Bragança, soit dans le secteur dans cette étude ou sur l'allochtone inférieur.

Les données préliminaires sur le volcanisme ont souligné deux épisodes volcaniques de chimisme distincts: une séquence subalcaline et un épisode alcalin. La

séquence subalcaline (tholeiitique à calco-alcaline) montre une ligne évolutive unimodale de basalte – andésite, dacites – riodacites – et de riolites. Cela englobe des pyroclastiques et des corps ignés subvolcaniques. Les données géochimiques suggèrent un contexte géologique d'une suite magmatique tholeiitique à calco-alcaline et finalement shoshonitique d'arc insulaire. La présence d'andésites, détectés pour la première fois dans cette région, spatialement associés au mélange tectonique de Mofreita, vient renforcer le fait que ce mélange correspond à une zone de subduction, enfermée dans les différentes écailles de chevauchement de la ZGTM résultant de la collision continentale varisque. La série alcaline est révélée par la présence de trachytes et sera liée à des épisodes extensionnels plus tardifs.

Finalement, on fait des comparaisons avec d'autres secteurs de la ZGTM en soulignant les différences lithologiques. Seulement avec une cartographie détaillée accompagnée d'une lithogéochimique d'échantillonnage systématique sera possible de mieux effectuer les reconstitutions paléogéographiques et les divers contextes géotectoniques des différentes unités tectonostratigraphiques de la ZGTM.

## ABSTRACT

The study area is located on the boundary between the Central Iberian and Galiza - Trás-os-Montes Zones, being the continuation to the Portuguese territory of Alcañices synform. This region comprises mainly Palaeozoic metasediments and metavolcanics, Ordovician to Devonian in age. The geological mapping, supported by lithostratigraphic, lithogeochemical and structural data allowed the formal definition of new lithostratigraphic units in both sequences, autochthonous and lower paraautochthonous according with the International Stratigraphical Code.

With regards to the autochthonous sequence, a formal proposal is made for a new Lower Ordovician unit, the Angueira Formation, subdivided into two members: the lower, arenaceous in nature, called Constantim Member; the upper, the Cicouro Member is mainly formed by pelitic rocks. For the first time in Trás-os-Montes a formal proposal is made for a Silurian age formation, the Campanhó Formation. It is composed mainly by phyllites and is ranking from Llandovery – Pridoli ages. This formation is divided into three new Members: the lower, the Ribeira de Silos Member, composed by carbonaceous phyllites and black cherts, overlain by the Quintanilha Member (black limestones and graphitic phyllites) and capped by the Fraga dos Corvos Member, a monotonous slate sequence.

Although similar facies are present, structural criteria were used for the distinction between subautochthon and autochthon, as the strong tectonic imbrications does not allow establishment of a stratigraphical sequence. Two tectonostratigraphic units were defined: Rio Sabor and Coroto.

As to the lower paraautochthonous units a formal proposal is presented for the first time. From the geological mapping now presented there are two distinct structural situations in this lower paraautochthon: (1) a more external zone, the Lombada Structural Domain, where strong thrust imbrications slices predominates producing a tectonic repetition of lithologies and inducing a thick pile of metasediments; (2) an internal zone, Vale de Prados Structural Domain, where recumbent folds with vergence to the north predominate.

By this proposal, these two structural subdomains are constituted by the same lithostratigraphic units: (1) the Rio de Onor Formation, essentially arenaceous – pelitic sequence; (2) the Valvão Formation, essentially quartzites; 3) the Soutelo Formation essentially a volcanic-sedimentary sequence, and (4) the Gimonde Formation composed of a flysch type sequence. The first three formations are essentially lower Silurian to

Middle Devonian (?) in age, while the fourth relates to the synorogenic flysch of Middle to Upper Devonian age.

In the surrounding units of the Bragança allochthonous massif, similarities are now noticed between some of the lower allochthonous units (volcanic-sedimentary complex and quartzphylite formation) and the lower parautachthon units (Soutelo and Rio de Onor Formations, respectively). It was confirmed that these units have the same geochemical signature confirming that they correspond to the same units. Such evidence has now led to the presentation of a new proposal for the parautachthonous lithostratigraphic sequence of ZGTM in this sector. Regardless of the structural domain (lower parautachthon and lower allochthon), the lithostratigraphic sequence is always the same. The new proposal does prevail in the lithostratigraphic approach instead of the structural one.

There are two distinct volcanic episodes: a subalkaline and an alkaline episode. The subalkaline sequence (tholeiitic - calc-alkaline) shows a unimodal evolutionary line from, basalt – andesite – dacite – ryodacite – and rhyolite and includes subvolcanic and pyroclastics bodies. The geochemical data suggest a geological context of a tholeiitic to calc-alkaline magma suite and eventually shoshonitic in an island arc. The presence of andesite, detected for the first in this region, spatially associated with the Mofreita tectonic mélange, reinforces the fact that this mélange corresponds to a subduction zone, enclosed in the various ZGTM thrust nappes resulting from Variscan continental collisions. The alkaline series is revealed by the presence trachytes, probably connected to an extension in a back-arc basin eventually related to this subduction.

Finally, comparisons are made with other sectors of ZGTM, pointing out the lithological differences. This research demonstrates that only with detailed mapping and systematic lithogeochemical sampling can one carry out the paleogeographic reconstructions for the diversity of geotectonic situations presented in ZGTM.

**Índice Geral**

|   |     |
|---|-----|
| Resumo  |     |
| Resumen   |     |
| Resumé  |     |
| Abstract  |     |
| Índice de Figuras .....   | IV  |
| Índice de Quadros .....   | X   |
| Índice de Tabelas .....   | XI  |
| Índice de Estampas .....  | XI  |
| Lista de Abreviaturas.....  | XVI |
| 1. Introdução.....  | 1   |
| 1.1. Objectivos do presente trabalho .....  | 1   |
| 1.2. Metodologia e estrutura do trabalho .....  | 2   |
| 1.3. Síntese dos trabalhos anteriores.....  | 5   |
| 1.4. Situação geográfica .....  | 9   |
| 1.5. Enquadramento geomorfológico peninsular.....   | 10  |
| 1.5.1. Enquadramento da área em estudo no contexto geomorfológico de Trás-os-Montes.....                | 12  |
| 1.6. O orógeno varisco europeu e o Maciço Ibérico .....   | 18  |
| 1.7. As grandes unidades geológicas do Maciço Ibérico .....   | 21  |
| 1.7.1. Terrenos tectonoestratigráficos.....   | 27  |
| 1.8. Enquadramento geológico da área de estudo.....   | 30  |
| 1.8.1. Zona Centro Ibérica.....   | 30  |
| 1.8.2. Zona Galiza - Trás-os-Montes .....   | 36  |
| 1.8.2.1. Complexo Parautóctone com afinidades com a ZCI.....  | 39  |
| 1.8.2.2. Complexo Alóctone Inferior.....  | 40  |
| 1.8.2.3. Complexo Alóctone Intermédio ou Complexo Alóctone Ofiolítico.....                              | 44  |
| 1.8.2.4. Complexo Alóctone Superior.....  | 45  |
| 2. Caracterização Litoestratigráfica .....  | 59  |
| 2.1. Metodologia e Conceitos.....   | 59  |
| 2.2. Geologia Regional. Nota introdutória.....  | 67  |
| 2.3. Enquadramento estratigráfico regional de Trás-os-Montes. Sequência ante-ordovicica.....            | 70  |
| 2.4. Ordovicico .....   | 72  |
| 2.4.1. Flanco norte da sinforma de Alcanices. Sectores de Guadramil e França .....                      | 73  |
| 2.4.1.1. Formação Marão (Grupo Quartzítico de Trás-os-Montes) .....                                     | 73  |
| 2.4.1.1.1. Membro Ermida.....   | 74  |
| 2.4.1.1.2. Membro Malhada .....   | 76  |
| 2.4.1.1.3. Membro Fragas da Ermida .....  | 78  |
| 2.4.1.2. Formação Moncorvo .....  | 78  |
| 2.4.1.3. Formação Maceiras .....  | 80  |
| 2.4.1.4. Formação Guadramil .....   | 82  |
| 2.4.2. Flanco sul da sinforma de Alcanices: anticlinal Vivero – Ifanes .....                            | 83  |
| 2.4.2.1. Formação Olho de Sapo .....  | 86  |
| 2.4.2.2. Formação Angueira .....  | 87  |
| 2.4.2.2.1. Membro Constantim .....  | 88  |
| 2.4.2.2.2. Membro Cicouro .....   | 89  |
| 2.4.2.3. Formação Marão.....  | 90  |
| 2.4.2.4. Formação Moncorvo .....  | 90  |
| 2.4.2.5. Formação Chão do Amieiral .....  | 91  |
| 2.4.2.6. Formação Guadramil .....   | 91  |
| 2.5. Correlações litoestratigráficas do Ordovicico da Zona Centro Ibérica.....                          | 91  |
| 2.5.1. Trás-os-Montes Setentrional (Antiforma do Olho de Sapo).....                                     | 91  |
| 2.5.2. Trás-os-Montes Meridional .....  | 105 |
| 2.5.3. Zona Centro Ibérica Meridional .....   | 109 |
| 2.6. Discussão das correlações estratigráficas e considerações paleogeográficas sobre o Ordovicico..... | 117 |
| 2.7. O contacto Ordovicico – Silúrico .....   | 129 |
| 2.8. Silúrico autóctone / subautóctone .....  | 131 |
| 2.8.1. Autóctone .....  | 133 |
| 2.8.1.1. Formação Campanhó .....  | 133 |

---

|   |     |
|---|-----|
| 2.8.1.1.1. Membro Ribeira de Silos .....  | 135 |
| 2.8.1.1.2. Membro Quintanilha .....   | 136 |
| 2.8.1.1.3. Membro Fraga dos Corvos .....  | 137 |
| 2.8.2. Unidades subautóctones .....   | 137 |
| 2.8.2.1. Unidade Rio Sabor .....  | 137 |
| 2.8.2.2. Unidade Coroto .....   | 138 |
| 2.9. Correlações das unidades autóctones – subautóctones silúricas da ZCI.....  | 141 |
| 2.10. Unidades paraautóctones .....   | 150 |
| 2.10.1. Considerações prévias .....   | 150 |
| 2.10.2. Justificativo de uma nova proposta litoestratigráfica para o paraautóctone .....                                    | 155 |
| 2.10.3. Descrição das novas unidades litoestratigráficas .....  | 157 |
| 2.10.3.1. Formação Rio de Onor .....  | 157 |
| 2.10.3.1.1. Membro França .....   | 159 |
| 2.10.3.1.2. Membro Igrejas .....  | 161 |
| 2.10.3.1.3. Membro Vale Andrês .....  | 163 |
| 2.10.3.2. Formação Valvão.....  | 164 |
| 2.10.3.3. Formação Soutelo .....  | 166 |
| 2.10.4. Síntese dos dados paleontológicos das unidades paraautóctones .....   | 169 |
| 2.10.5. O contacto Silúrico – Devónico.....   | 179 |
| 2.10.6. Devónico .....  | 179 |
| 2.10.6.1. Formação Gimonde .....  | 179 |
| 2.10.7. Evidências cartográficas de episódios sin – sedimentares. Origem dos conglomerados e dos olistostromas.....         | 181 |
| 2.10.8. A “mélange” da Mofreita – Cova da Lua .....   | 183 |
| 2.11. Correlações regionais das sequências paraautóctones .....   | 184 |
| 2.11.1. Sector setentrional da ZGTM (Verin – Espinhosela – Alcañices).....  | 185 |
| 2.11.1.1. Espinhosela .....   | 185 |
| 2.11.1.2. Alcañices .....   | 188 |
| 2.11.1.3. Verin .....   | 192 |
| 2.11.2. Sector meridional da ZGTM (Cabeceiras de Basto – V. Pouca de Aguiar – Murça - Mogadouro). ..                        | 194 |
| 2.11.2.1. Murça – Mirandela .....   | 194 |
| 2.11.2.1.1. Unidade de Monfribres – Abreiro .....   | 194 |
| 2.11.2.1.2. Unidade do Ferrado .....  | 194 |
| 2.11.2.1.3. Unidade de Curros .....   | 195 |
| 2.11.2.2. Vila Pouca de Aguiar .....  | 196 |
| 2.11.2.3. Alfandega da Fé – Mogadouro .....   | 198 |
| 2.11.2.4. Cabeceiras de Basto .....   | 199 |
| 2.11.2.5. Entre-Douro-e-Minho .....   | 200 |
| 2.11.3. Principais conclusões .....   | 201 |
| 3. Caracterização Litogeоquímica .....  | 249 |
| 3.1. Introdução .....   | 249 |
| 3.2. Critérios para a selecção das amostras .....   | 249 |
| 3.3. Apresentação dos dados .....   | 250 |
| 3.4. Unidades paraautóctones .....  | 252 |
| 3.4.1. Formações Rio de Onor e Soutelo. Caracterização petrográfica .....   | 252 |
| 3.4.2. Formação Gimonde. Caracterização petrográfica .....  | 254 |
| 3.4.3. Classificação química .....  | 256 |
| 3.4.4. Caracterização química .....   | 257 |
| 3.4.4.1. Elementos maiores .....  | 257 |
| 3.4.4.2. Elementos menores e Terras Raras .....   | 275 |
| 3.4.6. Ambiente geotectónico .....  | 281 |
| 3.5. Conclusões. Correlação com outros estudos litogeоquímicos da ZGTM .....  | 288 |
| 3.6. Metavulcanitos. Considerações prévias .....  | 289 |
| 3.6.1. Descrição dos metavulcanitos da Formação Soutelo (Sector de Espinhosela) .....                                       | 291 |
| 3.6.1.1. Metavulcanitos básicos .....   | 292 |
| 3.6.1.2. Metavulcanitos intermédios .....   | 293 |
| 3.6.1.3. Metavulcanitos ácidos .....  | 294 |
| 3.6.1.4. Rochas vulcanoclásticas .....  | 297 |
| 3.6.2. Formação Soutelo (Sector Vinhais – Edrosa – Failde). Metavulcanitos do alóctone inferior do Maciço de Bragança ..... | 300 |

---

|  |        |
|--|--------|
| 3.6.2.1. Metavulcanitos básicos.....   | 300    |
| 3.6.3. Caracterização litogeoquímica dos metavulcanitos do sector de Espinhosela e Edrosa.....         | 304    |
| 3.7. Comparação com outros sectores. Conclusões.....   | 326    |
| 4. Evolução tectono-metamórfica.....   | 365    |
| 4.1. Introdução.....   | 365    |
| 4.2. Deformações pré-variscas .....  | 367    |
| 4.3. Orogenia varisca.....   | 369    |
| 4.3.1. Autóctone da Zona Centro Ibérica.....   | 371    |
| 4.3.2. Zona Galiza – Trás-os-Montes. Complexo de mantos paraautóctones.....                            | 374    |
| 4.3.2.1. Domínio da Lombada.....   | 375    |
| 4.3.2.2. Domínio de Vale de Prados .....   | 376    |
| 4.4. Relações entre tectónica, magmatismo e metamorfismo .....   | 376    |
| 4.4.1. Maciço de Moimenta.....   | 377    |
| 4.4.2. Granito de Montesinho .....   | 378    |
| 4.4.3. Granito da Costa Grande .....   | 379    |
| 4.4.4. Maciço de Ifanes.....   | 380    |
| 4.4.5. Filões básicos .....  | 380    |
| 4.4.6. Metamorfismo regional varisco .....   | 383    |
| 5. Recursos minerais e implicações metalogénicas .....   | 405    |
| 5.1. Introdução.....   | 405    |
| 5.2. Inventariação dos recursos minerais da região .....   | 407    |
| 5.2.1. Jazigos sedimentares (ferro) .....  | 409    |
| 5.2.2. Jazigos vulcão – sedimentares .....   | 410    |
| 5.2.3. Filões hidrotermais .....   | 413    |
| 5.2.4. Ocorrências metassomáticas .....  | 419    |
| 5.2.5. "Placers" .....   | 419    |
| 5.3. Metalogenia regional. Ensaio de aplicação.....  | 420    |
| 5.4. Depósitos minerais e o ordenamento do território.....   | 424    |
| 6. Conclusões .....  | 443    |
| 6.1. Introdução.....   | 443    |
| 6.2. Litoestratigrafia .....   | 444    |
| 6.3. Litogeoquímica .....  | 446    |
| 6.4. Implicações para o entendimento da instalação e origem dos mantos paraautóctones e alóctones..... | 449    |
| 6.5. Trabalhos futuros.....  | 450    |
| Referências bibliográficas .....   | 451    |
| Anexos.....  | I      |
| Anexo I – Mapa Geológico do Sector Nordeste de Bragança .....  | III    |
| Anexo II – Tabelas de cores das unidades litoestratigráficas .....                                     | V      |
| Anexo III – Diagramas Sedimentares.....  | XI     |
| Anexo IV – Análises químicas de rocha. Resultados analíticos .....                                     | XVIII  |
| Anexo V – Tabelas de valores normalizados .....  | XXXIII |