



**Maria Madalena  
Martins Patrício**

**HISTÓRIA GEOLÓGICA DO SINCLINAL DO BUÇACO.  
APLICAÇÃO DIDÁCTICA.**



**Maria Madalena  
Martins Patrício**

**HISTÓRIA GEOLÓGICA DO SINCLINAL DO BUÇACO.  
APLICAÇÃO DIDÁCTICA.**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ensino de Geologia e Biologia, realizada sob a orientação científica da **Doutora Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida Azevedo** e da **Doutora Beatriz Valle Aguado**, Professoras Auxiliares do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro.

O júri

presidente

Professor Doutor **António Augusto Soares de Andrade**,  
Professor Associado da Universidade de Aveiro.

Professora Doutora **Beatriz Valle Aguado**,  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro.

Professora Doutora **Maria do Rosário Mascarenhas de Almeida  
Azevedo**,  
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro.

Professor Doutor **Carlos Jorge Madeira Cocke**,  
Professor Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.

## Agradecimentos

A realização deste trabalho não teria sido possível sem o incentivo e a colaboração de muitas pessoas amigas, que estiveram mais ou menos presentes e a quem desejo agradecer.

À Professora Doutora Maria do Rosário Azevedo e à Professora Doutora Beatriz Valle Aguado agradeço os ensinamentos partilhados, o empenho e a dedicação, a disponibilidade incondicional e as palavras de incentivo que possibilitaram a conclusão desta longa tarefa.

Ao Doutor António Duarte Sequeira, do Instituto Geológico Mineiro, agradeço a partilha desinteressada dos seus saberes, o entusiasmo na troca de ideias e na procura de certezas manifestado nas saídas de campo em que participou e que proporcionou.

Ao Professor Doutor Jorge Medina, do Departamento de Geociências da Universidade de Aveiro, agradeço a colaboração e os esclarecimentos prestados ao longo do trabalho de campo efectuado.

Ao Engenheiro Luís Galiza, da UNAVE Universidade de Aveiro, agradeço a ajuda imprescindível na digitalização das cartas geológicas sem a qual esse trabalho não teria sido concluído com a qualidade apresentada. Agradeço ainda a disponibilidade no esclarecimento de dúvidas relativas ao processamento de texto e as palavras de incentivo que tornaram os momentos passados em frente ao computador menos dolorosos.

À Regina agradeço a troca de ideias e as sugestões apresentadas, a ajuda em algumas saídas de campo e a amizade traduzida numa presença constante e na partilha de momentos de riso e de choro, de ânimo e de desânimo e que me permitiram chegar ao fim desta aventura por “terras da Geologia”.

À Celestina agradeço a companhia nas saídas de campo, as sugestões e críticas objectivas, a colaboração no processamento e revisão do texto e, sobretudo, a amizade sempre presente.

A todos os amigos e colegas, agradeço as palavras de encorajamento que me ajudaram a persistir nesta tarefa.

À família mais próxima, agradeço a compreensão pelos momentos de ausência em que trabalhava, as palavras de incentivo e a partilha de todas as alegrias e tristezas.

Saliento, a colaboração da minha Mãe na revisão literária de todo o texto e a companhia do meu Pai nas muitas saídas de campo em que andávamos “perdidos” por entre vales e montes.

Aos meus alunos que sem o saberem sempre me ajudaram.

Por último, dedico este trabalho à Maria e à Catarina que, com a sua amizade e carinho, sempre estiveram comigo.

## Resumo

A região do Buçaco situa-se na província da Beira Litoral, no centro de Portugal e é constituída por uma sequência de rochas de idade ordovícica e silúrica definindo uma estrutura em sinclinal. Esta estrutura, referida na literatura como o Sinclinal do Buçaco, integra-se numa das grandes unidades geotectónicas em que foi dividido o Maciço Hespérico (a Zona Centro-Ibérica) e resulta da actuação da primeira fase de deformação Hercínica. Posteriormente, o sinclinal foi afectado por dois sistemas de falhas, verificando-se que a sequência estratigráfica do flanco ocidental é mais incompleta e conturbada que a do flanco oriental e, em certos locais, ocorre mesmo uma inversão da série. Embora as rochas da sucessão Ordovícico-Silúrica da região do Buçaco evidenciem uma deformação interna heterogénea não muito intensa e um metamorfismo de grau baixo a muito baixo que não ultrapassa a fácies dos xistos verdes (zona da clorite) verifica-se que a deformação e o metamorfismo hercínicos não ocultaram completamente os fabricos sedimentares originais.

Do ponto de vista estratigráfico, o aspecto mais distintivo da série ordovícica é o carácter discordante e transgressivo do Ordovícico Inferior (Tremadociano-Arenigiano) sobre o seu substracto (Complexo Xisto-Grauváquico). Segue-se um Ordovícico Médio representado por sedimentos predominantemente pelíticos com passagens a arenitos tempestíticos de idade Lanvirniano-Landeiliano. A litologia do Ordovícico Superior é menos uniforme incluindo unidades pelíticas e areníticas do Caradociano às quais se podem sobrepor, localmente, calcários (Ashgiliano Inferior), sequências vulcano-sedimentares, depósitos glaciomarinhos (provavelmente do Hirnantiano) ou directamente rochas silúricas.

A deposição de grande parte da série ordovícica parece ter ocorrido numa extensa plataforma marinha siliciclástica com predomínio de condições submareais e fortemente influenciada por ondas, correntes e tempestades. No topo do Ashgiliano, as fácies de plataforma estável dão lugar a sedimentos glaciogénicos relacionados com a glaciação do final do Ordovícico.

O Silúrico Inferior (Venloquiano-Ludloviano) caracteriza-se pela presença de xistos negros com formas pelágicas e epipelágicas, revelando condições de deposição predominantemente euxínicas possivelmente induzidas pela deglaciação.

A actividade magmática presente no Sinclinal do Buçaco é datada do Ordovícico Superior manifestando-se pela intrusão de doleritos e por um vulcanismo essencialmente básico ao qual se associam, nalguns pontos, recifes calcários de extensão limitada.

O estudo geológico das formações do Paleozóico Inferior da região do Buçaco serviu de base à planificação de uma Actividade Prática de Campo para alunos do Ensino Secundário estruturada de acordo com o modelo sugerido por Orion segundo a perspectiva construtivista da aprendizagem. Para tal, foi seleccionado um corte geológico na zona sul do Sinclinal do Buçaco, nas proximidades das localidades de Serpins e de Vila Nova do Ceira, onde se poderão desenvolver Actividades de Campo com alunos do 12º ano de escolaridade, integradas nos conteúdos programáticos da disciplina de Geologia.

## Abstract

The Buçaco region is located in Beira Litoral province, in the center of Portugal. It is constituted by a sequence of rocks of Ordovician and Silurian age defining a synclinal structure. This structure, mentioned in literature as Buçaco Synclinal, is part of one of main geotectonic units of the Hesperian Massif (the Central-Iberian Zone) and was produced during the first Hercynian deformation phase. The synclinal was subsequently affected by two fracture systems. In fact, the stratigraphic sequence of the western flank is more incomplete and perturbed than that of the eastern flank and an inversion of the series may be seen, in places. Although the rocks of the Ordovician-Silurian succession of the Buçaco region show heterogeneous internal deformation and low/very low degree metamorphic grade that does not exceed the green schists facies (chlorite zone), the Hercynian deformation and metamorphism have not completely erased the original sedimentary fabrics.

From the stratigraphic point of view, the most distinctive aspect of the Ordovician is the discordant and transgressive character of the Lower Ordovician (Tremadocian – Arenigian). The Middle Ordovician is predominantly represented by pelitic sediments interlayered with tempestitic sandstones of Lanvirnian-Landeilian age. The litology of the Upper Ordovician is less uniform. It includes pelitic and arenitic units of Caradocian age and sparse carbonates horizons, superpose calcareous ( Lower Ashgillian), volcanic-sedimentary sequences and glaciomarine deposits (probably from the Hirnantian).

Most of the Ordovician sediments seems to have been deposited on a large siliciclastic marine platform strongly influenced by waves, streams and storms. In the end of the Ashgillian, the stable platform facies give their place to glaciogenic sediments related with the upper Ordovician glaciation.

The Lower Silurian (Venlocian-Ludlovian) is characterized by the presence of black schists with pelagic and epipelagic forms, revealing euxinic deposition conditions possibly induced by deglaciation.

In the Buçaco Synclinal, the magmatic activity dates from the Upper Ordovician and consists of dolerite dykes, basic volcanic rocks associated, in places, with calcareous reefs of limited extension.

The geological study of the Lower Paleozoic of the Buçaco region was the base to the planning of a Practical Field Activity for 12th grade students. This activity was structured according to the model suggested by Orion and in conformity with the constructivist perspective of learning. A geological cross-section in the south of the Buçaco Synclinal, was selected for this purpose.

## INDICE

	Pág.
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b> .....	1
1 - OBJECTIVOS DO TRABALHO .....	4
2 - METODOLOGIA DE TRABALHO .....	5
3 - ESTRUTURA DA TESE .....	6
<b>CAPÍTULO II – O PALEOZÓICO INFERIOR DO BUÇACO</b> .....	9
1 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO .....	9
1.1 – O MACIÇO HESPÉRICO .....	12
1.2 – A ZONA CENTRO-IBÉRICA (ZCI).....	14
1.2.1 – Estratigrafia .....	14
1.2.2 – Deformação .....	16
1.2.3 – Metamorfismo .....	17
1.2.4 – Actividade Magmática .....	18
2 - O ORDOVÍCIO DO BUÇACO .....	19
2.1 – INTRODUÇÃO .....	19
2.2 – DESCRIÇÃO DE CAMPO .....	21
2.2.1 – Introdução .....	21
2.2.2 – Descrição Geral da Região do Buçaco .....	27
2.2.3 – Ordovício Inferior .....	30
2.2.4 - Ordovício Médio .....	32
2.2.5 – Ordovício Superior .....	48
2.2.6 – Silúrico .....	52
2.2.7 – O Corte do Rio Ceira .....	61
2.3 – CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA .....	69

<b>2.3.1</b> – Ordovícico Inferior .....	69
<b>2.3.2</b> – Ordovícico Médio .....	74
<b>2.3.3</b> – Ordovícico Superior .....	76
<b>2.4</b> – CONCLUSÕES .....	86
<b>CAPÍTULO III - APLICAÇÃO DIDÁTICA</b> .....	89
<b>1</b> - INTRODUÇÃO .....	89
<b>2</b> - UM MODELO DE SAÍDA DE CAMPO DE RAIZ CONSTRUTIVISTA .....	92
<b>3</b> - PROPOSTA DE PLANIFICAÇÃO DE UMA SAÍDA DE CAMPO: O Paleozóico Inferior do Sinclinal do Buçaco. ....	96
<b>3.1</b> – INTRODUÇÃO .....	96
<b>3.2</b> – UNIDADE DE PREPARAÇÃO.....	98
<b>3.3</b> – A SAÍDA DE CAMPO .....	101
<b>3.4</b> – UNIDADE PÓS - SAÍDA DE CAMPO .....	102
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	105
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	109
<b>ANEXOS</b> .....	123
<b>Anexo I</b> - Material de apoio à Saída de Campo exploratória realizada com alunos da disciplina "Terra, Planeta Activo" do Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia. ....	125
<b>Anexo II</b> - Mapa Geológico do Buçaco. ....	145
<b>Anexo III</b> – Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia – 12º ano (DES, 1995). ....	147
<b>Anexo IV</b> – Materiais de apoio à Unidade de Preparação da Saída de Campo integrada na planificação da unidade "Os Grandes Acontecimentos da História da Terra". ....	165
<b>Anexo V</b> – Materiais de apoio à Saída de Campo ao Paleozóico Inferior do Buçaco .....	179
<b>Anexo VI</b> – Materiais de apoio à Unidade Pós-Saída de Campo integrada na planificação da unidade "Os Grandes Acontecimentos da História da Terra". ....	223

## LISTA DAS FIGURAS

	Pág.
<b>Capítulo II</b>	
<b>Fig. 2.1</b> - Grandes unidades tectónicas da Europa de acordo com Stille. ....	10
<b>Fig. 2.2</b> - Unidades morfoestruturais da Península Ibérica. ....	12
<b>Fig. 2.3</b> - Zonas do Maciço Hercínico Ibérico segundo: a) Lotze (1945); b) Julivert <i>et al.</i> (1974). ..	13
<b>Fig. 2.4</b> - Evolução estrutural da Zona Centro-Ibérica durante o ciclo Varisco. ....	17
<b>Fig. 2.5</b> – Mapa de campo da região de Cávemes / Galhano. ....	23
<b>Fig. 2.6</b> – Mapa de campo da região do Rio Ceira. ....	25
<b>Fig. 2.7</b> – Mapa Geológico Simplificado da região do Buçaco. ....	28
<b>Fig. 2.8</b> – Unidades tectono-estratigráficas da região do Buçaco. ....	29
<b>Fig. 2.9</b> – <i>Scolithus</i> no Quartzito Armoricano. ....	33
<b>Fig. 2.10</b> – <i>Cruziana</i> no Quartzito Armoricano. ....	35
<b>Fig. 2.11</b> – Marcas de ondulação (“Ripple-marks”) no Quartzito Armoricano. ....	37
<b>Fig. 2.12</b> – Alternância de níveis quartzíticos e pelíticos em amostras do topo da Fm. do Quartzito Armoricano. ....	37
<b>Fig. 2.13</b> - Possível “mega-ripple” em quartzito do topo da Fm. do Quartzito Armoricano. ....	39
<b>Fig. 2.14</b> –Unidades litoestratigráficas no Ordovícico Médio do Buçaco e litologias dominantes. ..	40
<b>Fig. 2.15</b> – Nódulos na Fm. Brejo Fundeiro. ....	43
<b>Fig. 2.16</b> – Laminação do tipo “Hummocky Cross-Stratification” nos arenitos da Fm. Monte Sombadeira. ....	45
<b>Fig. 2.17</b> – Pelitos da Fm. Carregueira.....	47
<b>Fig. 2.18</b> –Unidades litoestratigráficas no Ordovícico Superior do Buçaco e litologias dominantes.	49
<b>Fig. 2.19</b> – Laminação do tipo “Hummocky Cross-Stratification” nos arenitos da Fm. Louredo. ...	53
<b>Fig. 2.20</b> – Superfície erosiva que marca a base da Fm. Ribeira Cimeira. ....	55
<b>Fig. 2.21</b> – Finos leitões de arenitos intercalados entre os pelitos (xistos) da Fm. de Sazes. ....	57
<b>Fig. 2.22</b> – Nódulos nos pelitos (xistos) da Fm. de Sazes. ....	59
<b>Fig. 2.23</b> – Unidades litoestratigráficas no Paleozóico do Sinclinal do Buçaco e litologias dominantes. ....	60

<b>Fig. 2.24</b> – Coluna estratigráfica do topo da Fm. Quartzito Armoricano no corte do Rio Ceira. ....	62
<b>Fig. 2.25</b> – Coluna estratigráfica da Fm. Monte Sombadeira no corte do Rio Ceira. ....	64
<b>Fig. 2.26</b> – Coluna estratigráfica das formações Cabril e Carregueira no corte do Rio Ceira. ....	65
<b>Fig. 2.27</b> – Coluna estratigráfica da Fm. Louredo no corte do Rio Ceira. ....	66
<b>Fig. 2.28</b> – Coluna estratigráfica das formações Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalho no corte do Rio Ceira. ....	67
<b>Fig. 2.29</b> – Coluna estratigráfica resumo da sequência paleozóica inferior no corte do Rio Ceira. ..	68
<b>Fig.2.30</b> - Aspecto geral do grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados) .....	80
<b>Fig. 2.31</b> - Matriz detrítica e cimento ferruginoso no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis paralelos) .....	80
<b>Fig. 2.32</b> - Clastos de Qm e Qp e fragmentos de rocha no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados) .....	80
<b>Fig. 2.33</b> - Clasto de Qp com contactos rectos e extinção ondulante no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados) .....	80
<b>Fig. 2.34</b> – Clasto de Qp deformado do tipo “stretched metamorphic quartz” no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados) .....	80
<b>Fig. 2.35</b> – Clasto de cherte formado por um fino agregado de quartzo micro e/ou criptocristalino no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados) .....	80
<b>Fig. 2.36</b> - Quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano com textura clástica suportada por grãos. (Nicóis cruzados) .....	81
<b>Fig. 2.37</b> - Textura granoblástica no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis cruzados) .....	81
<b>Fig. 2.38</b> – Grão de turmalina no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis paralelos)	81
<b>Fig. 2.39</b> – Grão de zircão no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis cruzados) .....	81
<b>Fig. 2.40</b> – Laminação marcada pela alternância de bandas claras e bandas escuras nas rochas do topo da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis paralelos) .....	81
<b>Fig. 2.41</b> – Outro aspecto da laminação paralela nos quartzarenitos da Fm. Quartzito Armoricano marcada por variações de composição e de tamanho dos grãos. (Nicóis cruzados) .....	81
<b>Fig. 2.42</b> - Laminação paralela marcada por níveis com diferentes teores de óxido e hidróxido de ferro nos lutitos negros da Fm. Brejo Fundeiro. (Nicóis paralelos) .....	83
<b>Fig. 2.43</b> - Laminação paralela marcada por variação no conteúdo em matéria carbonosa nos lutitos negros da Fm. Monte Sombadeira. (Nicóis cruzados) .....	83
<b>Fig. 2.44</b> - Aspecto geral do quartzarenito da Fm. Monte Sombadeira. (Nicóis cruzados) .....	83
<b>Fig. 2.45</b> – Orientação preferencial definida pelos cristais alongados de moscovite no quartzarenito da Fm. Cabril. (Nicóis cruzados) .....	83
<b>Fig. 2.46</b> – Aspecto geral do quartzarenito da Fm. Louredo. (Nicóis cruzados) .....	83

<b>Fig. 2.47</b> - Pequeno cristal de plagioclase (ao centro) no quartzoarenito da Fm. Louredo. (Nicóis cruzados) .....	83
<b>Fig. 2.48</b> – Plagioclase e clinopiroxena no dolerito que corta a Fm. Louredo. (Nicóis paralelos) ....	85
<b>Fig. 2.49</b> – Plagioclase e clinopiroxena no dolerito que corta a Fm. Louredo. (Nicóis cruzados) ....	85
<b>Fig. 2.50</b> – Laminação paralela marcada pela variação de tamanho do grão e da composição nos pelitos da Fm. Ribeira do Braçal. (Nicóis paralelos) .....	85
<b>Fig. 2.51</b> - Clasto de filádio no sublitoarenito da Fm. Ribeira Cimeira. (Nicóis cruzados) .....	85
<b>Fig. 2.52</b> – Clasto de cherte no sublitoarenito da Fm. Ribeira Cimeira. (Nicóis cruzados) .....	85
<b>Fig. 2.53</b> - Clastos de Qm dispersos num material intersticial composto por quartzo, sericite e clorite no grauvaque lítico da Fm. Casal Carvalhal. (Nicóis cruzados) .....	85
<b>Fig. 2.54</b> – Variações relativas do nível do mar durante a sedimentação ordovícica e o número de géneros novos de trilobites e braquiópodes na plataforma ibérica durante o Ordovícico Superior. ..	88

### **Capítulo III**

<b>Fig. 3.1</b> – Modelo em espiral que integra a Viagem de Campo entre momentos de aprendizagem na sala de aula. ....	93
--	----

## LISTA DAS TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Capítulo II</b>	
<b>Tabela 2.I</b> – Correlação entre as várias unidades estratigráficas definidas no Ordovícico e no Silúrico do Sinclinal do Buçaco. ....	26
<b>Capítulo III</b>	
<b>Tabela 3.I</b> – Proposta de planificação de parte da unidade “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” integrada na Unidade de Preparação com vista à Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira. ....	99
<b>Tabela 3.II</b> – Proposta de planificação de actividades a desenvolver na sala de aula para a apresentação da Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira. ....	100
<b>Tabela 3.III</b> – Proposta de planificação da Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira, integrada na estruturação da unidade “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra”. ....	103
<b>Tabela 3.IV</b> – Proposta de planificação de actividades a desenvolver na sala de aula e integradas na Unidade Pós-Saída de Campo realizada ao corte do Rio Ceira. ....	104

## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

No final do século XX, o planeta Terra tornou-se mais pequeno para o Homem, não só devido ao aumento populacional verificado, mas também à possibilidade de se reduzirem as distâncias ao espaço de alguns breves segundos – os necessários para que se estabeleça a comunicação via cabos telefónicos ou por satélite. Deste modo, nada do que se passa no mundo fica por conhecer e toda a humanidade pode discutir questões que a afectam de forma mais ou menos directa, como se todos fossemos habitantes de uma pequena aldeia, a aldeia global em que a Terra se tornou. Esta ideia de globalidade, permitida pelos avanços tecnológicos no campo das telecomunicações, também se aplica a assuntos relacionados com o ambiente, com as ciências naturais, a medicina, a ética, a cultura e o património mundial.

Esta facilidade de comunicação aproximou o indivíduo da ciência dos homens construtores de ciência. De facto, assuntos tão vastos como a descodificação do genoma humano, a confirmação da existência de gelo em Marte até à determinação da idade do Universo estão disponíveis ao cidadão comum e já não se limitam à esfera restrita dos cientistas. Perante a disponibilidade de tanto conhecimento em áreas científicas tão vastas, cada cidadão é confrontado com a necessidade de intervir sobre uma panóplia de assuntos que o afectam de forma imediata ou podem ter repercussões nas gerações futuras. Mas, esta intervenção activa exige o conhecimento dos assuntos e a capacidade de analisar e reflectir sobre as implicações de determinada questão, ou seja, requer uma atitude consciente na procura de soluções para a resolução ou diminuição de um dado problema. É neste contexto que se considera cada vez mais importante o ensino das geociências. De acordo com Bonito (2001) “a inclusão das geociências na formação geral e específica do cidadão, desde níveis básicos de educação, contribui com uma forte componente do meio ambiente, conhecimentos básicos acerca dos processos físicos, químicos e biológicos que têm lugar nas proximidades do indivíduo, desenvolvendo-se um respeito pela natureza, evitando acções que supõem alterações indesejadas e irreversíveis do meio ambiente.”

Em relação ao ensino das geociências no nosso país, talvez possamos considerar que a importância crescente das temáticas geológicas parece reflectir-se na necessidade de

incorporação de temas de Geologia nos conteúdos programáticos das disciplinas de Ciências Naturais (7º ano de escolaridade) e Ciências da Terra e da Vida (10º e 11º anos de escolaridade) que vieram substituir disciplinas que integravam conteúdos exclusivamente da área das ciências biológicas. Face a estas exigências colocadas pelos novos conteúdos programáticos, cabe ao professor de ciências naturais, consciente e preocupado com a sua prática pedagógica, actualizar-se. Esta actualização pode significar uma aquisição de conhecimentos em áreas diferentes daquela em que o docente teve a sua formação inicial ou pode corresponder à utilização consciente e fundamentada de práticas pedagógicas em consonância com as novas perspectivas resultantes da investigação didáctica recente. Uma abordagem actualmente recomendada no ensino da Geologia é a *centralidade* do trabalho prático (Trindade, 2000), preocupação já presente nas Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia (12º ano) onde se entende a Geologia como uma “disciplina de carácter experimental, devendo o professor ter presente a necessidade de, frequentemente, desenvolver com os alunos actividades deste tipo” (DES, 1995). Assim, são sugeridas “aulas de campo” para a observação *in locu* de aspectos geológicos com o objectivo da motivação para o estudo da Geologia e como actividade de integração de saberes e de conhecimentos.

“Sem dúvida a ciência é uma actividade prática, além de teórica e uma grande parte da actividade científica tem lugar nos laboratórios e em investigações de campo” (Caamaño *et al.*, 1994). Se o ensino das ciências tem por objectivo a aquisição de procedimentos e capacidades científicas é evidente a importância dos trabalhos práticos e das Saídas de Campo para atingir tal meta.

“Actualmente, reconhecida a importância didáctica do trabalho prático e das saídas de campo, desenvolve-se uma extensa investigação sobre esta temática. Esta investigação especializada propõe uma alteração no tratamento do trabalho prático de modo a que este seja mais coerente com a própria epistemologia da ciência e com a visão construtivista da aprendizagem” (García Barros *et al.*, 1995).

Ora, ainda que o trabalho prático, onde se inclui o Trabalho de Campo, seja considerado inestimável no ensino das Ciências, a investigação parece demonstrar que nem sempre resulta tão vantajoso como seria de esperar (Barberá *et al.*, 1996) o que se traduz na frequência com que os professores optam por esta estratégia, que fica aquém do desejado. Para justificar esta situação, vários autores (Pedrinaci *et al.*, 1994; Praia *et al.*, 1997; Silva

*et al.*, 1997) referem dois tipos principais de dificuldades a ter em conta na organização de uma Actividade de Campo: dificuldades externas e internas. As dificuldades externas referem-se a questões de natureza administrativa como por exemplo:

- falta de meios logísticos (como as opções financeiras da escola, as infra-estruturas das instituições, a pouca flexibilidade no funcionamento das instituições, a falta de apoio da administração educativa, a falta de materiais e documentação de apoio, a rigidez dos horários, o elevado número de alunos por turma, a organização curricular ao nível da própria disciplina e as suas relações interdisciplinares, etc.);
- dificuldade na escolha da área a estudar;
- falta de garantias de condições de segurança;
- pouca ou quase nenhuma formação dos professores neste tipo de estratégias aliada à falta de materiais de apoio;
- desarticulação da Saída de Campo com a estrutura curricular em que está inserida pode ser responsável por dificuldades conceptuais ao nível dos alunos.

As dificuldades internas são intrínsecas “à natureza da área disciplinar ou seja dizem respeito à especificidade do conhecimento geológico” (Praia *et al.*, 1997). Por exemplo, temas como o “Tempo Geológico” ou o “Dinamismo da Terra” não parecem de fácil acesso à compreensão dada a lentidão, considerada a escala da vida humana, com que ocorrem a maioria dos fenómenos geológicos ( Pedrinaci, 1993). A interdependência entre os fenómenos geológicos poderá significar que só podem ser compreendidos na sua globalidade o que acarreta maiores dificuldades. Será por este motivo que, mesmo entre os alunos universitários, a concepção estática da parte sólida do planeta dificulta a construção do conceito de tempo geológico ( Pedrinaci, 1993) que pressupõe a existência de mudanças e evolução ao longo do tempo. Segundo vários autores, as Actividades de Campo que aproximam os alunos dos fenómenos podem conduzir a uma melhoria das aprendizagens dos conceitos em Geologia (Silva *et al.*, 1997).

Tendo consciência das dificuldades que se apresentam a um professor que pretende implementar uma estratégia de Actividade Prática de Campo, o presente trabalho pretende ser um contributo para minorar ou ultrapassar algumas dessas dificuldades ao:

- a) apresentar um estudo de uma área considerada de interesse geológico;

- b) apresentar uma proposta de articulação da Saída de Campo com a estrutura curricular da disciplina de Geologia - 12º ano;
- c) apresentar propostas de materiais de apoio para a planificação e execução de uma actividade de Saída de Campo.

Deste modo, pretende-se que qualquer professor do Ensino Básico e /ou Secundário possa adquirir conhecimentos relativos à região estudada e, utilizando os materiais aqui apresentados ou elaborando os seus próprios materiais possa, sem receios, proporcionar aos seus alunos uma estratégia de aprendizagem alternativa ao ensino entre quatro paredes.

## **1 - OBJECTIVOS DO TRABALHO**

Na origem da formulação e do desenvolvimento deste trabalho estiveram presentes duas questões orientadoras: “*De que modo a observação e o estudo das rochas pode conduzir à interpretação da história geológica de uma região?*” e “*Qual a história geológica do Sinclinal do Buçaco?*”. Para responder as estas questões, foi desenvolvido um trabalho de pesquisa bibliográfica e de trabalho de campo que permitiu reunir conhecimentos que serviram de base à planificação de uma Actividade Prática de Campo dirigida a alunos do Ensino Secundário e integrada nos conteúdos programáticos da disciplina de Geologia (12º ano).

De acordo com isto, os objectivos gerais a atingir com a elaboração deste trabalho foram:

- Desenvolver trabalho de campo na região do Buçaco.
- Compreender as relações estruturais presentes no Sinclinal do Buçaco.
- Conhecer a geologia da região do Buçaco com o intuito de reconstituir a sua provável história geológica.
- Seleccionar uma estratégia de aprendizagem de raiz construtivista – Saída de Campo – com vista à abordagem da unidade programática “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” constante nas Orientações Programáticas da disciplina de Geologia (12º ano) (DES, 1995).

- Planificar uma actividade de Saída de Campo, entendida como mais uma estratégia didáctica enquadrada na planificação de uma unidade programática da disciplina de Geologia (12º ano).
- Elaborar alguns materiais de apoio ao desenvolvimento das propostas apresentadas na planificação da unidade programática seleccionada e relativa à disciplina de Geologia (12º ano), com especial incidência para a Saída de Campo aí inserida.

## **2 - METODOLOGIA DE TRABALHO**

No sentido de concretizar os objectivos atrás mencionados foi desenvolvido um trabalho, ao longo dos últimos dezoito meses, que incluiu:

- Pesquisa bibliográfica no âmbito da geologia do Ordovícico e do Silúrico de Portugal com especial incidência nas formações do Sinclinal do Buçaco.
- Trabalho de campo com vista à identificação e reconhecimento das unidades ordovícicas e silúricas do Sinclinal do Buçaco.
- Trabalho de laboratório para a identificação e caracterização petrográfica de amostras de rochas recolhidas no decurso do trabalho de campo realizado.
- Elaboração de cartas geológicas onde se incluem os mapas de campo das áreas de estudo seleccionadas. Ainda, com o apoio da UNAVE e na pessoa do Engenheiro Luís Galiza, procedeu-se à digitalização do único documento cartográfico conhecido da região do Buçaco e que data do século passado: o Mapa Geológico do Sinclinal do Buçaco de Nery Delgado (“Sistema Silúrico de Portugal”, 1908) apresentado por Carrington da Costa em 1950.
- Pesquisa bibliográfica no âmbito da Didáctica das Geociências com especial atenção na temática de Trabalho de Campo.
- Planificação de uma actividade de Saída de Campo integrada no currículo programático da disciplina de Geologia (12º ano) para a qual foram elaborados documentos didácticos de apoio.

Para a planificação desta actividade, foi realizada uma Saída de Campo exploratória com alunos da disciplina “Terra, Planeta Activo” do Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia da Universidade de Aveiro que permitiu questionar e confirmar as potencialidades didácticas da zona escolhida e experimentar alguns materiais didácticos elaborados (Anexo I).

A metodologia aqui apresentada reflecte o posicionamento da autora face à necessidade de implementação de uma estratégia de trabalho de campo e ao modo como ela deve ser estruturada. Assim, considera-se que o conhecimento da geologia de uma região e a aprendizagem de métodos e técnicas utilizadas por um geólogo são ferramentas indispensáveis na posterior planificação de Actividades Práticas de Campo que devem ser alicerçadas nas mais recentes investigações no âmbito da Didáctica das Geociências.

### **3 – ESTUTURA DA TESE**

Como atrás foi referido, a pouca ou quase nenhuma formação dos professores em estratégias do tipo de Actividades Práticas de Campo e o desconhecimento da realidade geológica da zona envolvente à escola onde leccionam é um factor inibitório para a implementação destas actividades. Considerando estes dois aspectos, a organização deste trabalho foi estruturada com o intuito de primeiro fornecer alguns conhecimentos geológicos sobre a região do Sinclinal do Buçaco e depois contribuir para a planificação de uma Saída de Campo para a qual foram elaborados alguns materiais de apoio.

Assim, o trabalho aqui apresentado encontra-se estruturado em três capítulos iniciando-se por este capítulo introdutório onde se salienta a pertinência do estudo e da escolha da temática bem como os objectivos gerais e as metodologias utilizadas para os concretizar.

No Capítulo II – O Paleozóico Inferior do Buçaco – são tratados alguns assuntos relativos à geologia da região do Buçaco. Assim, neste capítulo, inclui-se o enquadramento geológico da região, as descrições de campo e os resultados da análise petrográfica de

amostras referentes às diversas formações ordovícicas e termina-se com uma breve referência a alguns aspectos da possível história geológica da região do Buçaco.

O Capítulo III é dedicado a uma proposta didáctica que consiste na planificação de uma Saída de Campo a realizar com alunos do Ensino Secundário e integrada na disciplina de Geologia (12º ano). A Saída de Campo é estruturada de acordo com um modelo proposto por um grupo de investigadores do Instituto Weizeman de Israel que trabalha no âmbito da Didáctica das Geociências. Em conformidade com este modelo, foram elaborados alguns materiais de apoio à Saída de Campo que são apresentados no espaço dedicado aos Anexos.

Finalmente, são referidas considerações finais sobre o trabalho desenvolvido recomendando-se também alguns aspectos que merecem atenção em trabalhos posteriores.



## **CAPÍTULO II - O PALEOZÓICO INFERIOR DO BUÇACO**

### **1 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO**

Com o advento da teoria da tectónica de placas, a evolução da Península Ibérica passou a ser integrada num modelo dinâmico que procura explicar a sua morfologia com base nas marcas das (pelo menos duas) orogenias que a afectaram: a Orogenia Hercínica e a Orogenia Alpina. Uma importante consequência da teoria da tectónica de placas foi o reconhecimento de que a geologia de uma região não pode ser vista de forma independente mas deve, pelo contrário, ser integrada num gigantesco puzzle global. Por isso, antes de se abordar o tema em estudo, tentar-se-á enquadrar a região do Buçaco num esquema geológico mais abrangente.

Os terrenos que compõem a Europa actual resultaram da acção sucessiva de várias orogenias que se fizeram sentir desde os tempos Precâmbrios (Orogenias Arcaica: 3500-2500 Ma., Eburneana-Penteveriana: 2000-1800 Ma., Gothiana: 1400 Ma., Grenviliana: 1000 Ma. e Pan-Africana-Cadomiana: 650-580 Ma.) até ao Fanerozóico (Orogenias Caledónica, Hercínica e Alpina). As marcas das orogenias mais antigas foram apagadas ou camufladas pelas orogenias mais recentes tornando-se, por isso, difícil reconhecer os efeitos separados de cada uma delas.

Hans Stille (1924) subdividiu a Europa em quatro grandes domínios com base na idade da deformação orogénica mais tardia que os afectou: a Eo-Europa, a Paleo-Europa, a Meso-Europa e a Neo-Europa (Fig. 2.1). A Eo-Europa não foi afectada por qualquer perturbação orogénica desde os 600 Ma. e abrange largas áreas que são estáveis há mais de 1700 Ma.; a Paleo-Europa corresponde ao domínio que não sofreu deformação importante desde a orogenia Caledónica (Paleozóico Inferior); a Meso-Europa inclui os terrenos que não foram significativamente deformados desde a Orogenia Hercínica (Paleozóico Superior) e, por último, na Neo-Europa incluem-se as regiões deformadas durante a Orogenia Alpina (Cenozóico Inferior) e que não estão ainda completamente estabilizadas.

A Península Ibérica integra-se em grande parte na Meso-Europa. Este domínio caracteriza-se por um marcado desenvolvimento da cadeia hercínica que se estende desde o sul de Portugal até à Boémia (Polónia-Checoslováquia) numa extensão superior a 3000 km e com uma largura média de 700 km. Na Europa ocidental, o orógeno hercínico mostra uma pronunciada virgação conhecida como Arco Ibero-Armoricano (Matte, 1968; Matte & Ribeiro, 1975). Com efeito, as principais estruturas hercínicas desenham, neste sector, um arco de curvatura variável que foi modificado pela abertura do Atlântico, a abertura e fecho da Mesogeia e fracturado pela abertura do Golfo da Biscaia (Ribeiro *et al.*, 1979).

Uma das características importantes da cadeia hercínica na Europa é a sua simetria bilateral que se traduz por uma clara distinção entre as zonas externas e internas do orógeno em termos paleogeográficos, tectónicos, magmáticos e metamórficos. Nas Zonas Internas predominam as sequências do Precâmbrico e do Paleozóico Inferior, a deformação é mais intensa e precoce, o metamorfismo regional é de grau mais elevado e as intrusões sinorogénicas são mais abundantes enquanto que, nas Zonas Externas, as sequências do Paleozóico Superior estão bem representadas, a deformação é menos intensa e tardia, o metamorfismo regional é de grau mais baixo e as intrusões sinorogénicas são mais raras (Ribeiro *et al.*, 1979).



**Fig. 2.1** - Grandes unidades tectónicas da Europa de acordo com Stille. (Extraído de Ribeiro *et al.*, 1979)

O segmento da cadeia hercínica da Europa que aflora na Península Ibérica é frequentemente designado por Maciço Hespérico. Ocupa a parte central e ocidental da Península Ibérica e constitui a chamada microplaca Ibérica, que se poderá ter individualizado nos tempos tardi-hercínicos ou, mais seguramente, depois da abertura do Golfo da Biscaia (Ribeiro *et al.*, 1979).

Como se mostra na Figura 2.2, o Maciço Hespérico é atravessado pela Cordilheira Central que corresponde a um horst resultante da compressão alpina, alongado na direcção ENE-WSW e paralelo à direcção dos principais acidentes da Cordilheira Bética. A Cordilheira Central divide o Maciço Hespérico em dois blocos: a Meseta Norte e a Meseta Sul. Na Meseta Norte, a cobertura terciária está representada pela Bacia do Douro e na Meseta Sul, pelas bacias do Tejo, a este, e do Baixo Tejo e Sado, a oeste (Ribeiro *et al.*, 1979).

Durante o Meso-Cenozóico instalaram-se nos bordos do Maciço Hespérico bacias sedimentares que vieram a sofrer deformação alpina de intensidade variável (Fig. 2.2). Assim, nos bordos W e SW individualizaram-se, respectivamente, a Orla Ocidental ou Lusitânica e a Orla Meridional ou Algarvia, que foram muito pouco afectadas pela Orogenia Alpina enquanto nos bordos N e SE, a deformação alpina foi mais intensa, dando origem às Cordilheiras Cantábrica e Ibérica. O bordo sul foi deformado por uma flexura que afectou somente o soco na Serra Morena. No seu conjunto, as unidades referidas constituem o rebordo montanhoso do Maciço Hespérico. Externamente aos relevos já assinalados, encontram-se as Depressões do Guadalquivir e do Ebro preenchidas por sedimentos cenozóicos e, na periferia destas, a Cordilheira Bética, a sul, e os Pirenéus, a norte, onde o soco hercínico sofreu uma reactivação mais ou menos intensa durante a Orogenia Alpina e onde a cobertura meso-cenozóica foi deformada por dobras e carreamentos, por vezes de grande amplitude (Ribeiro *et al.*, 1979).

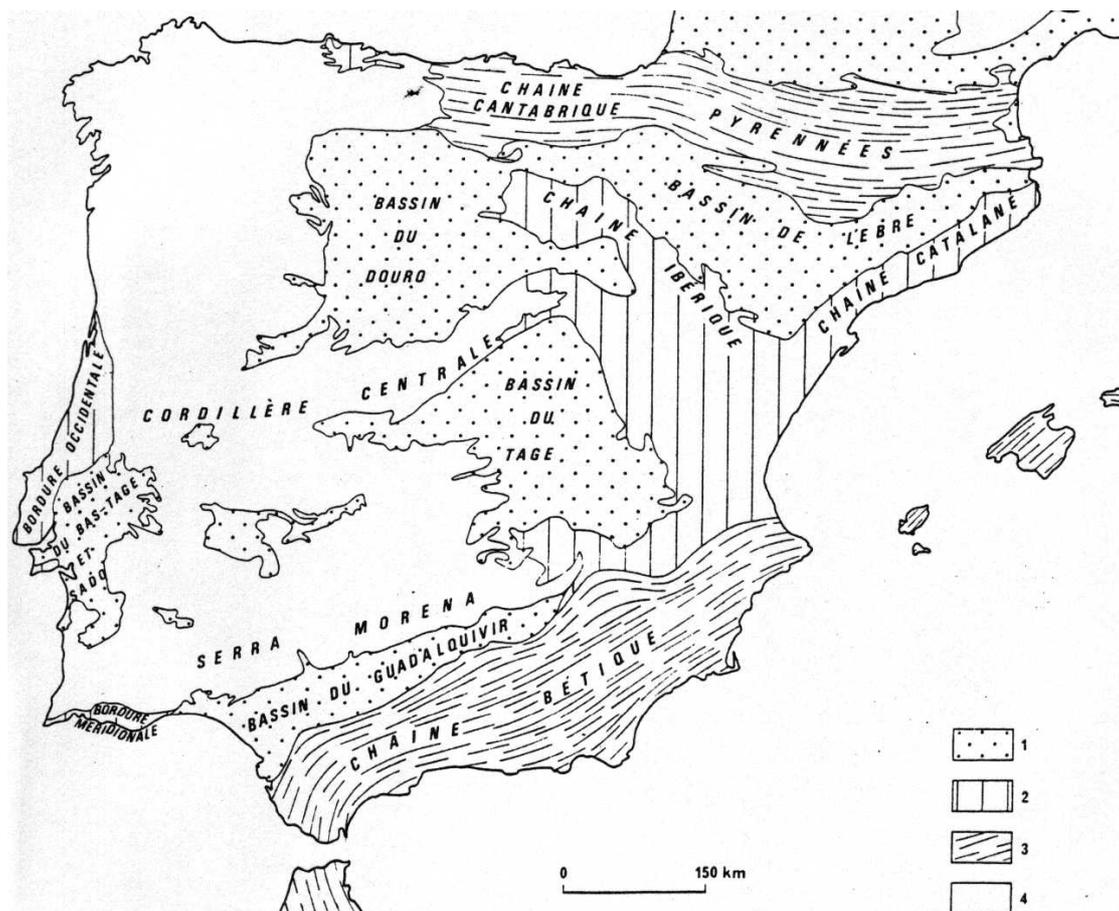


Fig. 2.2 - Unidades morfoestruturais da Península Ibérica. (Extraído de Ribeiro *et al.*, 1979)

**Legenda:** 1 - Bacias Cenozóicas; 2 - Orlas Meso-Cenozóicas e cadeias moderadamente deformadas; 3 - Cadeias alpinas; 4 - Maciço Hespérico.

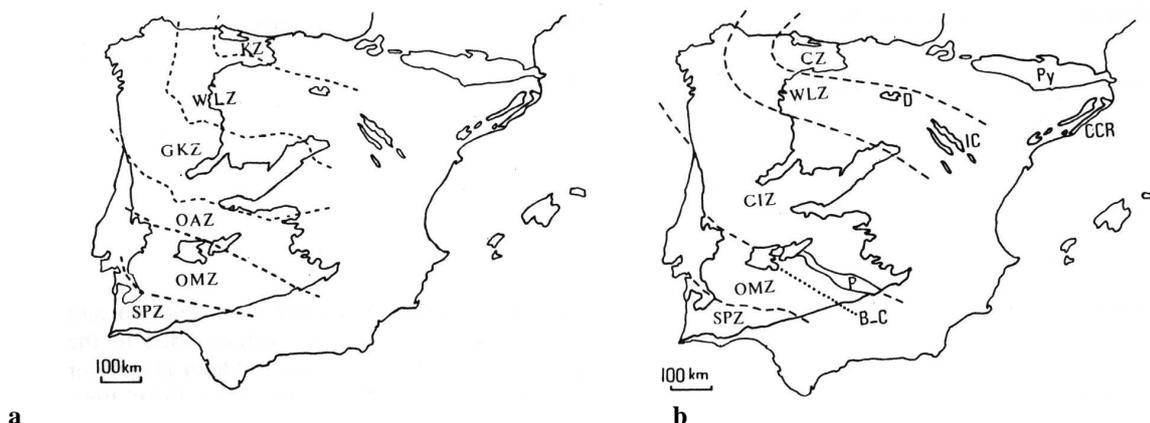
### 1.1 - O MACIÇO HESPÉRICO

É atribuída a Lotze (1945) a primeira subdivisão da cadeia hercínica da Península Ibérica em várias zonas. Estas zonas correspondem a unidades alongadas paralelamente à direcção das estruturas hercínicas e apresentam características paleogeográficas, tectónicas, magmáticas, metamórficas e metalogénicas próprias (Julivert *et al.*, 1974). Como se mostra na Figura 2.3a, Lotze considerou, de nordeste para sudoeste, as seguintes zonas:

- (i) Zona Cantábrica,
- (ii) Zona Astúrica Ocidental–Leonesa,

- (iii) Zona Galaico–Castelhana,
- (iv) Zona Lusitânica Oriental Alcúdica,
- (v) Zona de Ossa Morena,
- (vi) Zona Sul-Portuguesa.

A divisão proposta por Lotze foi posteriormente modificada por Julivert *et al.* (1974) que consideraram que as zonas Galaico–Castelhana e Lusitânica Oriental Alcúdica deveriam ser incluídas numa única zona, a Zona Centro-Ibérica (ZCI) (Fig. 2.3b). Esta divisão é actualmente adoptada pela generalidade dos geólogos da Península Ibérica. Mais recentemente, Diez Balda *et al.* (1990) sugeriram que o domínio alóctone da Zona Centro-Ibérica fosse individualizado como uma zona geotectónica independente: a Zona Galaico – Transmontana.



**Fig. 2.3** - Zonas do Maciço Hercínico Ibérico segundo: **a)** Lotze (1945); **b)** Julivert *et al.* (1974). (Extraído de Robardet *et al.*, 1990)

**Legenda: a)** KZ - Zona Cantábrica; WLZ - Zona Astúrica Ocidental–Leonesa; GKZ - Zona Galaico–Castelhana; OAZ - Zona Lusitânica Oriental Alcúdica; OMZ - Zona de Ossa Morena; SPZ - Zona Sul-Portuguesa.

**b)** CZ - Zona Cantábrica; WLZ - Zona Astúrica Ocidental–Leonesa; CIZ - Zona Centro-Ibérica; OMZ - Zona de Ossa Morena; SPZ - Zona Sul-Portuguesa; Py - Pireneus; D - Serra da Demanda; IC - Cadeias Ibéricas (Celbibéria); CCR - Maciço Catalão; P - Batólito de Pedroches; B - Zona de cisalhamento Badajoz-Córdova.

Na Península Ibérica, a Orogenia Hercínica teve um carácter polifásico e estendeu-se desde o Devónico Médio até ao Estefaniano (Ribeiro *et al.*, 1979). Admite-se que o essencial da estrutura do orógeno resultou da actuação de três fases principais de deformação ( $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$ ) que têm sido datadas através da presença de discordâncias nas Zonas Externas e através de idades radiométricas em granitóides com relações geométricas bem definidas com as estruturas hercínicas (Ribeiro *et al.*, 1979; Diez Balda *et al.*, 1990).

A simetria bilateral do segmento ibérico da cadeia hercínica manifesta-se fundamentalmente pelas seguintes características: (a) existência de domínios com vergências opostas; (b) grande extensão dos afloramentos do Paleozóico Superior nas duas zonas mais externas (Zonas Cantábrica e Sul-Portuguesa) e (c) presença de terrenos de idade mais antiga (Paleozóico Inferior e núcleos Precâmbrios) nas restantes zonas (Julivert *et al.*, 1974).

A Zona Centro-Ibérica constitui a zona axial da cadeia hercínica separando um ramo NE, onde predominam dobras com vergências para NE (Zona Cantábrica e Zona Astúrica Ocidental–Leonesa) de um ramo SW, em que as dobras apresentam vergências para SW (Zona de Ossa Morena e Zona Sul-Portuguesa) (Ribeiro, 1990). A região do Buçaco localiza-se na Zona Centro-Ibérica pelo que se tratará esta zona com um pouco mais de detalhe.

## **1.2 - A ZONA CENTRO-IBÉRICA (ZCI)**

### **1.2.1 - Estratigrafia**

Do ponto de vista estratigráfico, os aspectos mais distintivos da Zona Centro–Ibérica (ZCI) são: (a) a predominância de rochas do Câmbrio e Precâmbrio; (b) a ausência de sequências do Câmbrio Médio e Superior e (c) o carácter discordante e transgressivo dos quartzitos do Ordovícico Inferior sobre o Câmbrio e Precâmbrio (Julivert *et al.*, 1974; Diez Balda *et al.*, 1990).

Os terrenos Câmbrios e Precâmbrios estão largamente representados na ZCI e constituem uma espessa sequência de xistos e metagrauvaques, com níveis esporádicos de

conglomerados e rochas carbonatadas. Contudo, a distinção entre o Câmbrico e o Precâmbrico nem sempre é possível devido ao carácter monótono da sucessão pré-ordovícica e ao seu fraco conteúdo fossilífero. Nery Delgado (1905) agrupou estes terrenos num conjunto único que designou por “Formação Xistosa das Beiras” e que veio, mais tarde, a ser denominado por Teixeira (1955) como “Complexo Xisto-Grauváquico ante-Ordovícico (CXG)”. Com base em estudos mais recentes, admite-se que as unidades inferiores do Complexo Xisto-Grauváquico sejam do Precâmbrico Superior e as superiores do Câmbrico Inferior (San José, 1984; Bernardo de Sousa, 1984; 1985; San José *et al.*, 1990).

É na ZCI que a sequência ordovícica da Península Ibérica foi melhor estudada. A sequência inicia-se por um Ordovícico Inferior constituído por uma unidade basal de camadas vermelhas, datada do Tremadociano ou Arenigiano, que inclui conglomerados não fossilíferos, grauvaques ou uma alternância de pelitos e arenitos. Sobre estas camadas, assenta o Quartzito Armoricano (Arenigiano) com traços fósseis de *Cruziana* e *Skolithos* e uma possança que chega a atingir umas centenas de metros (Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Robardet *et al.*, 1990).

Segue-se um Ordovícico Médio composto por xistos negros do Lanviriano – Landeiliano (também conhecidos como “*Neseuretus tristani shales*”) que contêm graptólitos e uma rica fauna bentónica de trilobites, braquiópodes, moluscos, equinodermes, ostracodos, etc. (Romano, 1982; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990).

A litologia do Ordovícico Superior é menos uniforme, incluindo unidades areníticas e pelíticas do Caradociano às quais se podem sobrepor, localmente, calcários (Ashgiliano Inferior), depósitos glaciomarinhas (provavelmente do Hirnantiano) ou directamente rochas silúricas (Robardet *et al.*, 1990). Ao Ordovícico Superior associam-se ainda algumas manifestações vulcânicas básicas (Buçaco e Vimioso) e ácidas (Serra Morena Oriental) (Julivert *et al.*, 1974).

A transição do Ordovícico para o Silúrico é marcada por uma lacuna estratigráfica de extensão variável (Julivert *et al.*, 1974; Robardet *et al.*, 1990). Em todo o sul da Europa e norte da Gondwana, o Silúrico caracteriza-se pela presença de xistos negros e calcários negros com faunas pelágicas ou epipelágicas. Assim, a principal litofacies do Silúrico são os xistos negros com graptólitos que se distribuem por todas as zonas do Maciço Hespérico com excepção da Zona Sul-Portuguesa (Robardet *et al.*, 1990).

As formações devónicas estão escassamente representadas na ZCI. O Devónico Inferior, constituído por depósitos terrígenos (arenitos e pelitos), está conservado apenas em alguns núcleos sinclinais e, na maioria dos casos, o seu limite com o Silúrico é impreciso. O Devónico Médio e Superior, com uma sedimentação de tipo “flysch”, marcam uma acentuada modificação na paleogeografia da ZCI relacionada com o início da Orogenia Hercínica. Com efeito, o controlo tectónico da sedimentação alterou-se radicalmente nesta época passando de um regime de distensão, com formação de bacias sedimentares com subsidência fraca, para uma fase de contracção crustal, com subsidência rápida. As fácies de tipo plataforma estável dão, assim, lugar a depósitos do tipo flysch (Ribeiro *et al.*, 1979).

É ainda durante este período que a diferenciação entre as zonas internas e externas do orógeno se acentua. As zonas internas sofrem a primeira fase de deformação hercínica e a contracção crustal provoca o levantamento das zonas comprimidas que vão alimentar os depósitos flysch dos domínios subsidentes externos (Ribeiro *et al.*, 1979).

No Carbónico assistiu-se, nas diferentes zonas do Maciço Hespérico, à passagem dos depósitos do tipo flysch para depósitos do tipo molasso (Ribeiro *et al.*, 1979). Em Portugal, o Carbónico de fácies continental está conservado em fossas intramontanhas límnicas marginadas por acidentes tectónicos importantes tais como a Bacia Dúrico-Beirã e a Bacia do Buçaco.

### 1.2.2 - Deformação

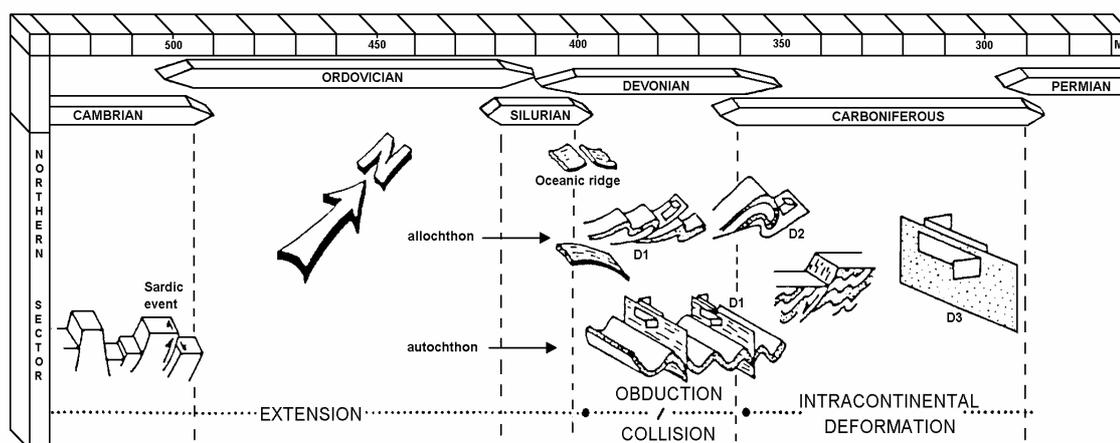
As estruturas associadas a episódios de deformação pré-hercínica estão fracamente representadas na ZCI (Diez Balda *et al.*, 1990). Com efeito, o essencial da estrutura desta zona parece ter resultado da actuação da primeira fase de deformação hercínica ( $D_1$ ) que terá alcançado aqui uma grande intensidade (Ribeiro *et al.*, 1979; Diez Balda *et al.*, 1990).

A primeira fase de deformação hercínica afectou toda a sequência sedimentar pré-Carbonífera e gerou dobras com plano axial subvertical ou ligeiramente inclinado na maior parte da ZCI e dobras vergentes para SE num sector que corresponde aproximadamente à Zona Galaico-Castelhana definida por Lotze (1945). Com base em critérios puramente

tectónicos, estes sectores foram designados por Diez Balda *et al.* (1990) como Domínio das Dobras Subverticais e Domínio das Dobras Deitadas, respectivamente.

A segunda e terceira fases de deformação hercínicas ( $D_2$  e  $D_3$ ) terão tido, na ZCI, uma influência muito menor do que a  $D_1$ . A  $D_2$  afecta principalmente sequências metamórficas de grau médio a alto do Domínio das Dobras Subverticais e está geralmente associada a zonas de cisalhamento sub-horizontais com carácter localizado (Diez Balda *et al.*, 1990; Valle Aguado, 1992). Por outro lado, a terceira fase de deformação hercínica é homoaxial com a  $D_1$  em extensos sectores da ZCI e produz dobras de plano axial subvertical que redobram as estruturas anteriores estando frequentemente relacionada com o desenvolvimento de zonas de cisalhamento dúcteis subverticais (Burg *et al.*, 1981; Reavy, 1989; Diez Balda *et al.*, 1990; Valle Aguado, 1992).

Finalmente, um sistema de fracturação tardia caracteriza os últimos estádios da Orogenia Hercínica na ZCI. Na Figura 2.4 representa-se esquematicamente a evolução estrutural da ZCI durante o ciclo Varisco.



**Fig. 2.4** - Evolução estrutural da Zona Centro-Ibérica durante o ciclo Varisco. (Extraído de Dias *et al.*, 1994)

### 1.2.3 - Metamorfismo

Com base em estudos levados a cabo em diferentes segmentos da ZCI, é possível caracterizar o metamorfismo regional hercínico neste sector do Maciço Hespérico em

termos de dois regimes metamórficos principais: um episódio mais precoce de tipo Barroviano, expresso por paragénese mineral de pressão intermédia, ao qual se segue um episódio de pressão baixa a intermédia e alta temperatura que oblitera, em grande parte, os fabricos metamórficos anteriores (Oen, 1970; Atherton *et al.*, 1974; Reavy, 1989; Martínez *et al.*, 1990; Valle Aguado, 1992).

Presume-se que durante o clímax metamórfico se tenham gerado, em níveis estruturais profundos, grandes quantidades de fundidos graníticos e extensas bandas migmatíticas como consequência da fusão parcial de metassedimentos e/ou gnaisses. Os granitóides de anatexia crustal, essencialmente sin- a tardi-tectónicos, tendem a ocupar núcleos de antiformas de terceira fase e cortam, em muitos casos, as isógradas de metamorfismo regional (Oen, 1970; Martínez *et al.*, 1990; Valle Aguado, 1992).

Para além do metamorfismo prógrado, largos sectores da ZCI foram ainda afectados por metamorfismo de contacto associado à instalação de volumosos corpos graníticos tardi-pós-tectónicos.

#### **1.2.4 - Actividade Magmática**

A actividade magmática ligada à Orogenia Hercínica é testemunhada actualmente por um plutonismo granítico dominante, ao qual se associam subsidiariamente alguns termos básicos. Durante as últimas décadas, foi feito um considerável esforço de investigação sobre os granitóides hercínicos da Península Ibérica. Como resultado dos estudos realizados foram propostos diferentes esquemas de classificação baseados em critérios de natureza petrográfico-geoquímica, geocronológica e/ou estrutural (Oen, 1970; Capdevila *et al.*, 1970; Capdevila *et al.*, 1973; Ferreira *et al.*, 1987).

Schermerhorn (1956) e Oen (1958; 1970) subdividiram os granitóides hercínicos do Norte de Portugal em duas séries com base em critérios tectonometamórficos: (a) a série de granitos "Older", abrangendo os granitóides que ocorrem em maciços alongados mesozonais nos núcleos de antiformas de terceira fase e definem relações concordantes com as estruturas hercínicas regionais, e (b) a série de granitos "Younger", representada

por complexos intrusivos zonados, alóctones e epizonais envolvidos por auréolas de metamorfismo de contacto.

Por outro lado, Capdevila e Floor (1970) e Capdevila *et al.* (1973) privilegiaram critérios de natureza petrográfica-geoquímica para classificar os granitóides do NW de Espanha em dois grandes grupos: (a) os granitos sincinemáticos de duas micas, intimamente associados a migmatitos e áreas de alto grau metamórfico e (b) os granodioritos e granitos biotíticos calco-alcalinos, sin- e pós-cinemáticos, sem relação aparente com o metamorfismo regional.

Compilações mais recentes mostram que a série dos granitos “Older” inclui essencialmente, granitos de duas micas, sintectónicos com a terceira fase de deformação hercínica enquanto a série de granitos “Younger” abrange os complexos intrusivos cuja instalação foi tardia ou posterior a essa fase de deformação (Ferreira *et al.*, 1987, Pinto *et al.*, 1987).

Aceita-se, actualmente, que os granitos de duas micas sincinemáticos correspondem a granitos tipo-S gerados por anatexia da parte média da crosta continental durante o clímax do metamorfismo regional (Capdevila *et al.*, 1973; Corretgé, 1983). Em contrapartida, atribui-se aos granodioritos e granitos biotíticos uma origem mais profunda, envolvendo fusão parcial da crosta inferior e possível hibridização com magmas derivados do manto (Capdevila *et al.*, 1973).

## **2 – O ORDOVÍCIO DO BUÇACO**

### **2.1 - INTRODUÇÃO**

O Período Ordovícico é um dos mais longos e complexos do Fanerozóico e tem numerosas características distintivas a nível mundial (Barnes *et al.*, 1991): grandes flutuações eustáticas do nível do mar, predomínio de condições anóxicas, desenvolvimento bastante generalizado de plataformas carbonatadas em diferentes cratões, marcado provincialismo faunístico e um clima geral temperado que evolui a um clima glacial no final do Período. O interesse dos tempos ordovícicos resulta também de ser durante este Período que se assiste à transição das faunas câmbrias, constituídas predominantemente

por artrópodes, para as faunas e floras mais abundantes e diversificadas que se desenvolvem nos tempos subsequentes.

Na região do Buçaco encontra-se preservado um dos registos estratigráficos mais completos da sequência ordovícica que, aliado ao bom estado de conservação dos afloramentos e à abundância de fauna fóssil, faz desta zona um local ideal para o estudo dos tempos ordovícicos na Europa e explica que tenha merecido a atenção de diversos investigadores desde o século passado.

Carlos Ribeiro, em 1853, apresentou pela primeira vez uma curta descrição das rochas paleozóicas do Buçaco. Durante o final do século XIX, Nery Delgado estudou a estratigrafia e a fauna das formações ordovícicas e silúricas de Portugal, dando particular atenção ao Paleozóico Inferior do Buçaco. Os seus trabalhos sobre a trilobite *Uralichas Ribeiroi* (1892, 1897) e pistas fósseis (1886, 1887, 1910) e, em particular, a sua publicação “Système Silurique du Portugal” (1908) constituem um importante marco de referência para a bioestratigrafia do Paleozóico Inferior em Portugal.

Deve-se também a Nery Delgado a primeira cartografia, na escala 1/50000, do Sinclinal de Buçaco que serviu de base a trabalhos posteriores, como por exemplo os de Thadeu (1947) e Carrington da Costa (1950). O mapa elaborado por Nery Delgado em 1908 foi publicado por Carrington da Costa em 1950.

Numerosos trabalhos sobre a estratigrafia e tectónica do Ordovícico foram ainda realizados por Carlos Teixeira a partir de 1955, encontrando-se sintetizados no seu livro sobre o Precâmbrico e Paleozóico de Portugal (Teixeira, 1981).

As trilobites ordovícicas foram objecto de estudos mais detalhados que se iniciaram com Carrington da Costa (1942) e Thadeu (1947, 1949, 1956) e foram desenvolvidos por Curtis (1961), Dean (1966), Henry & Morzadec (1968), Henry *et al.* (1973-74), Henry & Romano (1978) e Romano (1975, 1976, 1980). No seu trabalho sobre a estratigrafia e paleontologia do Ordovícico do centro de Portugal, Mitchell (1974) dedicou especial atenção à fauna de braquiópodes. Apesar dos graptólitos ordovícicos terem sido pouco estudados, é possível referir os trabalhos de Romariz (1960), Perdigão (1964-65) e Romariz & Gasper (1968). Por outro lado, os graptólitos silúricos foram alvo de um estudo exaustivo por parte de Romariz (1962). Os microfósseis ordovícicos da região do Buçaco foram descritos por Henry & Thadeu (1971), Henry *et al.* (1973-74), Paris (1979) e Elaouad-Debbaj (1979).

As unidades descritas por Nery Delgado (1908) e Carrington da Costa (1950) no Sinclinal do Buçaco constituíram o único esquema estratigráfico existente da área em estudo até às décadas de 70 e 80, altura em que foi efectuada a revisão da nomenclatura estratigráfica por Mitchell (1974) e foram realizadas as investigações de Young (1985, 1988) relativas à sequência do Ordovícico Médio e Superior da região do Buçaco. Os referidos trabalhos, bem como o de Cooper (1980), em Dornes, e o de Romano & Diggins (1973-74) na zona de Valongo, permitiram o estabelecimento do actual esquema litoestratigráfico para o Ordovícico da Zona Centro-Ibérica no sector português (Hamman *et al.*, 1982; Romano, 1982; Oliveira *et al.*, 1992).

O Mapa Geológico do Buçaco e a tabela de correlação entre as unidades definidas por diversos autores para a área, que se apresentam no Anexo II, foram elaborados com base nos trabalhos de Nery Delgado (1908), Carrington da Costa (1950) e nos estudos mais recentes de Young (1985, 1988), bem como na síntese estratigráfica proposta por Oliveira *et al.* (1992). Estes elementos serviram de ponto de partida para o trabalho de campo realizado.

## **2.2 – DESCRIÇÃO DE CAMPO**

### **2.2.1 – Introdução**

O trabalho de campo na região do Buçaco foi realizado ao longo de cerca de trinta dias não consecutivos e teve como objectivos:

- Efectuar um reconhecimento geral do Sinclinal do Buçaco de forma a seleccionar os locais mais adequados para a realização de observações pormenorizadas e para a definição do corte e itinerário a incluir numa Actividade Prática de Campo integrada na planificação de uma unidade programática da disciplina de Geologia (12º ano), objectivo último deste trabalho.
- Identificar no terreno as diferentes formações definidas e descritas na literatura para o Ordovícico e o Silúrico.

- Descrever os locais de afloramento seleccionados, nomeadamente no que diz respeito à litologia, estruturas sedimentares e contactos com as formações adjacentes.
- Recolher, sempre que necessário, amostras para análise petrográfica no laboratório.
- Levantar localmente colunas estratigráficas representativas de algumas formações não abrangidas pelos trabalhos previamente realizados na região por outros investigadores.

Em resultado da primeira fase do trabalho de campo foram seleccionadas duas áreas de fácil acesso e com potencialidades didácticas devido ao bom estado de conservação dos afloramentos e ao facto de nelas ser possível o seguimento praticamente contínuo de grande parte das sequências ordovícica e silúrica (ver localização das zonas no mapa do Anexo II). Uma das áreas situa-se na região norte do Sinclinal, onde foram estudados dois cortes, o *corte de Cáceres* e o *corte do Galhano*, designações que se devem às localidades mais próximas de cada um deles. Na região sul do Sinclinal do Buçaco, localiza-se a outra área seleccionada. O corte aqui estudado situa-se entre as localidades de Serpins e de Vila Nova do Ceira, num caminho secundário que ladeia o Rio Ceira de onde advém a designação de *corte do Rio Ceira*. Após o estudo dos três cortes, optou-se pelo corte do Rio Ceira para a Saída de Campo a incluir na unidade didáctica referida anteriormente.

Durante o trabalho de campo, foram elaborados os mapas de campo na escala 1/25000 das duas áreas em estudo onde as várias formações ordovícicas e silúricas se encontram assinaladas sobre extractos das respectivas cartas militares de Portugal (Fig. 2.5 e Fig. 2.6). A nomenclatura estratigráfica utilizada foi a actualmente aceite segundo Young (1985, 1988), Gutiérrez Marco *et al.* (1990) e Oliveira *et al.* (1992) encontrando-se a correlação com as unidades inicialmente propostas por Nery Delgado (1908) na Tabela 2.I e no Anexo II.

Em nenhum dos cortes estudados aflora a formação da base da sequência ordovícica (Formação Sarnelha). Esta formação foi estudada a NE de Penacova, nos afloramentos da berma da estrada que liga esta localidade a Oliveira do Mondego (E-2, Carta Militar de Portugal, Folha N.º 231 / Penacova).

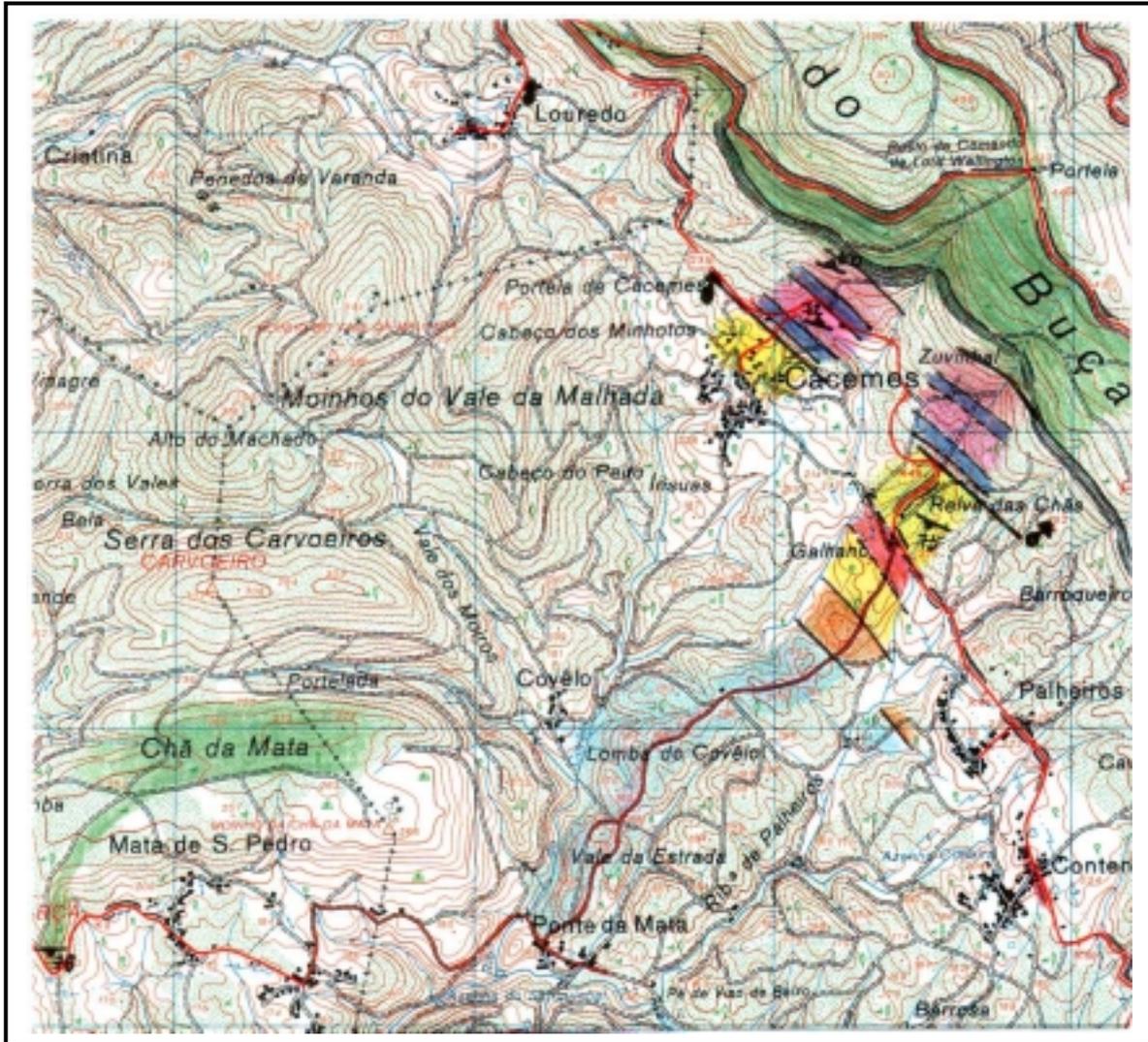


Fig. 2.5 – Mapa de campo da região de Cávemes / Galhano (Localização no mapa do Anexo II). Base topográfica: extracto da Carta Militar de Portugal, Folha N.º 219 / Mealhada (Escala 1/25000).

**Legenda:**

Silúrico		➔ Ferro oolítico
[Light Blue Box] "Fm. de Sazes"		
Ordovícico		
Inferior	Médio	Superior
[Green Box] Fm. Quartzito Armoricano	[White Box] Fm. Carregueira	[Orange Box] Fm. Porto de Santa Ana
	[Blue Box] Fm. Cabril	[Red Box] Diabase
	[Pink Box] Fm. Fonte da Horta	[Yellow Box] Fm. Louredo
	[Purple Box] Fm. Monte Sombadeira	
	[Light Pink Box] Fm. Brejo Fundeiro	



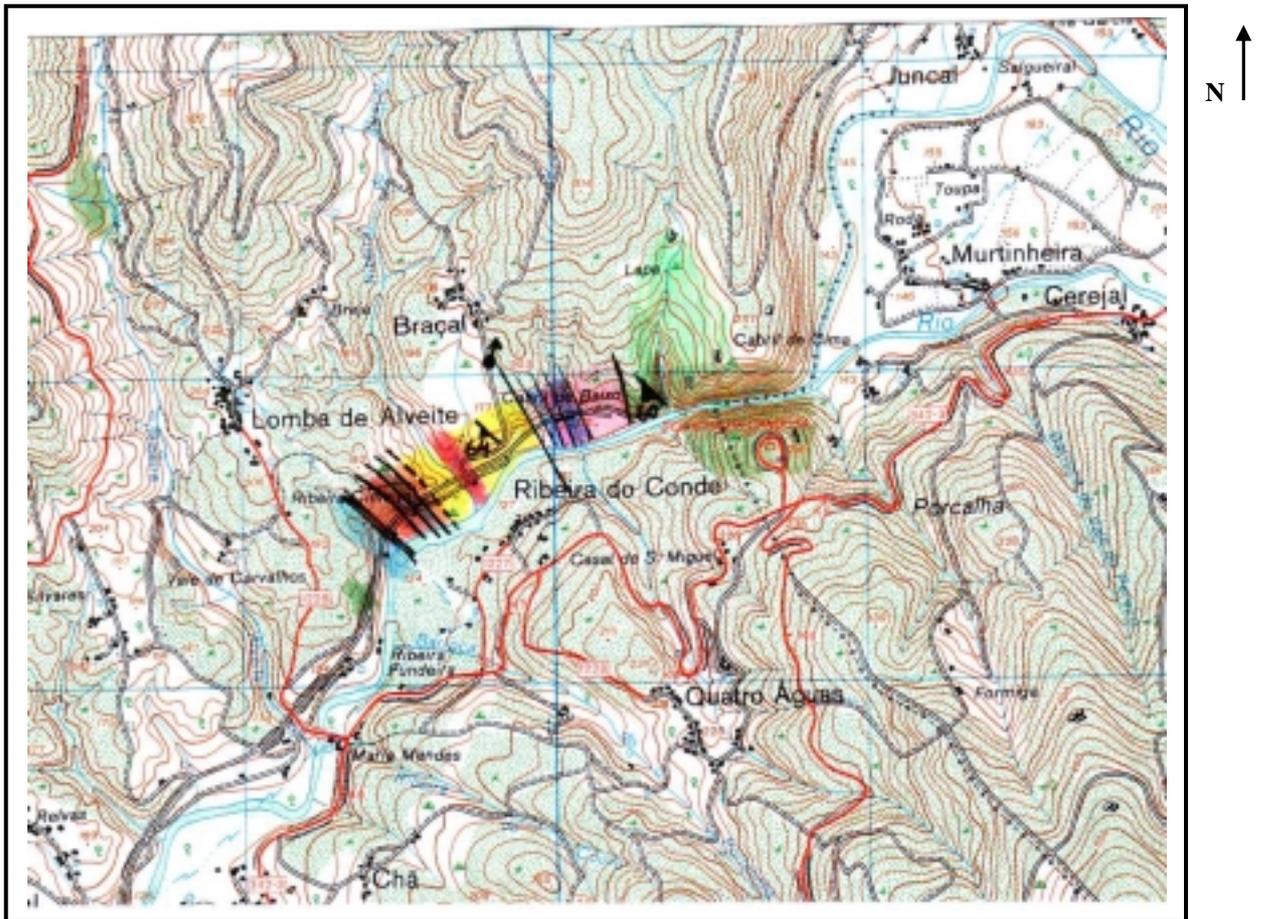


Fig. 2.6 – Mapa de campo da região do Rio Ceira (Localização no mapa do Anexo II). Base topográfica: extracto da Carta Militar de Portugal, Folha N.º 242 / Foz de Arouce - Lousã (Escala 1/25000).

Legenda:



**Tabela 2.I** – Correlação entre as várias unidades estratigráficas definidas no Ordovícico e no Silúrico do Sinclinal do Buçaco.

Período	Época	Nery Delgado (1908)	Young (1985, 1988)		Breve descrição	
Silúrico	Pridoliano	"Xistos com nódulos"	"Fm. de Sazes"		Pelitos grafitosos e arenitos.	
	Ludloviano					
	Venloquiano		Fm. Vale da Ursa		Arenitos. Apenas no Buçaco S e NW.	
	Landoveriano					
Ordovícico Superior	Ashgiliano	Camadas culminantes	Fm. Casal Carvalhal		Pelitos com "dropstones".	
			Fm. Ribeira Cimeira		Arenitos e pelitos.	
			Fm. Ribeira do Braçal		Pelitos com passagens a arenitos tempestíficos. (espessura: 20 m)	
			Fm. Porto de Santa Ana		Fm. Ferradosa Fm. Porto de Santa Ana: vulcano-sedimentar; na base ocorrem arenitos e um horizonte de ferro oolítico. Esta formação passa lateralmente aos calcários bioclásticos da Fm. Ferradosa.	
	Caradociano	Xistos diabásicos	Fm. Louredo			Arenitos; algumas bancadas com características tempestíficas. (espessura: 200 - 260 m) Base marcada por um horizonte de ferro oolítico. (espessura: 0,5 m)
			Xistos com <i>Dalmanites Dujardim</i>	Fm. Carregueira		Pelitos. (espessura: 0 – 30 m)
	Ordovícico Médio	Landeiliano		Camadas com <i>Homalonatus Oehlerti</i>	Fm. Cabril	
			Fm. Fonte da Horta		Pelitos. (espessura: 40 – 60 m)	
Fm. Monte Sombadeira*			Arenitos com características tempestíficas. (espessura: 20 - 50 m)			
Lanvirniano		Xistos com <i>Orthis Ribeiroi</i>	Fm. Brejo Fundeiro*		Pelitos. (espessura: 100 – 150 m)	
Ordovícico Inferior	Arenigiano	Quartzito com <i>Bilobites</i>	Fm. Quartzito Armoricano*		Quartzito com <i>Cruziana</i> e <i>Scolithus</i> ; intercalações de pelitos. (espessura: 600 m)	
		Quartzito com <i>Scolithus</i>				
	Tremadociano (?)	Grauvaques vermelhos inferiores	Fm. Sarnelha*		Arenitos. (espessura: 150 m)	

\* Baseado em Oliveira *et al.*, 1992.

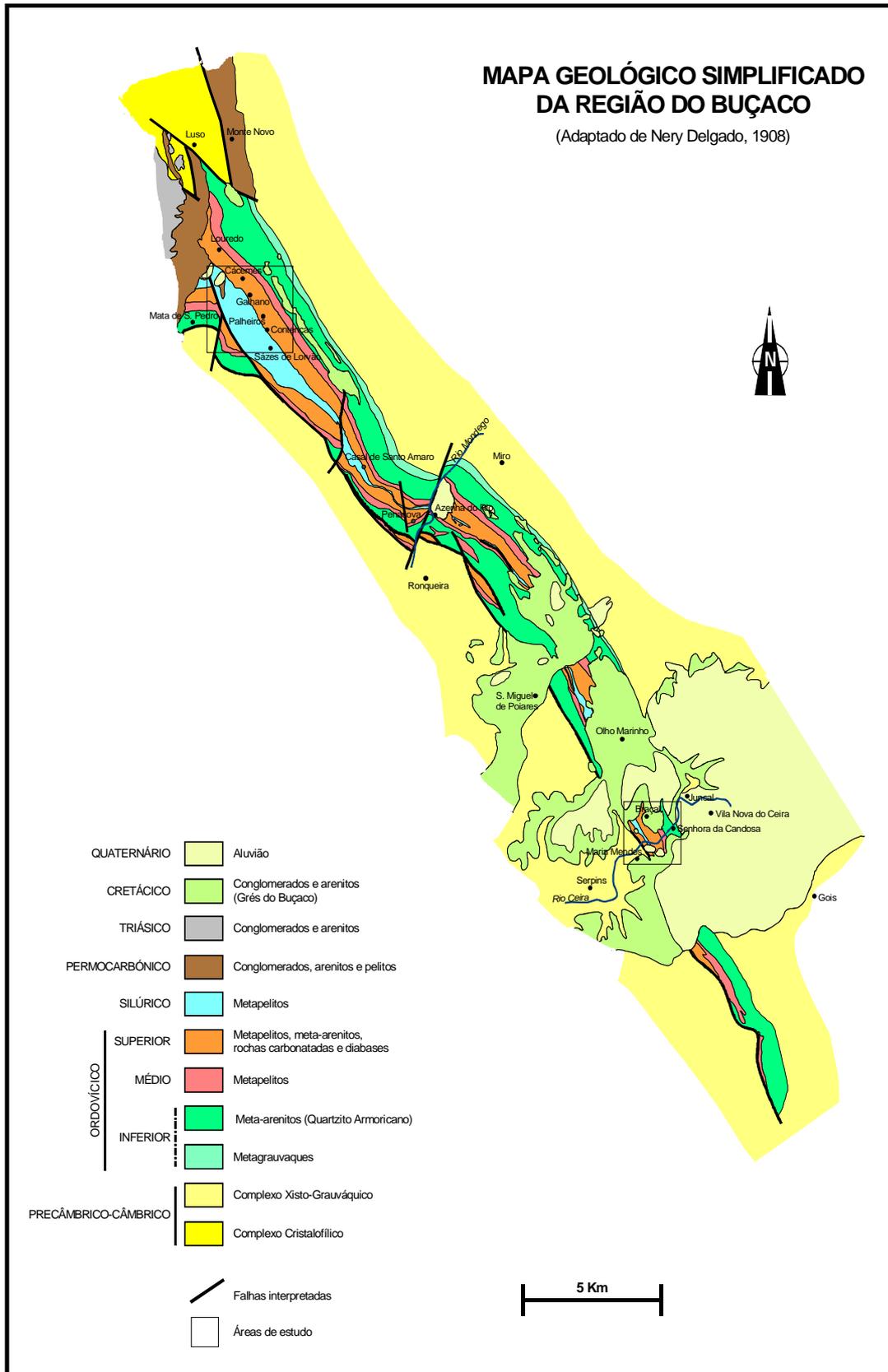
### 2.2.2 – Descrição Geral da Região do Buçaco

Tendo como base a análise e a interpretação do mapa de Nery Delgado (1908), bem como as observações realizadas durante o trabalho de campo, foi elaborado o mapa de síntese da geologia da região do Buçaco que se apresenta na Fig. 2.7.

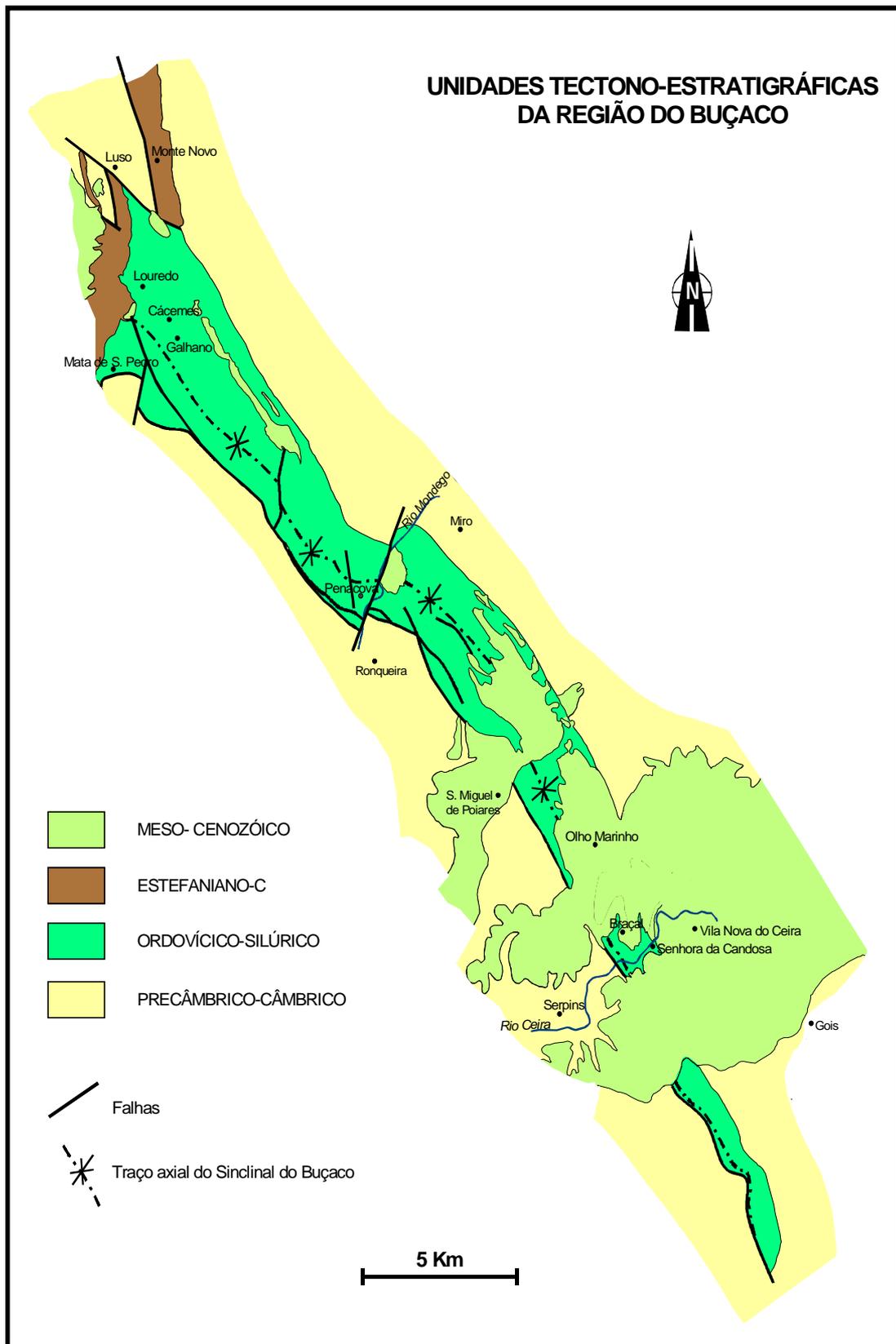
Para ter uma melhor compreensão das relações entre a sequência ordovícico-silúrica e as rochas adjacentes, as várias formações representadas na Fig. 2.7 podem ser agrupadas em 4 grandes unidades tectono-estratigráficas separadas entre si por discordâncias (Fig. 2.8):

- O Complexo Xisto-Grauváquico, ante-Ordovícico, constituído por uma alternância de xistos e metagrauvaques e afectado por uma fraca deformação antes da sedimentação da sequência paleozóica. Inclui-se também nesta unidade as rochas precâmblicas do Complexo Cristalofílico que afloram no extremo NW da região.
- A sequência ordovícico-silúrica, objecto deste trabalho, dobrada durante a primeira fase de deformação hercínica num sinclinal, conhecido na literatura geológica como **Sinclinal do Buçaco**.
- A sequência carbónica, datada do Estefaniano C–Autuniano (Sousa & Wagner, 1983), constituída essencialmente por conglomerados. Estes afloramentos correspondem à parte meridional da denominada Bacia Carbonífera do Buçaco.
- As litologias mais recentes do Meso-Cenozóico que incluem as formações detríticas (arenitos e conglomerados) do Triásico e Cretácico assim como os aluviões e terraços quaternários.

O Sinclinal do Buçaco é uma estrutura com orientação geral NW-SE, de escala regional e resultante da primeira fase de deformação hercínica. No núcleo do sinclinal encontram-se os terrenos do Silúrico, sendo os flancos representados pelos materiais mais antigos do Ordovícico que assentam em discordância sobre o Complexo Xisto-Grauváquico (Precâmbrico/Câmbrico) e com o qual contactam em quase toda a sua extensão. No extremo noroeste, diferentes níveis estratigráficos do Sinclinal contactam com os terrenos do Carbónico, o que permite o reconhecimento no mapa da discordância angular que separa a sequência ordovícico-silúrica, mais antiga, da do Carbónico, mais recente. Em vários locais, o Sinclinal é recoberto quer pelo “Grés do Buçaco” (Cretácico),



**Fig. 2.7** – Mapa Geológico Simplificado da região do Buçaco. (Adaptado de Nery Delgado, 1908)



**Fig. 2.8** – Unidades tectono-estratigráficas da região do Buçaco. (Comparar com o mapa da Fig. 2.7.)

quer pelos depósitos quaternários, ficando parcialmente oculta a sequência paleozóica, sobretudo na parte meridional da estrutura.

O Sinclinal é afectado por dois sistemas de falhas: (1) um sistema longitudinal ou paralelo à estrutura, afectando essencialmente o flanco ocidental, onde a sequência estratigráfica se mostra mais incompleta e conturbada comparativamente à do flanco oriental, e (2) um sistema transversal, mais tardio e de orientação aproximada de NNE-SSW a NS, responsável pelas inflexões do Sinclinal ao longo do seu traçado e, quiçá, pela inversão local da série no flanco NE, como sucede no corte de Cávemes (Fig. 2.5).

Do ponto de vista estratigráfico, a sequência ordovícico-silúrica do Sinclinal do Buçaco pode ser considerada como constituída pelas seguintes unidades: (i) o Ordovícico Inferior, representado por formações areníticas, (ii) o Ordovícico Médio, predominante pelítico com intercalações arenosas para o topo, (iii) o Ordovícico Superior, litologicamente mais variado, com arenitos, pelitos, carbonatos e sequências vulcano-sedimentares e (iv) o Silúrico, constituído por camadas alternantes de pelitos e arenitos.

### 2.2.3 – Ordovícico Inferior

A base do Ordovícico está representada na região pela **Formação Sarnelha**, uma unidade detrítica constituída por grauvaques siliciosos de cor avermelhada que apresentam esporadicamente clastos dispersos de maiores dimensões. Reconhecem-se algumas bancadas conglomeráticas onde são abundantes os clastos de quartzo. A Fm. Sarnelha aflora apenas no flanco oriental do Sinclinal e pode ser bem observada na berma da estrada nacional N.º 2 (E-2), de Penacova para Oliveira do Mondego, sensivelmente ao quilómetro 237,7 (Carta Militar de Portugal, Folha N.º 231 / Penacova). Os estratos apresentam aqui uma orientação N136°, 58° SW. À medida que caminhamos para sul, isto é, para o topo da formação, verifica-se uma diminuição no tamanho do grão dos grauvaques e um aumento progressivo das intercalações de quartzitos que, tornando-se mais espessas, acabam por dar lugar às possantes bancadas do Quartzito Armoricano.

A Fm. Sarnelha contém alguns registos de pistas fósseis, como *Skolithos* e *Cruziana* (Nery Delgado, 1908; Hammann *et al.*, 1982) que não permitem a sua datação precisa. Contudo, é-lhe atribuída uma idade tremadociana e, em parte, arenigiana, devido à

passagem gradual destes sedimentos para os quartzitos do Arenigiano (Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Oliveira *et al.*, 1992).

À Fm. Sarnelha seguem-se as bancadas quartzíticas da **Formação Quartzito Armoricano** que deram origem aos relevos mais importantes da região, como a Serra do Buçaco, com 547 m de altitude e os Penedos de Góis, cujo cume atinge 1043 m. É ainda nas bancadas quartzíticas que se rasgam gargantas apertadas e profundas (ou cabris) onde se encaixam o Rio Mondego, em Penacova, e o Rio Ceira, na Senhora da Candosa, a sul. A espessura da formação é variável alcançando o seu desenvolvimento máximo no flanco NE do Sinclinal onde apresenta cerca de 600 m.

Os quartzitos contêm abundantes estruturas sedimentares e pistas fósseis. No cabril do Rio Ceira, na parte sul do Sinclinal do Buçaco, podem-se encontrar *Scolithus*, *Cruziana* e marcas de ondulação (“ripple-marks”) (Fig. 2.9, 2.10 e 2.11).

Para o topo, a formação é litologicamente menos homogénea devido à intercalação de níveis pelíticos de coloração cinzenta nas camadas quartzíticas. A alternância de leitos claros (quartzitos) e escuros (pelitos) confere às rochas um aspecto bandado. Na maior parte dos casos, os limites entre os leitos são planos e paralelos entre si, mas também se podem apresentar ondulados como se os níveis pelíticos se adaptassem às estruturas internas dos níveis arenosos (Fig. 2.12). A geometria dos estratos de quartzito é com alguma frequência lenticular, isto é, variam lateralmente de espessura e talvez, nalguns casos, possam indicar a presença de “mega-ripples” (Fig. 2.13). É por vezes visível nos níveis quartzíticos uma laminação entrecruzada com características tempestíticas (“Hummocky Cross-Stratification” ou, abreviadamente, “HCS”).

À medida que se atinge o topo da formação, as intercalações pelíticas assumem maior importância com a consequente diminuição da frequência das camadas de quartzitos que, deixando de existir, dão lugar a uma formação pelítica que representa a primeira unidade do Ordovícico Médio, a Formação Brejo Fundeiro.

Admite-se que no início da sedimentação da série ordovícica, durante o Tremadociano, a bacia de sedimentação apresentava alguma irregularidade topográfica herdada da “fase sarda” responsável pela discordância entre a base do Ordovícico e o seu substrato, o Complexo Xisto-Grauváquico (Julivert *et al.*, 1983; Oliveira *et al.*, 1992). Os grauvaques vermelhos da Fm. Sarnelha são interpretados como representativos de uma

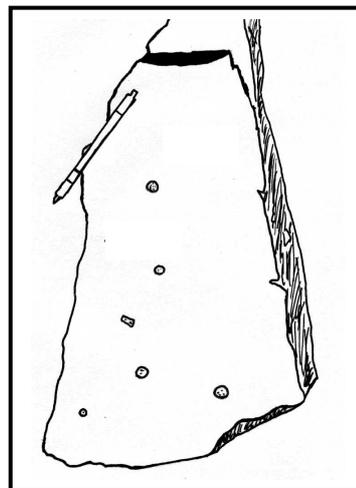
sedimentação fluvio-marinha com fortes afinidades continentais na base e marcariam o início da transgressão ordovícica (Gutiérrez Marco *et al.*, 1990). As diferenças de relevo na bacia explicariam as variações de espessura e, até, a ausência desta formação em alguns pontos do Sinclinal do Buçaco e em outros locais da Zona Centro-Ibérica. Atenuadas as diferenças topográficas, a sedimentação prossegue durante o Arenigiano em condições mais uniformes com a sedimentação arenítica da Fm. Quartzito Armoricano. Os icnofósseis e estruturas sedimentares presentes nesta formação indicam uma sedimentação em ambiente marinho litoral pouco profundo, influenciado pela ondulação e pela actividade de tempestades que dariam origem, respectivamente, aos “ripples” e às laminações do tipo “Hummocky Cross-Stratification” observadas.

#### 2.2.4 – Ordovícico Médio

Às unidades arenosas do Ordovícico Inferior segue-se uma unidade muito fossilífera e predominantemente pelítica, contendo intercalações de arenitos com características tempestíficas para o topo. Este conjunto, do Ordovícico Médio, atinge cerca de 300 m de espessura, sendo conhecido como **Grupo de Cávemes**. O Grupo inclui as Formações Brejo Fundeiro e Monte Sombadeira, propostas por Cooper (1980) e as Formações Fonte da Horta, Cabril e Carregueira sugeridas por Young (1985, 1988) (Fig. 2.14).

Reconhecem-se associações faunísticas muito ricas nas unidades do Grupo de Cávemes que indicam uma idade do Lanvirniano - Landeiliano para a Formação Brejo Fundeiro, do Landeiliano para as formações Monte Sombadeira, Fonte da Horta e Cabril e da parte baixa do Caradociano para a Formação Carregueira (Oliveira *et al.*, 1992).

A **Formação Brejo Fundeiro** é constituída por pelitos finamente micáceos. Nos pelitos existem nódulos ou concreções duras, quase sempre sem fósseis, de forma elipsoidal achatada, cujas dimensões podem atingir 40 cm de diâmetro. A formação é muito fossilífera e, de acordo com Nery Delgado (1908), são particularmente abundantes as espécies *Orhtis ribeiroi* **Sh.**, sobretudo na parte superior da unidade e *Didymograptus muschisoni* **Boeck.**, que se encontra da base até ao topo (Teixeira, 1981).



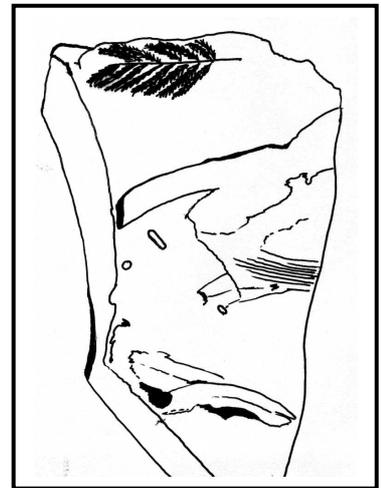
a.

b.

**Fig. 2.9** – a. *Scolithus* em rochas da Fm. Quartzito Armoricano (Corte do Rio Ceira).

b. Representação esquemática.





a.

b.

**Fig. 2.10** – a. *Cruziana* em rochas da Fm. Quartzito Armoricano (Corte do Rio Ceira).

b. Representação esquemática.



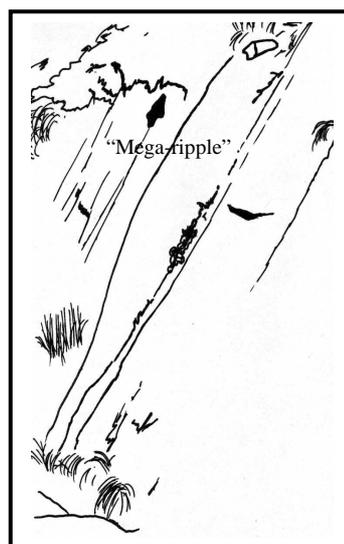


**Fig. 2.11** – Marcas de ondulação (“Ripple-marks”) em rochas da Fm. Quartzito Armoricano (Corte do Rio Ceira).



**Fig. 2.12** – Alternância de níveis quartzíticos e pelíticos em amostras do topo da Fm. Quartzito Armoricano (Corte do Rio Ceira).



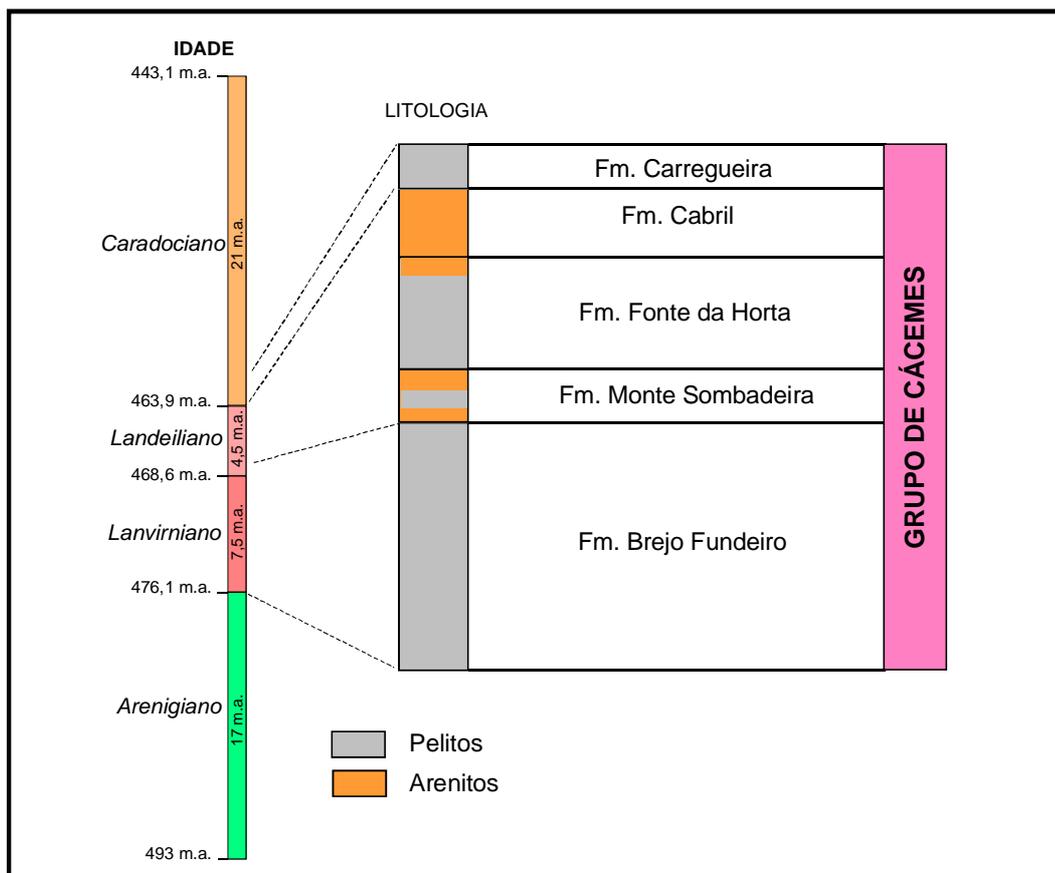


a.

b.

**Fig. 2.13** – a. Possível “mega-ripple” nas bancadas do topo da Fm. Quartzito Armoricano (Corte do Rio Ceira).

b. Representação esquemática.



**Fig. 2.14** – Unidades litoestratigráficas no Ordovício Médio do Buçaco e litologias dominantes (Baseado em Young, 1988; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Oliveira *et al.*, 1992). Idades dos tempos geológicos segundo Harland *et al.*, 1989.

Na parte norte do Sinclinal do Buçaco, na zona de Cávemes (Fig. 2.5), a Fm. Brejo Fundeiro é, ao contrário do que se verifica na parte sul, no Rio Ceira (Fig. 2.6), muito fossilífera, com abundante fauna de trilobites e braquiópodes. Nódulos ou concreções duras de dimensões variáveis ocorrem no topo da formação (Fig. 2.15), sendo mais abundantes e de maiores dimensões na zona do Rio Ceira do que na de Cávemes.

No topo da Fm. Brejo Fundeiro ocorrem, intercalados nos pelitos, leitões de arenitos micáceos e siliciosos que se tornam cada vez mais frequentes e que acabam por dar lugar a uma unidade arenítica, a Formação Monte Sombadeira. A passagem entre as duas formações pode ser bem observada na área de Cávemes, reconhecendo-se também esta

transição no corte do Rio Ceira, se bem que neste caso as condições de afloramento sejam piores devido à presença de depósitos de cobertura.

A **Formação Monte Sombadeira** é uma formação constituída predominantemente por arenitos de cor clara, siliciosos e micáceos em alternância com materiais pelíticos. Apesar das intercalações serem uma constante ao longo de toda esta formação, os arenitos são dominantes no início e no final da unidade mas, ocupando uma posição intermédia, ocorre uma assentada de siltitos e argilitos negros com finos leitos areníticos. As assentadas areníticas da base exibem estruturas sedimentares designadas de tempestitos (“Hummocky Cross-Stratification”, HCS) (Fig. 2.16) e, nas do topo, os estratos apresentam com frequência variações laterais de espessura.

A Fm. Monte Sombadeira aflora mais completa no corte do Rio Ceira do que no de Cávemes, onde apenas são visíveis as assentadas areníticas da base e algumas do topo.

O estratotipo da **Formação Fonte da Horta** foi definido por Young (1985, 1988) na área de Cávemes, no corte da estrada E-235, Luso – Penacova, ao km 47,1 (Fig. 2.5). No corte do Rio Ceira, a Fm. Fonte da Horta estende-se desde a primeira casa da aldeia Cabril de Baixo até um pouco depois da última casa desta aldeia, apresentando cerca de 60–65 m de espessura.

Esta formação é essencialmente pelítica mas contém também algumas finas camadas areníticas as quais se tornam mais frequentes e possantes para o topo. Os pelitos são escuros, de grão fino e micáceos e apresentam nódulos de forma elipsoidal e achatada de menores dimensões do que os encontrados na Fm. Brejo Fundeiro. Os nódulos são, na sua maioria, siliciosos e ferruginosos, de cor escura e alguns parecem conter pirite e até apresentar fósseis. De facto, no interior de um deles foi encontrado o que parecia ser um braquiópode, ainda que não tenha sido posteriormente confirmada a sua identificação. Também nos pelitos se podem encontrar fragmentos de fósseis, nomeadamente de trilobites.

Para o topo da formação, os leitos de arenitos tornam-se mais frequentes evidenciando a transição para a unidade arenítica suprajacente, a Formação Cabril. O contacto entre estas duas formações é difícil de reconhecer, dado não se verificar uma diferença litológica nítida entre o topo de uma e a base da seguinte. No corte do Rio Ceira, foi considerado que a Formação Cabril se inicia nas primeiras camadas areníticas com tempestitos (estruturas do tipo “Hummocky Cross-Stratification”, HCS).

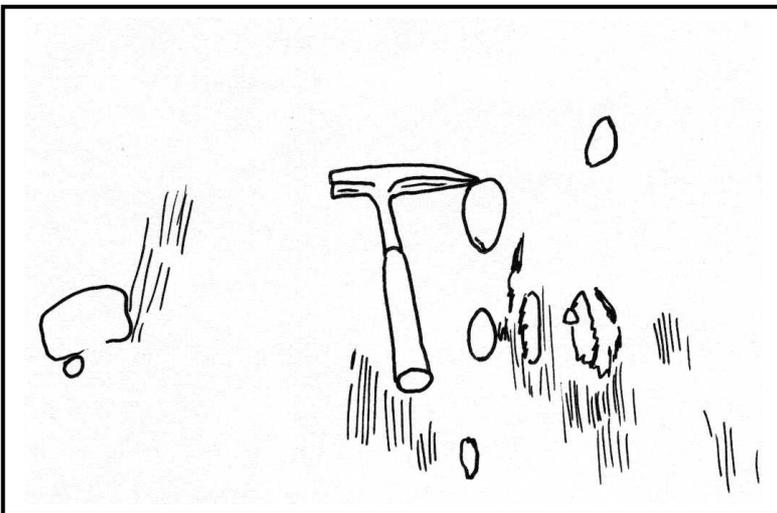
O estratotipo da **Formação Cabril** foi definido por Young (1985, 1988) no corte do Rio Ceira, junto à aldeia Cabril de Baixo (Fig. 2.6). Esta unidade é essencialmente arenítica mas contém também numerosas intercalações pelíticas, mais frequentes na base que no topo. As estruturas tempestíticas nos arenitos desta formação podem ser observadas quer na zona do Rio Ceira quer na de Cávemes.

A última formação do grupo de Cávemes é novamente uma unidade pelítica e aflora bem na região sul do Sinclinal do Buçaco (corte do Rio Ceira). Esta formação, designada por **Formação Carregueira**, atinge neste corte cerca de 7 m de espessura e é litologicamente muito uniforme. É constituída por argilitos negros (cinzento escuro), siliciosos e micáceos que assentam sobre os arenitos da Fm. Cabril (Fig. 2.17).

No seu conjunto, as características do Grupo de Cávemes reflectem a sedimentação num ambiente de plataforma pouco profunda dominada por tempestades (Young 1985; Brenchley *et al.*, 1986; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990). As bio- e litofácies indicam, segundo estes autores, um regime essencialmente transgressivo durante o Lanvirniano, isto é, durante a sedimentação pelítica da Fm. Brejo Fundeiro. No início do Landeiliano esta tendência seria invertida passando-se a condições regressivas se bem que, no início do Caradociano, durante a sedimentação da Fm. Carregueira, ter-se-á iniciado um novo período transgressivo marcado paleontologicamente pelo influxo na bacia de novos géneros de braquiópodes e trilobites (Young, 1990) (ver, à frente, Fig. 2.54). As formações areníticas do Grupo de Cávemes (Monte Sombadeira e Cabril) são consideradas como representativas de uma sedimentação em zonas de plataforma, em que as partículas de areia teriam sido transportadas e retrabalhadas por correntes e ondas geradas durante episódios de tempestades (Young, 1985; Brenchley *et al.*, 1986). A distribuição dos sedimentos com características tempestíticas na Zona Centro-Ibérica, de idade landeiliana, evidenciada nos trabalhos destes autores indica que até uma distância de uns 100 km da linha de costa a superfície de sedimentação se encontrava sujeita à acção das ondas geradas pelas tempestades. Admitindo-se 50 m como a profundidade máxima para que se possam gerar as estruturas tipo “hummocky” então, no Ordovícico Médio, aquando da acumulação dos sedimentos com estas estruturas, a plataforma Ibérica teria um gradiente topográfico muito baixo, possivelmente inferior a 0,1° (Brenchley *et al.*, 1986).



a.



b.

**Fig. 2.15 - a.** Nódulos nos pelitos da Fm. Brejo Fundero (Corte do Rio Ceira).

**b.** Representação esquemática.





a.



b.

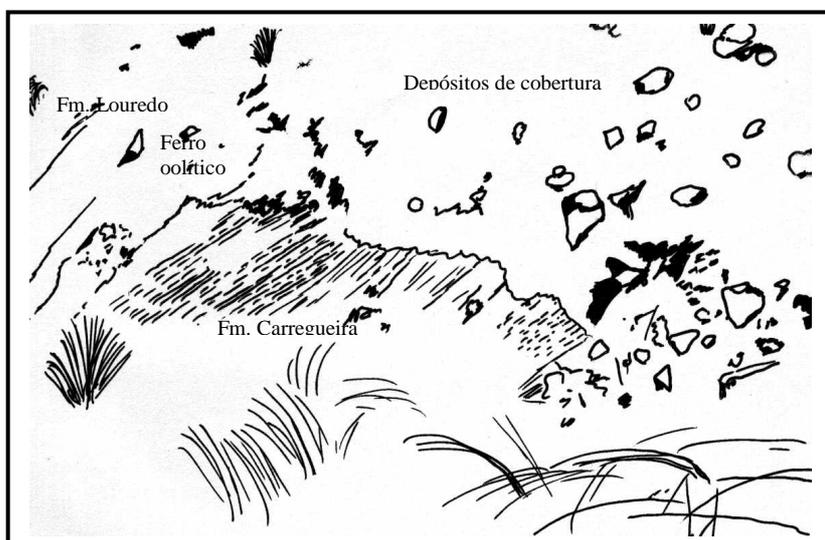
**Fig. 2.16** – a. Laminação do tipo “Hummocky Cross-Stratification” nos arenitos da Fm. Monte Sombadeira (Corte do rio Ceira).

b. Representação esquemática.





a.



b.

**Fig. 2.17 – a.** Pelitos da Fm. Carregueira (Corte do Rio Ceira).

**b.** Representação esquemática.

### 2.2.5 – Ordovícico Superior

As formações do Ordovícico Superior (Fig. 2.18) correspondem, de modo geral, à alternância de unidades areníticas e pelíticas tendo-se verificado ainda neste período fenómenos magmáticos responsáveis pelo desenvolvimento de tufo, lavas e doleritos.

Na base do Ordovícico Superior encontra-se a **Formação Louredo**, datada do Caradociano (Fig. 2.18). É uma unidade dominada por arenitos que se desenvolve entre dois horizontes de ferro oolítico: a Camada Favaçal na base e o Membro Leira Má que representa a base da formação seguinte, a Formação Porto de Santa Ana. Estes níveis de ferro, ocupando a mesma posição estratigráfica, apresentam uma ampla distribuição geográfica, não só no domínio do Sinclinal do Buçaco como também no Ordovícico da Europa meridional. Por estas características, os dois horizontes são considerados *níveis guia* na correlação estratigráfica do Ordovícico.

No corte do Rio Ceira, o horizonte de ferro oolítico da base da Fm. Louredo (Camada Favaçal) tem uma espessura aproximada de 45 cm sendo fácil de reconhecer a sua textura oolítica com o auxílio de uma lupa. Na zona de Cávemes, este horizonte, também com poucos centímetros de espessura, foi identificado em dois locais: na barreira da estrada que segue para a aldeia de Cávemes, a uns 100 m do cruzamento com a estrada E-235 e ao km 48,1 desta mesma estrada, no caminho que segue para NE (Fig. 2.5), ainda que neste último local o seu reconhecimento seja mais difícil.

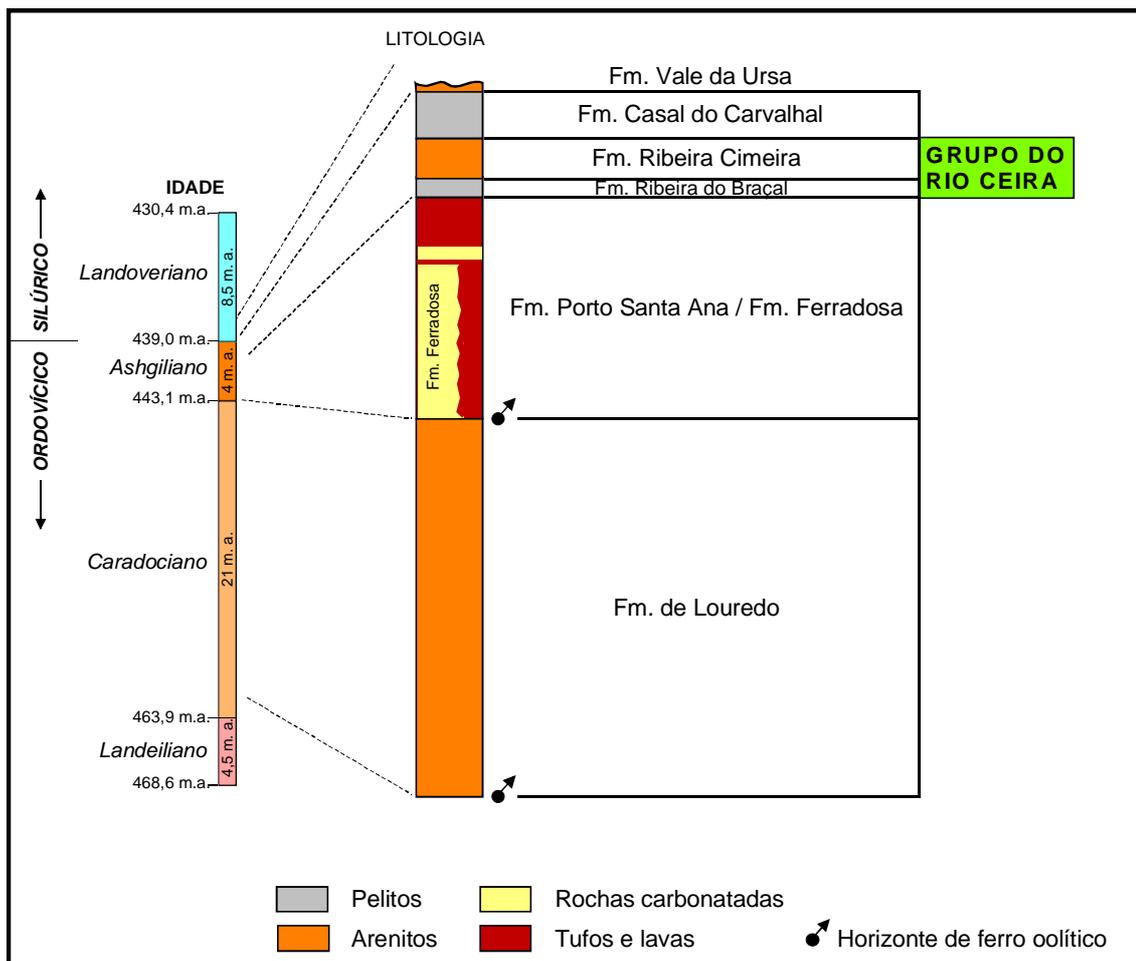
É referida na bibliografia a ocorrência de abundante micro- e macrofauna marinha (braquiópodes, trilobites e cistoides) e sinais de bioturbação nos dois horizontes (Henry *et al.*, 1974; Paris, 1981; Young, 1985, 1988 e 1990) que permitem atribuir a idade caradociana à formação limitada por eles (Fm. Louredo).

O estratotipo da Fm. Louredo foi definido por Young (1985, 1988) nos afloramentos das barreiras da estrada Penacova – Luso (N.º 235), ao km 48,1. Nesta zona, perto do topo, a formação é cortada por um “sill” dolerítico bastante possante (cerca de 200 m). Por cima do “sill”, a última dezena de metros do topo da formação aflora ao longo da estrada de Galhano para Ponte da Mata (Fig. 2.5).

A Fm. Louredo apresenta bancadas areníticas e siltíticas micáceas intercaladas com finos leitos de pelitos cinzentos escuros. Nas camadas areníticas e siltíticas reconhecem-se estruturas do tipo tempestitos (“Hummocky Cross-Stratification”, HCS). Os leitos pelíticos

tornam-se progressivamente mais frequentes para o topo da formação onde predominam argilitos e siltitos negros e micáceos.

Na região sul do Sinclinal do Buçaco (corte do Rio Ceira), a Fm. Louredo apresenta, em geral, as mesmas características que a norte, se bem que as assentadas areníticas da base desta unidade parecem aqui mais espessas do que no corte do Galhano. Também aqui, nas camadas de arenitos da base, não passam despercebidas as estruturas “Hummocky Cross-Stratification” (Fig. 2.19).



**Fig. 2.18** – Unidades litoestratigráficas no Ordovícico Superior do Buçaco e litologias dominantes (Baseado em Young, 1988; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Oliveira *et al.*, 1992). Idades dos tempos geológicos segundo Harland *et al.*, 1989.

Sobre a Fm. Louredo dispõe-se o conjunto vulcano-sedimentar da **Formação Porto de Santa Ana** formada essencialmente por tufos e lavas básicas. A base da formação situa-

se no horizonte de ferro oolítico designado Membro Leira Má (Young, 1985, 1988). No topo, ocorrem alguns níveis carbonatados, como pode ser observado no corte do Galhano, onde esta formação está bem representada. No corte do Rio Ceira não foi possível reconhecer o Membro Leira Má já que o ferro oolítico parece encontrar-se disseminado por toda a formação, resumida aqui a uns escassos 2,5 a 3 m de espessura.

A abundante macro e microfauna presentes, sobretudo no horizonte oolítico da base, permite atribuir uma idade do Ashgiliano à Fm. Porto de Santa Ana ( Debbaj, 1979; Paris, 1979, 1981; Young, 1985, 1988).

A Fm. Porto de Santa Ana é contemporânea da **Formação Ferradosa** a qual é constituída principalmente por rochas carbonatadas. As fácies vulcano-sedimentares diminuem para SE, passando lateralmente aos calcários bioclásticos ricos em briozoários da Fm. Ferradosa. Em Vila Nova do Ceira, a base desta unidade é um horizonte de ferro oolítico com a mesma fauna que a do Membro Leira Má e o topo da formação proporcionou fauna que sugere idade do Ashgiliano (parte baixa e média) (Young, 1985, 1988).

Na base da Fm. Ferradosa ocorrem calcários silicificados a que se seguem as camadas dolomíticas que representam a maior parte da formação. Bons afloramentos da Fm. Ferradosa podem ser encontrados em vários locais, como por exemplo nas proximidades de Penacova, em Casal de Santo Amaro ou a este da aldeia de Ferradosa.

As restantes unidades do topo do Ordovícico Superior apresentam um carácter terrígeno regressivo e compreendem as formações Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalhal. Todas estas formações são reconhecidas no corte do Rio Ceira mas não nos cortes da área de Cávemes. Foi aliás, no corte do Rio Ceira que Young (1985, 1988) definiu os estratotipos das formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira.

As formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira, em conjunto com a de Ribeira de Laje, não representada no Buçaco, integram o **Grupo do Rio Ceira** proposto por Young (1985, 1988) (Fig. 2.18).

A **Formação Ribeira do Braçal** contacta na base com a Fm. Porto Santa Ana. No corte do Rio Ceira, esta formação tem uma espessura de cerca de 16 m ao longo dos quais há um predomínio de pelitos negros onde se intercalam arenitos que se tornam mais frequentes para o topo. Os pelitos possuem micas brancas de reduzidas dimensões e

apresentam laminação paralela. As camadas areníticas variam lateralmente de espessura de poucos centímetros a poucos milímetros.

A esta formação sucede-se uma outra mais arenítica, a **Formação Ribeira Cimeira**, que se inicia por uma bancada arenítica que evidencia uma superfície erosiva na base (Fig. 2.20); seguem-se bancadas de arenitos, em geral escuros (Young, 1985), e bancadas de siltitos igualmente negros, que se tornam mais frequentes para o topo da formação. Da última bancada de arenitos, transita-se para uma formação mais pelítica, a Formação Casal Carvalhal.

A **Formação Casal Carvalhal** é constituída por pelitos negros muito duros e micáceos e, no topo, apresenta alguns níveis arenosos. Esta formação é considerada de origem glacio-marinha por vários autores ( Young, 1988,1990; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Brenchley *et al.*, 1991; Oliveira *et al.*, 1992). Na literatura é referido nos siltitos a presença de “dropstones” (clastos de diversos tamanhos) que, no corte do Rio Ceira, só puderam ser reconhecidos à escala microscópica. Em afloramento, os pelitos exibem disjunção esferoidal, aspecto que só foi observado nesta unidade. A idade da formação é provavelmente do Hirnanciano (topo do Ashgiliano), apesar de poder ser parcialmente do início do Landoveriano, já no Silúrico Inferior (Young, 1985, 1988; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990).

Nalguns locais da zona sul do Buçaco, acima da Fm. Casal de Carvalhal ocorrem leitões areníticos com “slumps” que, de acordo com Young (1985, 1988), representariam a base da **Formação Vale da Ursa**, cuja parte basal é do início do Landoveriano. Este autor definiu a secção tipo desta formação no Sinclinal de Dornes, encontrando-se presentes no Buçaco apenas alguns níveis da sua base.

Comparativamente ao Ordovícico Inferior e Médio, a sucessão estratigráfica do Ordovícico Superior é litologicamente mais variada. O ambiente de plataforma pouco profunda, sujeita à acção de tempestades, prevalecente no Landeiliano, parece ter-se mantido durante a deposição da Fm. Louredo até ao Ashgiliano (Young, 1990; Romano, 1991). A génese dos dois horizontes de ferro oolítico que limitam esta formação (Camada Favaçal e Membro Leiria Má) não é ainda bem compreendida, se bem que a fauna que levam associada não deixa dúvidas quanto ao ambiente de deposição (marinho) devendo representar, segundo Young (1985, 1988), períodos de não sedimentação num regime de

subida relativa do nível do mar. De facto, Young (1990) reconhece no limite Caradociano-Ashgiliano um novo período de ascensão do nível do mar acompanhado de mudanças faunísticas semelhantes às do limite Landeiliano-Caradociano (ver, à frente, Fig. 2.54).

A actividade ígnea durante o Ashgiliano, representada pelas lavas e tufos da Fm. Porto de Santa Ana e pelos “sills” de doleritos intrusivos nas formações subjacentes, deve estar relacionada com a instabilidade da bacia de sedimentação devida à reactivação, por distensão, de falhas antigas (Oliveira *et al.*, 1992; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990). As condições ambientais nesta altura terão favorecido, associada ao complexo vulcânico, a sedimentação carbonatada da Fm. Ferradosa.

O topo do Ashgiliano é marcado pelos efeitos da glaciação que presidiu à passagem do Ordovícico para o Silúrico: a sequência do Grupo do Rio Ceira testemunha a regressão glacio-eustática e os sedimentos glacio-marinhos da Fm. Casal Carvalhal seriam o resultado da queda das partículas sobre a plataforma aquando da fusão das massas flutuantes de gelo que as transportavam (Young, 1990; Brenchley *et al.*, 1991).

### 2.2.6 – Silúrico

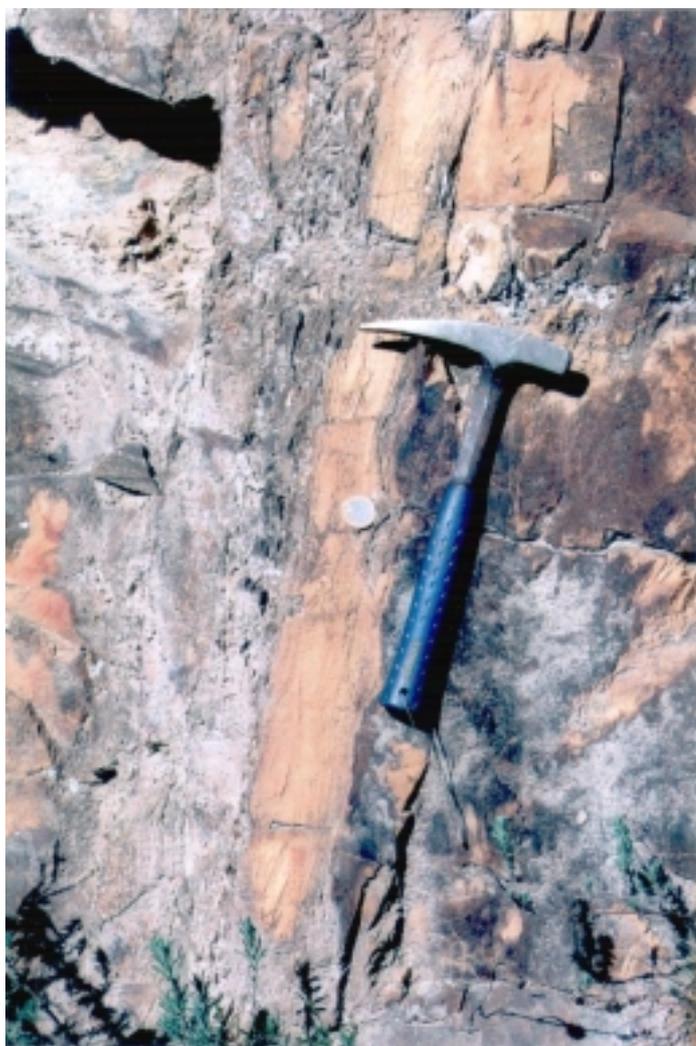
O Silúrico está representado pela **Formação de Sazes** (Paris, 1981), constituída por pelitos, por vezes ampelitosos, com finas camadas de arenitos (Fig. 2.21). Os pelitos mais finos e macios contêm grande quantidade de nódulos siliciosos e argilo-siliciosos de tamanho variável, esféricos ou elipsoidais achatados e às vezes piritosos (Fig. 2.22).

A base da Fm. de Sazes contém graptólitos da parte alta do Landoveriano (Romariz, 1962), admitindo-se que nas camadas subsequentes possam estar também representadas as restantes épocas do Silúrico (Venloquiano, Ludloviano e Pridoliano) (Gutiérrez Marco *et al.*, 1990).

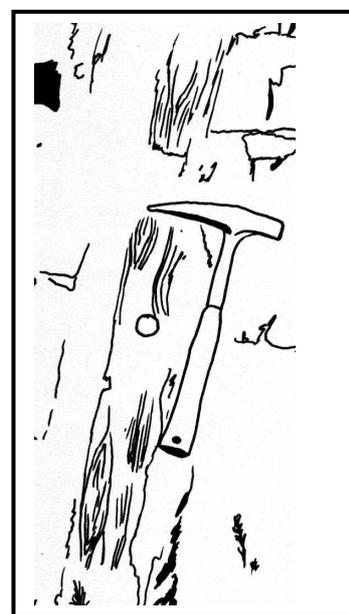
A ausência de parte do Landoveriano implica a existência de uma lacuna estratigráfica (período de erosão e/ou não sedimentação) no início do Silúrico. De facto, no corte do Galhano (Fig. 2.5) a Fm. de Sazes assenta directamente sobre a Fm. Porto de Santa Ana, encontrando-se ausente o Grupo do Rio Ceira e as unidades mais recentes do Ordovícico Superior. A lacuna pode ser também reconhecida através da observação da

cartografia do Sinclinal do Buçaco (Anexo II): no flanco oriental, a norte, não se encontram as últimas unidades do Ordovícico estando a Fm. Porto de Santa Ana em contacto com os terrenos silúricos.

A título de resumo, apresentam-se na Fig. 2.23 todas as unidades litoestratigráficas do Paleozóico Inferior do Sinclinal do Buçaco com as respectivas idades e litologias dominantes.



a.

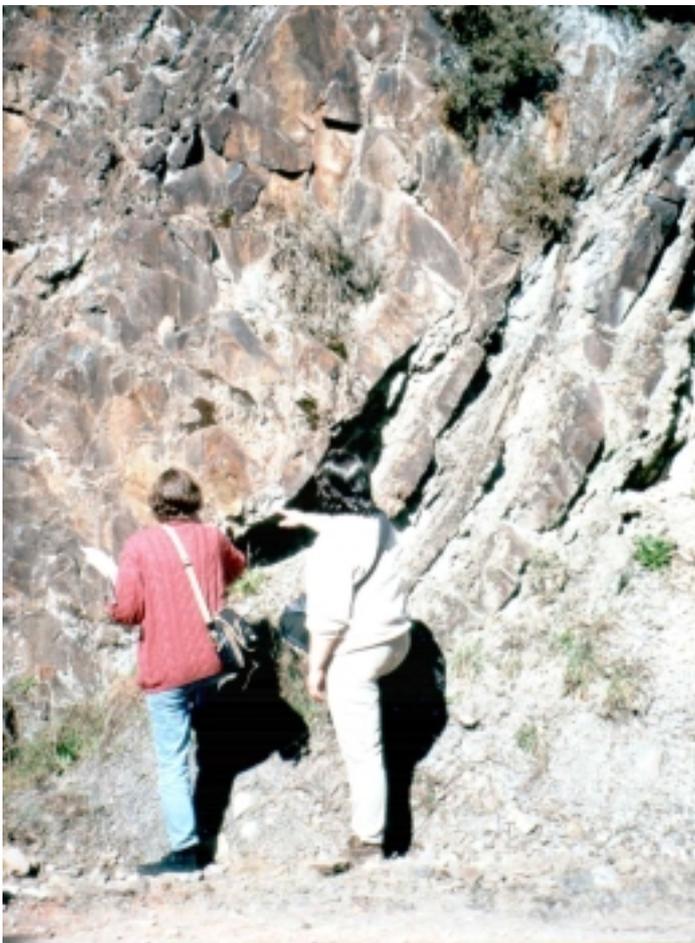


b.

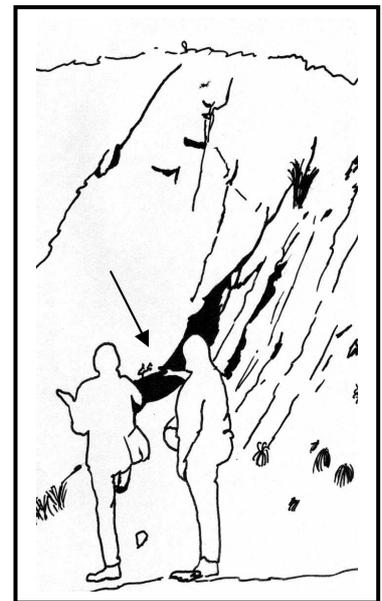
**Fig. 2.19** – a. Laminação do tipo “Hummocky Cross-Stratification” nos arenitos da Fm. Louredo (Corte do Rio Ceira).

b. Representação esquemática.





a .

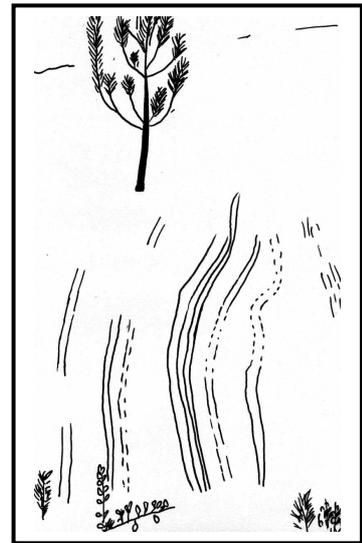


b.

**Fig. 2.20 – a.** Superfície erosiva que marca a base da Fm. Ribeira Cimeira (Corte do Rio Ceira).

**b.** Representação esquemática.





**a.**

**b.**

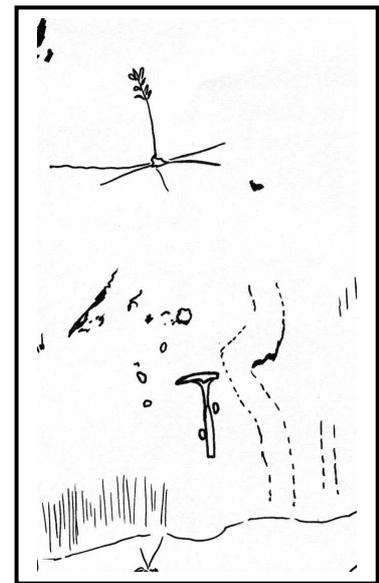
**Fig. 2.21** – a. Finos leitos de arenitos intercalados entre os pelitos (Xistos) da Fm. de Sazes (Entre Galhano e Ponte da Mata).

b. Representação esquemática.





a.



b.

**Fig. 2.22** – a. Nódulos nos pelitos (xistos) da Fm. de Sazes (Entre Galhano e Ponte da Mata).

b. Representação esquemática.

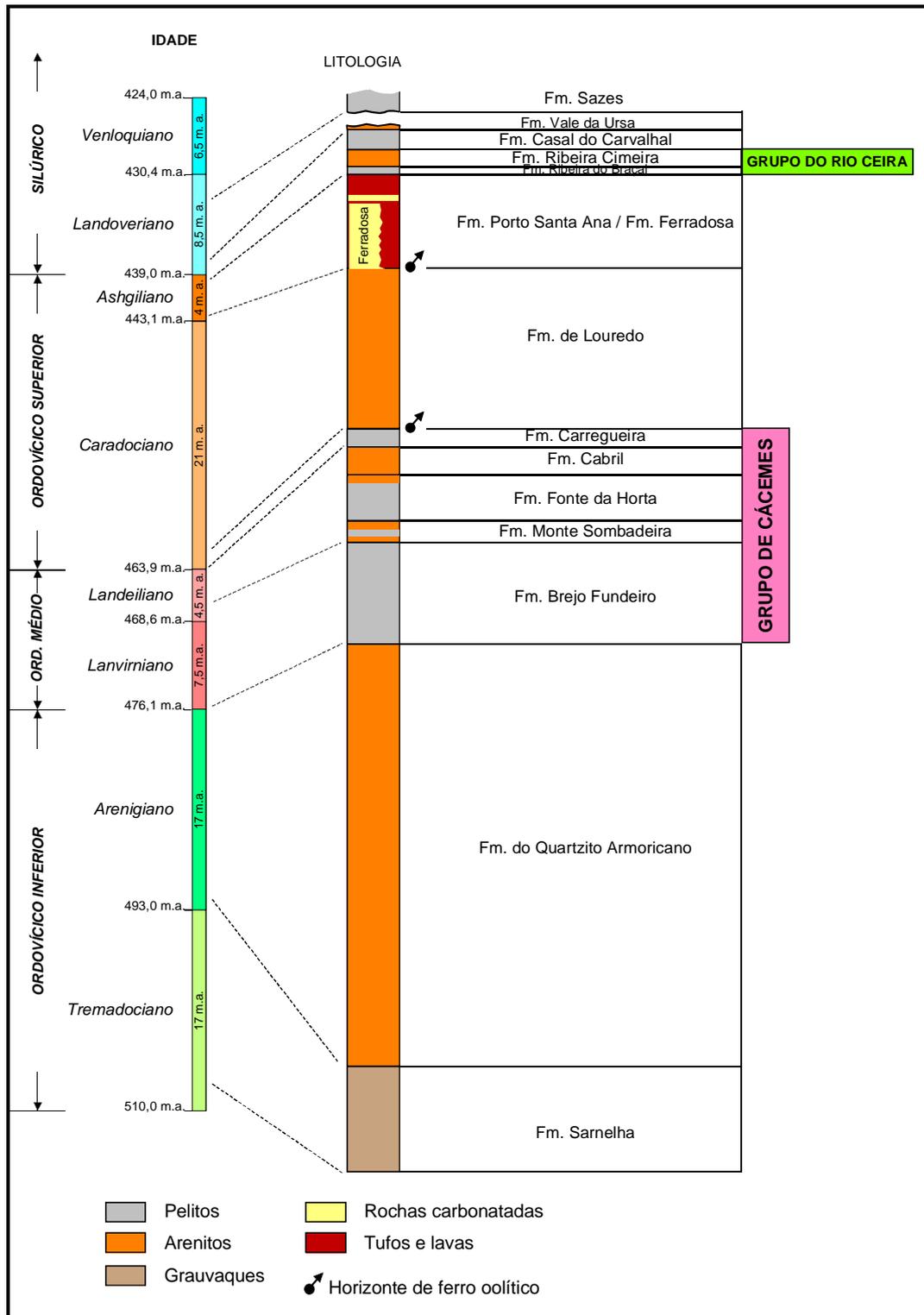


Fig. 2.23 – Unidades litoestratigráficas no Paleozóico do Sinclinal do Buçaco e litologias dominantes (Baseado em Young, 1988; Gutiérrez Marco *et al.*, 1990; Oliveira *et al.*, 1992). Idades dos tempos geológicos segundo Harland *et al.*, 1989.

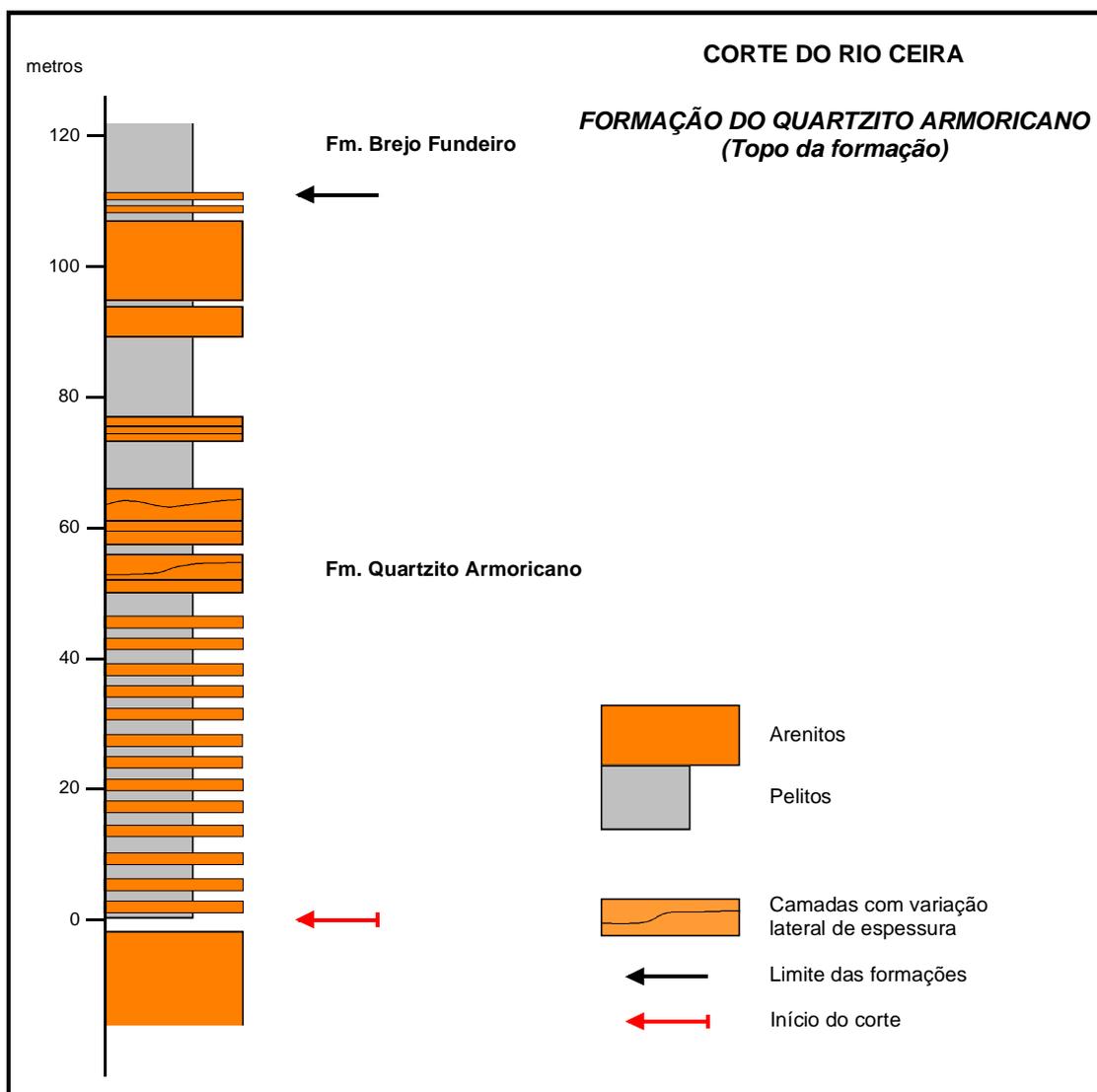
### 2.2.7 – O Corte do Rio Ceira

Dos três cortes seleccionados nas primeiras fases do trabalho de campo para o reconhecimento da litoestratigrafia paleozóica do Sinclinal do Buçaco (ver ponto 2.2.1), considerou-se o corte do Rio Ceira como o mais adequado para ser analisado por alunos durante a Saída de Campo a incluir na planificação de uma unidade didáctica no âmbito da disciplina de Geologia (12º ano). Face a esta escolha tornou-se necessário o seu estudo mais aprofundado.

De entre as razões que motivaram a escolha do corte do Rio Ceira cabem destacar: (i) o registo da sequência ordovícico-silúrica bastante completo e praticamente contínuo, (ii) o bom estado de conservação da maior parte dos afloramentos e (iii) a posição normal da série (as camadas mais recentes estão *por cima* das mais antigas), ao contrário daquilo que se verifica na região de Cávemes onde, localmente, a sequência está invertida (as camadas mais recentes estão *por baixo* das mais antigas). Teve-se também em atenção (iv) as maiores condições de segurança, relativamente aos outros cortes, já que no do Rio Ceira os afloramentos se encontram nas barreiras de um caminho secundário, em terra batida, sem trânsito rodoviário e com espaço suficiente para permitir a realização das actividades por parte dos alunos.

Foi neste mesmo corte que Young (1885, 1988) definiu os estratotipos da Fm. Cabril e de duas unidades do Grupo do Rio Ceira. Não existindo descrições publicadas, específicas para esta zona, sobre as restantes formações ordovícicas, procedeu-se ao levantamento das respectivas colunas estratigráficas, de forma a obter um melhor conhecimento da série local.

Do **Ordovícico Inferior** a unidade mais antiga que aflora no corte é a Fm. Quartzito Armoricano. Na impossibilidade de aceder à sua base, a coluna estratigráfica da Fig. 2.24 representa o topo desta formação. A descrição tem início no cabril do Rio Ceira, imediatamente a oeste da linha de água que se dirige para o Rio Ceira ( 29TNE 704479, Fig. 2.6). Seguem-se cerca de 111 m de quartzitos intercalados com pelitos em que a última bancada de quartzito é considerada como o limite superior da Fm. Quartzito Armoricano.



**Fig. 2.24** – Coluna estratigráfica do topo da Fm. Quartzito Armoricano no corte do Rio Ceira.

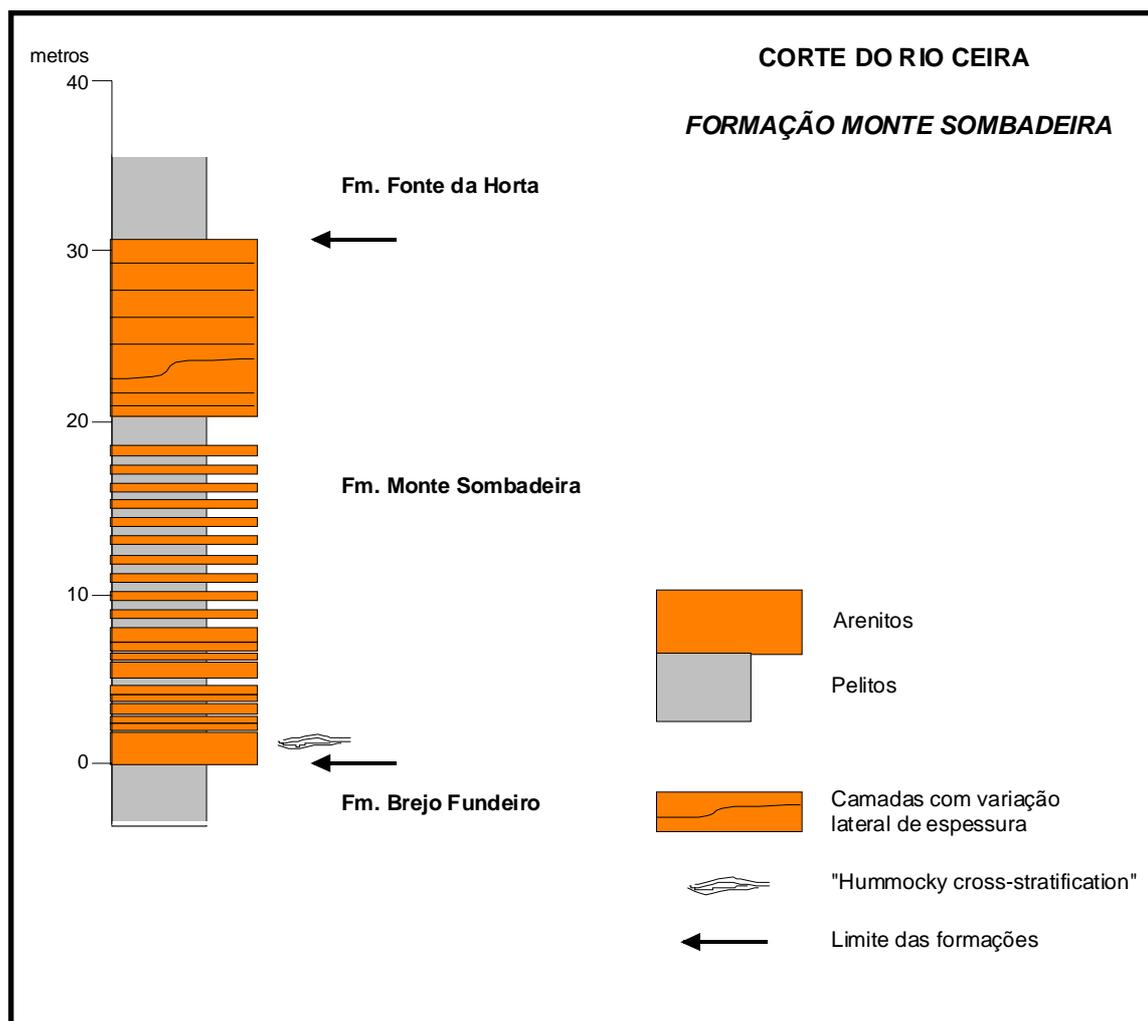
A base do **Ordovício Médio** está representada pela sequência essencialmente pelítica da Fm. Brejo Fundeiro, com uma espessura de 144 m. Devido à existência de depósitos de cobertura, não foi possível o levantamento da coluna estratigráfica representativa desta unidade no corte do Rio Ceira. Ainda, não sendo visível o limite superior, considerou-se que a Fm. Brejo Fundeiro se estende até às primeiras bancadas areníticas da Fm. Monte Sombadeira suprajacente.

A Fm. Monte Sombadeira ocorre com cerca de 30 m de espessura, evidenciando dois pulsos areníticos intercalados por um pulso pelítico com finos leitos de arenitos (Fig.

2.25). Nas primeiras bancadas areníticas são evidentes estruturas do tipo HCS (“Hummocky Cross-Stratification”) que não foram reconhecidas nas bancadas areníticas mais espessas do topo da formação. Nestas últimas, os estratos apresentam variações laterais de espessura que, em alguns casos poderão ser devidas à presença de “mega-ripples”.

A coluna estratigráfica das unidades do topo do Ordovícico Médio foi apresentada por Young (1985, 1988) (Fig. 2.26). À semelhança daquilo que se observa na Fm. Monte Sombadeira, a Fm. Cabril revela a existência de um conjunto essencialmente pelítico entre dois pulsos areníticos, sendo facilmente reconhecidas estruturas do tipo tempestitos (“Hummocky Cross-Stratification”) nas bancadas areníticas da base.

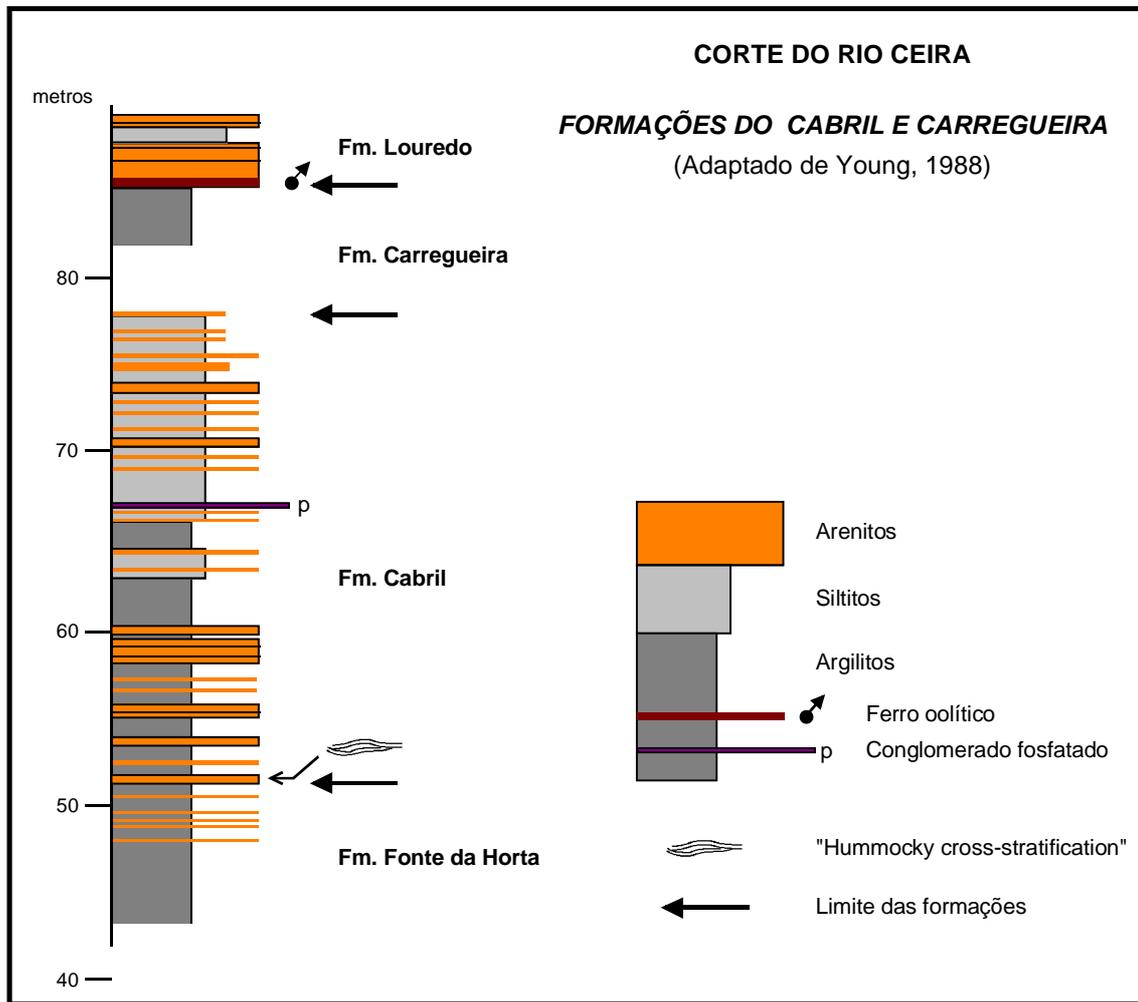
O **Ordovícico Superior** inicia-se com o horizonte de ferro oolítico (Camada Favaçal) que delimita na base a Fm. Louredo (Fig. 2.27). Ao horizonte de ferro, com cerca de 0,45 m de espessura, seguem-se as bancadas de arenitos siliciosos, típicos desta formação, onde também se observam estruturas tempestíticas (“Hummocky Cross-Stratification”). Ao longo dos 44 m seguintes da série, devido à ausência de afloramentos, só foi possível observar uma assentada de pelitos cinzentos escuros com intercalações de camadas decimétricas de arenitos. Seguem-se camadas areníticas com intercalações de finos leitos pelíticos. De modo geral, os estratos de arenitos tornam-se mais espessos para o topo e nalguns deles reconhecem-se HCS (“Hummocky Cross-Stratification”). A partir do último estrato deste conjunto, a Fm. Louredo deixa de existir em afloramento ao longo do caminho principal. Deste modo, o levantamento da coluna foi retomado ao longo do caminho que segue para a aldeia Braçal, a NE (ver Fig. 2.6), e no ponto que parece corresponder aos últimos arenitos da formação encontrados na estrada principal onde se desenvolve o corte. Seguem-se camadas de pelitos negros siliciosos e micáceos com intercalações centimétricas de arenitos. Perto do topo, os pelitos estão interrompidos por um “sill” dolerítico com 138 m de espessura. As camadas pelíticas continuam-se uns metros acima do dolerito, mas o limite preciso do topo da Fm. Louredo não se observa. Estes dados aqui apresentados devem ser considerados como valores aproximados já que a medição das espessuras do conjunto existente e do dolerito foi dificultada pelas condições de afloramento e pela topografia do terreno.



**Fig. 2.25** – Coluna estratigráfica da Fm. Monte Sombadeira no corte do Rio Ceira.

A Fm. Porto de Santa Ana, de características vulcano-sedimentares, encontra-se aqui pouco representada estimando-se a sua espessura em cerca de 2,5 a 3 m.

As colunas estratigráficas das formações ordovícicas mais recentes, Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalho foram levantadas neste mesmo local por Young (1985, 1988) (Fig. 2.28). Segundo este autor, a fragmentação que as rochas apresentam no contacto que separa o Ordovícico do Silúrico poderá indicar a existência de uma falha.



**Fig. 2.26**– Coluna estratigráfica das formações Cabril e Carregueira no corte do Rio Ceira. (Extraído e adaptado de Young, 1988.)

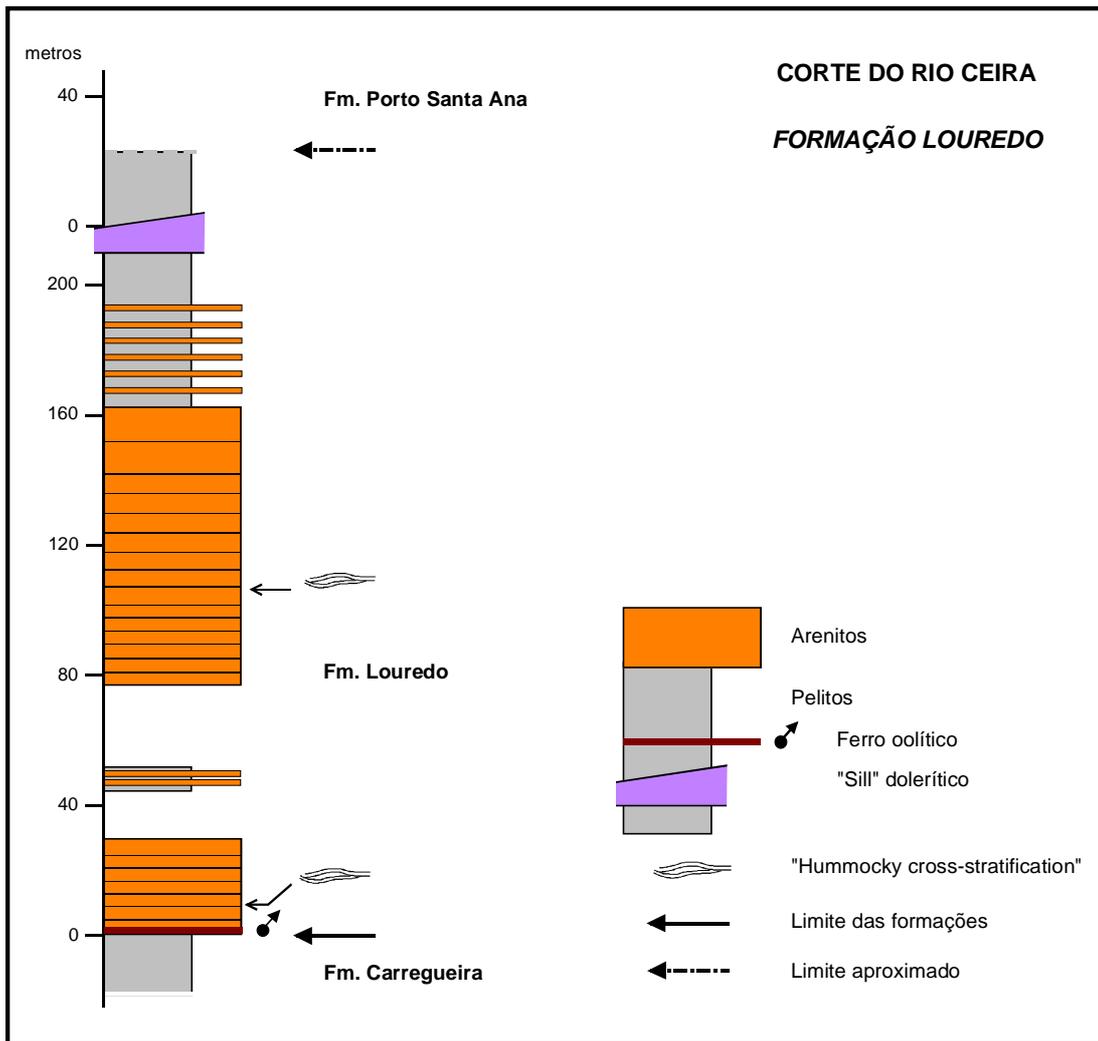
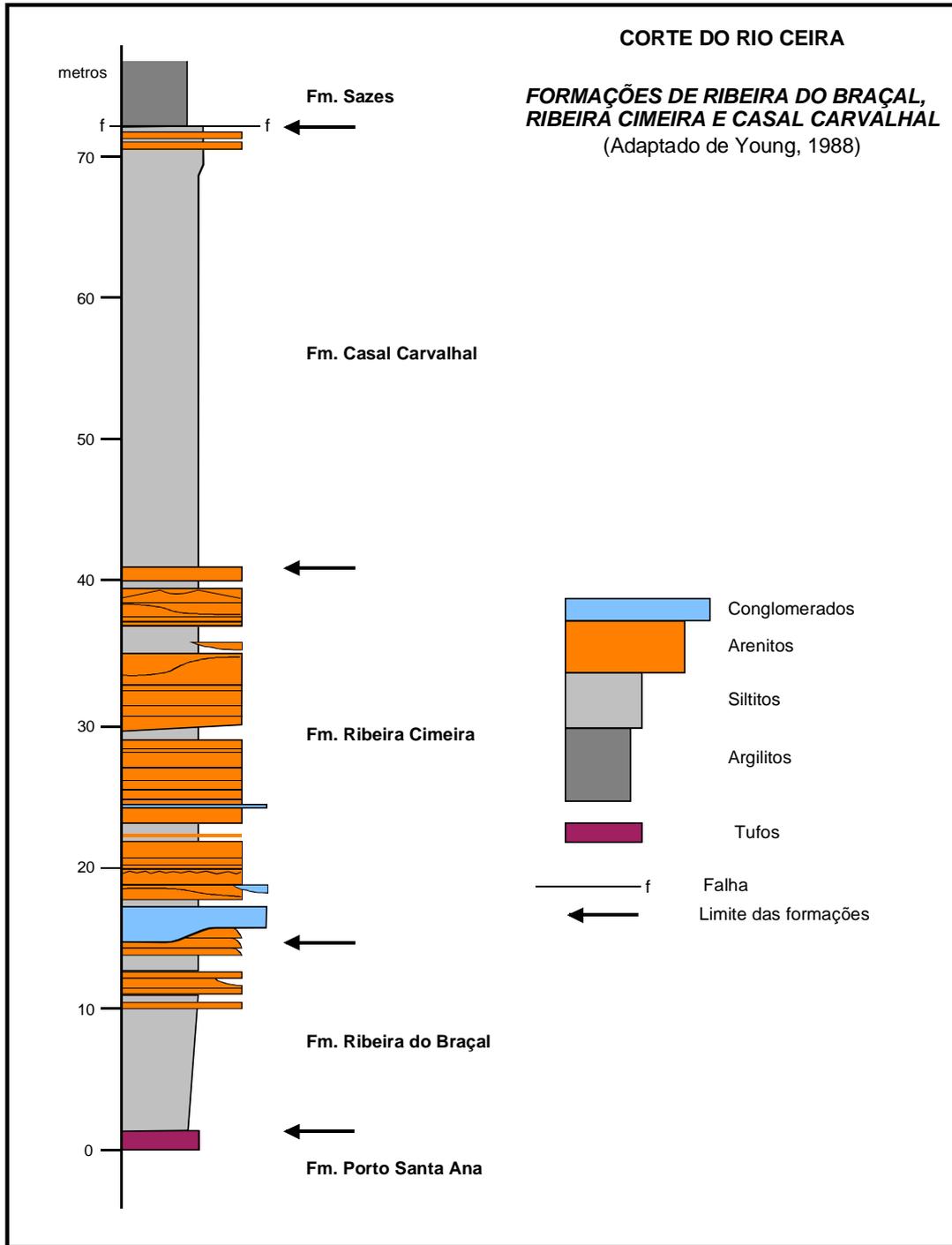


Fig. 2.27 – Coluna estratigráfica da Fm. Louredo no corte do Rio Ceira.



**Fig. 2.28** – Coluna estratigráfica das formações Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalho no corte do Rio Ceira. (Extraído e adaptado de Young, 1988.)

A série ordovícica estudada no corte do Rio Ceira é apresentada de forma sintética na figura 2.29.

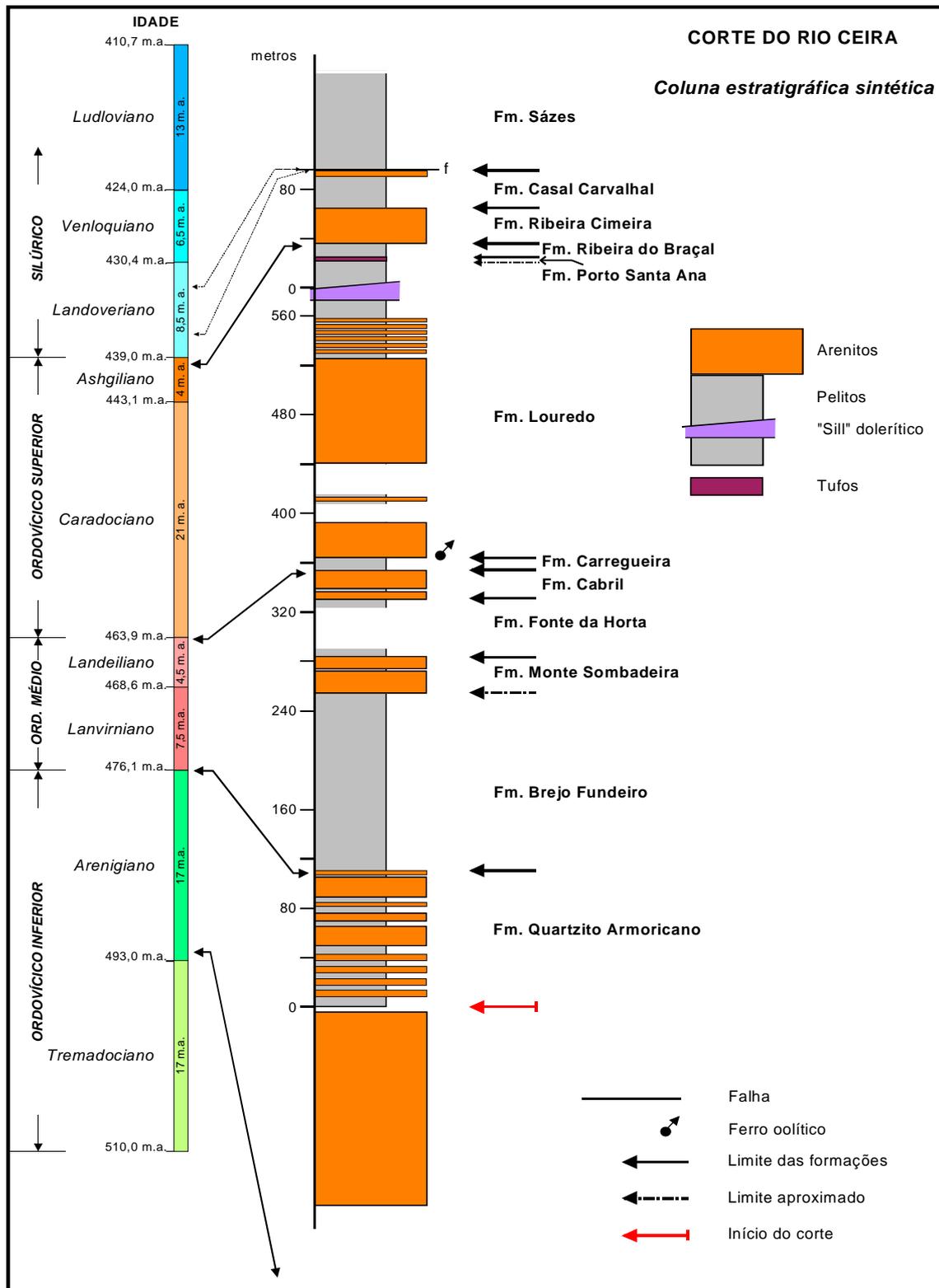


Fig. 2.29 – Coluna estratigráfica resumo da sequência paleozóica inferior no corte do Rio Ceira.

## 2.3 - CARACTERIZAÇÃO PETROGRÁFICA

A sequência Ordovícico-Silúrica do Sinclinal do Buçaco é constituída essencialmente por uma alternância de litologias arenosas e lutíticas às quais se podem associar esporadicamente rochas conglomeráticas, carbonatadas, vulcanoclásticas e vulcânicas (ver secção 2.2). A variabilidade petrográfica dos materiais estudados reflecte diferenças não só na dimensão de grão, natureza e disposição dos elementos constituintes mas também na intensidade de recristalização e deformação sofridas.

Verifica-se, contudo, que a deformação e metamorfismo hercínicos não obliteraram completamente os fabrics sedimentares primários neste sector da Zona Centro-Ibérica. De facto, as rochas da sequência Ordovícico-Silúrica da região do Buçaco mostram uma deformação interna heterogénea não muito intensa e um metamorfismo de grau baixo a muito baixo que não ultrapassa nunca a fácies dos xistos verdes (zona da clorite). As modificações texturais e mineralógicas impostas pelos processos tectonometamórficos hercínicos manifestam-se sobretudo nas litologias pelíticas, onde se desenvolve uma clivagem xistenta de plano axial, conferida pela orientação dos filossilicatos. Em contrapartida, as unidades arenosas preservam geralmente as texturas clásticas originais embora possam evidenciar sinais de recristalização e alguma orientação.

Por estas razões, optou-se por centrar o estudo petrográfico no reconhecimento das características sedimentares do conjunto estudado relegando para segundo plano outros aspectos de interesse, como a análise detalhada do metamorfismo regional na área. Para efeitos de descrição e classificação, utilizaram-se os critérios de Folk (1974), Pettijohn (1976) e Tucker (1991) e a nomenclatura das rochas sedimentares proposta por estes autores.

### 2.3.1 - Ordovícico Inferior

No Sinclinal do Buçaco, os termos basais da sucessão ordovícica estão representados pela **Formação Sarnelha** designada por Nery Delgado (1908) como “Grauvaques Vermelhos Inferiores”. O exame microscópico de uma amostra representativa

desta unidade permitiu classificá-la como grauvaque/subgrauvaque lítico. A rocha apresenta uma textura clástica suportada por matriz e é constituída por clastos com dimensões variando entre areia média a grosseira, subarredondados a angulosos, mal calibrados, dispersos numa matriz de grão fino (Fig. 2.30). Observam-se, ocasionalmente, alguns clastos isolados de dimensões ligeiramente superiores às das areias (até 2x3.5 mm). Dependendo do conteúdo em material intersticial fino, o contacto entre grãos pode ser flutuante, pontual, tangente ou até mesmo suturante.

A matriz representa 15% a 20% da rocha e é composta por pequenos grãos de quartzo, sericite e clorite. Nos interstícios entre clastos observa-se, por vezes, um fino mosaico de cristais de quartzo que parece corresponder a um cimento silicioso incipiente embora não se possa excluir a possibilidade de ter resultado da recristalização do quartzo da matriz. Nalguns pontos da rocha existem ainda evidências de uma cimentação ferruginosa (óxidos e hidróxidos de ferro) (Fig. 2.31).

Os clastos são constituídos predominantemente por quartzo mono e policristalino e fragmentos líticos (Fig. 2.32). Como minerais acessórios estão presentes moscovite, turmalina, zircão e opacos. O quartzo monocristalino (Qm) ocorre em grãos com dimensões de areia média a grosseira, subarredondados a angulosos e mal calibrados. Apresenta-se frequentemente anédrico, fracturado, com abundantes inclusões fluidas e extinção ondulante o que sugere uma proveniência plutónica e/ou filoniana (Tucker, 1991). Em menor proporção, identificaram-se também clastos de quartzo policristalino (Qp) que podem, em grande parte, ser incluídos na categoria dos fragmentos líticos. De facto, foi possível distinguir na lâmina estudada os seguintes tipos de litoclastos de quartzo policristalino com base nos critérios indicados por Tucker (1991) e Adams *et al.* (1994):

- 1- clastos de Qp de origem ígnea plutónica ou filoniana (e.g. veios hidrotermais) constituídos por grãos anédricos, de dimensão média, com contactos rectos, abundantes inclusões fluidas e extinção uniforme ou ondulante (Fig. 2.33).
- 2- clastos de Qp de origem metamórfica (e.g. quartzitos; quartzitos milonitizados) compostos quer por cristais alongados, alinhados segundo uma direcção cristalográfica preferencial, quer por grãos de quartzo deformado do tipo “stretched metamorphic quartz” (Fig. 2.34). Incluíram-se ainda neste grupo, os clastos de Qp com textura equigranular granoblástica.

- 3- clastos de Qp de origem sedimentar (e.g. chertes) formados por um fino agregado de quartzo micro e/ou criptocristalino (Fig. 2.35).

Para além dos fragmentos líticos de Qp, a amostra contém litoclastos de metapelitos (e.g. piçarras e filádios). Estes clastos são constituídos essencialmente por filossilicatos e quartzo microcristalino e apresentam uma textura afanítica lepidogranoblástica. A anisotropia planar é conferida pela orientação dos filossilicatos (sericite e clorite). Nota-se, por vezes, que os fragmentos de rochas metapelíticas parecem perder a sua individualidade como clastos para se tornarem parte integrante da matriz.

Os “Grauvaques Vermelhos Inferiores” da Fm. Sarnelha apresentam um elevado grau de imaturidade textural e composicional que é marcado pelos seguintes aspectos principais: (i) má calibração, (ii) abundância de matriz e (iii) valores relativamente baixos da razão componentes detríticos estáveis/componentes detríticos instáveis, em particular das razões quartzo/fragmentos líticos e Qm/Qp. Segundo Pettijohn (1976) e Tucker (1991), a razão feldspato/fragmentos rochosos pode ser usada como índice de proveniência das areias e constitui uma medida da contribuição relativa das áreas-fonte localizadas em diferentes níveis crustais. Os sedimentos derivados da parte superior da crosta (terrenos sedimentares e metamórficos de baixo grau) tendem a exibir baixas razões feldspato / fragmentos rochosos, verificando-se o inverso nas areias resultantes da erosão de rochas plutónicas ou de alto grau metamórfico. A imaturidade textural, baixo conteúdo em feldspato e presença de fragmentos líticos nos “Grauvaques Vermelhos Inferiores” parece pois reflectir taxas altas de produção de sedimentos a partir de fontes supracrustais e um transporte de curta distância.

Estes depósitos formam-se, normalmente, em deltas de planícies costeiras e ambientes marinhos associados e têm características parcialmente continentais e parcialmente marinhas (Pettijohn., 1976). Com efeito, a cor avermelhada conferida pela ocorrência de um cimento ferruginoso (possivelmente hematite) nas rochas da Fm. Sarnelha indicam oxidação e deposição em condições subaéreas enquanto a presença de icnofósseis (*Cruziana*) aponta para uma sedimentação marinha de pouca profundidade.

Os quartzitos arenigianos caracterizam-se, macroscopicamente, pela sua composição siliciosa-micácea e cor branca-acinzentada. A observação de lâminas delgadas de amostras da **Formação Quartzito Armoricano** mostra que estas rochas são formadas

por clastos com tamanhos entre 0.10x0.125 mm e 0.4x0.325 mm (areia fina a média), subarredondados e bem calibrados e uma percentagem muito reduzida de material intersticial de natureza sericítico-clorítica (<10%). A textura varia de clástica, suportada por grãos (Fig. 2.36) a granoblástica (Fig. 2.37).

O quartzo é o componente mineralógico principal ocorrendo predominantemente sob a forma de clastos de quartzo monocristalino (Qm) com contactos tangentes, numerosas inclusões fluidas e extinção uniforme ou ondulante. Identificaram-se ainda fragmentos de cherte e grãos isolados de moscovite, turmalina (Fig. 2.38), zircão (Fig. 2.39), rútilo e opacos como constituintes acessórios. A grande proporção de clastos de quartzo monocristalino + cherte e a ausência de feldspato e outros fragmentos líticos são indicativas de um elevado grau de maturidade composicional e permitem classificar estas rochas como quartzarenitos supermaturos (Castro Dorado, 1989; Tucker, 1991). Por outro lado, o frequente desenvolvimento de texturas granoblásticas, formadas por um mosaico equigranular, poligonal de grãos de quartzo revela que estas litologias sofreram recristalização durante o metamorfismo regional hercínico com perda parcial das características sedimentares primárias.

No topo da Fm. Quartzito Armoricano surgem intercalações de níveis pelíticos (centimétricos a milimétricos) que são responsáveis pela laminação interna das bancadas quartzíticas. Na amostra recolhida desta porção é evidente a existência de bandas mais escuras e mais ricas em filossilicatos alternando com bandas mais claras quartzareníticas (Fig. 2.40). A composição mineralógica e textural das bandas claras é semelhante à dos restantes quartzarenitos da formação. Em contrapartida, as bandas escuras são constituídas por finos agregados de clorite e sericite (frequentemente substituídos por óxidos e hidróxidos de ferro), moscovite, quartzo e opacos. A moscovite ocorre em cristais alongados e euédricos que parecem ter resultado, em grande parte, de processos de recristalização metamórfica. Nestes níveis, os indícios de deformação e metamorfismo posterior estão expressos pela orientação preferencial dos filossilicatos e pelo grau de recristalização dos minerais constituintes embora as estruturas sedimentares originais não tenham sido completamente obliteradas. De facto, é possível reconhecer nesta unidade laminações paralelas e oblíquas marcadas por variações de composição e tamanho de grão (Fig. 2.41). No seu conjunto, as laminações observadas parecem fazer parte de estruturas entrecruzadas mais complexas do tipo HCS (“Hummocky Cross-Stratification”) que

evidenciam uma deposição em ambiente de plataforma fortemente influenciada por tempestades. À escala microscópica, as laminações paralelas e oblíquas podem ser contínuas ou descontínuas e são conferidas pela alternância de finos leitos pelíticos, ligeiramente ondulados, com níveis arenosos mais espessos. Os contactos entre lâminas adjacentes são, em geral, bastante bruscos.

De acordo com Pettijohn. (1976) e Tucker (1991), os quartzarenitos supermaturos são o produto final de uma meteorização, selecção e abrasão prolongadas e intensas. A sua maturidade mineralógica e textural implica condições tectonicamente estáveis, típicas de áreas cratónicas com relevo suave. Nesses ambientes, os intensos processos de meteorização física e química da área-fonte permitem uma remoção eficiente dos componentes instáveis e um acentuado retrabalhamento dos sedimentos. As areias policíclicas assim produzidas acabam por se acumular no interior dos continentes ou ser transportadas para as margens continentais passivas. Estão frequentemente interestratificadas com rochas carbonatadas definindo uma associação de fácies referida na literatura como fácies de plataforma (Pettijohn, 1976; Tucker, 1991).

A ausência de calcários no Ordovício Inferior da região do Buçaco poderá indicar temperaturas da água demasiadamente frias para a sua formação ou, em alternativa, abundante suprimento de sedimentos detríticos relativamente ao de sedimentos carbonatados. Segundo Prothero (1990), a sedimentação siliciclástica marinha de pequena profundidade teve muito maior expressão no passado geológico do que na actualidade. De facto, o registo estratigráfico mostra que as plataformas continentais antigas eram muito mais amplas do que as modernas e foram cobertas por extensos mares epicontinentais durante os episódios de subida do nível das águas do mar.

No seu conjunto, a sucessão de fácies observada no Ordovício Inferior do Sinclinal do Buçaco parece marcar o início de um ciclo transgressivo caracterizado por uma deposição numa plataforma marinha siliciclástica com predomínio de condições submareais e fortemente influenciada por ondas, correntes e tempestades.

### 2.3.2 - Ordovícico Médio

O Lanvirniano e o Landeiliano estão representados por sedimentos essencialmente pelíticos com passagens a arenitos tempestíticos. As unidades pelíticas também conhecidas como “Xistos Negros do Lanvirniano – Landeiliano” são dominantes nas formações Brejo Fundeiro, Fonte da Horta e Carregueira enquanto os corpos de natureza arenítica predominam nas formações Monte Sombadeira e Cabril. Do ponto de vista petrográfico, não existem diferenças significativas entre os termos siliciclásticos arenosos e os termos lutíticos de cada uma das formações referidas. Por isso, centrar-se-á a descrição nos dois conjuntos litológicos identificados independentemente da formação em que se inserem.

Os lutitos negros das **formações Brejo Fundeiro, Fonte da Horta e Carregueira** são compostos essencialmente por um agregado fino a muito fino de sericite e clorite (frequentemente alteradas para óxidos e hidróxidos de ferro), pequenos grãos de quartzo com dimensões de silte ou até inferiores e proporções variáveis de matéria carbonosa. A turmalina, apatite e opacos são os minerais acessórios mais comuns. Os filossilicatos estão, em geral, orientados e definem uma anisotropia planar que tende a ser paralela à estratificação. Nas fácies de granularidade um pouco menos fina, a clivagem xistenta é conferida também pelo alinhamento de longas palhetas de mica branca de origem metamórfica. Uma das estruturas sedimentares mais características nos lutitos do Lanvirniano – Landeiliano é a laminação paralela marcada quer pela intercalação de níveis com teores diferentes em óxidos e hidróxidos de ferro (Fig. 2.42), quer por variações no conteúdo em matéria carbonosa (Fig. 2.43).

As fácies de lutitos negros com pirite também conhecidas por fácies euxínicas formam-se em ambientes marinhos anaeróbios e marcam frequentemente a transição de uma deposição de areias e/ou carbonatos em mar aberto para uma sedimentação em condições de águas paradas e de deficiência em oxigénio atmosférico. Com efeito, a preservação de matéria orgânica só é possível quando a superfície de separação entre o ambiente oxidante e o ambiente redutor se situa acima ou coincide com a interface água-sedimento (Pettijohn., 1976; Tucker, 1991). Para isso, é preciso que a livre circulação de água do mar seja impedida por qualquer tipo de barreira que permita a sua estratificação em camadas com diferente densidade. Em sequências de plataforma marinha epicontinental (mares rasos) as irregularidades topográficas do fundo podem ser suficientes para levar à criação de ambientes anaeróbios nas partes mais profundas da bacia,

facilitando a acumulação de matéria orgânica (Laporte, 1968; Galloway *et al.*, 1983; Prothero, 1990). A deposição dos pelitos negros das Fm. Brejo Fundeiro e Carregueira parece pois estar associada a episódios de estagnação periódica do fundo que terão coincidido com dois períodos de subida do nível das águas do mar ordovícico, um no início do Lanvirniano e outro no final do Landeiliano – início do Caradociano.

Uma vez que as condições ecológicas que prevalecem em ambientes euxínicos são intoleráveis para a maioria das formas bentónicas é de esperar que a fauna destas sequências seja predominantemente pelágica. Os graptólitos eram organismos coloniais pelágicos que tiveram uma ampla distribuição no Ordovícico e Silúrico, não sendo por isso de estranhar que estejam representados nos lutitos negros do Ordovícico Médio do Buçaco. Segundo Laporte (1968), os substratos estagnados foram particularmente favoráveis à conservação das fácies graptolíticas porque constituíam ambientes em que os delicados esqueletos quitinosos dos graptólitos estavam mais protegidos dos agentes de destruição (necrófagos, correntes e processos de oxidação e decomposição).

A ocorrência de uma fauna bentónica de trilobites e braquiópodes nas rochas lutíticas do Lanvirniano – Landeiliano do Buçaco não é facilmente conciliável com o modelo de deposição inferido anteriormente. Tucker (1991) sugere que a deficiência em oxigénio no fundo marinho pode ser suficientemente alta para preservar a matéria orgânica mas não tão elevada que se criem condições verdadeiramente anóxicas. Nestas situações, os sedimentos ainda suportarão uma fauna bentónica, embora escassa e de baixa diversidade.

As unidades areníticas das **formações Monte Sombadeira e Cabril** são muito semelhantes entre si e correspondem a quartzarenitos com elevado grau de maturidade. Distinguem-se dos arenitos arenigianos (Fm. Quartzito Armoricano) por conterem maior quantidade de moscovite e apresentarem uma granularidade ligeiramente mais fina (entre silte grosseiro a areia muito fina). Nestas litologias, a textura também varia de clástica suportada por grãos a granoblástica.

A matriz representa menos de 10% da rocha e é constituída por um fino agregado de sericite, clorite e quartzo. Nos interstícios entre clastos, observa-se, por vezes, um finíssimo mosaico de cristais de quartzo com contactos suturados que poderá corresponder a um cimento silicioso incipiente (Fig. 2.44).

A grande maioria dos clastos são de quartzo monocristalino (Qm) que ocorre em grãos com dimensões entre 0.05x0.05 mm e 0.125x0.125 mm, subarredondados a arredondados, bem calibrados, com extinção uniforme ou ondulante e inclusões fluidas. Nalgumas das amostras identificaram-se clastos de cherte em pequena proporção. Como minerais acessórios estão presentes moscovite, turmalina, zircão e opacos.

Nos casos em que as estruturas sedimentares originais foram mais afectadas tanto pela deformação como pelo metamorfismo regional hercínico, desenvolvem-se texturas granoblásticas formadas por um mosaico equigranular de grãos de quartzo. A moscovite ocorre nessas litologias, em cristais euédricos, alongados, definindo uma clara orientação preferencial (Fig. 2.45).

As características mineralógicas e texturais das fácies areníticas do Landeiliano aliadas à presença de estruturas entrecruzadas do tipo HCS (“Hummocky Cross-Stratification”) e de fósseis marinhos de pequena profundidade mostram que estes depósitos se formaram num ambiente de plataforma epicontinental estável dominada por tempestades.

### 2.3.3 - Ordovícico Superior

Na base do Ordovícico Superior encontra-se a **Formação Louredo** que é uma unidade de idade caradociana constituída essencialmente por arenitos supermaturos. É limitada na base por um horizonte de ferro oolítico que parece marcar um período de sedimentação reduzida (Young, 1985, 1988, 1989). A observação das lâminas delgadas de amostras da Fm. Louredo revelou tratar-se de quartzarenitos com características semelhantes às das unidades areníticas descritas anteriormente. De facto, as rochas arenosas desta unidade apresentam uma textura clástica suportada por grãos ou granoblástica e têm quartzo como componente mineralógico principal (Fig. 2.46).

O material intersticial é pouco abundante (<15%) e tem uma composição quartzo-sericítica-clorítica. Os clastos são constituídos essencialmente por grãos de quartzo monocristalino (Qm) com tamanhos variando entre areia fina a muito fina (0.04x0.04 a 0.135x0.145 mm), subarredondados e moderadamente calibrados. Apresentam-se frequentemente anédricos, fracturados, com abundantes inclusões fluidas e extinção

ondulante o que sugere uma proveniência plutónica e/ou filoniana (Tucker, 1991). Ocasionalmente, observam-se ainda fragmentos de cherte e feldspato (plagioclase) (Fig. 2.47). Como constituintes acessórios estão presentes moscovite, zircão, turmalina, rútilo e opacos.

As características petrográficas dos arenitos da Fm. Louredo parecem indicar que o ambiente de plataforma pouco profunda sujeita à acção de tempestades que dominou o Landeiliano se prolongou durante o Caradociano.

Próximo do topo, a Fm. Louredo é cortada por um “sill” de doleritos também referidos na literatura como diabases (Nery Delgado, 1908). Estas rochas foram estudadas por Sousa Brandão (1910) que as descreveu como doleritos espilíticos. Apesar do mau estado de conservação dos afloramentos, foram recolhidas duas amostras destas litologias para exame petrográfico. Estas amostras revelaram uma textura microfanerítica intersectal, holocristalina e hipidiomórfica. Os minerais essenciais são plagioclase (andesina – An<sub>34</sub>) e clinopiroxena (augite) (Fig. 2.48 e Fig. 2.49). Contêm ainda, em proporções variáveis, esfena (primária e tardia), clorite, óxidos e hidróxidos de ferro, opacos e quartzo secundário.

Com base nos dados geoquímicos disponíveis, Ribeiro *et al.* (1992) caracterizaram estes filões doleríticos (51.75-63.61% SiO<sub>2</sub>; 4.30-4.52% Alcalis; Zr/Nb=11.43-7.75 e Y/Nb=3.86-3.13) como toleítos continentais e associaram-nos a um possível episódio de “rifting” intra-continental. Segundo os mesmos autores, o padrão geoquímico do magmatismo no Paleozóico Inferior em Portugal parece reflectir um longo período de extensão continental, com abertura de pequenas bacias a que terá sucedido, a partir do Devónico, um curto episódio de oceanização (Beja-Acebuches, Morais e Bragança).

No corte do Rio Ceira, o topo do Ordovícico Superior (Ashgiliano médio e tardio) está representado pelas formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira que foram incluídas por Young (1985; 1988) no Grupo do Rio Ceira.

Em termos litológicos, a **Formação Ribeira do Braçal** caracteriza-se por uma predominância de rochas lutíticas (argilitos e siltitos). As amostras desta unidade têm uma textura muito fina em que o tamanho dos grãos constituintes não ultrapassa 1/16 mm. São compostas por filossilicatos (sericite e/ou clorite), frequentemente alterados para óxidos e hidróxidos de ferro, quartzo e opacos. Os filossilicatos estão, em geral, orientados pela

deformação e conferem à rocha uma anisotropia planar que tende a ser paralela à estratificação. Nestas litologias, foi possível identificar uma laminação paralela descontínua, marcada por variações de tamanho de grão e/ou composição (Fig. 2.50).

A Fm. Ribeira do Braçal dá lugar à **Formação Ribeira Cimeira** de natureza arenosa. Na coluna estratigráfica elaborada por Young (1985, 1998) para o corte do Rio Ceira, a base da Fm. Ribeira Cimeira é marcada por uma camada conglomerática de superfície erosiva. A presença de uma bancada de superfície erosiva foi confirmada no campo, embora não pareça corresponder a uma camada conglomerática. De facto, a observação petrográfica das amostras colhidas nesta bancada levou a classificá-las como sublitoarenitos (Castro Dorado, 1989; Tucker, 1991). Trata-se de rochas com granularidade variando entre areia média a grosseira (0.4x0.5 a 1.25x0.625 mm), textura clástica suportada por grãos e/ou granoblástica e menos de 15% de material intersticial. Para além dos clastos de quartzo monocristalino, subarredondados e bem calibrados identificaram-se ainda, em menores proporções, fragmentos líticos de piçarra, filádio (Fig. 2.51), quartzito e cherte com dimensões mais variáveis e pior calibrados. A moscovite, turmalina, zircão e opacos são os minerais acessórios mais comuns.

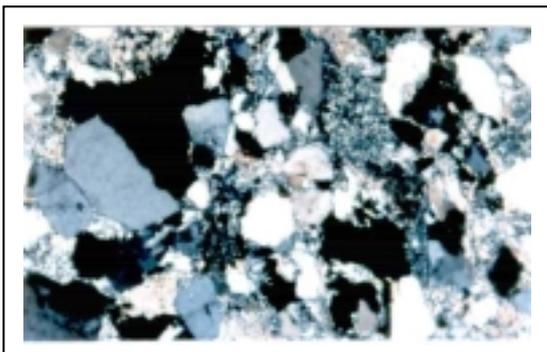
Nalguns clastos de cherte, observam-se estruturas esféricas de quartzo criptocristalino envolvidas por um agregado de quartzo microcristalino, clorite e sericite, cuja origem não foi possível determinar (Fig. 2.52). Os fragmentos de rochas metapelíticas (piçarras e filádios) não ocorrem sempre como clastos bem individualizados e torna-se, por isso, difícil estabelecer uma distinção nítida entre estes elementos e o material intersticial. Os sublitoarenitos da Fm. Ribeira Cimeira são, no seu conjunto, composicionalmente mais imaturos do que os quartzoarenitos do Ordovícico Médio e Inferior o que poderá estar associado a taxas mais altas de produção de sedimentos e distâncias de transporte mais curtas (Tucker, 1991).

Segundo Young (1985, 1988) as formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira fazem parte de uma sequência de depósitos siliciclásticos com carácter predominantemente regressivo. Esta sequência parece ter-se formado durante um episódio de descida eustática do nível das águas do mar que anunciaria a glaciação do final do Ordovícico.

No corte do Rio Ceira, a **Formação Casal Carvalhal** foi descrita por Young (1985, 1988) como sendo constituída por siltitos com “dropstones”. O estudo petrográfico de

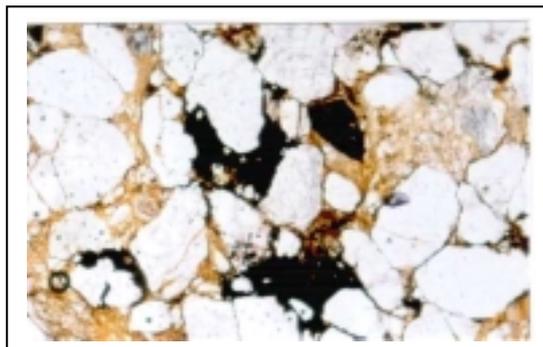
algumas amostras desta unidade aponta para a classificação destas rochas como grauvaques líticos (Tucker, 1991). Embora apresentem uma textura suportada por matriz, o conteúdo em clastos parece superior a 25% o que leva a incluí-las no grupo das rochas grauvacóides. O material intersticial de origem detrítica é constituído por grãos, de dimensões siltíticas (<30  $\mu\text{m}$ ), de quartzo, sericite e clorite (frequentemente manchados por óxidos e hidróxidos de ferro). Os clastos são compostos essencialmente por quartzo monocristalino (Qm) com tamanhos variando entre areia muito fina a areia média (0.075x0.075 a 0.45x0.45 mm), subarredondados a subangulosos e pobremente calibrados (Fig. 2.53). É provável que os clastos de quartzo, dispersos no material intersticial de natureza siltítica, correspondam a “dropstones” como sugerido por Young (1985, 1988). Ocorrem ainda, em menor proporção, litoclastos de quartzo policristalino com texturas equigranulares granoblásticas (fragmentos de quartzitos) e clastos de cherte. A moscovite, turmalina, zircão e opacos são os constituintes acessórios mais comuns.

O elevado grau de imaturidade textural e composicional bem como a presença de “dropstones” nas rochas da Fm. Casal Carvalhal é consistente com a interpretação destes depósitos como sedimentos glaciogénicos marinhos resultantes da fusão local de glaciares no final do Ordovícico.



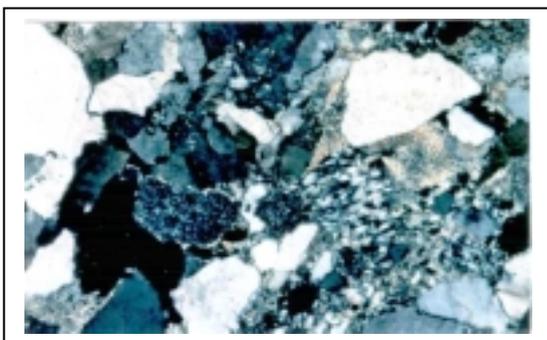
0,5 mm

**Fig. 2.30** – Aspecto geral do grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados)



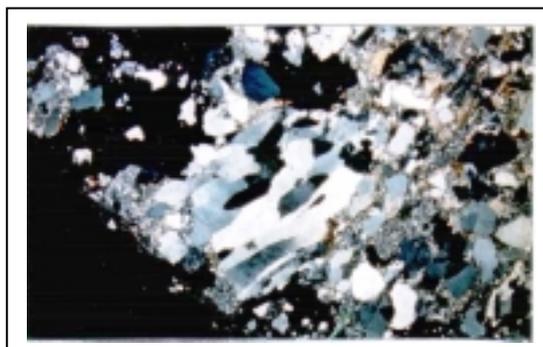
0,5 mm

**Fig. 2.31** – Matriz detrítica e cimento ferruginoso no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis paralelos)



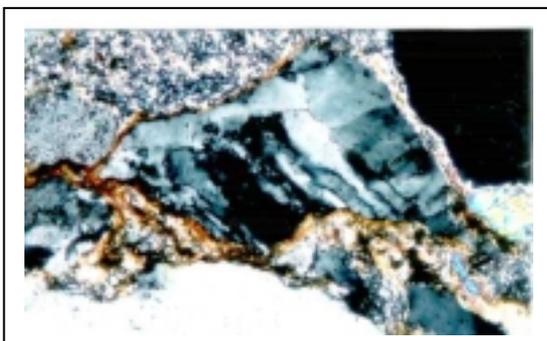
0,5 mm

**Fig. 2.32** - Clastos de Qm e Qp e fragmentos de rocha no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados)



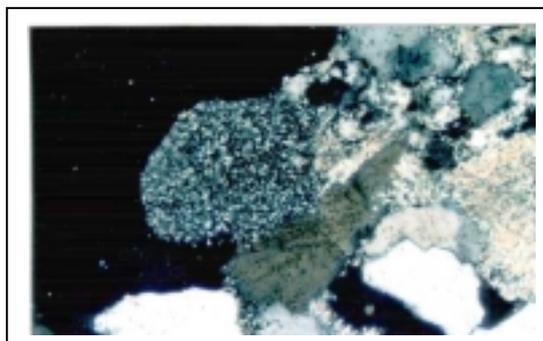
2 mm

**Fig. 2.33** - Clastos de Qp com contactos rectos e extinção uniforme ou ondulante no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados)



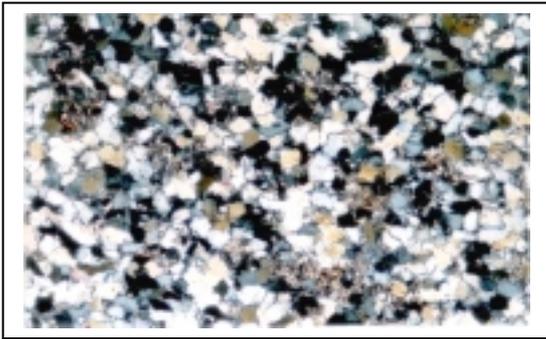
0,15 mm

**Fig. 2.34** - Clasto de Qp deformado do tipo “stretched metamorphic quartz” no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados)



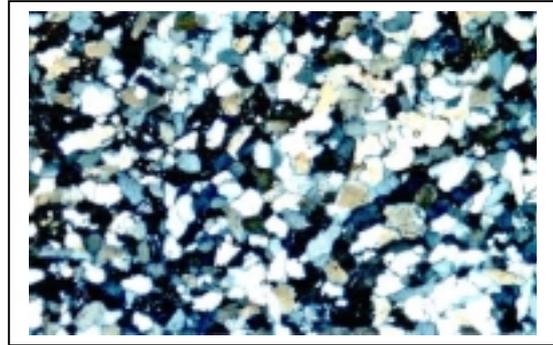
0,15 mm

**Fig. 2.35** - Clastos de cherte formado por um fino agregado de quartzo micro e/ou criptocristalino no grauvaque lítico da Fm. Sarnelha. (Nicóis cruzados)



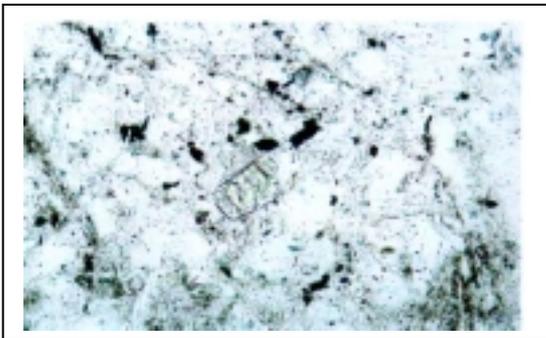
0,5 mm

**Fig. 2.36** – Quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano com textura clástica suportada por grãos. A matriz detrítica possui quartzo, sericite e clorite. (Nicóis cruzados)



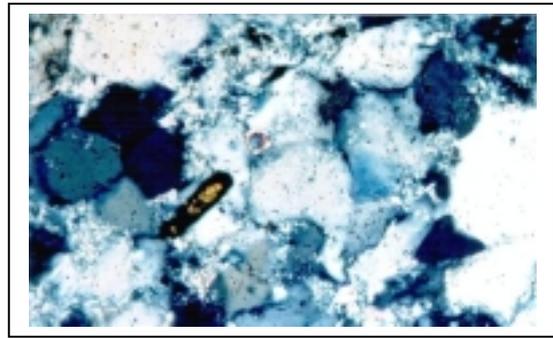
0,5 mm

**Fig. 2.37** – Textura granoblástica no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis cruzados)



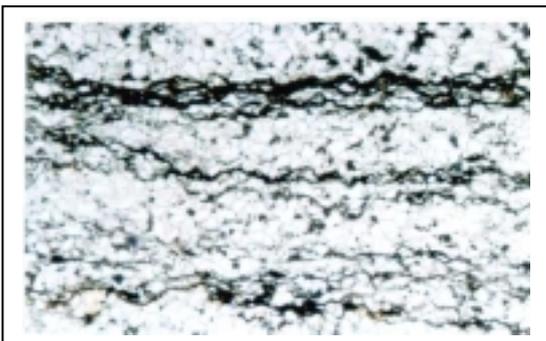
0,15 mm

**Fig. 2.38** - Grão de turmalina no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis paralelos)



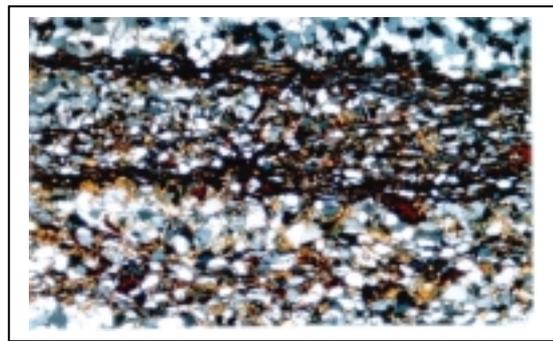
0,15 mm

**Fig. 2.39** - Grão de zircão no quartzarenito da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis cruzados)



0,5 mm

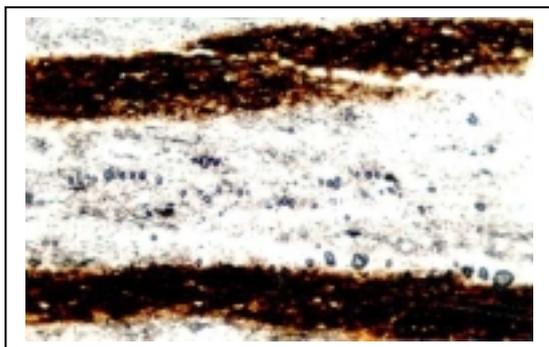
**Fig. 2.40** - Laminação paralela marcada pela alternância de bandas claras e bandas escuras nas rochas do topo da Fm. Quartzito Armoricano. (Nicóis paralelos)



0,5 mm

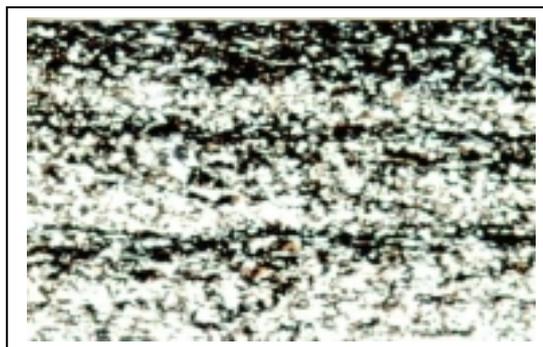
**Fig. 2.41** - Outro aspecto da laminação paralela nos quartzarenitos da Fm. Quartzito Armoricano marcada por variações de composição e tamanho dos grãos. (Nicóis cruzados)





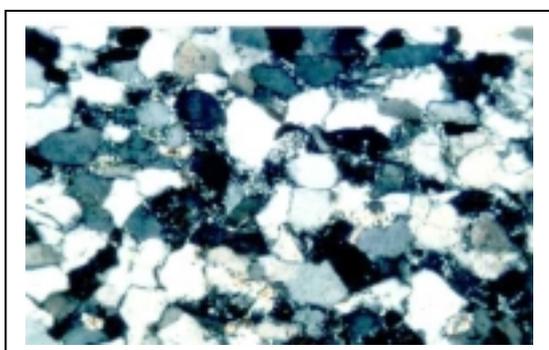
0,2 mm

**Fig. 2.42** – Laminação paralela marcada por níveis com diferentes teores de óxido e hidróxido de ferro nos lutitos negros da Fm. Brejo Fundeiro. (Nicóis paralelos)



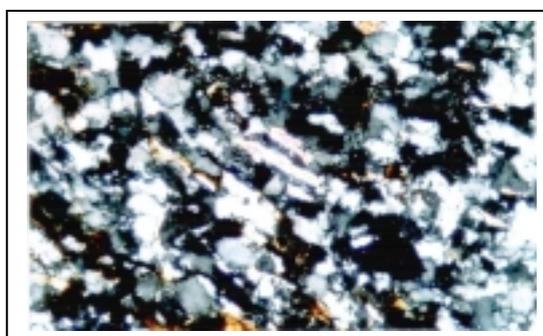
0,5 mm

**Fig. 2.43** – Laminação paralela marcada por variação no conteúdo em matéria carbonosa nos lutitos negros da Fm. Monte Sombadeira. (Nicóis paralelos)



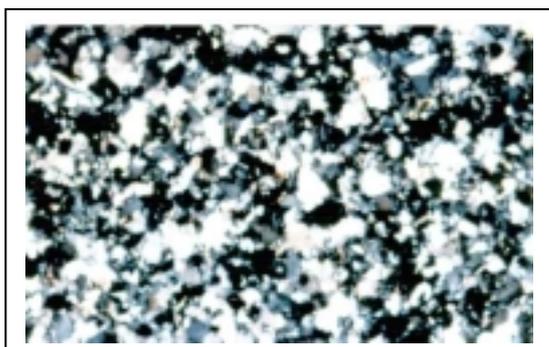
0,2 mm

**Fig. 2.44** – Aspecto geral do quartzarenito da Fm. Monte Sombadeira. Nos espaços entre os clastos observa-se um fino mosaico de grãos de quartzo (cimento silicioso). (Nicóis cruzados)



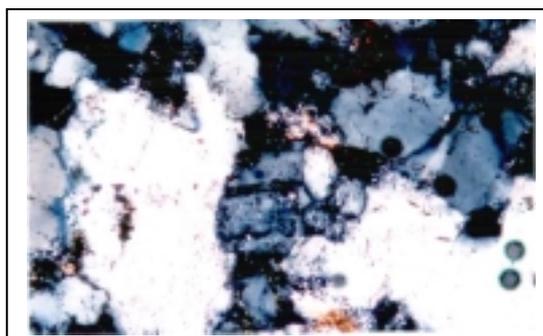
0,2 mm

**Fig. 2.45** – Orientação preferencial definida pelos cristais alongados de moscovite no quartzarenito da Fm. Cabril. (Nicóis cruzados)



0,5 mm

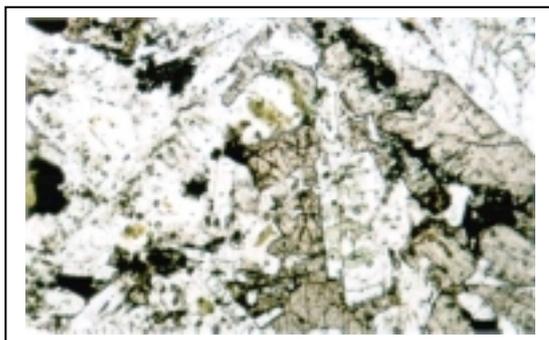
**Fig. 2.46** – Aspecto geral do quartzarenito da Fm. Louredo. (Nicóis cruzados)



0,15 mm

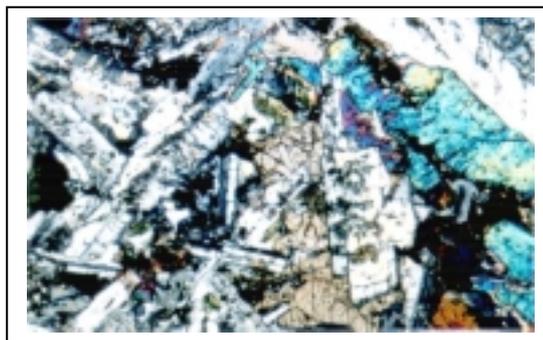
**Fig. 2.47** - Pequeno cristal de plagioclase (ao centro) no quartzarenito da Fm. Louredo. (Nicóis cruzados)





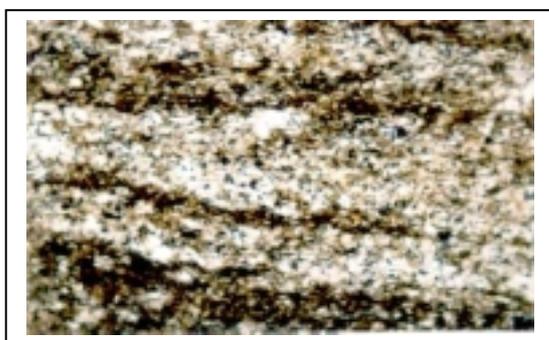
0,5 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.48** - Plagioclase e clinopiroxena no dolerito que corta a Fm. Louredo. (Nicóis paralelos)



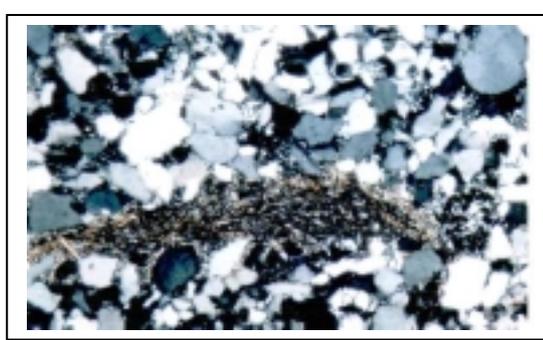
0,5 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.49** - Plagioclase e clinopiroxena no dolerito que corta a Fm. Louredo. (Nicóis cruzados)



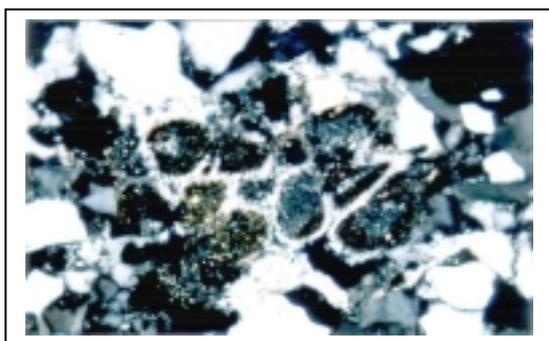
0,2 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.50** - Laminação paralela marcada pela variação de tamanho do grão e da composição nos pelitos da Fm. Ribeira do Braçal. (Nicóis paralelos)



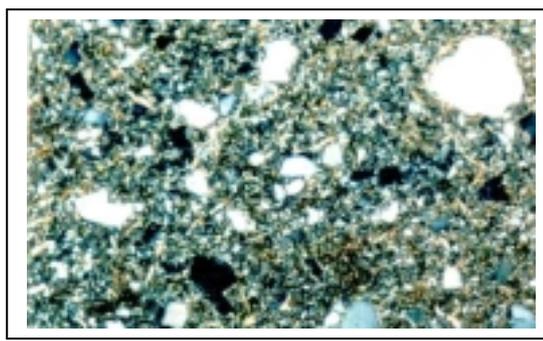
0,2 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.51** - Clasto de filádio no sublitoarenito da Fm. Ribeira Cimeira. (Nicóis cruzados)



0,2 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.52** - Clasto de cherte no sublitoarenito da Fm. Ribeira Cimeira. Observam-se estruturas esféricas de quartzo criptocristalino envolvidas por agregados de quartzo microcristalino. (Nicóis cruzados)



0,5 mm \_\_\_\_\_

**Fig. 2.53** - Clastos de Qm dispersos num material intersticial composto por quartzo, sericite e clorite no grauvaque lítico da Fm. Casal Carvalho. (Nicóis cruzados)

## 2.4 – CONCLUSÕES

Os dados paleogeográficos e de paleomagnetismo sugerem que no Ordovícico o norte de África e o sul da Europa faziam parte de uma grande plataforma marinha epicontinental que ocupava os bordos norte e noroeste do cratão Gondwana, situado no hemisfério sul (Robardet *et al.*, 1988). Além disso, os dados da litologia e da biostratigrafia relativos ao Ordovícico do centro de Portugal apontam para que a sequência ordovícica da Zona Centro-Ibérica se tenha depositado numa plataforma siliclástica de pequena profundidade frequentemente afectada por ondas, correntes e tempestades, com pequenas taxas de subsidência e reduzida actividade tectónica (Young, 1990).

Do ponto de vista estratigráfico, o aspecto mais marcante do Ordovícico Inferior é o seu carácter discordante e transgressivo sobre os terrenos do substrato, o Complexo-Xisto-Grauváquico (CXG). De facto, entre a Formação Sarnelha e o CXG existe uma discordância marcada por uma superfície de erosão de baixo relevo (McDougall *et al.*, 1987). Por outro lado, a série ordovícica inicia-se com os grauvaques vermelhos da Formação Sarnelha que dão lugar a sedimentos progressivamente mais finos do Arenigiano e Lanvirniano. Após este período transgressivo, no início do Landeiliano, passa-se a um regime essencialmente regressivo em plataforma epicontinental dominada por tempestades como parece testemunhar a alternância de níveis pelíticos e de arenitos tempestíticos deste período.

O regime de sedimentação de plataforma pouco profunda, frequentemente afectada por tempestades, que esteve presente no Landeiliano parece ter-se mantido até ao Ashgiliano e terá sido responsável pela deposição da Formação Louredo (Young, 1990; Romano, 1991).

No final do Ordovícico, as condições de sedimentação alteram-se em virtude dos efeitos de uma glaciação centrada na parte africana da Gondwana (Robardet *et al.*, 1988). Devido a esta glaciação, que se iniciou no Hirnantiano, grandes mantos de gelo deviam cobrir as áreas emersas sendo provavelmente responsáveis pela diminuição do nível das águas do mar e pela conseqüente emersão de parte da plataforma marinha litoral. Este fenómeno ocasionou uma erosão mais ou menos pronunciada dos depósitos ordovícicos anteriores, gerando um *hiatus* estratigráfico na sucessão ordovícica (Robardet *et al.*, 1988).

Os depósitos do Grupo do Rio Ceira (formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira) parecem testemunhar esta descida eustática do nível das águas do mar. De facto, aos sedimentos lutíticos da Formação Ribeira do Braçal seguem-se materiais mais grosseiros da Formação Ribeira Cimeira. Estes depósitos são recobertos pela Formação Casal Carvalhal de características diamictíticas (Robardet *et al.*, 1988; Brenchley *et al.*, 1991), constituída por sedimentos glacio-marinhos resultantes da queda de partículas na plataforma devido à fusão das massas de gelo flutuantes que as transportavam (Brenchley *et al.*, 1986; Young, 1985, 1988; Oliveira *et al.*, 1992). Assim, a um regime regressivo, provavelmente associado a um importante período glaciário, sucede-se um novo período transgressivo de que a Formação Casal Carvalhal é testemunha.

Em resumo, como se mostra no esquema da figura 2.54, é possível considerar várias fases de sedimentação na evolução desta área:

**1 - Tremadociano (?) - Arenigiano:** início de um ciclo transgressivo com deposição de uma sequência com características parcialmente marinhas e terrestres em locais de rápida subsidência. É o caso dos grauvaques vermelhos da Formação Sarnelha.

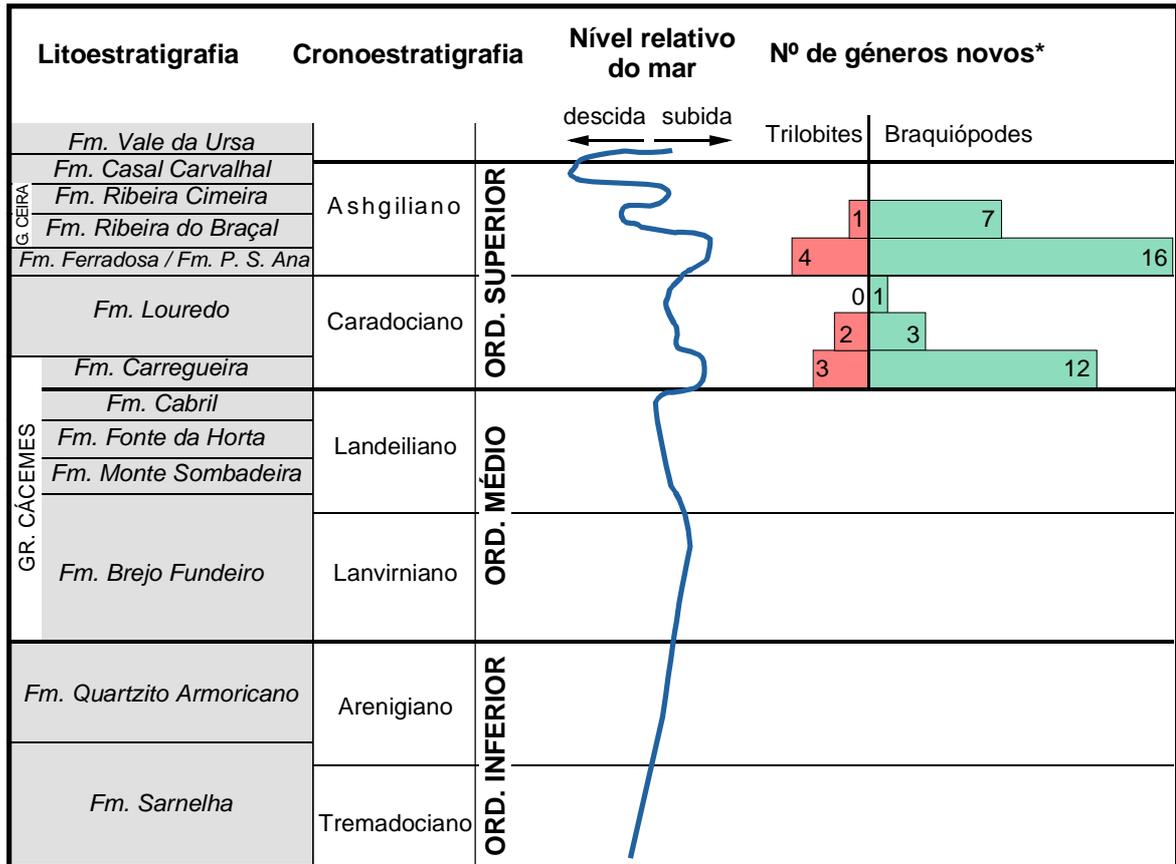
**2 - Arenigiano:** acumulação de depósitos predominantemente arenosos em plataforma epicontinental extensa originando a Formação Quartzito Armoricano.

**3 - Lanvirniano:** sedimentação essencialmente pelítica associada a um episódio de estagnação periódica do fundo que terá ocorrido durante a subida das águas do mar ordovícico e que deu origem à Formação Brejo Fundeiro.

**4 - Landeiliano - Caradociano:** passagem a um regime essencialmente regressivo ainda que, no início do Caradociano, se assista a um período transgressivo marcado pela deposição da Formação Carregueira. A sedimentação dá-se em ambiente de plataforma estável com forte influência de tempestades.

**5 - Ashgiliano Inferior - Médio:** actividade magmática local originou extrusões básicas e intrusões de filões doleríticos. Associado a esta actividade formam-se depósitos carbonatados representados pela Formação Ferradosa.

**6 - Ashgiliano Superior (Hirnantiano):** a glaciação do topo do Ordovícico produz sedimentos glaciomarinhos em resposta a variações glacio-eustáticas.



\*Segundo Young (1990)

**Fig. 2.54** - Variações relativas do nível do mar durante a sedimentação ordovícica e número de géneros novos de trilobites e braquiópodes na plataforma ibérica durante o Ordovícico Superior.

## CAPÍTULO III – APLICAÇÃO DIDÁCTICA

### 1 - INTRODUÇÃO

É hoje amplamente reconhecida a importância da educação em ciências que já não pretende criar “pequenos cientistas” mas proporcionar uma “literacia científica” que permita que todo o cidadão possa intervir consciente e activamente nas problemáticas que mais directamente o afectam. Neste sentido, o conceito de educação em ciências e o modo como ela é aplicada tem mudado ao longo do tempo de acordo com as correntes psicopedagógicas que dominam o pensamento subjacente e que estão na base da organização dos sistemas de ensino (Trindade, 2000).

Nos últimos anos entendeu-se que a educação em ciências exigia novas estratégias de ensino e de aprendizagem em conformidade com modelos pedagógicos construtivistas que estiveram na base da emergência do paradigma da Aprendizagem por Mudança Conceptual, radicado no Movimento das Concepções Alternativas que teve como precursores na Psicologia Piaget e Ausubel (Bonito, 2001). Segundo estes autores, o conhecimento resulta de uma convergência de factores que são potencializados pela actividade dos alunos que passam a estar no centro da aprendizagem. De acordo com Piaget, é o aluno que deve activamente (re)construir o conhecimento a partir dos saberes anteriores que, ao serem desequilibrados, originam, por acomodação, uma assimilação e, por isso, levam a uma aprendizagem significativa. Neste sentido, a perspectiva construtivista valoriza as “construções prévias (concepções alternativas) não formais, pelas quais o aluno, de forma mais ou menos espontânea, inconsciente e imediata faz representações do mundo que o cerca” (Santos *et al.*, 1992) e assenta na necessidade de uma mudança conceptual destas ideias prévias. Esta mudança alcança-se quando o aluno é confrontado com concepções diferentes das suas que por isso devem ser desestruturadas e questionadas para construir um novo conhecimento sobre o assunto, conhecimento esse que se faz por saltos, originando um crescimento descontínuo em que o “novo” engloba os anteriores e lhes acrescenta mais alguns elementos (Trindade, 2000). Deste modo, a aprendizagem conceptual não acontece somente pela sobreposição ou acumulação de

informação já existente, nem por associação e ordenação de conceitos entendidos e são os próprios alunos que constroem (reconstroem) os seus conhecimentos (Santos, 1989; Santos *et al.*; 1992; Orion, 1998; Bonito, 2001).

Aceitando a perspectiva construtivista, o Trabalho de Campo deve assumir contornos diferentes daquele que habitualmente se pratica nas escolas e que segundo Praia *et al.* (1997) pode ser designado do tipo “excursionista” pois, na maioria das vezes, as Actividades Campo apresentam-se descontextualizadas conceptual e temporalmente daquilo que se pode chamar a parte teórica desenvolvida na sala de aula (Bonito, 2001). Segundo Thompson (1982), o Trabalho de Campo segundo a perspectiva construtivista pode ter as seguintes finalidades (Praia *et al.*, 1997):

- Mobilizar conhecimentos geológicos prévios;
- Construir representações a partir da interpretação de fenómenos geológicos;
- Levantar problemas partindo de dúvidas e questões;
- Estruturar hipóteses para as confrontar com os conhecimentos adquiridos;
- Desenvolver atitudes e valores inerentes ao trabalho em ambiente natural.

De entre as capacidades que os alunos devem desenvolver numa Saída de Campo, os professores consideram que a observação é a mais importante (Rebelo, 1998). Hoje considera-se que a observação depende da teoria e é a teoria que determina o que observar e como observá-lo (Barberá *et al.*, 1996). Praia (1995) considera que a observação científica não é ocasional, é uma actividade mental complexa que exige do observador uma planificação detalhada e uma recolha de informações em função de um referencial teórico previamente estabelecido. A observação, ao depender do quadro teórico do observador, não será a mesma para todos os alunos e, por isso, numa perspectiva de aprendizagem centrada no aluno, a observação serve para que os alunos questionem as suas próprias hipóteses. A Actividade de Campo em que o aluno se envolve activamente desenvolve, neste, a capacidade de recolher informações separando o acessório do importante e a capacidade de reflectir criticamente sobre o que observa. Sabendo que o conhecimento científico e a sua aquisição não se restringe à observação orientada, numa Saída de Campo não se deve privilegiar esta capacidade em detrimento de outras que o aluno deve igualmente desenvolver. Assim, segundo García de la Torre (1991) as Saídas de Campo favorecem (Pedrinaci *et al.*, 1994):

- o desenvolvimento de procedimentos científicos (observação, formulação de hipóteses, pesquisa, classificação, etc.);
- o desenvolvimento de capacidades manipulativas (utilização da bússola, recolha e etiquetagem de materiais, etc.);
- o desenvolvimento de atitudes (trabalho em equipa, cooperação, criatividade, ética ambientalista, etc.).

De acordo com Bonito (2001) “o objectivo geral das Actividades de Campo no Ensino Básico e Secundário não é formar geólogos, mas desenvolver, trabalhar ou criar atitudes, procedimentos e conceitos geológicos básicos e essenciais que facilitem a compreensão e interpretação do meio natural” de modo a apreciar a Natureza, “amá-la, respeitá-la e desfrutar das suas riquezas e maravilhas, de modo consciente, ordenado e saudável” (Bonito *et al.*, 1997).

Apesar das potencialidades e vantagens das Actividades de Campo serem amplamente reconhecidas por alunos e professores, elas não devem ser encaradas como objectivos em si mesmas, mas como estratégias para operacionalizar os objectivos pedagógicos definidos (Bonito *et al.*, 1997). As Actividades de Campo não são excursões lúdicas ou de diversão turística mas, como elementos do processo de ensino-aprendizagem, requerem uma preparação prévia onde primeiro há que formular os objectivos a atingir com esta estratégia.

Vários autores apresentam uma série de objectivos gerais orientadores das Actividades de Campo realizadas com alunos (Bonito *et al.*, 1997; Bonito, 2001):

- Mobilizar os conceitos prévios (geológicos/ biológicos) dos alunos;
- Desenvolver aprendizagens significativas dos novos conceitos (geológicos/ biológicos);
- Tomar um primeiro contacto com a realidade para iniciar um novo conteúdo temático;
- Contactar, comprovar ou aplicar directamente factos de algum tema anteriormente tratado teoricamente na aula ou numa prática de laboratório;
- Equacionar problemas e permitir uma elaboração inicial de dúvidas e questões;
- Recolher amostras de materiais para futuros trabalhos laboratoriais ou em sala;

- Adquirir e desenvolver capacidades sensoro-motoras e outras próprias das Actividades de Campo;
- Promover atitudes e valores, como o entusiasmo pela descoberta, desenvolver uma atitude científica e assumir um compromisso ético com a Natureza;
- Desenvolver o gosto pelo trabalho de equipa e capacidade para realizá-lo.

Parece pois evidente que, o Trabalho de Campo é um instrumento valioso e até mesmo insubstituível, para ajudar os alunos a compreenderem o meio natural reconhecendo, explicando e prevendo alguns dos processos básicos que aí ocorrem (Pedrinaci *et al.*, 1994). Neste sentido, a Saída de Campo dá a oportunidade a que o aluno faça observações e interpretações, formule e confronte hipóteses, elabore “modelos”, manuseie materiais, isto é, que contacte com o real o que não é possível efectuar na sala de aula (Silva *et al.*, 1997).

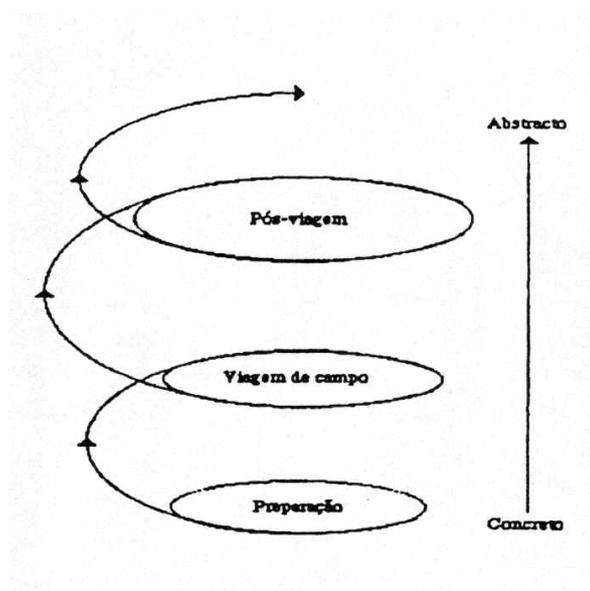
## 2 - UM MODELO DE SAÍDA DE CAMPO DE RAIZ CONSTRUTIVISTA

As Actividades de Campo são essenciais à construção dos conhecimentos, servem de motivação e permitem uma nova organização e potenciação dos conteúdos adquiridos pelos métodos expositivos: no campo pode-se reconhecer e visualizar os conteúdos, as leis, as teorias fornecidas na sala de aula.

Segundo Orion (1998), há necessidade de criar novas estratégias de ensino segundo um modelo holístico em que as aprendizagens dentro e fora da sala de aula estejam interligadas havendo uma articulação entre diferentes “ambientes de aprendizagem” como o campo, o laboratório, o computador e a sala. Por outras palavras, a realização de Actividades de Campo desarticuladas de outras estratégias de aprendizagem na sala de aula pode revelar-se pouco produtiva. Talvez seja neste contexto que Bonito (2001) sugere que as actividades práticas em Geociências sejam designadas por *actividades práticas de campo* entendidas “como o exercício de acções práticas, sejam de ocupação manual ou intelectual, realizadas em meio natural, com fins educativos e que requerem uma preparação prévia muito cuidada, uma execução fundamentada epistemológica, psicológica e pedagogicamente, um trabalho de aprofundamento e revisão depois da “saída” de campo

e uma avaliação em todo o seu significado”. Esta definição de Actividades Práticas de Campo vai de encontro ao sugerido por Orion para a implementação de uma Saída de Campo integrada na organização de uma unidade programática de uma determinada disciplina. Assim, Orion (1994, 1998) apresenta um modelo tridimensional em que a hierarquização dos conceitos se faz num movimento em espiral, do concreto para o abstracto (Fig. 3.1) e onde se integram diferentes estratégias num todo coerente que procura alcançar o mesmo fim. Esta estruturação pode ser utilizada para a organização de todo o currículo, de uma unidade ou apenas de um pequeno conjunto de actividades de aprendizagem (Praia *et al.*, 1977; Silva *et al.*, 1987; Orion, 1986, 1991, 1998; Bonito, 2001).

De acordo com este modelo, uma Saída de Campo do tipo “excursionista” não faz sentido já que esta actividade não deve ser encarada como um acontecimento isolado, mas deve ser posicionada entre uma Unidade de Preparação e uma Unidade Pós-Viagem. Cada uma destas unidades constitui uma unidade de aprendizagem independente mas interligada, cada uma servindo de ponte para a unidade seguinte (Silva *et al.*, 1997) de tal modo que a planificação de uma Saída de Campo deve ser articulada com as restantes actividades de sala de aula, obedecendo aos mesmos critérios e, por isso, integrada no currículo.



**Fig. 3.1** – Modelo em espiral que integra a Viagem de Campo entre momentos de aprendizagem na sala de aula. (Extraído de Praia *et al.*, 1997)

A primeira fase deste modelo (Unidade de Preparação) inicia-se na sala de aula tendo como principal objectivo preparar os alunos para as actividades fora da sala. Esta

preparação reduz aquilo que Orion & Hofstein (Orion, 1998) chamaram de *novelty space* e que, segundo Praia *et al.* (1997), corresponderá à *consciencialização para o novo / novidade*. Segundo Orion, a capacidade de aprendizagem do aluno durante a saída está directamente relacionada com a familiaridade que o ambiente de campo sempre acarreta em si (Praia *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1997; Bonito, 2001). Se o ambiente é completamente desconhecido o aluno terá de o explorar primeiro e só depois deste se tornar familiar é que se poderá dedicar à aprendizagem.

Os factores relativos ao *novelty space* podem ser cognitivos, psicológicos e geográficos sendo importante identificá-los para que se possa diminuir os seus efeitos negativos facilitando a aprendizagem (Praia *et al.*, 1997; Silva *et al.*, 1997; Orion, 1998; Bonito, 2001). Do ponto de vista cognitivo, sabemos que a aprendizagem é condicionada pelos conhecimentos anteriores dos alunos e que os conceitos são imprescindíveis para que estes formulem as hipóteses de campo. Então, antes da saída, o professor deve assegurar-se de que os alunos estão em posse dos conceitos necessários para a realização das actividades de campo. Face à expectativa de uma Saída de Campo, factores psicológicos, como a tensão e a segurança, podem influenciar negativamente a aprendizagem. Para contornar esta possibilidade, cabe ao professor a tarefa de fazer uma descrição cuidada e detalhada do modo como se prevê que decorra a visita, referindo aspectos como a duração da viagem, o número de paragens, os conhecimentos necessários em cada paragem, o tempo previsto para cada paragem, o tempo de repouso, etc. Os factores geográficos podem ser tratados, na sala de aula, pela apresentação da região em estudo através de diapositivos, filmes ou mapas em que se dá atenção aos caminhos de acesso e às várias paragens. Deste modo, é na Unidade de Preparação que, através das actividades desenvolvidas, na sala de aula ou no laboratório, se procura diminuir o *novelty space* de forma a potenciar a Saída de Campo (Praia *et al.*, 1997).

Outros aspectos a ter em conta na Unidade de Preparação referem-se às técnicas a utilizar no decurso das Actividades Práticas de Campo, em especial as que dizem respeito ao uso de materiais e equipamentos (por ex.: máquina fotográfica, martelo de geólogo, escopro, bússola, sacos de plástico, etiquetas, etc.). Os alunos devem também ser consciencializados para a importância da rigorosa anotação das observações efectuadas.

A duração da Unidade de Preparação é variável atendendo à especificidade da sequência de aprendizagem e é nesta perspectiva que a Saída de Campo deve estar

integrada nos conteúdos programáticos da disciplina e não ser realizada como um presente oferecido aos alunos no final do período ou do ano lectivo.

A próxima etapa é a Saída de Campo propriamente dita e que se apresenta como a unidade central deste modelo na qual se procura uma interacção concreta dos alunos com o meio ambiente (Orion, 1998). Com o propósito de os alunos participarem activamente na construção do seu saber, ao invés de receberem passivamente as informações transmitidas pelo professor, para cada paragem devem ser organizadas tarefas e elaborados materiais de apoio. Deve ser preparado para o aluno um *Guia de Campo* que oriente o seu trabalho nas diferentes paragens. Nestas propostas de trabalho devem existir dois tipos de finalidades: uma é orientar o aluno na observação dos afloramentos; a outra, é conceptualmente mais exigente e tem o propósito de levar o aluno a formular hipóteses, a dar explicações e a transmiti-las aos outros. São considerados factores de aprendizagem o confronto de ideias e a positividade do erro por isso, o trabalho em cada paragem termina com questões-abertas que, segundo Ausubel, podem funcionar de organizadores avançados a utilizar mais tarde na sala de aula (Silva *et al.*, 1997).

É durante a Saída de Campo que se podem concretizar mais amplamente os objectivos do domínio socio-afectivo a que se propõem as Actividades Práticas de Campo. Por isso, durante esta actividade deve fomentar-se um clima de espontaneidade e cooperação onde novas formas de interacção aluno-aluno e aluno-professor se possam revelar e criar oportunidade de o professor conhecer a personalidade do aluno e de este conhecer o professor como pessoa (Bonito, 2001).

Na Unidade Pós-Viagem, em função dos conhecimentos prévios, daqueles entretanto alcançados e da confrontação com as observações realizadas deve proceder-se à (re)formulação das hipóteses (Silva *et al.*, 1997), à generalização dos conhecimentos adquiridos e ao estabelecimento de ligações com conhecimentos anteriores. A Unidade Pós-Viagem inclui o estudo dos conceitos mais abstractos e retoma as questões-abertas colocadas durante a Saída de Campo, exigindo uma grande capacidade de concentração e abstracção por parte do aluno. Esta última etapa integra também a avaliação de todo o processo de ensino-aprendizagem. Na avaliação qualitativa feita, por exemplo, através de questionários, são abordados temas como a aprendizagem individualizada, a metodologia seguida, as estratégias desenvolvidas e as actividades realizadas, a viagem como instrumento de aprendizagem e os aspectos sócio-grupais, entre outros. Aspectos

relacionados com a importância da disciplina e dos seus saberes, aspectos cognitivos e a atitude dos alunos face à Geologia são também alvo de avaliação (Praia *et al.*, 1997).

### **3 – PROPOSTA DE PLANIFICAÇÃO DE UMA SAÍDA DE CAMPO: O Paleozóico Inferior do Sinclinal do Buçaco**

#### **3.1 – INTRODUÇÃO**

Atendendo ao estudo realizado em diferentes áreas do Sinclinal do Buçaco, foi seleccionado, na parte sul desta região, um corte geológico – *o corte do Rio Ceira* - para a implementação de uma Actividade Prática de Campo estruturada segundo o modelo de trabalho sugerido por Orion. As razões que motivaram a escolha deste corte foram anteriormente referidas, (Ver, atrás, Cap. II / 2.2.7) mas podemos ainda salientar as potencialidades didácticas desta secção que possibilitam a abordagem de vários conceitos / conteúdos geológicos. De facto, de acordo com as actividades definidas e a realizar pelos alunos ao longo da Saída de Campo ao corte do Rio Ceira é possível a abordagem de temas como a estratigrafia e tempo geológico e a reconstituição da história geológica da região já que neste corte se encontram a maioria das formações do Paleozóico Inferior. Reconhecidas estas potencialidades didácticas e após a análise das Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia /12º ano (DES, 1995), sugere-se que a Saída de Campo ao corte do Rio Ceira seja integrada na unidade programática “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” (Anexo III) já que, a maioria dos objectivos definidos para esta unidade podem ser alcançados através de uma estratégia que valorize as Actividades Práticas de Campo.

Como já foi referido, segundo as linhas orientadores do modelo proposto por Orion, a realização de uma actividade prática de campo deve ser posicionada entre uma Unidade de Preparação e uma Unidade Pós-Viagem (Fig. 3.1) havendo uma interligação entre estas três fases de tal modo que a sua planificação conjunta corresponda à estruturação de toda uma unidade programática. Considerando que os conteúdos previstos para uma determinada disciplina devem ser tomados como um todo, entendemos que a planificação

de uma unidade programática deverá estar interligada com unidades precedentes e posteriores. É por esta razão que cada unidade programática assenta em alguns pré-requisitos e alguns dos conceitos/conteúdos nela adquiridos constituem pré-requisitos para unidades seguintes.

No caso da unidade programática “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra”, segundo directrizes apresentadas nas Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia (12º ano) (DES, 1995), são considerados como pré-requisitos conteúdos como “*Os processos de fossilização, nomeadamente a moldagem e a impressão*” e “*O conhecimento das Eras*”. Consideramos ainda que, a integração da Saída de Campo à região do Buçaco na unidade programática seleccionada também mobiliza conhecimentos anteriores relativos à identificação de várias litologias, estruturas e processos geológicos. Por outro lado, a realização do trabalho de campo permite avançar para domínios de outra unidade programática da disciplina de Geologia (12º ano), “Cartografia – Algumas Técnicas e Aplicações” (Anexo III) evidenciando, deste modo, a continuidade e a globalidade de diferentes temas de Geologia.

Segundo, de modo geral, as orientações de Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia (12º ano) (DES, 1995) foram elaboradas tabelas (3.I, 3.II, 3.III e 3.IV) nas quais se apresentam propostas de planificação para dar cumprimento aos diferentes momentos sugeridos pelo modelo escolhido para a integração da Saída de Campo ao corte do Rio Ceira. Em cada uma destas tabelas, para os objectivos gerais constantes nas orientações de Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia (12º ano) (DES, 1995) foram ainda definidos objectivos específicos bem como sugeridas algumas estratégias que, em certos casos, são acompanhadas por materiais de apoio constantes nos anexos referidos. Deste modo, esta proposta de planificação pretende dar cumprimento aos conteúdos estabelecidos para a unidade programática “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” e alargar-se para algumas práticas correspondentes à unidade programática “Cartografia – Algumas Técnicas e Aplicações”.

### 3.2 – UNIDADE DE PREPARAÇÃO

A Unidade de Preparação ocorre na sala de aula tendo por finalidade preparar as actividades práticas de campo. Neste sentido, cabe ao professor certificar-se de que os alunos adquirem os conhecimentos e as competências necessárias para a execução das tarefas apresentadas na Saída de Campo. Consideramos que esta preparação pode ser dividida em dois momentos: o primeiro, no qual se tratam de temas que podemos considerar de teóricos e, um segundo momento, em que são abordados assuntos directamente relacionados com a temática da Saída de Campo e com as competências práticas a desenvolver durante essa actividade.

Em relação ao primeiro momento, foram delineadas algumas estratégias constantes na tabela 3.I e para as quais foram elaborados alguns materiais de apoio (Anexo IV).

No momento seguinte, o professor deverá introduzir a temática da Saída de Campo a realizar e promover, no interior da sala, estratégias para a redução daquilo que Orion chamou *novelty space*, com o objectivo de potenciar as aprendizagens dos alunos durante a Actividade de Campo. A tabela 3.II apresenta algumas estratégias que podem contribuir para dar cumprimento ao segundo momento da Unidade de Preparação e para o qual também foram criados materiais de apoio (Anexo IV).

As estratégias definidas para esta etapa da Unidade de Preparação traduzem uma reapropriação de conhecimentos já adquiridos em disciplinas anteriores e avançam para domínios da unidade programática “Cartografia – Algumas Técnicas e Aplicações”. De facto, ainda que o conhecimento das diferentes litologias possa ser considerado um pré-requisito, sugere-se que se faça uma recapitulação deste tema, com especial incidência nas litologias sedimentar e metamórfica dado serem estas as mais frequentes na área de campo a estudar. Para isso podem ser observadas amostras de rochas cuja descrição macroscópica, associada a alguns ensaios experimentais, pode conduzir à sua classificação. Por este meio, os alunos ficam despertos para os aspectos mais relevantes a observar, bem como podem adquirir procedimentos utilizados no rápido reconhecimento das litologias com que se irão deparar no campo. Nesta altura, o professor poderá referir a existência de algumas estruturas sedimentares (por ex.: laminação paralela e entrecruzada, tempestitos e “ripple-marks”), bem como explorar o seu significado e a sua importância na reconstituição da paleogeografia de uma determinada região.

**Tabela 3.I** – Proposta de planificação de parte da unidade “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” integrada na Unidade de Preparação com vista à Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira. (Comparar com a planificação da OGP, Anexo III.)

Conteúdos	Objectivos Gerais	Objectivos Específicos	Estratégias/ Materiais de Apoio	N.º de aulas
<p>OS GRANDES ACONTECIMENTOS DA HISTÓRIA DA TERRA</p> <p>A génese das rochas e o registo fóssil na reconstituição da História da Terra</p> <p>Fossilização - processos e condições de fossilização</p> <p>Avaliação do tempo em Geologia</p> <p>Processos de Datação</p> <p>Escalas cronoestratigráficas</p> <p>O Tempo Geológico – Grandes divisões</p> <p>Caracterização dos principais acontecimentos ocorridos</p> <p>Evolução dos seres vivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a importância dos dados fornecidos pelas rochas na reconstituição do passado da Terra.</li> <li>• Conhecer os condicionalismos da génese dos fósseis.</li> <li>• Compreender a importância dos fósseis na reconstituição da História da Terra.</li> <li>• Compreender a importância da aplicação de diversos métodos na datação dos acontecimentos geológicos.</li> <li>• Conhecer as principais divisões temporais da História da Terra.</li> <li>• Referir, em linhas gerais, a evolução da vida à superfície da Terra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconhecer a importância das rochas sedimentares na reconstituição do passado da Terra.</li> <li>• Descrever os vários processos de fossilização.</li> <li>• Distinguir fósseis de idade de fósseis de ambiente.</li> <li>• Reconhecer a importância dos fósseis de idade.</li> <li>• Reconhecer a importância dos fósseis de ambiente.</li> <li>• Distinguir idade relativa de idade absoluta.</li> <li>• Compreender a importância dos fósseis na datação das rochas.</li> <li>• Interpretar exemplos de casos para a determinação da idade relativa das rochas e de acontecimentos geológicos.</li> <li>• Referir as principais divisões temporais da História da Terra.</li> <li>• Delimitar temporalmente as principais divisões da História da Terra.</li> <li>• Caracterizar brevemente os principais acontecimentos ocorridos em cada Era /Período.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observação de filmes ou de diapositivos relativos à importância das rochas e dos fósseis na reconstituição da História da Terra.</li> <li>• Utilização de imagens e/ou amostras de fósseis para ilustrar os diferentes processos de fossilização.</li> <li>• Elaboração de mapas de conceitos relativos aos vários métodos de datação dos acontecimentos geológicos.</li> <li>• <i>Ficha de Trabalho N.º 1 (Anexo V).</i></li> <li>• Apresentação da escala cronoestratigráfica.</li> <li>• Realização de trabalhos pesquisa relativos à caracterização dos principais acontecimentos ocorridos (Trabalho em grupo). Com vista à Saída de Campo, deve-se dar particular atenção à Era Paleozóica e aos Períodos Ordovício e Silúrico.</li> <li>• Observação de filmes relativos à origem e evolução da vida à superfície da Terra.</li> </ul>	18

**Tabela 3.II** – Proposta de planificação de actividades a desenvolver na sala de aula para a apresentação da Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira. (Comparar com a planificação da OGP, Anexo III.)

Conteúdos	Objectivos Gerais	Objectivos Específicos	Estratégias/ Materiais de Apoio	N.º de aulas
<p>CARTOGRAFIA- ALGUMAS TÉCNICAS E APLICAÇÕES</p> <p>Cartas topográficas e geológicas</p> <p>Utilização de diversos tipos de cartas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preparar a Saída de Campo ao corte do Rio Ceira.</li> <li>Compreender o significado da simbologia contida nos diversos tipos de cartas.</li> <li>Tomar contacto com as particularidades referentes à Saída de Campo a realizar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar diferentes formações litológicas.</li> <li>Identificar estruturas sedimentares.</li> <li>Reconhecer a importância das estruturas sedimentares.</li> <li>Interpretar mapas geológicos.</li> <li>Conhecer a simbologia de uma carta geológica.</li> <li>Identificar na Carta Geológica de Portugal a área de estudo.</li> <li>Descrever, de modo geral, a estrutura em sinclinal do Paleozóico Inferior do Buçaco.</li> <li>Identificar as unidades litológicas presentes no Sinclinal do Buçaco.</li> <li>Interpretar mapas topográficos.</li> <li>Conhecer a simbologia de uma carta topográfica.</li> <li>Determinar a direcção e o pendor de uma estrutura geológica.</li> <li>Conhecer algumas características da área a estudar.</li> <li>Conhecer o percurso a realizar durante a Saída de Campo.</li> <li>Conhecer as tarefas a realizar durante a Saída de Campo.</li> <li>Conhecer os materiais necessários para a Saída de Campo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observação e manuseio de amostras de mão de rochas sedimentares e metamórficas.</li> <li>Observação de diapositivos sobre estruturas sedimentares.</li> <li>Análise da Carta Geológica de Portugal (E: 1/ 1 000 000).</li> <li>Análise do Mapa Geológico do Buçaco (Ver, Anexo II).</li> <li>Análise da Carta Militar de Portugal n.º 242 / Foz de Arouce – Lousã (E: 1/25 000).</li> <li>Realizar medições da direcção e do pendor em modelos experimentais na sala de aula ou no laboratório.</li> <li>Apresentação do "Roteiro Geológico" da Saída de Campo (Anexo IV).</li> </ul>	3

Um importante instrumento de trabalho de campo são os mapas topográficos e geológicos. A análise destes mapas pode servir para introduzir os conceitos de escala e representação do relevo, bem como familiarizar os alunos com a simbologia topográfica e

geológica. É por esta razão que se sugere a exploração da Carta Geológica de Portugal e do Mapa Geológico do Buçaco (Anexo II) para a obtenção de alguma informação sobre o sinclinal (idade das formações, estrutura, diferenças entre os flancos, limites do sinclinal, formações adjacentes, etc.).

Por último, a apresentação do *Roteiro da Saída de Campo* (Anexo IV) contribuirá para (i) a familiarização dos alunos com a área a estudar, para (ii) o contacto com as tarefas que devem desempenhar e com (iii) os conhecimentos que lhes serão exigidos, para informar os alunos sobre (iv) o número de paragens, (v) os momentos de descanso e (vi) o material necessário à Saída de Campo, numa tentativa de reduzir os efeitos geográficos e psicológicos do meio exterior e desconhecido sobre a efectividade das aprendizagens a realizar durante a Saída de Campo.

### 3.3 – A SAÍDA DE CAMPO

Após toda a preparação anterior, alunos e professores estão em condições de saírem da sala de aula e desenvolverem um trabalho de investigação no ambiente natural. Todo o processo de preparação prévia deve ter servido, como foi referido anteriormente, para que o aluno possua os conhecimentos e competências necessárias e para que esteja familiarizado com o ambiente externo a explorar de modo que os atractivos paisagísticos da zona não constituam uma fonte de dispersão que o afaste do objectivo central da Saída de Campo. Durante a Saída de Campo, os alunos devem-se fazer acompanhar pelo *Guia de Campo do Aluno* (Anexo V) do qual constam as tarefas a realizar, bem como questões - abertas que pretendem suscitar a elaboração de hipóteses e a troca de ideias entre alunos. Cabe ao professor incentivar a observação, suscitar questões, promover a discussão e verificar a execução de todas as actividades. Esta orientação pode ser facilitada pela consulta e utilização do *Guia de Campo do Professor* (Anexo V) no qual foram incluídas as actividades constantes do “Guia de Campo do Aluno” e que, em cada paragem, são acompanhadas por algumas sugestões que pretendem contribuir para o orientação da Saída de Campo ao promover a discussão de assuntos suscitados pela observação dos afloramentos em questão. Salienta-se que a construção deste guia teve como base as

informações contidas no capítulo anterior deste trabalho (Capítulo II) pelo que a sua consulta se torna imprescindível. Sugerimos também que, durante a Saída de Campo, o professor se faça acompanhar de outros materiais, como por exemplo posters do Mapa Geológico Buçaco (Anexo II) e posters das colunas estratigráficas apresentadas no capítulo II (secção 2.27) deste trabalho, bem como de alguma bibliografia que considere importante para melhor orientar e esclarecer os alunos ao longo das actividades práticas de campo aqui propostas. Na tabela 3.III é apresentada a Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira.

### **3.4 – UNIDADE PÓS – SAÍDA DE CAMPO**

Ainda que a Saída de Campo tenha terminado os dados e/ou materiais recolhidos não podem ficar soltos ou perdidos. Pelo contrário, devem ser utilizados em trabalhos posteriores onde se procede à análise dos materiais recolhidos (Ex.: amostras de rochas, fotografias, etc.) e se organizam as informações obtidas com vista à generalização dos conhecimentos adquiridos e ao estabelecimento de ligações com conhecimentos anteriores. Neste sentido, as aulas que se seguem à Saída de Campo são do maior interesse e contribuem decisivamente para as possíveis aprendizagens significativas dos alunos.

À semelhança daquilo que foi apresentado anteriormente, também foram delineadas algumas estratégias a desenvolver neste último momento e que constam da tabela 3. IV. As estratégias aqui apresentadas têm como objectivo principal a organização e interpretação dos dados recolhidos no campo de modo a que os alunos se envolvam activamente na “conquista” de novos conhecimentos e partilhem do modo como se constrói a ciência e, neste caso, a Geologia. Assim, as actividades propostas na *Ficha de Trabalho N.º 2* (Anexo VI) apontam para a necessidade de conjugar os dados recolhidos no campo com dados recolhidos na literatura disponível no sentido de interpretar e formular hipóteses explicativas para as observações registadas.

**Tabela 3.III** – Proposta de planificação da Saída de Campo a realizar ao corte do Rio Ceira, integrada na estruturação da unidade “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra”.

Conteúdos	Objectivos Gerais	Objectivos Específicos	Estratégias/ Materiais de Apoio	N.º de aulas
<p>Saída de Campo:</p> <p>O Paleozóico Inferior do Buçaco</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer a geologia da região sul do Sinclinal do Buçaco.</li> <li>• Relacionar os dados fornecidos por diversos materiais com a paleogeografia de uma determinada região.</li> <li>• Desenvolver atitudes geológicas face ao trabalho de campo.</li> <li>• Desenvolver o gosto pelo trabalho em equipa.</li> <li>• Desenvolver atitudes de respeito pela Natureza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar estruturas geológicas.</li> <li>• Reconhecer diversas litologias.</li> <li>• Identificar diversas litologias.</li> <li>• Descrever as diferentes unidades litológicas do corte do Rio Ceira.</li> <li>• Reconhecer o contacto entre formações adjacentes.</li> <li>• Determinar a direcção e o pendor de uma estrutura geológica.</li> <li>• Recolher amostras.</li> <li>• Assinalar, na carta topográfica, alguns dados recolhidos no campo.</li> <li>• Formular hipóteses explicativas dos fenómenos observados.</li> <li>• Relacionar a morfologia do terreno com a litologia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Guia de Campo do Aluno</i> (Anexo V).</li> <li>• <i>Guia de Campo do Professor</i> (Anexo V).</li> <li>• Observação detalhada dos diferentes afloramentos da zona em estudo.</li> <li>• Medição da direcção e pendor das camadas para o controlo estratigráfico da sequência.</li> <li>• Recolha de amostras de rochas para estudo posterior.</li> <li>• Fotografar aspectos considerados relevantes.</li> <li>• Fazer representações esquemáticas de aspectos considerados relevantes.</li> </ul>	1 dia

Finalmente, na Unidade Pós-Viagem, sugere-se que a Saída de Campo seja avaliada através do *Questionário* apresentado no Anexo VI. Esse questionário reflecte o interesse em avaliar questões relacionadas com a aprendizagem individualizada, a metodologia e estratégias desenvolvidas, as actividades realizadas, a importância da Geologia e dos seus saberes e a atitude dos alunos face a esta disciplina.

**Tabela 3.IV** – Proposta de planificação de actividades a desenvolver na sala de aula e integradas na Unidade Pós-Saída de Campo realizada ao corte do Rio Ceira. (Comparar com a planificação da OGP, Anexo III.)

Conteúdos	Objectivos Gerais	Objectivos Específicos	Estratégias/ Materiais de Apoio	N.º de aulas
<p>OS GRANDES ACONTECIMENTOS DA HISTÓRIA DA TERRA</p> <p>Alguns exemplos de reconstituições paleogeográficas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer a geologia do Sinclinal do Buçaco.</li> <li>• Relacionar os dados fornecidos por diversos materiais com a paleogeografia de uma determinada região.</li> <li>• Avaliar a importância da actividade de campo nas atitudes e aprendizagens dos alunos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar os dados de campo.</li> <li>• Interpretar os dados de campo.</li> <li>• Relacionar a litologia das formações com os ambientes de formação.</li> <li>• Formular hipóteses explicativas para algumas das observações efectuadas.</li> <li>• Descrever, resumidamente, a possível história geológica do Ordovícico do Buçaco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Ficha de Trabalho N.º 2</i> (Anexo VI).</li> <li>• <i>Documento de avaliação</i> (Anexo VI).</li> </ul>	4

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Antes da implementação de uma Actividade Prática de Campo como estratégia de aprendizagem no decurso de uma unidade programática torna-se necessário conhecer a geologia da região a “visitar” pois só deste modo se podem reconhecer as potencialidades pedagógicas e didácticas da área. Em conformidade com esta linha de pensamento podemos considerar que o presente trabalho está estruturado em duas grandes partes interligadas sendo a “*Aplicação Didáctica*” um prolongamento do trabalho sobre “*O Paleozóico Inferior do Buçaco*”.

Tendo em conta que a formação inicial da autora é Biologia - Ramo de Formação Educacional, a abordagem de um tema relacionado com a Geologia exigiu uma aprendizagem prévia de práticas de trabalho de campo (por ex.: interpretação e utilização de mapas topográficos, utilização da bússola para a determinação da direcção e pendor das camadas rochosas, observação orientada e descrição detalhada dos afloramentos, elaboração de mapas de campo utilizando a simbologia apropriada, elaboração de colunas estratigráficas, etc.) e de trabalho de laboratório envolvendo, em particular, a utilização do microscópio petrográfico. Este trabalho desenvolvido no campo e no laboratório foi orientado pelas informações recolhidas a partir da literatura disponível. Outro condicionalismo que esteve subjacente à consecução deste estudo foi a necessidade de o desenvolver em simultaneidade com o exercício da função docente a tempo integral.

Apesar destes condicionalismos, ao longo do trabalho aqui apresentado, foi possível conhecer e caracterizar as formações ordovícicas e silúricas que afloram na região do Buçaco no sentido de se proceder à reconstituição de alguns aspectos da sua história geológica. Reconhece-se, no entanto, que seria importante dispor de uma informação mais pormenorizada de natureza paleontológica para uma melhor compreensão da história geológica da região. A caracterização do magmatismo e da deformação que afectaram o Sinclinal do Buçaco seriam ainda aspectos a abordar com mais detalhe.

Na segunda parte do trabalho (“*Aplicação Didáctica*”), de acordo com as sugestões expressas pelo modelo de Orion que se integra na abordagem construtivista da aprendizagem actualmente recomendada, foi planificada unidade programática da disciplina de Geologia (12º ano) onde se inclui uma Saída de Campo. Desta planificação constam a definição de objectivos específicos, a sugestão de algumas estratégias e a elaboração de alguns materiais didácticos. Relativamente aos objectivos, estes foram definidos atendendo àqueles que são apresentados na Orientação de Gestão de Programas da disciplina de Geologia (12º ano) para as unidade programáticas “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” e “Cartografia – Algumas Técnicas e Aplicações”.

As estratégias delineadas e os materiais criados não foram efectivamente testados em acção, isto é, durante o desenrolar da unidade programática. Por este motivo, reconhece-se a necessidade de validação dos materiais didácticos e a análise da sua eficácia em consonância com as estratégias aqui definidas, nomeadamente através de um estudo comparativo dos resultados obtidos por alunos envolvidos e não envolvidos numa abordagem deste tipo.

Segundo a proposta de planificação aqui apresentada a unidade programática “Os Grandes Acontecimentos da História da Terra” será concluída ao fim de 25 aulas tendo sido realizada uma actividade de campo de um dia excedendo, deste modo, o número de aulas prevista de acordo com as Orientação de Gestão de Programas da disciplina (Anexo III). Ora, isto pode constituir um factor inibitório para a implementação desta proposta já que a necessidade de cumprimento dos conteúdos programáticos é uma realidade ainda mais premente no último ano do ensino secundário no final do qual se realizam exames nacionais cujo peso na admissão ao ensino superior é conhecido por todos. No entanto, entendemos que o desenvolvimento destas propostas estratégicas não representam um atraso mas, pelo contrário, podem constituir um avanço para o cumprimento integral do programa da disciplina de Geologia (12º ano). De facto, salientamos que, a Saída de Campo proposta permite já a abordagem de temas relacionados com “Transgressões e Regressões – ciclo sedimentar” bem como aspectos teóricos e práticos relativos à última unidade programática da disciplina - “Cartografia - Algumas Técnicas e Aplicações”. Talvez por isto, possamos dizer que a “perda” temporal imediata pode ser compensada pelo ganho em aprendizagens significativas que concertiza contribuirão para um “ganho” temporal a longo prazo.

Atendendo ao que atrás foi dito, podemos considerar que o trabalho realizado é um trabalho em aberto e que mais do que um ponto de chegada é um ponto de partida para o tratamento de outros temas igualmente interessantes e pertinentes.



**BIBLIOGRAFIA**

- ADAMS, A. E., MACKENZIE, W.S. & GUILFORD, C. (1994). **Atlas of sedimentary rocks under the microscope**. Longman Scientific & Technical, Fourth Edition.
- ALVARADO, M. M. (1983). **Evolucion de la placa Iberica**. in: Libro Jubilar J. M. Rios. Geología de España. Tomo I, Instituto Geologico Y Minero de España, Madrid, pp. 21-55.
- AMADOR, F. (2001). **O “ciclo geológico” de James Hutton: uma fonte de inspiração para a realização de actividades didácticas**. Cadernos Didácticos, Vol. 1, Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, pp. 19-25.
- AMAROS PORTOLES, J. L., ARAGON, F. J. G. A-J., SANCHEZ-RUBIO, E. R. & PEREZ, R. S. (1991). **Geología**. Anaya, Manuales de Orientacion Universitaria, Madrid.
- ANDRADE, A. S. (1997). Anteprojecto de um texto didáctico para uso dos alunos de Geologia de Portugal, Cap. 1- O Quadro Geotectónico: **Da Geologia da Europa à Geologia da Península**. (Texto Policopiado)
- ANDREWS, H., BESANCON, J. R., GORE, P. J. W. & THOMPSON, M. D. (1997). **Sedimentary Rocks. Processes and Environments**. in: Laboratory Manual in Physical Geology. Busch, R. M. (Ed.), Prentice Hall, Fourth Edition, New Jersey, pp. 69-91.
- ATHERTON, M. P., ATKIN, B. P. & NAGGAR, M. .H. (1974). **Kyanite in the Hercynian metamorphic rocks of the Oporto – Viseu Belt, Northern Portugal**. Geol. Mijnbouw, 53, pp. 189-192.
- AZINHEIRA, D., BARTOLOMEU, A., BEIRÃO, M., CAEIRO, S., CARAPINHA, D., CARDIGOS, A., ESTANQUEIRO, M., FERNANDES, M., GUERREIRO, D., NOGUEIRA, P. & RIBEIRO, M. (1998). **Preparação e realização de uma aula de campo. O exemplo da Praia norte de Sines**. Comunicações. Acta do V Congresso Nacional de Geologia, Tomo 84, Fascículo 2, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, pp. 30-32.
- BARBERÁ, O. & VALDÉS, P. (1996). El Trabajo Práctico en la Enseñanza de las Ciencias: Una revisión. **Enseñanza de las Ciencias**, 14 (3), pp. 365-379.

- BERNAL, J. M. & JAÉN, M. (1993). **Las Actividades de Laboratorio y de Campo en la Enseñanza de las Ciencias Naturales: Un Problema Persistente**. Enseñanza de las Ciencias, N.º Extra (IV Congreso), pp. 151-152.
- BERNARDO de SOUSA, M. (1984). **Considerações paleogeográficas sobre a estratigrafia do Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) e a sua relação com o Paleozóico Inferior**. Cuad. Geol. Ibérica, 9, pp. 9-36.
- BERNARDO de SOUSA, M. (1985). **Perspectiva sobre os conhecimentos actuais do Complexo Xisto-Grauváquico de Portugal**. Mem. Not. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, 100, pp. 1-16.
- BERRY, W. B. N. & BOUCOUT, A. J. (1973). **Glacio-Eustatic Control of Late Ordovician-Early Silurian Platform Sedimentation and Faunal Changes**. Geological Society of America Bulletin, 84, pp. 275-284.
- BEVIÁ, J. L. (1994). **Los trabajos prácticos de Ciencias Naturales como actividad reflexiva, crítica y creativa. Un ejemplo sobre la permeabilidad del suelo**. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2, pp. 47-56.
- BONITO, J. M. R. & SOUSA, M. B. (1997). **Actividades Práticas de Campo em Geociências. Uma proposta alternativa**. in: Didáticas. Metodologias da Educação, Departamento de Metodologia da Educação, Universidade do Minho, Braga, pp. 75-91.
- BONITO, J. (2001). **As Actividades Práticas no Ensino das Geociências. Um estudo que procura uma conceptualização**. Instituto de Inovação Educacional, Ministério da Educação, 1ª Edição, Lisboa, pp. 19-52, 87-120.
- BRANCO, M. J. & BROCHADO, C. (2000). **Ensinar e Aprender, no Campo e no Laboratório**. in: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Instituto de Educação e Psicologia, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho, pp. 615-625.
- BRENCHLEY, P. J., ROMANO, M. & GUTIÉRREZ MARCO, J. C. (1986). **Proximal and Distal Hummocky Cross-Stratified Facies on a Wide Ordovician Shelf in Iberia**. in: Shelf Sands and Sandstones. Knight, R. J. & McLean, J. R. (Eds.), Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 11, pp. 241-255.
- BRENCHLEY, P. J. (1988). **Environmental changes close to the Ordovician – Silurian boundary**. Bull.Br.Mus.Nat.Hist. (Geology), 43, pp. 377-385.

- BRECHLEY, P. J., ROMANO, M., YOUNG, T. P. & STORCH, P. (1991). **Hirnantian glaciomarine diamictites – evidence for the spread of glaciation and its effects on Upper Ordovician faunas.** in: *Advances in Ordovician Geology*. Barnes C. R. & Williams, S. H. (Eds.), Geological Survey of Canada. Paper 90-9, pp. 325-336.
- BURG, J. P., IGLESIAS PONCE de LÉON, M., LAURENT, P., MATTE, P. & RIBEIRO, A. (1981). **Variscan intracontinental deformation: The Coimbra – Córdoba shear zone (SW Iberian Peninsula).** *Tectonophysics*, 78, pp. 161-177.
- BUSHEE, J., OSMOND, J. K. & SINGH, R. J. (1997). **Dating of Rocks, Fossils and Geological Events.** in: *Laboratory Manual in Physical Geology*. R. M. (Ed.), Prentice Hall, Fourth Edition, Busch, New Jersey, pp. 113-127.
- CAAMAÑO, A., CARRASCOSA, J. & OÑORBE, A. (1994). **Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales.** *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, pp. 4-5.
- CAMPANARIO, J. M. & MOYA, A. (1999). **Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendencias Y Propuestas.** *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), pp. 179-192.
- CAPDEVILA, R. & FLOOR, P. (1970). **Les différents types de granites hercyniens et leur distribution dans le NW de l'Espagne.** *Bol. Geol. Min. España*, 81, 2-3, pp. 215-225.
- CAPDEVILA, R., CORRETGÉ, L. G. & FLOOR, P. (1973). **Les granitoides varisques de la Meseta Ibérique.** *Bull. Soc. Géol. France*, 15, pp. 209-228.
- CARRÍNGTON da COSTA. (1950). **Notícia sobre uma carta geológica do Buçaco, de Nery Delgado.** *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa.
- CASTRO DORADO, A. (1989). **Petrografia Basica, Texturas, Classificacion y Nomenclatura de Rocas,** Paraninfo, S.A., Madrid, pp. 79-86.
- CORRETGÉ, L. G. (1983). **Las rocas graníticas y granitoides del Macizo Ibérico.** in: *Geología de España*. I. G. M. E. (Eds.), Madrid, pp. 569-592.
- DIEZ BALDA, M. A., VEGAS, R. & GONZALEZ LODEIRO, F. (1990). **Central Iberian Zone. Autochthonous Sequences: Structure.** in: *Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula*. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, pp. 172-188.

- DOTT, R. H. & BOURGEOIS, J. (1982). **Hummocky stratification: Significance of its variable bedding sequences**. Geological Society of America Bulletin, 93, pp. 663-680.
- FERREIRA, N., IGLESIAS PONCE DE LÉON, M., NORONHA, F., RIBEIRO, A. & RIBEIRO, M. L. (1987). **Granitóides da Zona Centro Ibérica e seu enquadramento geodinâmico**. in: Geología de los granitoides e rocas asociadas del Macizo Hespérico. Bea, F., Carnicero, A., Gonzalo, J. C., López Plaza, M. & Rodriguez Alonso, M. D. (Eds.), Editorial Rueda, Madrid, pp. 37-51.
- FERREIRA, M. C. C. (1991). **A Utilização de Trabalho de Campo nas estratégias de Ensino – Aprendizagem em Geografia**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Lisboa, pp. 46-52, 76-83.
- FISCHER, J-C. (1980). **Fossiles de France et des régions limitrophes**. Guides Géologiques Régionaux, Masson, pp. 8-31.
- FREITAS, M. (2000). **O Trabalho Prático (Laboratorial e de Campo) na Promoção de Áreas Transversais do Currículo (Área Projecto/Projecto Tecnológico)**. in: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Instituto de Educação e Psicologia, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho, pp. 63-73.
- FOLK, R. L. (1974). **Petrology of sedimentary rocks**. Hemphill, Austin, Texas.
- GALLOWAY, W. A. & HOBDAV, D. K. (1983). **Terrigenous Clastic Depositional Systems**. Springer-Verlag, New York.
- GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, M. C. & MONDELO ALONSO, M. (1995). **El Trabajo Práctico. Una Intervención para la Formación de Profesores**. Enseñanza de las Ciencias, 13 (2), pp. 203-209.
- **Geologia – 12º Ano: Orientações de Gestão do Programa**. Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação, 1995.
- GOLDRING, R. (1985). **The formation of the trace fossil *Cruziana***. Geological Magazine, 122, (1), pp. 65-72.
- GONZÁLEZ EDUARDO, M. (1992). **Qué hay que renovar en los Trabajos Prácticos?**. Enseñanza de las Ciencias, 10 (2), pp. 206-211.

- GUTIERREZ MARCO, J. C., SAN JOSE, M. A. de & PIEREN, A. P. (1990). **Central Iberian Zone. Autochthonous Sequences: Post-Cambrian Paleozoic Stratigraphy.** in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, pp. 160-171.
  
- HAMMANN, W. (1976). **The Ordovician of the Iberian Peninsula – A Review.** in: The Ordovician System: proceedings of a Palaeontological Association Symposium, Birmingham, Bassett, M. G. (Ed.), University of Wales Press and National Museum of Wales, pp. 387-409.
  
- HAMMANN, W., ROBARDET, M. & ROMANO, M. (1982). **The Ordovician System in Southwestern Europe (France, Spain, Portugal).** International Union of Geological Science, 11, 47pp.
  
- HARLAND, W. B. (1972). **The Ordovician Ice Age.** Geological Magazine, 109, (5), pp. 451-456.
  
- HARLAND, W. B., COX, A. V., LLEWELLYN, P. G., PICKTON, C. A. G., SMITH, A. G. & WALTERS, R. (1982). **A Geologic Time Scale,** Cambridge University Press.
  
- HENRY, J.-L., NION, J., PARIS, F., & THADEU, D. (1974). **Chitinozoaires, Ostracodes et Trilobites de l'Ordovicien du Portugal (serre du Buçaco) et du massif Armoricain: essai de comparaison et signification paléogéographique.** Comun. Serv. Geol. Portugal, Tomo LVII, pp. 303–343.
  
- HIGGINS, C. G., VANDENDORP, E. M., WAGNER, J. R. & WILSON, J. R. (1997). **Topographic Maps and Aerial Photographs.** in: Laboratory Manual in Physical Geology. Busch, R. M. (Ed.), Prentice Hall, Fourth Edition, New Jersey, pp. 131-154.
  
- HOZIK, M. J., PARROTT, Jr., W. R. & TALKINGTON, R. W. (1997). **Structural Geology.** in: Laboratory Manual in Physical Geology. Busch, R. M. (Ed.), Prentice Hall, Fourth Edition, New Jersey.
  
- JOHNSON, H. D. & BALDWIN, C. T. (1986). **Shallow Siliciclastic Seas.** in: Sedimentary Environments and Facies. Reading, H. G. (Ed.), Blackwell Scientific Publications, Second edition, Oxford, pp. 229–282.
  
- JONES, N. W. (1998). **Laboratory Manual For Physical Geology.** Second Edition, McGraw- Hill.
  
- JULIVERT, M., FONTBOTE, J. M., RIBEIRO, A. & CONDE, L. (1974). **Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares.** Instituto Geológico Y Minero de España, Servicio de Publicaciones, Ministerio de Industria, Madrid.

- JULIVERT, M., & TRUYOLS, J. (1983). **El Ordovícico en el Macizo Iberico**, in: Libro Jubilar J. M. Rios. Geología De España. Tomo I, Instituto Geológico Y Minero de España, Madrid, pp. 192-246.
- JUNYUAN, C. (1991). **Bathymetric biosignals and Ordovician chronology of eustatic variations**. in: Advances in Ordovician Geology. Barnes C. R. & Williams, S. H. (Eds.), Geological Survey of Canada. Paper 90-9, pp. 299-311.
- LAPORTE, L. F. (1969). **Ambientes Antigos de Sedimentação**. Editora Edgard Blucher Ltd, São Paulo, Brasil.
- LEWIS, D. W. & McCONCHIE, D. (1994). **Practical Sedimentology**. Chapman & Hall, 2ª Edição, New York, pp. 9-56, 89-113.
- MARTINEZ, F. J., CORRETGE, L. G. & SUAREZ, O. (1990). **Central Iberian Zone. Autochthonous Sequences: Distribution, Characteristics and Evolution of Metamorphism**. in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, pp. 207-211.
- MARTÍNEZ, M. I. C., DELGADO, M. A. G. & MACEDO, M. V. (1998). **El estudio de un solar: algo más que yerbas y bichos**. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 18, pp. 63-74.
- MATEUS, A. (2000). **Actividades Práticas e Experimentais no ensino da Geologia: uma necessidade incontornável**. in: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Instituto de Educação e Psicologia, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho. pp. 427-437.
- McDOUGALL, N., BRENCHLEY, P. J., REBELO, J. A. & ROMANO, M. (1987). **Fans and fan deltas - precursors to the Armorican Quartzite (Ordovician) in western Iberia**. Geological Magazine, 124 (4), pp. 347-359.
- MELENDEZ, B. (1982). **Paleontología. Parte general e invertebrados**. Tomo 1, 3ª Edição, Paraninfo, Madrid.
- MIGUÉNS, M. (1991). **Actividades Práticas na Educação em Ciência: Que Modalidades?**. Aprender, (14), pp. 39-44.
- MIGUÉNS, M. & GARRETT, R. M. (1991). **Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias. Problemas Y Posibilidades**. Enseñanza de las Ciencias, 9 (3), pp. 229-236.

- MITCHELL, W. I. (1974). **An outline of the stratigraphy and palaeontology of the Ordovician rocks of central Portugal**. Geological Magazine, 11, (5), pp. 385-396.
  
- MOXON, T. J. (1998). **Geological field trips – some advice and an example**. School Science Review, 19 (288), pp. 71-74.
  
- NETO de CARVALHO, C., DETRY, C. & CACHÃO, M. (1998). **Paleoicnologia da Formação Quartzito Armoricano (Ordovícico Inferior) em Portugal: implicações em Paleoecologia e Paleoetologia (dados preliminares)**. Actas de V Congresso Nacional de Geologia. Tomo 84, Fascículo 1, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa.
  
- OEN, I. S. (1958). **The geology, petrology and ore deposits of the Viseu region, northern Portugal**. Comun. Serv. Geol. Portugal, 41, 199pp.
  
- OEN, I. S. (1970). **Granite intrusion, folding and metamorphism in Central Northern Portugal**. Bol. Geol. Min. España, 8, pp. 217-298.
  
- OLIVEIRA, T. (1984). **Esquema para uma aula de campo**. Geonovas, 1 (6), pp. 45-46.
  
- OLIVEIRA, J. T., PEREIRA, E., PIÇARRA, J. M., YOUNG, T. & ROMANO, M. (1992). **O Paleozóico Inferior de Portugal: Síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica**. in: Paleozoico Inferior de Ibero-América. Gutiérrez Marco, J. G., Saavedra, J. & Rábano, I. (Eds.), Universidad de Extremadura, pp.359-375.
  
- ORION, N. & HOFSTEIN, A. (1991). **The Measurement of Students' Attitudes Towards Scientific Field Trips**. Science Education, 75 (5), pp. 513-523.
  
- ORION, N. (1998). **Implementation of new teaching strategies in different learning environments within the science education**. in: Ensino Secundário em Debate. DES, Ministério da Educação, 1ª Edição, pp. 125-139.
  
- PARIS, F. & ROBARDET, M. (1977). **Paéogéographie et relations ibéro-armoricaines au Paléozoïque anté-carbonifère**. Bull. Soc. Géol. France, (7), XIX, 5, pp. 1121-1126.
  
- PARIS, F. (1981). **Les Chitinozoaires dans le Paleozoïque de Sud-Ouest de l'Europe**. Mémoires de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, 26.

- PARIS, F. & ROBARDET, M. (1990). **Early Palaeozoic palaeobiogeography of the Variscan regions.** *Tectonophysics*, 177, pp. 193-213.
- PEDRINACI, E., SEQUEIROS, L. & GARCÍA DE LA TORRE, E. (1994). **El trabajo de campo y el aprendizaje de la Geología.** *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2, pp. 37-45.
- PERDIGÃO SILVA & PIRES BAPTISTA. (1988). **Geologia**, Vols. 2 e 3, Editorial O Livro, 5ª Edição, Porto.
- PEREIRA, E. (1988). **Soco hercínico da Zona Centro-Ibérica – Evolução Geodinâmica.** *Geonovas*, Lisboa, 10, pp. 13-35.
- PERROUD, H., VAN DER VOO, R. & BONHOMMET, N. (1984). **Paleozoic evolution of the Armorica plate on the basis of paleomagnetic data.** *Geology*, 12, pp. 579-582.
- PESSOA, A. M. (1988). **Como Organizar uma Visita de Estudo.** Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal.
- PETTIJOHN, F. J. (1976). **Rocas Sedimentarias.** 3ª Edição, Eudeba Manuales, Editora Universitaria de Buenos Aires, Argentina.
- PINTO, M. S., AZEVEDO, M. R., ARAÚJO, J. R. & GONÇALVES, L. S. (1987a). **Granitóides das áreas de Fornos de Algodres e de Castro Daire: uma comparação e alguns problemas.** *Rev. Geociências. Univ. Aveiro*, 2, pp.77-94.
- PINTO, M. S., CASQUET, C., IBARROLA, E., CORRETGÉ, L. G. & PORTUGAL FERREIRA, M. (1987b). **Síntese geocronológica dos granitóides do Maciço Hespérico.** in: *Geología de los granitoides e rocas asociadas del Macizo Hespérico.* Bea, F., Carnicero, A., Gonzalo, J. C., López Plaza, M. & Rodriguez Alonso, M. D. (Eds.), Editorial Rueda, Madrid, pp. 69-86.
- POMEROL, C. & BABIN, C. (1977). **Précambrien, Ère Paléozoïque. Stratigraphie et Paléogéographie.** Doin (Éditeurs), Paris.
- PRAIA, J. & MARQUES, L. (1997). **Para uma Metodologia do Trabalho de Campo: contributos da Didáctica da Geologia.** *Geologos*, 1, Porto, pp. 27-33.

- PRAIA, J. & MARQUES, L. (1998). **Educação em Geociências em Portugal: contributos para uma análise dos currículos dos 7º e 10º anos.** Comunicações. Acta do V Congresso Nacional de Geologia. Tomo 84, Fascículo 2, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, pp. 16-19.
  
- PRIETO, R. H. & VILLASÁN, C. S. (1998). **Las ciencias fuera del aula: consideraciones generales.** Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 18, pp. 53-61.
  
- PRESS, F. & SIEVER, R. (1994). **Understanding Earth.** W. H. Freeman and Company, New York.
  
- PROTHERO, D. R. (1990). **Interpreting the stratigraphic record.** W.H. Freeman & Company, New York.
  
- REAVY, R. J. (1989). **Structural controls on metamorphism and syn-tectonic magmatism: The Portuguese Hercynian collision belt.** J. Geol. Soc. London, 146, pp. 649-657.
  
- REBELO, D. H. V. (1998). **O Trabalho de Campo em Geociências na Formação de Professores.** Dissertação Apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Supervisão na Área de Especialidade em Ciências, Universidade de Aveiro, Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa.
  
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A. F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO de ALMEIDA, F., D. de CARVALHO & MONTEIRO, J. H. (1979). **Introduction à la Géologie générale du Portugal.** Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
  
- RIBEIRO, A., IGLÉSIAS, M., RIBEIRO, M. L. & PEREIRA, E. (1983). **Modèle géodynamique des Hercynides Ibériques.** Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, Direcção Geral de Geologia e Minas, Lisboa, Tomo 69, Fascículo 2, pp. 291-293.
  
- RIBEIRO, A., QUESADA, C. & DALLMEYER, R. D. (1990). **Geodynamic Evolution of the Iberian Massif.** in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.). Springer Verlag, Berlin, pp. 399-409.
  
- RIBEIRO, M. L., MATA, J. & MUNHA, J. (1992). **Magmatismo do Paleozóico Inferior em Portugal.** in: Paleozoico Inferior de Ibero-América. Guitérrez Marco, J. G., Saavedra, J. & Rábano, I. (Eds.), Universidade de Extremadura, pp. 377-395.
  
- ROBARDET, M. & DORÉ, F. (1988). **The Late Ordovician Diamictic Formations from Southwestern Europe: North-Gondwana Glaciomarine Deposits.** Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 66, pp. 19-31.

- ROBARDET, M. & GUTIÉRREZ MARCO, J. C. (1990), **Sedimentary and Faunal Domains in The Iberian Peninsula During Lower Paleozoic Times**. in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberia Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, pp. 384-395.
- ROBARDET, M. PARIS, F. & RACHEBOEUF, P. R. (1990). **Palaeogeographic evolution of southwestern Europe during early Paleozoic times**. Palaeogeography and Biogeography, Geological Society Memoir, 12, pp. 411-419.
- ROMANO, M. (1982). **The Ordovician biostratigraphy of Portugal – A review with new data and re-appraisal**. Geological Journal, 17, pp. 89-110.
- ROMANO, M., BRENCHLEY, P. J., McDOUGALL, N. D. (1986). **New information concerning the age of the beds immediately overlying the Armorican Quartzite in Central Portugal**. Geobios, 19, 4, pp. 421-433.
- ROMANO, M. (1991). **Lower to Middle Ordovician trace fossils from the Central Iberian Zone of Portugal and Spain**. in: Advances in Ordovician Geology. Barnes C. R. & Williams, S. H. (Eds.), Geological Survey of Canada. Paper 90-9, pp. 191-204.
- ROMANO, M. (1991). **Trilobites from the Ordovician of Portugal**. Palaeontology, 34, Parte 2, pp. 329-355.
- ROQUE, M., FERREIRA, M. A. & CASTRO, A. (1995). **Geologia 12º Ano**. I Parte. Porto Editora, Porto.
- ROVIRA, M. P. G. & SANMARTI, N. (1998). **Las bases de orientación: un instrumento para enseñar a pensar teóricamente en Biología**. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 16, pp. 8-20.
- SAN JOSÉ, M. A., PIEREN, A. P., GARCÍA-HIDALGO, J. F., VILAS, L., HERRANZ, P., PELAEZ, J. R & PEREJON, A. (1990). **Central Iberian Zone. Autochthonous sequences: Ante-Ordovician stratigraphy**. in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin, pp. 147-159.
- SANTOS, E. M. & PRAIA, J. F. (1992). **Percorso de Mudança na Didáctica das Ciências. Sua Fundamentação Epistemológica**. in: Ensino das Ciências e Formação de Professores, (1), Projecto Mutare, Universidade de Aveiro, pp. 7-34.

- SCHERMERHORN, L. J. G. (1956 a). **Igneous, metamorphic and ore geology of the Castro Daire – São Pedro do Sul – Sátão region ( northern Portugal)**. *Comum. Serv. Geol. Portugal*, 37, 617 pp.
- SCHERMERHORN, L. J. G. (1956 b). **The granites of Trancoso (Portugal): A study in microclinization**. *Am. J. Sci.*, 254 (6), pp. 329-348.
- SCOTESE, C. R. & MCKERROW, W. S. (1991). **Ordovician plate tectonic reconstructions**. in: *Advances in Ordovician Geology*. Barnes C. R. & Williams, S. H. (Eds.), Geological Survey of Canada. Paper 90-9, pp. 271-282.
- SILVA, A., LEITE, A., MARQUES, L. & PRAIA, J. (1997). **Para uma Didáctica da Aula de Campo em Geologia**. in: *Didácticas. Metodologias da Educação*, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho, Braga, pp. 3-13.
- SILVA, M. M. V. G., MADEIRA, M. F. A. & MARTINS, H. C. A. C. (1998). **As rochas aflorantes na área de Leiria – Uma aula de campo para os alunos do Ensino Básico e Secundário**. *Comunicações. Acta do V Congresso Nacional de Geologia*, Tomo 84, Fascículo 2, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, pp. 27-29.
- SILVA, M. M. V. G., SILVA, C. S. P. S., LOPES, F. L. F. & BARATA, M. A. C. M. (1998). **As rochas aflorantes entre Coimbra e Carregal do Sal – Uma aula de campo para os alunos dos ensinos básico e secundário**. *Comunicações. Acta do V Congresso Nacional de Geologia*, Tomo 84, Fascículo 2, Instituto Geológico e Mineiro, Lisboa, pp. 24-26.
- STORCH, P. (1990). **Upper Ordovician – lower Silurian sequences of the Bohemian Massif, central Europe**. *Geological Magazine*, 127,(3), pp. 225-239.
- SUGUIO, K. (1980). **Rochas Sedimentares. Propriedades - Génese – Importância Económica**. Editora Edgard Blucher, LTDA.
- TEIXEIRA, C. & GONÇALVES, F. (1980). **Introdução à Geologia de Portugal**. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- TEIXEIRA, C. (1981). **Geologia de Portugal**. Vol. I – Precâmbrico, Paleozóico. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- THADEU, D. (1947). **Trilobites do Silúrico de Loredó (Buçaco)**. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, VI, Fascículo II, Porto, pp. 217 – 233.

- TRINDADE, V. (2000). **O Papel do Trabalho Prático no Ensino de Geologia**. in: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Instituto de Educação e Psicologia, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho, pp. 451-458.
- TRUYOLS, J. & JULIVERT, M. (1983). **El Silurico en el Macizo Iberico**. in: Libro Jubilar J. M. Rios, Geología de España. Tomo I, Instituto Geologico Y Minero de España, Madrid, pp. 246-265.
- TUCKER, M. E. (1991). **Sedimentary Petrology: an introduction to the origin of sedimentary rocks**. Blackwell Scientific Publications, 2ª Edição.
- TUCKER, M. E. (1996). **Sedimentary Rocks in the Field**. John Wiley & Sons Ltd., 2ª edição, New York.
- VALLE AGUADO, B. (1992). **Geología estructural de la Zona de Cisalla de Porto-Tomar en la región de Oliveira de Azeméis – Serra de Arada (Norte de Portugal)**. *Unpublished Ph.D. Thesis*, Univ. Salamanca, España, 254 pp.
- VILAS, L. & SAN JOSE, M. A. (1990). **Central Iberian Zone. Autochthonous Sequences: Stratigraphy**. in: Pre – Mesozoic Geology of the Iberian Peninsula. Dallmeyer, R. D. & Martínez García, E. (Eds.), Springer Verlag, Berlin pp. 145-146.
- WELLINGTON, J. (2000). **Re-Thinking the role of Practical Work in Science Education**. in: Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências. Instituto de Educação e Psicologia, Departamento de Metodologias da Educação, Universidade do Minho, pp. 75-89.
- WILDE, P. (1991). **Oceanography in the Ordovician**. in: Advances in Ordovician Geology. Barnes C. R. & Williams, S. H. (Eds.), Geological Survey of Canada. Paper 90-9, pp. 283-298.
- YOUNG, T. P. (1985). **The stratigraphy of the upper Ordovician of central Portugal**. *Unpublished Ph.D. Thesis*. Univ. Sheffield, 441 pp.
- YOUNG, T. P. (1988). **The lithostratigraphy of the upper Ordovician of central Portugal**. Journal of the Geological Society, London, 145, pp. 377-392.
- YOUNG, T. P. (1989). **Phanerozoic ironstones: an introduction and review**. in: Phanerozoic Ironstones. Young, T. P. & Taylor, W. E. G. (Eds.), Geological Society of London, Special Publication, 46, pp. ix-xxv.

- YOUNG, T. P. (1989). **Eustatically controlled ooidal ironstone deposition: facies relationships of the Ordovician open-shelf ironstones of Western Europe.** in: Phanerozoic Ironstones. Young, T. P. & Taylor, W. E. G. (Eds.), Geological Society of London, Special Publication, 46, pp. 51-63.
- YOUNG, T. P. (1990). **Ordovician sedimentary facies and faunas of Southwest Europe: palaeogeographic and tectonic implicatins.** in: Palaeozoic, Palaeogeography and Biogeography. McKerrow W. S. & Scotese, C. R. (Eds.), Geological Society Memoir, 12, pp. 421-430.
- ZARAUZA, I. C., SANUY, J. R., SANCHEZ DE LA TORRE, L .M., TORRES, J. A. V. & MINONDO, L. V. (1977). **Estratigrafía.** Editorial Rueda, Madrid.

## **ANEXOS**



## **ANEXO I**

**Material de apoio à Saída de Campo exploratória realizada com alunos da disciplina  
“Terra, Planeta Activo” do Mestrado em Ensino de Geologia e Biologia:**

✓ *Roteiro Geológico* – O Paleozóico Inferior do Buçaco: Saída de Campo ao Cabril do Rio Ceira.



**UNIVERSIDADE DE AVEIRO**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**O PALEOZÓICO INFERIOR DO BUÇACO:**  
**de Campo ao Cabril do Rio Ceira** **Saída**

Maria Madalena Martins Patrício

**Janeiro, 2001**



## 1. INTRODUÇÃO

Na Zona Centro-Ibérica (ZCI), numa área situada no centro de Portugal, mais propriamente na Beira Litoral, destaca-se um afloramento essencialmente Ordovícico e Silúrico; estruturalmente, está disposto em sinclinal, com orientação NW-SE, com cerca de 40 quilómetros de comprimento e 4,5 quilómetros de largura maior e estende-se desde o Luso até aos Penedos de Góis. É o **Sinclinal do Buçaco**.

No núcleo do sinclinal encontram-se os terrenos do Silúrico sendo os flancos representados pelo Ordovícico que assenta em discordância sobre o “Complexo Xisto-Grauváquico” e com o qual contacta em quase toda a sua extensão. No extremo noroeste do afloramento o Ordovícico contacta com os terrenos do Carbónico. Em certos locais, o sinclinal é recoberto quer por formações detríticas constituídas pelos “Grés do Buçaco” (Cretácico) quer por depósitos quaternários (Anexo I).

Toda a estrutura do sinclinal está intensamente deformada e falhada apresentando-se o flanco ocidental mais incompleto do que o oriental. Das falhas que afectam o sinclinal destacam-se aquelas que o delimitam, isto é, as que se estendem ao longo do sinclinal e as que, de orientação aproximada de NE/SW, o cortam transversalmente e que parecem ser posteriores às primeiras. No lado ocidental do sinclinal, no limite noroeste do Maciço Hespérico onde a ZCI contacta com a Orla Ocidental, encontra-se a falha Porto-Coimbra-Tomar, de direcção N-S, que corresponde a uma falha inversa de inclinação média de 60° para W que afecta o Autuniano da região do Buçaco (Ribeiro *et al.*, 1979).

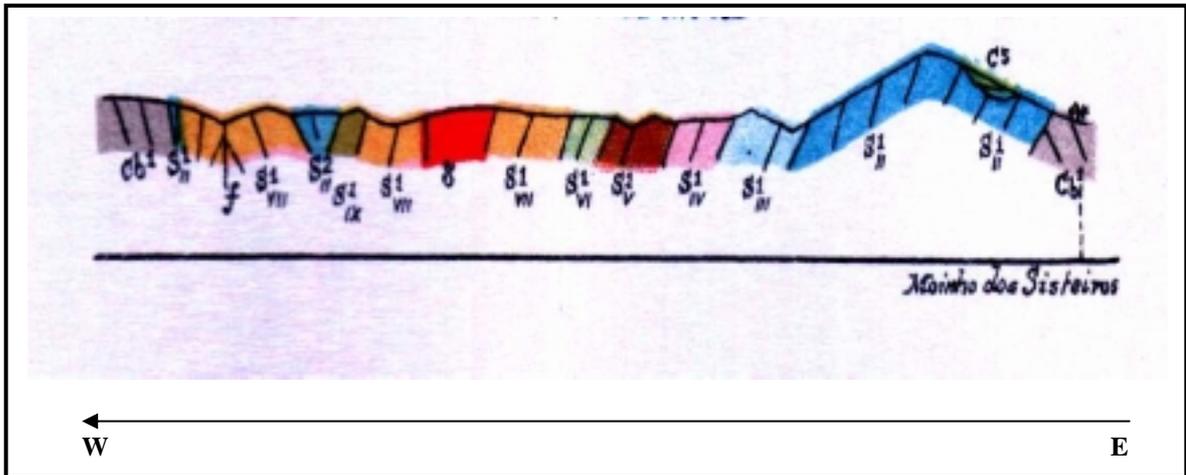
É a Nery Delgado (1908) que se deve a única cartografia conhecida da região do Sinclinal do Buçaco tendo também apresentado, pela primeira vez, a nomenclatura e a descrição das diferentes formações litológicas encontradas nesta área. Os trabalhos apresentados por Nery Delgado serviram de base para trabalhos posteriores como os apresentados por Young (1985, 1988) e por Oliveira *et al.* (1992). Nos trabalhos mais recentes foram apresentadas novas unidades litológicas que, de modo geral, correspondem a subdivisões das unidades propostas por Nery Delgado (1908) sendo possível estabelecer uma correlação entre todas as formações referidas (Tabela I).

**Tabela I** – Correlação estratigráfica para o Ordovício e Silúrico do Buçaco e breve descrição litológica.

Período	Época	Nery Delgado (1908)	Young (1985)	Breve descrição litológica	
Silúrico	Pridoliano	"Xistos com nódulos" (S <sup>2</sup> <sub>II</sub> )	 "Fm. de Sazes"	Xistos grafitosos, passando a xistos laminados com passagens areníticas.	
	Ludloviano				
	Venloquiano		Fm. Vale da Ursa		
	Landoveriano				
Ordovício Superior	Ashgiliano	Camadas culminantes (S <sup>1</sup> <sub>IX</sub> )	 Fm. Casal Carvalhal	Siltitos com "dropstones".	
			 Fm. Ribeira Cimeira	Arenitos, siltitos, argilitos.	
			 Fm. Ribeira do Braçal	Argilitos, siltitos com passagens a arenitos tempestíficos. (espessura: 20 m)	
		Xistos diabásicos (S <sup>1</sup> <sub>S</sub> )	Fm. Porto de Santa Ana	Fm. Ferradosa	Fm. Porto de Santa Ana: vulcano-sedimentar; na base ocorrem arenitos e um horizonte de ferro oolítico. Esta formação passa lateralmente aos calcários bioclásticos da Fm. Ferradosa.
		Xistos com <i>Dalmanites Dujardim</i> (S <sup>1</sup> <sub>VII</sub> )			
		Caradociano	Grés de Loredo (S <sup>1</sup> <sub>VI</sub> )	 Fm. Louredo	Quartzitos; bancadas com características tempestíficas. Xistos (espessura: 200-260 m). É cortada por um "sill" dolerítico. Base: ferro oolítico (espessura: 0,5 m)
	Ordovício Médio	Landeiliano	Camadas com <i>Homalonatus Oehlerti</i> (S <sup>1</sup> <sub>V</sub> )	 Fm. Carregueira	Pelitos. (espessura: 0 –30 m)
				 Fm. Cabril	Arenitos com características tempestíficas. (espessura: 30-40 m)
				 Fm. Fonte da Horta	Pelitos. (espessura: 40 –60 m)
				 Fm. Monte Sombadeira*	Arenitos com características tempestíficas. (espessura: 20-50 m)
Lanvirniano		Xistos com <i>Orthis Ribeiroi</i> (S <sup>1</sup> <sub>IV</sub> )	 Fm. Brejo Fundeiro*	Pelitos. (espessura: 100–150 m)	
Ordovício Inferior	Arenigiano	Quartzito com <i>Bilobites</i> (S <sup>1</sup> <sub>III</sub> )	 Fm. Quartzito Armoricano*	Quartzito com <i>Cruziana</i> e <i>Scolithus</i> ; intercalações de pelitos. (espessura: 600 m)	
		Quartzito com <i>Scolithus</i> (S <sup>1</sup> <sub>II</sub> )			
	Tremadociano (?)	Grauvaques vermelhos inferior (S <sup>1</sup> <sub>I</sub> )	Fm. Sarnelha*	Arenitos. (espessura: 150 m)	

Nota: \* Baseado em Oliveira *et al.*, 1992.

A figura 1 mostra o perfil geológico, apresentado por Nery Delgado (1908), relativo ao corte do Rio Ceira e onde se reconhece facilmente a estrutura em sinclinal das formações ordovícicas e silúricas desta região.



**Fig. 1** – Corte do vale do Ceira à Senhora da Candosa (segundo Nery Delgado, 1908). (Comparar com a Tabela I.)

**Legenda:**

- Cb<sup>1</sup> – Complexo Xisto-Grauváquico; S<sup>1</sup><sub>II</sub> - Quartzito com *Scolithus*; S<sup>1</sup><sub>III</sub> - Quartzito com bilobites;
- S<sup>1</sup><sub>IV</sub> - Xistos com *Orthis Ribeiroi*; S<sup>1</sup><sub>V</sub> - Camadas com *Homalonatus Oehlerti*; S<sup>1</sup><sub>VI</sub> - Grés de Loredo ;
- S<sup>1</sup><sub>VII</sub> - Xistos com *Dalmanites Dujardim*; S - Diabase; S<sup>1</sup><sub>IX</sub>- Camadas culminantes; S<sup>2</sup><sub>II</sub> -“Xistos com nódulos”.

## 2. PARAGENS

### Paragem 1 – Senhora da Candosa

Vista panorâmica ao corte do Rio Ceira, situado a Oeste.

- ☞ **Tarefas:**
- Notar a orientação das bancadas de Quartzito Armoricano.
  - Tirar fotografias.

### Paragem 2 – Cabril do Ceira

O Rio Ceira, escavando no Quartzito Armoricano, deu origem a uma estreita garganta ou cabril – o cabril do Ceira.

- ☞ **Tarefas:**
- Descrever a litologia da unidade.
  - Medir a direcção e a inclinação das bancadas quartzíticas.
  - Procurar icnofósseis (Anexo II) e estruturas sedimentares (Anexo III).

No cabril do Ceira, inicia-se a viagem que nos levará desde o Ordovícico até ao Silúrico. Para tal, basta percorrer cerca de 1 km ao longo da estrada até à aldeia Ribeira Cimeira, a W/SW.

As unidades litológicas sucedem-se sem qualquer discordância entre si e sem interrupções maiores do que as devidas à topografia da zona (nomeadamente a existência de linhas de água). Por isso, torna-se difícil definir paragens ao longo de um percurso que é contínuo. Ainda assim, é possível estabelecer as várias paragens de acordo com a base de cada unidade identificada; são sugeridas algumas tarefas gerais a realizar ao longo de todo o corte.

- ☞ **Tarefas:**
- Descrever a litologia de cada unidade.
  - Identificar o contacto entre formações adjacentes.
  - Medir a direcção e a inclinação das bancadas de cada unidade.
  - Procurar estruturas sedimentares e fósseis (Anexo IV).
  - Assinalar no mapa de campo (Anexo V) as várias unidades identificadas.

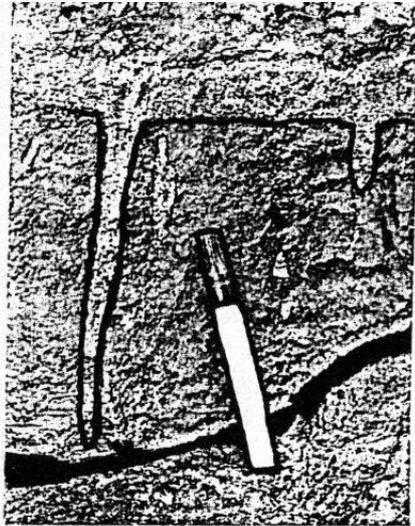
### 3. BIBLIOGRAFIA

- CARRÍNGTON DA COSTA. (1950). **Notícia sobre uma carta geológica do Buçaco, de Nery Delgado.** Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- OLIVEIRA, J.T., PEREIRA,E., PIÇARRA, J. M., YOUNG, T. & ROMANO, M. (1992) O **Paleozóico Inferior de Portugal: Síntese da estratigrafia e da evolução paleogeográfica**, in: Paleozoico Inferior de Ibero-América, Gutiérrez Marco, J.G., Saavedra, J. & Rábano,I.( Eds), Universidad de Extremadura.
- RIBEIRO, A., ANTUNES, M. T., FERREIRA, M. P., ROCHA, R. B., SOARES, A .F., ZBYSZEWSKI, G., MOITINHO de ALMEIDA, F., D. de CARVALHO & MONTEIRO, J. H. (1979). **Introduction à la Géologie générale du Portugal.** Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- TEIXEIRA,C. & GONÇALVES, F. (1980). Introdução à Geologia de Portugal. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa.
- TEIXEIRA, C, (1981). **Geologia de Portugal.** Vol. I – Precâmbrico, Paleozóico, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- YOUNG, T. P. (1988).**The lithostratigraphy of the upper Ordovician of central Portugal.** Journal of the Geological Society, London, 145, pp. 377-392.



## Anexo II - Icnofósseis ordovícicos

*Scolithus*



*Scolithos*, a simple vertical dwelling burrow. Carboniferous, Wales.

*Cruziana goldfussi*

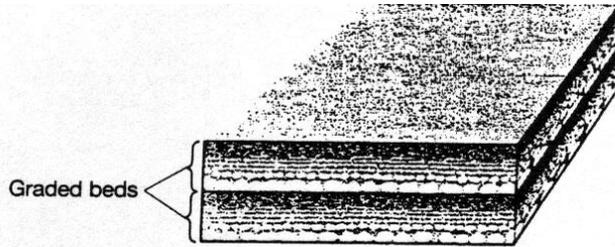


*Daedalus desglandi (Vexillum)*



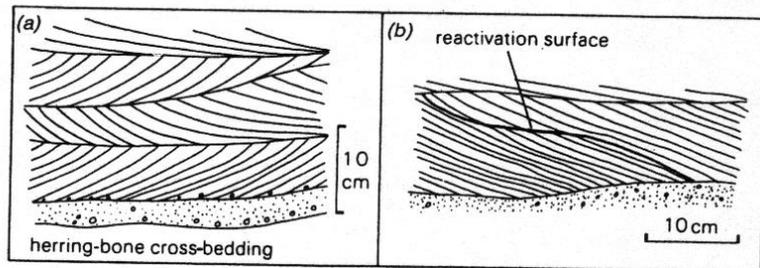


## Anexo III- Estruturas Sedimentares



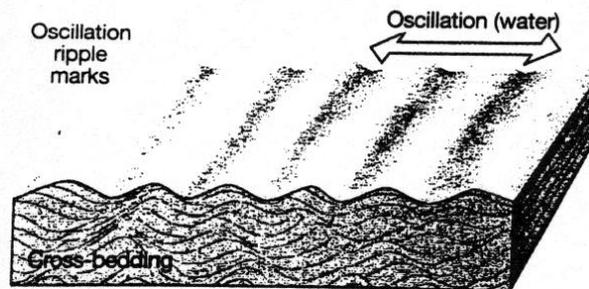
### Laminação paralela

### Laminação cruzada

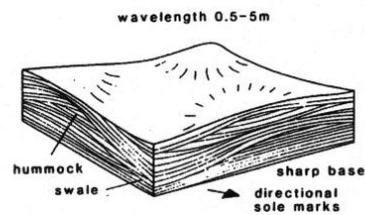


(a) Herring-bone cross-bedding; (b) a reactivation surface in cross-bedding.

### “Ripple marks”



### Tempestitos (HCS: hummocky cross-stratification)



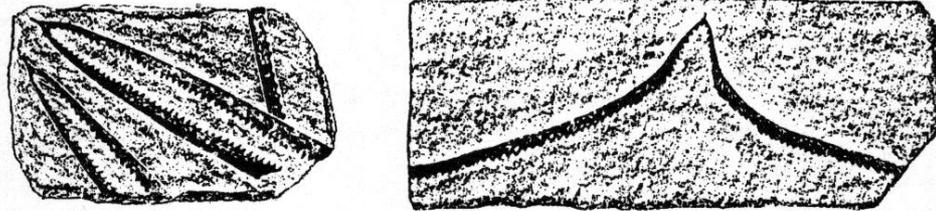




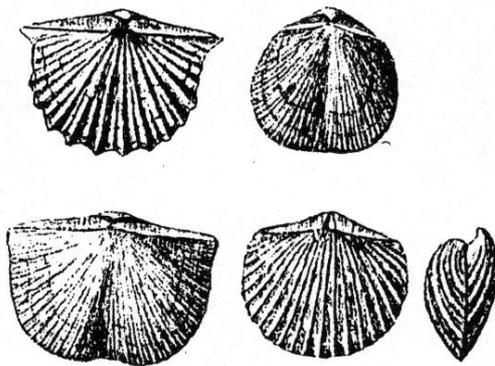
## Anexo IV - Fósseis

### A - Fósseis ordovícicos

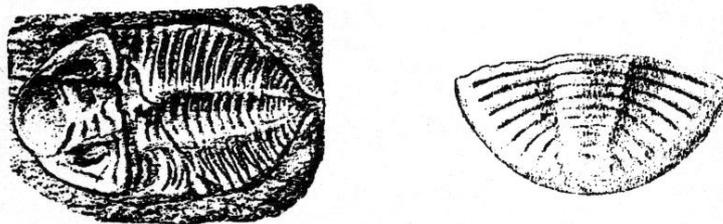
#### Graptólitos - *Didymograptus*



#### Braquiópodes - *Orthis*



#### Trilobites



### B - Fósseis silúricos

#### Graptólitos - *Monograptus* sp.





**ANEXO V – Mapa de Campo. Extracto da Carta Militar de Portugal Folha N.º 242/ Foz de Arouce (Lousã).**

**Legenda:**

Silúrico:

 “Fm. de Sazes”

Ordovícico Superior:

-  Fm. Vale da Ursa
-  Fm. Casal Carvalho
-  Fm. Ribeira Cimeira
-  Fm. Ribeira do Braçal
-  Fm. Porto de Santa Ana
-  Fm. Louredo
-  Diabase

Ordovícico Médio:

-  Fm. Carregueira
-  Fm. Cabril
-  Fm. Fonte da Horta
-  Fm. Monte Sombadeira
-  Fm. Brejo Fundeiro

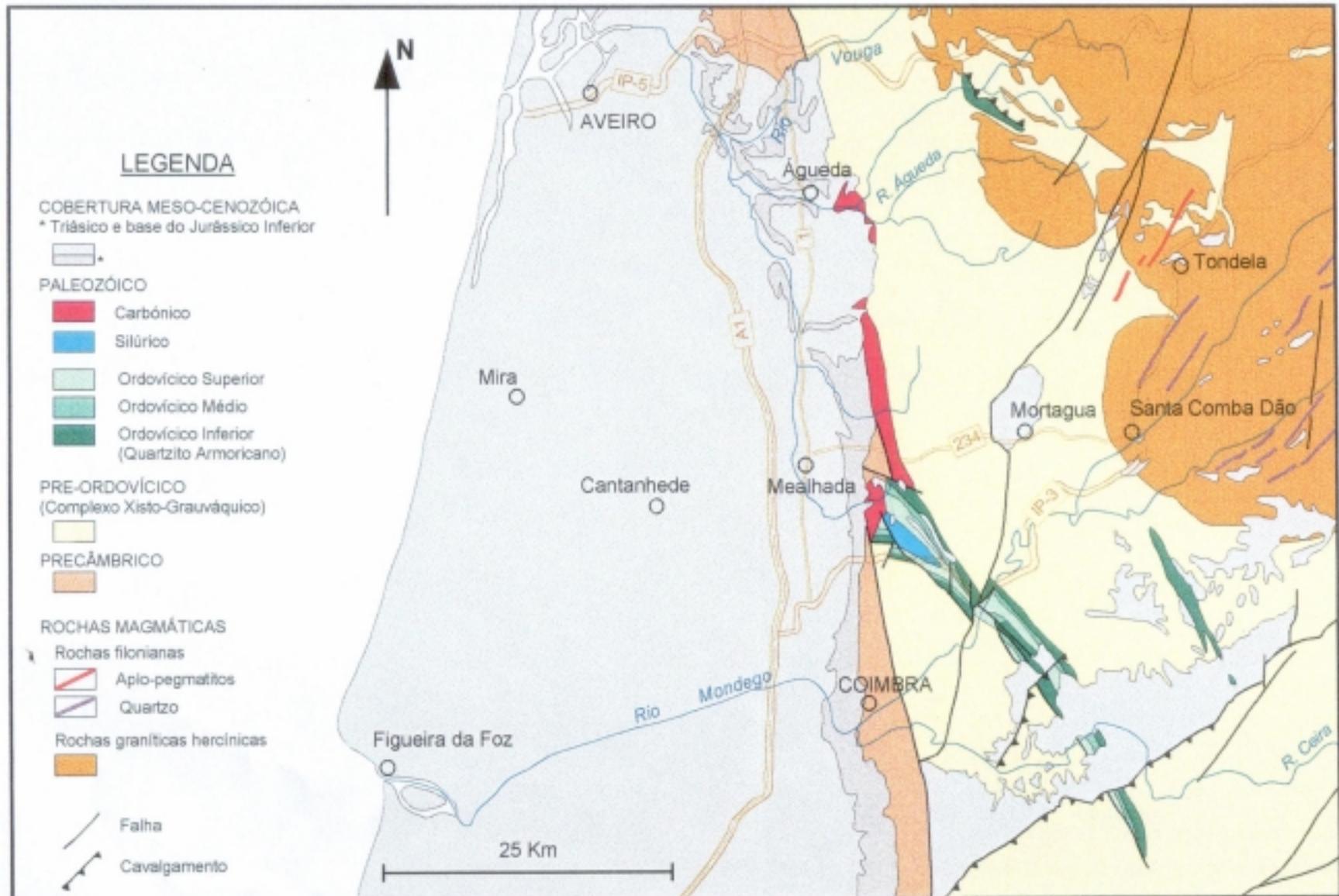
Ordovícico Inferior:

 Fm. Quartzito Armoricano





Anexo I



## **ANEXO II**

### **MAPA GEOLÓGICO DO BUÇACO (segundo Nery Delgado, 1908)**

**NOTA:** O mapa correspondente a este anexo encontra-se no final deste trabalho.



### **ANEXO III**

**Orientações de Gestão do Programa da disciplina de Geologia – 12º ano  
(DES, 1995)**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**GEOLOGIA**

**12º ANO**

**Orientações de Gestão do Programa**

**DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO**  
**AGOSTO 1995**



## Orientações para a Gestão dos programas

### 12.º Ano - Geologia

A análise do programa de Geologia - 12.º ano - permitiu estabelecer, de acordo com a importância relativa dos respectivos Objectivos gerais / Conteúdos programáticos e atendendo a critérios de essencialidade, relevância e exequibilidade na leccionação da disciplina, uma hierarquia das diferentes componentes.

Os fundamentos justificativos das opções assumidas tiveram em conta assegurar a coerência interna da disciplina, bem como a linha metodológica preconizada e uma possível viabilização de uma gestão eficaz do programa em causa. Na execução das propostas apresentadas e em termos de gestão temporal, cabe aos intervenientes directos o papel de as adaptar, de harmonia com o contexto em que a aprendizagem decorre e mantendo presente uma visão globalizante do que no programa é considerado essencial.

Respeitando a linha programática estabelecida, mas considerando que certos assuntos já foram abordados em anos anteriores e constituem, fundamentalmente, elementos de articulação e transição para o 12.º ano, estabeleceu-se em todas as rubricas, uma hierarquia quanto aos conteúdos, objectivos, termos e conceitos.

Embora não tenham sido consideradas neste documento, dada a sua extensão, as sugestões de Actividades / Comentários presentes no programa, elas mantêm-se em correspondência com os materiais considerados como essenciais e devem ser seleccionadas de acordo com uma eficiente prossecução dos respectivos objectivos. A atenta leitura delas e a articulação das componentes programáticas, incluindo-se os termos/conceitos, devem constituir uma base importante a considerar no nível previsto de aprofundamento a introduzir nas diversas áreas.

O referido Núcleo de Objectivos / Conteúdos está assinalado, a mais escuro, nos quadros a seguir indicados:

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>Agentes Externos de Morfogénese Terrestre</b></p> <p>-Desagregação das rochas - alguns exemplos</p> <p>-Alteração química dos minerais - acção dos agentes atmosféricos</p> <p>-A água agente mecânico e de transporte</p> <p>-Águas selvagens</p> <p>-Torrentes</p>	<p>.Relacionar as zonas de heterogeneidade dos maciços rochosos com superfícies que facilitam a desagregação das rochas.</p> <p>.Compreender que o estado térmico e a pressão podem interferir na estabilidade dos materiais rochosos.</p> <p>.Reconhecer que a força da gravidade actua directa ou indirectamente na movimentação dos materiais desagregados na crosta terrestre.</p> <p>.Compreender os fenómenos químicos intervenientes na evolução dos minerais quando em contacto com agentes meteorológicos.</p> <p>.Identificar a água em movimento como um importante agente transformador da superfície terrestre.</p> <p>.Relacionar entre si os diferentes parâmetros intervenientes no modo como as partículas sólidas são transportadas.</p> <p>.Conhecer os efeitos das águas correntes no modelado da paisagem.</p> <p>.Avaliar da intervenção positiva ou negativa do Homem na evolução desse modelado.</p>	20	<p><b>Juntas de estratificação</b></p> <p><b>Planos de foliação</b></p> <p>Disjunção esferoidal Desabamentos Derrocadas Desligamentos</p> <p><b>Alteração</b></p> <p><b>Arenização</b></p> <p><b>Campo de lapiás</b> Abarrancamento Chaminé de fada Canal de escoamento Bacia de recepção Cone de dejecção Marmitas de gigante Cabeceiras <b>Meandros divagantes</b> <b>Meandros encaixados</b> Planície de aluvião</p>

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>-RIOS</b></p> <p>- Erosão nos interflúvios</p> <p><b>.Mar</b></p>	<p><b>.Identificar factores que possam interferir na evolução natural de um rio e os resultados da sua intervenção.</b></p> <p><b>.Reconhecer que a água contida no solo pode actuar de forma lenta, provocando modificações na paisagem.</b></p> <p><b>.Relacionar comportamentos das águas marinhas com aspectos daí resultantes.</b></p> <p><b>.Relacionar as características dos depósitos sedimentares com a agitação e profundidade das águas do mar.</b></p> <p><b>.Identificar fenómenos que podem interferir no nível médio das águas do mar.</b></p> <p><b>.Relacionar a diversidade de aspectos presentes em colunas estratigráficas com a variação da profundidade das águas.</b></p> <p><b>.Compreender o impacto que a variação do nível médio das águas do mar pode ter sobre as populações humanas.</b></p>		<p><b>Perfil transversal</b>  <b>Nível de base</b>  <b>Perfil de equilíbrio</b>  <b>Margens</b>  <b>Bacia hidrográfica</b>  <b>Rede hidrográfica</b>  <b>Delta</b>  <b>Haff delta</b>  <b>Estuário</b>  <b>Barra</b>  <b>Lago em ferradura</b>  <b>Erosão regressiva</b>  <b>Ressaltos</b>  <b>Catarata</b>  <b>Terraços fluviais</b>  <b>Rias</b>  <b>Tômbolos</b>  <b>Cabedelo ou restinga</b>  <b>Carga</b>  <b>Competência</b>  <b>Débito</b>  <b>Juventude</b>  <b>Maturidade</b>  <b>Senilidade</b>  <b>Solifluxão</b>  <b>Creeping</b></p> <p><b>Abrasão</b>  <b>Plataforma de abrasão</b>  <b>Praia levantada</b>  <b>Arriba fóssil</b>  <b>Ripples marks</b>  <b>Série sedimentar</b>  <b>Coluna estratigráfica</b>  <b>Sequência positiva</b>  <b>Sequência negativa</b>  <b>Sequências cíclicas</b>  <b>Plataforma continental</b>  <b>Talude</b>  <b>Fundos abissais</b></p>

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>-Glaciares</b></p> <p><b>-Acção modeladora do vento</b></p> <p><b>-Alterações produzidas pelos seres vivos na superfície terrestre</b></p> <p><b>-Comparação dos efeitos produzidos pelos diferentes agentes de Geodinâmica externa.</b></p>	<p><b>.Compreender as condições que presidem à formação dos glaciares e a diversidade de aspectos que eles apresentam.</b></p> <p><b>.Compreender os efeitos do vento como agente modelador da superfície terrestre</b></p> <p><b>.Conhecer alterações produzidas pelos seres vivos no ambiente em que se situam.</b></p> <p><b>.Avaliar do impacto da acção do Homem na Terra.</b></p> <p><b>.Relacionar os agentes modeladores com aspectos que imprimem aos elementos rochosos que modelam e transportam.</b></p>		<p>Nevado</p> <p><b>Glaciar</b></p> <p><b>Glaciar de vale</b></p> <p>Glaciar de circo</p> <p>Inlandesis</p> <p>Moreias</p> <p><b>Língua glaciar</b></p> <p>Circo</p> <p><b>Crevasse</b></p> <p>Bloco errático</p> <p><b>Rochas aborregadas</b></p> <p><b>Fiordes</b></p> <p>Lago de barragem</p> <p>Vale em U</p> <p><b>Glaciações</b></p> <p><b>Denudação</b></p> <p><b>Deflação</b></p> <p><b>Corrosão</b></p> <p><b>Duna</b></p> <p>Barkhanes</p> <p>Erg</p> <p>Reg</p> <p>Ventifactos</p> <p><b>Blocos pedunculados</b></p>

O estudo já efectuado, no 11.º ano, sobre a " Génese das rochas sedimentares " permite reduzir para 20 o número de aulas previstas nesta rubrica.

Qualquer actividade experimental que, porventura, os alunos já tenham realizado no ano anterior, deve ser substituída por outra diferente, que melhor sirva para neles desenvolver o espírito de análise investigativa.

O estudo dos agentes modeladores deve incidir sobre aqueles cujos efeitos sejam mais frequentes e mais facilmente observáveis na região em que a Escola se situa.

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>ATERRA COMO FONTE DE RECURSOS</b></p> <p><b>Os Solos</b></p> <p>- Formação dos solos</p> <p>- Factores que controlam os processos de formação e evolução, de um solo</p> <p>- Principais tipos de solos</p>	<p>. Identificar as principais etapas da formação e evolução de um solo.</p> <p>. Reconhecer que a formação de um solo é, em parte, a resposta das rochas a condições ambientais diferentes das que presidiram à sua formação.</p> <p>. Reconhecer a influência da composição, textura e estrutura do solo no desenvolvimento da vegetação.</p>	8	<p><b>Pedogénese</b></p> <p>Processos edafológicos</p> <p><b>Permeabilidade</b></p> <p><b>Porosidade</b></p> <p><b>Textura</b></p> <p><b>Estrutura</b></p> <p>Pedalfer</p> <p>Pedocal</p> <p>Caliche</p> <p>Crusta calcária</p>

. O estudo da génese dos solos deve ser relacionado com os processos gerais de formação das rochas sedimentares.

. O aluno deve tomar contacto com os solos mais frequentes no nosso País e conhecer as suas principais características.

. A Carta dos Solos e a Carta de Capacidade de Uso dos Solos são instrumentos de consulta com interesse.

. Pretende-se que o aluno compreenda e seleccione os comportamentos que conduzem à protecção e correcta utilização dos solos.

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<b>Hidrogeologia</b>  -Movimento das toalhas aquíferas  -Qualidade das águas subterrâneas  -Temperatura  -Composição química-referência especial, às águas mineromedicinais  -A poluição química e bacteriológica das águas subterrâneas  -Protecção das toalhas aquíferas  -Portugal e os seus recursos hídricos	.Identificar factores que contribuam para uma maior infiltração de água nos solos  .Conhecer as condições necessárias à formação de um aquífero.  .Relacionar a qualidade da água com a natureza das formações geológicas que atravessa.  .Avaliar das modificações significativas que as actividades humanas introduzem na qualidade das águas subterrâneas.	10	<b>Zona de evapotranspiração</b> <b>Zona intermédia</b> <b>Zona de saturação</b> <b>Água drenada</b> <b>Água retida</b> <b>Nível freático</b> <b>Aquífero</b>  Aquitardo Aquicluso  <b>Aquífero cativo</b> <b>Aquífero livre</b>

.A actualidade e a importância desta rubrica e de todos os objectivos específicos que a ela dizem respeito, previamente mencionados no programa da disciplina, preconizam que o professor diligencie no sentido da prossecução de todos eles.

.São de privilegiar as estratégias de ensino-aprendizagem que permitam a sensibilização dos alunos para a premente necessidade de proteger e preservar as toalhas de água e de se tomarem as adequadas medidas que impeçam a degradação das reservas aquíferas que existem no nosso País.

.Revela-se útil a leitura dos Relatórios do Estado do Ambiente, em virtude do seu interesse e relação com o tema em estudo.

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>RECURSOS ENERGÉTICOS</b></p> <p>-Carvões - génese e características de alguns deles</p> <p>-Petróleos - gás natural -génese, características dos jazigos, prospecção e extracção</p> <p>-Os minérios de urânio como fonte de energia</p>	<p>.Comprender os processos biológicos e geológicos envolvidos na formação dos carvões</p> <p>.Relacionar capacidade energética dos carvões com a energia retida pela fotossíntese</p> <p>.Identificar as condições necessárias à formação de uma bacia petrolífera</p> <p>. Reconhecer o petróleo como fonte de energia e matéria-prima na indústria petroquímica</p> <p>.Relacionar os minerais de urânio como fonte de energia de interesse económico</p>	<p>14</p>	<p>Deposição autóctone Deposição alóctone Bacia límnic ou intracontinental Bacia parálica ou marinha</p> <p>Carvão sapropélico Incarbonização Sequências rítmicas Paleogeografia Carvão húmico Turfa Hulha Antracite</p> <p>Rocha mãe Rocha de cobertura Rocha armazém Betuminização</p> <p>Retenção anticlinal</p>

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p>-O calor interno - energia geotérmica</p> <p>-Implicações sociais resultantes da utilização das fontes de energia não renováveis</p> <p>-Desenvolvimento e bem estar das populações</p> <p>-Esgotamento</p> <p>-Poluição</p> <p>-Desigualdade das disponibilidades energéticas dos diferentes países</p> <p>-Portugal e as suas potencialidades energéticas</p>	<p>.Compreender que a actividade vulcânica e hidrotermal constituem uma importante fonte de energia</p> <p>.Avaliar da importância dos recursos energéticos na exploração de todos os recursos</p> <p>.Avaliar os efeitos resultantes da extracção e utilização de recursos energéticos não renováveis</p> <p>.Interpretar causas e consequências das grandes assimetrias na distribuição das recursos energéticos a nível mundial.</p>		<p><b>Geotermia</b> <b>Nascentes termais</b></p> <p>Jazigos "Hot dry Rock" Geotermia de baixa entalpia Geotermia de alta entalpia</p>

.O estudo dos carvões e dos petróleos deve incidir e dar mais relevo aos aspectos que não foram tratados nos anos anteriores, nomeadamente:

- Características dos jazigos
- Prospecção e extracção
- Diversidade dos produtos que se obtêm a partir dos petróleos.

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>A GEOLOGIA DOS JAZIGOS MINERAIS</b></p> <p><b>-Génese de jazigos metalíferos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrotermais</li> <li>- Magmáticos e metamórficos</li> <li>- Sedimentares</li> </ul> <p><b>-O impacto ambiental da extracção de minerais</b></p> <p><b>-A intervenção do geólogo nas civilizações modernas</b></p>	<p>. Relacionar características dos jazigos metalíferos com os condicionalismos geológicos que os geraram</p> <p>. Reconhecer que o conhecimento da história geológica de uma região é fundamental para se compreender a formação e localização das províncias metalogénicas</p> <p>. Identificar as modificações que o Homem impõe ao ambiente através da actividade mineira</p> <p>. Reconhecer a participação do geólogo na economia e sobrevivência das sociedades humanas.</p>	8	<p><b>Jazigo Metalogénese Minério Ganga " Clarke "</b></p> <p>Provincia metalogénica Época metalogénica Lixiviação</p> <p>Escombeiras Estéreis</p>

A interpretação e análise dos processos geológicos que intervêm na génese dos minerais devem integrar-se nos processos gerais de formação das rochas e, conseqüentemente, serem efectuadas com recurso a alguns dos conhecimentos que os alunos já adquiriram no anterior 11.º ano.

As obras " Estudos Notas e Trabalhos "-tomo comemorativo do 50.º aniversário do Serviço de Fomento Mineiro -, e " Geologia e Ambiente "- n.º especial- publicadas, respectivamente, pela Direcção Geral de Geologia e Minas e pela Associação de Geólogos, dão válidas e curiosas indicações sobre as reservas dos jazigos minerais referidas nesta rubrica

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos Conceitos
<p><b>OS GRANDES ACONTECIMENTOS DA HISTÓRIA DA TERRA</b></p> <p>-A génese das rochas e o registo fóssil na reconstituição da História da Terra</p> <p>-Fossilização - processos e condições de fossilização</p> <p>-Avaliação do tempo em Geologia</p> <p>-Escala cronoestratigráficas</p> <p>-Processos de datação</p> <p>-O Tempo Geológico- grandes divisões</p> <p>-Caracterização dos principais acontecimentos ocorridos</p> <p>-Evolução dos seres vivos - referência especial ao Homem</p> <p>- Alguns exemplos de reconstituições paleogeográficas</p>	<p>.Compreender a importância dos dados fornecidos pelas rochas na reconstituição do passado da Terra</p> <p>.Conhecer as condicionantes da génese dos fósseis</p> <p>.Compreender a importância das informações dadas pelos fósseis para reconstituir a História da Terra</p> <p>.Compreender a importância da aplicação de diversos métodos na datação dos acontecimentos geológicos</p> <p>.Identificar as principais divisões temporais da História da Terra</p> <p>.Referir, em linhas gerais, a evolução da vida à superfície da Terra</p> <p>.Relacionar os dados fornecidos por diversos materiais com a paleogeografia de uma determinada região</p>	<p>20</p>	<p>Molde          Contramolde          Impressões          Mumificação          Mineralização          Conservação          Fósseis de idade          Fósseis de fácies</p> <p>Era          Período          Época          Idade          Grupo          Sistema          Série          Andar</p> <p>Pré-câmbrico          Paleozóico          Mesozóico          Cenozóico          Câmbrio          Ordovício          Silúrico          Devónico          Carbónico          Pérmico          Triássico          Jurássico          Cretácico          Paleogénico          Neogénico          Quaternário          Série Negra          Complexo xisto-grauváquico ou Hispaniano</p>

Os processos de fossilização, designadamente a moldagem e a impressão, são pré-requisitos a considerar no estudo deste tema pois, para além da sua simplicidade, foram já objecto de variadas actividades experimentais no decurso do ensino Básico.

No tema, " As Grandes Divisões da História da Terra " , o conhecimento das Eras deve também ser considerado como um pré-requisito.

Na " Evolução dos seres vivos " , a referência ao aparecimento da espécie humana convém ser breve, sucinta e mencionar, apenas, aspectos gerais.

Conteúdos	Objectivos	Nº de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>.TECTÓNICA DE PLACAS - UM MODELO UNIFICADOR</b></p> <p>- Estrutura e evolução das placas</p> <p>- Correntes de convecção do manto</p> <p>- Limites das placas</p> <p>- Deformação da crosta terrestre - alguns aspectos</p> <p>- Tipos de deformações estruturas resultantes</p> <p>- Orogenia e tectónica de placas</p>	<p>.Conhecer as diferenças entre as teorias da Deriva dos Continentes e Tectónica de Placas</p> <p>.Compreender a estrutura e comportamento das placas tectónicas</p> <p>.Relacionar a ocorrência de certos fenómenos (sismos, vulcões, deformações...) com zonas de fronteira entre placas</p> <p>.Relacionar alterações experimentadas por minerais, rochas e relevo com a Tectónica de Placas</p> <p>.Caracterizar a diversidade de deformações resultantes da dinâmica das placas litosféricas</p>	<p>30</p>	<p>Campo magnético Inclinação e declinação magnética Paleomagnetismo</p> <p>Zona de subducção ou Benioff Obducção Colisão Falha transformante Taxa de expansão Limites construtivos Limites destrutivos Arco insular Dorsal oceânica Escala paleomagnética</p> <p>Deformação contínua Deformação descontínua Falha desligante Falha translacional Falha distensiva Falha compressiva Rejecto Tecto, Muro, Caixa de falha Direcção Inclinação Horst Graben</p> <p>Dobra isopaca Dobra anisopaca Dobra monoclinal Cratão</p>

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p>- Transgressões e regressões - ciclo sedimentar</p> <p>- A Tectónica de Placas e a génese de substâncias minerais</p> <p>- Recursos minerais dos fundos oceânicos</p> <p>- Os limites de antigas placas tectónicas e a génese de alguns jazigos melíferos</p> <p>- Visão global da TEORIA DA TECTÓNICA DE PLACAS</p> <p>- A Tectónica de Placas e a História Geológica de Portugal</p> <p>- As grandes unidades geológicas de Portugal Continental</p> <p>- Açores - Madeira e a evolução do Atlântico</p>	<p>.Interpretar a teoria do geossinclinal à luz da teoria da Tectónica de Placas.</p> <p>.Relacionar movimentos de levantamento e descida das linhas de costa com diferentes fases dos ciclos de orogenia.</p> <p>.Integrar a ocorrência de determinados materiais litológicos na dinâmica das placas litosféricas</p> <p>.Compreender a teoria da Tectónica de Placas como integradora dos vários ramos das Ciências da Terra.</p> <p>.Caracterizar globalmente os acontecimentos fundamentais que marcam a história geológica do nosso país.</p> <p>.Relacionar a origem dos Açores e Madeira com a formação do Oceano Atlântico.</p> <p>.Relacionar sismos e vulcões das ilhas com os acidentes tectónicos que as afectam.</p>		<p><b>Geossinclinal</b></p> <p><i>Flych</i> Molasso</p> <p><b>Depósitos hidrotermais</b></p> <p>Nódulos polimetálicos</p> <p><b>Maciço Hispérico</b> Orlas Mesocenozóicas Bacias do Tejo e do Sado</p>

Conteúdos	Objectivos	N.º de aulas	Termos/Conceitos
<p><b>CARTOGRAFIA - ALGUMAS TÉCNICAS E APLICAÇÕES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartas topográficas e geológicas</li> <li>- Utilização de diversos tipos de cartas</li> <li>- Realização de perfis topográficos e geológicos</li> <li>- Técnicas utilizadas em Cartografia</li>   <li>- Aplicações da Cartografia em diversas actividades humanas</li> <li>- Contributos para o conhecimento dos fundos oceânicos</li>   <li>- Os navios de pesquisa oceanográfica - Laboratórios flutuantes</li>   <li>- Morfologia dos fundos oceânicos</li> <li>- Cartografia dos fundos oceânicos - breve referência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>.Compreender o significado da simbologia contida na diversidade de cartas.</li>   <li>.Aplicar processos básicos de realização de perfis topográficos e geológicos.</li>   <li>.Conhecer o contributo de diversas tecnologias em Cartografia.</li>   <li>.Reconhecer a importância da utilização de cartas em diversas actividades.</li>   <li>.Compreender os contributos da Oceanografia na Geologia e outros ramos da Ciência.</li> </ul>	<p><b>20</b></p>	<p>Legenda Escala</p> <p><b>Carta hidrológica Carta geomorfológica Carta pedológica Carta geológica Carta topográfica Perfil topográfico Perfil geológico</b></p> <p>Landsat Spot Seasat</p> <p>Sonar</p> <p>Reflexão sísmica</p>

## **ANEXO IV**

**Materiais de apoio à Unidade de Preparação da Saída de Campo  
integrada na planificação da unidade  
“Os Grandes Acontecimentos da História da Terra”:**

- ✓ *Ficha de trabalho N.º 1* – Ordenando os Acontecimentos Geológicos
  
- ✓ *Roteiro Geológico* – O Paleozóico Inferior do Sinclinal do Buçaco: Saída de Campo ao Corte do Rio Ceira



## Ficha de Trabalho N.º1

### Assunto: Ordenando os Acontecimentos Geológicos

A observação e interpretação dos estratos permite aos geólogos compreender acontecimentos passados da história da Terra.

1 – A figura 1 mostra, esquematicamente, um corte geológico onde são observados vários acontecimentos.

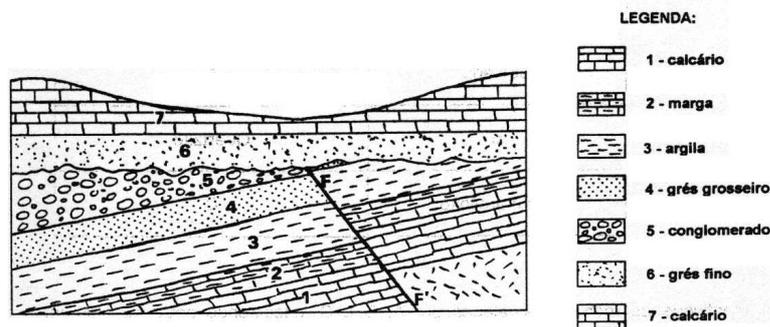


Fig. 1

1.1 – Determine a idade relativa dos estratos e acidentes geológicos representados.

1.2 – Qual a designação da superfície de contacto entre o estrato de conglomerados (5) e a camada grés fino que o reveste (6) ?

1.2 – Procure reconstituir a história geológica da região representada.

2 – Considere que na figura 2 se representa esquematicamente o corte geológico da região sul do Sinclinal do Buçaco.

2.1 – Determine a idade relativa das formações sedimentares (a, b, c, d e e) representadas.

2.2 – Determine a idade relativa dos acidentes geológicos representados.

2.3 – Procure reconstituir alguns aspectos da história geológica da região representada.

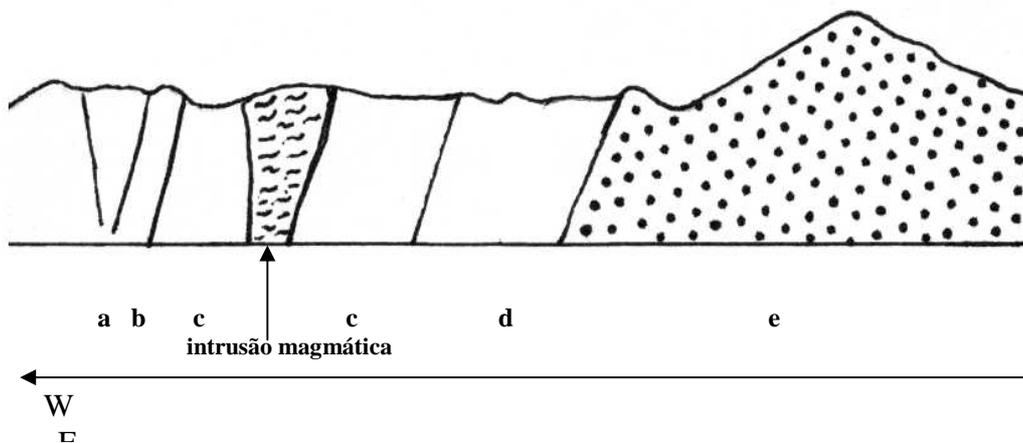


Fig. 2

2.4 – Suponha que, no corte representado na figura 2, a espessura média das formações sedimentares é a seguinte: Fm. **b** = 40 m; Fm. **c** = 220 m; Fm. **d** = 300 m; Fm. **e** = 600 m; intrusão magmática = 130 m. Represente, a sucessão de camadas que podem ser observadas no corte geológico da região sul do Sinclinal do Buçaco através de uma coluna estratigráfica de escala 1/ 20 000.

3 – Construa um corte similar ao das figuras anteriores onde estejam representados os seguintes acontecimentos: (a) sedimentação de uma formação calcária; (b) elevação e dobramento do calcário; (c) falha do terreno; (d) erosão; (d) sedimentação de uma formação arenítica.

## ROTEIRO GEOLÓGICO

O PALEOZÓICO INFERIOR DO SINCLINAL DO BUÇACO:  
SAÍDA DE CAMPO AO CORTE DO RIO CEIRA





## 1. INTRODUÇÃO

Na Zona Centro-Ibérica, numa área situada no centro de Portugal, mais propriamente na Beira Litoral, destaca-se um afloramento essencialmente Ordovícico e Silúrico; estruturalmente, está disposto em sinclinal, com orientação NW-SE, com cerca de 40 quilómetros de comprimento e 4,5 quilómetros de largura maior e estende-se desde o Luso até aos Penedos de Góis (Teixeira, 1981). É o **sinclinal do Buçaco**.

No núcleo do sinclinal encontram-se os terrenos do Silúrico sendo os flancos representados pelo Ordovícico que assenta em discordância sobre o “Complexo Xisto-Grauváquico” e com o qual contacta em quase toda a sua extensão. No extremo noroeste do afloramento, o Ordovícico contacta com os terrenos do Carbónico. Em certos locais o sinclinal é recoberto quer por formações detríticas, constituídas pelos “Grés do Buçaco” (Cretácico) quer por depósitos quaternários.

Toda a estrutura do sinclinal está intensamente deformada e falhada, apresentando-se o flanco ocidental mais incompleto do que o oriental. Das falhas que afectam o sinclinal destacam-se aquelas que o delimitam, isto é, as que se estendem ao longo do sinclinal e as que, de orientação aproximada de NE/SW, o cortam transversalmente e que aparecem ser posteriores às primeiras. No lado ocidental do sinclinal, no limite noroeste do Maciço Hespérico, onde a ZCI contacta com a Orla Ocidental, encontra-se a falha Porto-Coimbra-Tomar, de direcção N-S, que corresponde a uma falha inversa de inclinação média de 60° para W que afecta o Autuniano da região do Buçaco (Ribeiro *et al.*, 1979).

É a Nery Delgado (1908) que se deve a única cartografia conhecida da região do sinclinal do Buçaco tendo também apresentado, pela primeira vez, a nomenclatura e descrição das diferentes formações litológicas encontradas nesta área. Os trabalhos apresentados por Nery Delgado serviram de base para trabalhos posteriores, como o apresentado por Young (1985, 1988) e Oliveira *et al.* (1992). Nos trabalhos mais recentes foram apresentadas novas unidades litológicas que, de modo geral, correspondem a subdivisões das unidades propostas por Nery Delgado (1908), de modo que é possível estabelecer uma correlação entre todas as formações consideradas (Tabela I).

**Tabela I** – Correlação estratiográfica para o Ordovício e Silúrico do Buçaco. Analisar o Mapa Geológico do Sinclinal do Buçaco.

Período	Andar	Nery Delgado (1908)	Young (1985)
Silúrico	Pridoliano	"Xistos com nódulos" (S <sup>2</sup> <sub>II</sub> )	 "Fm. de Sazes"
	Ludloviano		
	Venloquiano		
	Landoveriano		
Ordovício Superior	Ashgiliano	Camadas culminantes (S <sup>1</sup> <sub>IX</sub> )	 Fm. Casal Carvalhal
		Xistos diabásicos (S <sup>1</sup> <sub>S</sub> )	 Fm. Ribeira Cimeira
		Xistos com <i>Dalmanites Dujardim</i> (S <sup>1</sup> <sub>VII</sub> )	 Fm. Ribeira do Braçal
		Xistos com <i>Dalmanites Dujardim</i> (S <sup>1</sup> <sub>VII</sub> )	 Fm. Porto de Santa Ana
	Caradociano	Grés de Loredo (S <sup>1</sup> <sub>VI</sub> )	 Fm. Louredo
	Ordovício Médio	Landeiliano	Camadas com <i>Homalonatus Oehlerti</i> (S <sup>1</sup> <sub>V</sub> )
 Fm. Cabril			
 Fm. Fonte da Horta			
 Fm. Monte Sombadeira <sup>1</sup>			
Lanvirniano		Xistos com <i>Orthis Ribeiroi</i> (S <sup>1</sup> <sub>IV</sub> )	 Fm. Brejo Fundeiro <sup>1</sup>
Ordovício Inferior	Arenigiano	Quartzito com bilobites (S <sup>1</sup> <sub>III</sub> )	 Fm. Quartzito Armoricano <sup>1</sup>
		Quartzito com <i>Scolithus</i> (S <sup>1</sup> <sub>II</sub> )	
	Tremadociano	Grauvaques vermelhos inferiores	Fm. Sarnelha <sup>1,2</sup>

Notas: 1. Baseado em Oliveira *et al.*, 1992

2. Não é observada no corte do Rio Ceira.

Na figura 1 está representado o perfil geológico elaborado por Nery Delgado (1908) relativo ao corte do Rio Ceira e onde se reconhece facilmente a estrutura em sinclinal das formações ordovícicas e silúricas desta região do Buçaco.

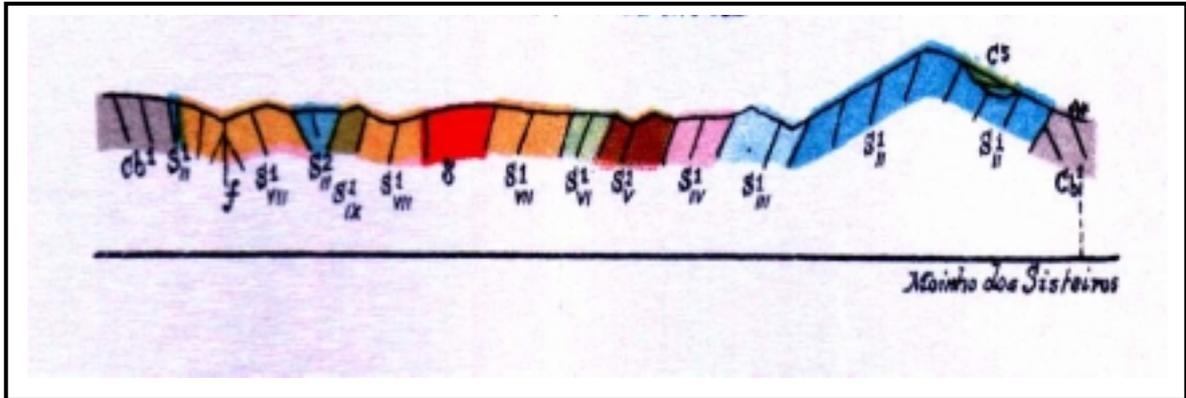


Fig. 1 – Corte do vale do Ceira à Senhora da Candosa (Extraído de Carrington da Costa, 1950).  
(Comparar com a Tabela I.)

Legenda:

Cb<sup>1</sup> – Complexo Xisto-Grauváquico; S<sup>1</sup><sub>II</sub> - Quartzito com *Scolithus*; S<sup>1</sup><sub>III</sub> - Quartzito com bilobites;  
S<sup>1</sup><sub>IV</sub> - Xistos com *Orthis Ribeiroi*; S<sup>1</sup><sub>V</sub> - Camadas com *Homalonatus Oehlerti*; S<sup>1</sup><sub>VI</sub> - Grés de Loredo ;  
S<sup>1</sup><sub>VII</sub> - Xistos com *Dalmanites Dujardin*; ; S - Diabase; S<sup>1</sup><sub>IX</sub>- Camadas culminantes; S<sup>2</sup><sub>II</sub> -“Xistos com nódulos”

## 2. ITINERÁRIO

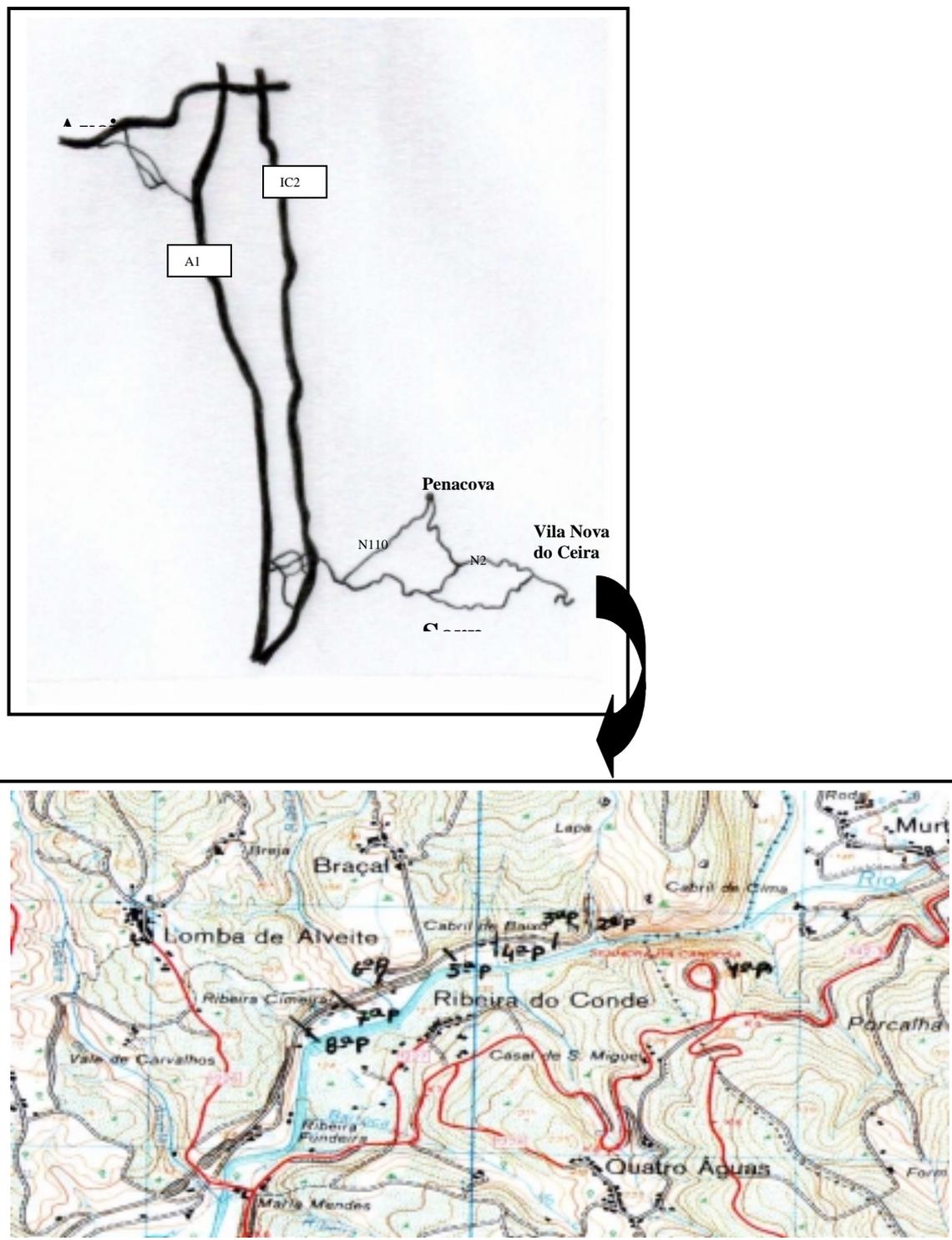


Fig. 2– Extracto da Carta Militar de Portugal N.º 242 / Foz de Arouce - Lousã (Escala 1/25000).

A Saída de Campo tem início na Sr.<sup>a</sup> da Candosa com vista panorâmica sobre o corte do Rio Ceira. Depois, junto ao rio, desde o Cabril do Ceira e ao longo de um percurso de cerca de 1 km para SW, é possível realizar uma viagem desde o Ordovícico até ao Silúrico. As unidades litológicas sucedem-se sem qualquer discordância entre si e sem interrupções maiores do que as devidas à topografia da zona (nomeadamente a existência de linhas de água) da zona. Por isso, torna-se difícil definir paragens ao longo de um percurso que é contínuo. Porém, e para facilitar a orientação da Saída de Campo, as paragens são assinaladas no início de cada formação ou grupo de formações. Posto isto, sugerem-se as paragens assinaladas no mapa da figura anterior e que são as seguintes:

**Paragem 1** – Senhora da Candosa

**Paragem 2** – Cabril do Ceira

Formação Quartzito Armoricano

**Paragem 3** – Formação do Brejo Fundeiro

**Paragem 4** – Aldeia Cabril de Baixo

Formações Monte Sombadeira, Fonte da Horta, Cabril e Carregueira.

**Paragem 5** - Formação do Louredo.

**Paragem 6** – “Sill” de dolerito

**Paragem 7** – Aldeia Ribeira Cimeira

Formações Ribeira do Braçal, Ribeira Cimeira e Casal Carvalhal.

**Paragem 8** – Silúrico.

### **3. OBJECTIVOS DA SAÍDA DE CAMPO**

- Conhecer a geologia da região sul do Sinclinal do Buçaco.
- Observar estruturas geológicas.
- Reconhecer diversas litologias.
- Identificar diversas litologias.
- Descrever as diferentes unidades litológicas do corte do Rio Ceira.
- Reconhecer o contacto entre formações adjacentes.
- Determinar a orientação e o pendor de uma estrutura geológica.
- Assinalar, no mapa de campo, todos os dados recolhidos.
- Formular hipóteses explicativas dos fenómenos observados.
- Interpretar a existência das estruturas geológicas observadas segundo a história e evolução da Terra.
- Promover atitudes de respeito pela natureza.
- Desenvolver o gosto pelo trabalho em equipa.

#### **Ao longo desta “viagem” deverás:**

- Observar os afloramentos do corte do rio Ceira;
- Identificar e descrever as diferentes unidades litológicas do corte do rio Ceira;
- Determinar a orientação e a inclinação das formações presentes no do corte do rio Ceira;
- Interpretar as observações realizadas;
- Registar as informações consideradas relevantes;
- Recolher amostras de rochas;
- Tirar fotografias;
- Realizar representações esquemáticas

E, ainda...

... aproveitar o dia na companhia dos amigos.

### **4. MATERIAL NECESSÁRIO**

“*Guia de campo do aluno*” ( a fornecer pelo professor)

Caderneta de campo;

Lápis, caneta, lápis de cor, afiadeira, borracha;

Sacos de plástico, etiquetas, canetas de acetato;

Máquina fotográfica;

Bússola de geólogo;

Martelo de geólogo.

Recomenda-se ainda ...

... a utilização de vestuário e calçado confortável e adaptado a caminhadas em terrenos irregulares.

... o uso de boné, chapéu ou qualquer outra protecção solar para a cabeça.

... que leves um “farnel” para o almoço.



## ANEXO V

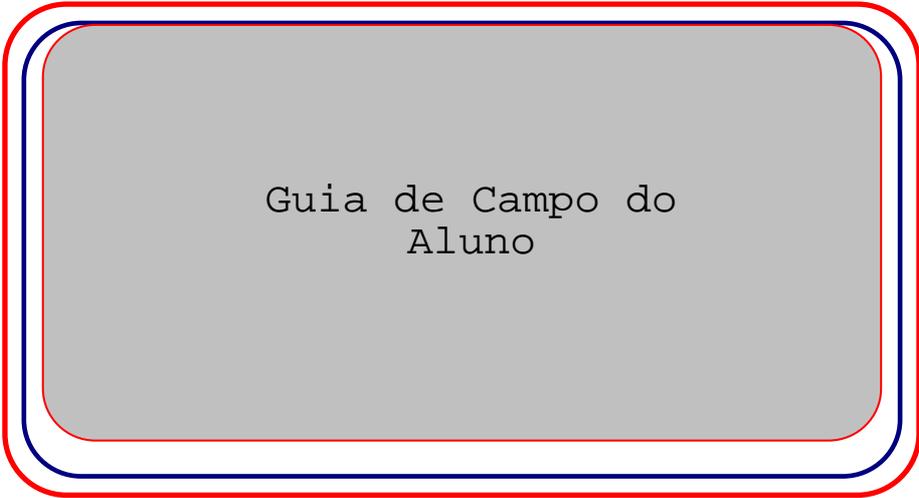
### **Materiais de apoio à Saída de Campo ao Paleozóico Inferior do Buçaco:**

✓ *“Guia de Campo do Aluno”*

✓ *“Guia de Campo do Professor”*



O PALEOZÓICO INFERIOR DO SINCLINAL DO BUÇACO:  
SAÍDA DE CAMPO AO CORTE DO RIO CEIRA



Guia de Campo do  
Aluno



Durante o trabalho de campo o Geólogo recolhe muita informação do meio que o envolve. Essa informação corre o risco de se perder se não for convenientemente registada. Este *Guia de Campo* serve para te orientares ao longo do percurso da Saída de Campo e para registares todas as tuas observações. É por isso que no final desta actividade de campo este guia será um documento pessoal e, portanto, único.

Aproveita-o bem!

**Nome:** \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_\_

**Local:** Corte do Rio Ceira /Serpins-Vila Nova do Ceira

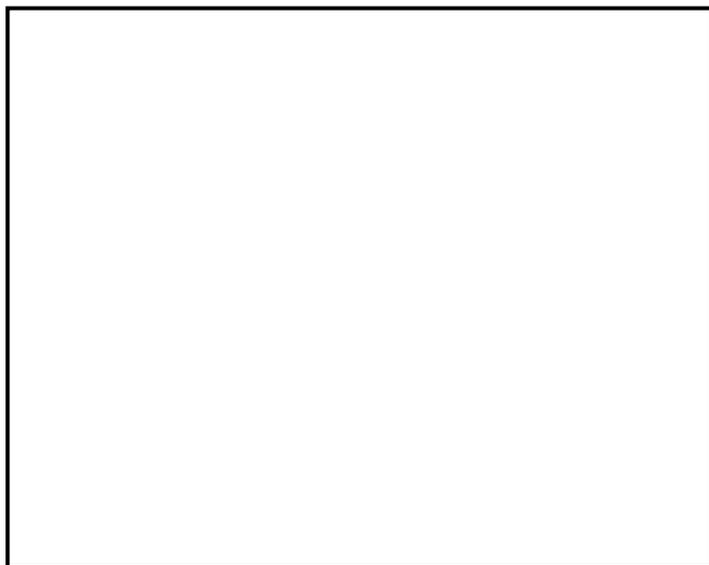
## PARAGENS

 **Paragem 1 – Senhora da Candosa**

Aqui inicia-se a Saída de Campo com a vista panorâmica do corte do Rio Ceira.

👉 **Tarefas:**

- Orientar a carta topográfica Folha N.º 242 (Foz de Arouce – Lousã) com o Norte e identificar o local onde te encontras.
- Anotar, no extracto da Carta Militar de Foz de Arouce – Lousã (Folha N.º 242) apresentada neste guia, o Norte (↑) e o local desta primeira paragem. Este será o teu *mapa de campo* (Anexo I).
- Notar a orientação das bancadas de Quartzito Armoricano.
- Fazer um esboço da formação observada. (**Nota:** Não te esqueças de referenciar o esboço utilizando alguns pontos cardeais.)
- Tirar fotografias.



**Fig. 1** - Representação esquemática das bancadas de Quartzito Armoricano. Senhora da Candosa - Vila Nova do Ceira.

**Atendendo à posição das bancadas de Quartzito Armoricano, a sequência do corte do Rio Ceira será normal ( as camadas mais recentes estão por cima das mais antigas) ou invertida (as camadas mais recentes estão por baixo das mais antigas)?**

O Rio Ceira escavou o Quartzito Armoricano dando origem a uma estreita garganta ou cabril conhecida por Cabril do Ceira.

É no Cabril do Ceira que se inicia uma viagem através do tempo; basta caminhar em direcção a Oeste para percorrermos praticamente todo o Ordovícico até ao Silúrico.

Então,

Boa Viagem e Bom Trabalho!!!

## Paragem 2 – Cabril do Ceira

A formação litológica onde te encontras é aquela que mais se destaca na paisagem, sendo nos seus picos mais elevados que se encontra a ermida da Sr.<sup>a</sup> da Candosa (paragem 1).

### Tarefas:

- Orientar a carta topográfica Folha N.º 242 (Foz de Arouce – Lousã) com o Norte e assinalar a localização da segunda paragem no mapa de campo.
- Observar e descrever a formação litológica. (**Nota:** Podes utilizar o ácido para confirmar a natureza da litologia da formação.)
- Medir, com a bússola, a direcção e a inclinação das bancadas observadas.
- Identificar icnofósseis e estruturas sedimentares. (**Nota:** Consulta os Anexo II e III.)
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

### Descrição Macroscópica da Fm. Quartzito Armoricano:

---

---

---

---

---

---

---

---

Orientação das camadas:

direcção: \_\_\_\_\_

pendor: \_\_\_\_\_

**A Fm. Quartzito Armoricano está estruturada em vários estratos.**

- Qual a posição dos estratos da Fm. Quartzito Armoricano ?
- Como justificas a actual posição dos estratos da Fm. Quartzito Armoricano ?
- Será a Fm. Quartzito Armoricano uma formação homogénea ou, pelo contrário, nela é possível reconhecer várias litologias?

- Qual o significado da existência de icnofósseis nas rochas desta formação ?

Caminhando para Oeste, procura o contacto entre a Formação Quartzito Armoricano e a formação seguinte de diferente natureza litológica. Nesse local definimos a paragem 3.

### Paragem 3 – Formação Brejo Fumido

#### Tarefas:

- Observar e descrever a formação litológica.
- Observar o tipo de contacto que se estabelece entre as formações adjacentes (contacto brusco/contacto gradual).
- Assinalar, no mapa de campo, o contacto entre estas duas formações.
- Identificar a presença de estruturas como por exemplo dobras.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

#### Descrição Macroscópica da Fm. Brejo Fumido:

---

---

---

---

---

Atribui uma idade relativa para as formações assinaladas no mapa de campo.

De acordo com essa idade relativa, ao longo dos últimos cerca de 110 m desde a paragem 2, avançaste ou recuaste no tempo?

Caminhando para Oeste, a formação litológica desta unidade não aflora (isto é, deixa de ser visível).

Apresenta uma explicação para este facto.

### Paragem 4 – Aldeia Cabril de Baixo

Um pouco antes de chegar às primeiras casas da aldeia Cabril de Baixo nota-se, na barreira da estrada, uma mudança na litologia.

 **Tarefas:**

- Identificar a litologia dominante neste local.
- Descrever a litologia observada.
- Medir a direcção e a inclinação das bancadas da formação .
- Identificar estruturas sedimentares. (**Nota:** Consulta o Anexo III.)
- Fazer uma representação esquemática das estruturas sedimentares observadas.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

 **Descrição Macroscópica da Fm. Monte Sombadeira:**

---

---

---

---

---

---

**Orientação das camadas:**

direcção: \_\_\_\_\_

pendor: \_\_\_\_\_



**Fig. 2** – Representação esquemática de estruturas sedimentares da Fm. Monte Sombadeira.

Caminhando para Oeste, ao longo de cerca de 120 m, deves:

- Identificar as diferentes litologias observadas.
- Representar, no esboço da coluna estratigráfica seguinte , a sequência das litologias dominantes de acordo com a legenda sugerida e sem te preocupares com a espessura real de cada unidade litológica identificada.

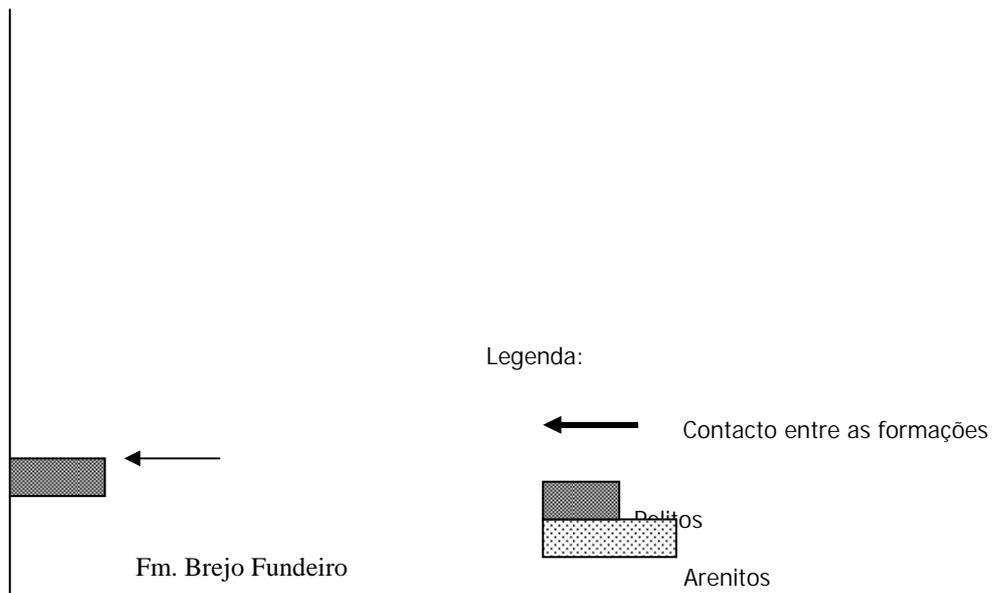


Fig. 3 - Esboço da coluna estratigráfica das formações do Ordovícico Médio do corte do Rio Ceira.

Após este trabalho é merecida uma pausa para o almoço que sugerimos que faça junto ao rio, na zona do cabril.

Bom apetite!

De novo ao trabalho...

Coragem!

## Paragem 5 – Formação Louredo

Esta paragem estabelece-se após a última formação litológica assinalada na coluna estratigráfica anterior.

### Tarefas:

- Assinalar, no mapa de campo, a localização da camada de ferro oolítico. (**Nota:** Pede ajuda ao(a) Professor(a).)
- Observar e descrever a formação litológica. (**Nota:** Podes utilizar o ácido para confirmar a natureza da litologia da formação.)

- Medir a direcção e a inclinação das bancadas da Fm. Louredo.
- Identificar estruturas sedimentares. (**Nota:** Consulta o Anexo III.)
- Fazer uma representação esquemática das estruturas sedimentares observadas.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

 **Descrição Macroscópica da Fm. Louredo:**

---



---



---



---



---



---

**Orientação das camadas:**

direcção: \_\_\_\_\_

pendor: \_\_\_\_\_



Fig. 4 – Representação esquemática de estruturas sedimentares da Fm. Louredo.

Qual o significado das estruturas sedimentares encontradas nas formações areníticas Monte Sombadeira, Cabril e Louredo ?

 **Paragem 6**

Caminhando em direcção à aldeia Ribeira Cimeira deves estar atento ao terreno no sentido de reconheceres mudanças litológicas. À direita, o caminho que segue para a aldeia Braçal é ladeado por um terreno com características diferentes de todos os anteriores.

 **Tarefas:**

- Observar e descrever a formação litológica.

- Tirar fotografias.
- Fazer uma representação esquemática da formação litológica observada.
- Recolher amostras de rochas.



Fig. 5 – Representação esquemática da disjunção esferoidal do dolerito.

Atendendo ao aspecto das rochas aqui encontradas assinala a que grupo de rochas elas devem pertencer ?

- Rochas sedimentares.
  - Rochas magmáticas vulcânicas.
  - Rochas magmáticas plutônicas.
  - Rochas metamórficas.
- base nas observações realizadas.

Justifica a resposta com

### ➡ Paragem 7 – Aldeia Ribeira Cimeira

Voltando ao caminho principal no qual se estende o corte, para lá da linha de água “Ribeira do Braçal”, encontramos, na beira da estrada ao longo de cerca de 40 m, outras formações ordovícicas.

#### 👉 Tarefas:

- Observar todo este conjunto e identificar as diferentes litologias.
- Descrever, de modo geral, cada litologia identificada.
- Determinar a orientação e inclinação das bancadas.
- Completar o seguinte *croqui* representando as unidades litológicas identificadas. (Nota: Faz a legenda que consideras necessária.)

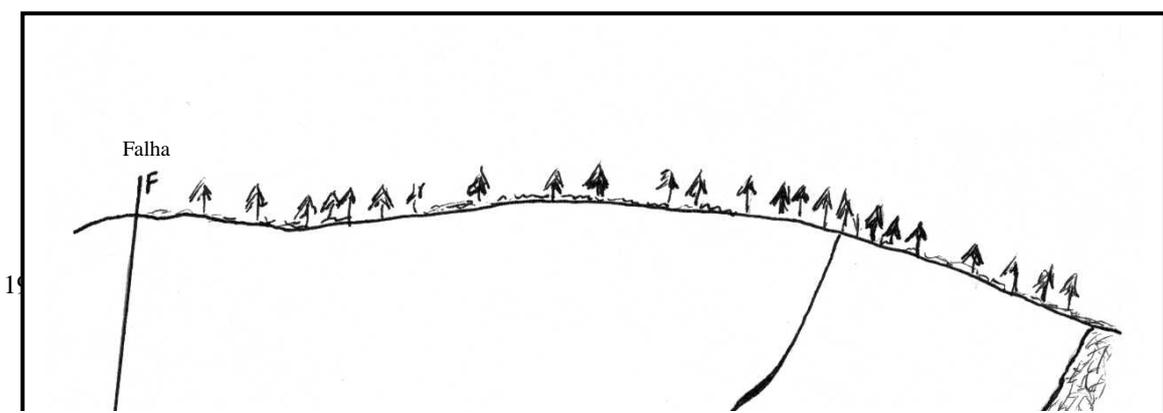




Fig. 6 – *Croqui* representativo das formações do topo do Ordovício Superior. Corte do Rio Ceira.

**Orientação das camadas:**

direcção: \_\_\_\_\_

pendor: \_\_\_\_\_

 **Paragem 8 - Silúrico**

Situada logo depois da falha identificada, apresenta-se a última formação do corte do Rio Ceira.

 **Tarefas:**

- Observar e descrever a formação litológica.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

 **Descrição Macroscópica da Fm. de Sazes:**

---

---

---

---

Atingimos o Silúrico ...

... e a nossa viagem no espaço e no  
tempo acabou!

**ANEXO I – Mapa de campo. Extracto da Carta Militar de Portugal Folha N.º 242/ Foz de Arouce (Lousã).**

**Legenda:**

Silúrico:

 “Fm. de Sazes”

Ordovícico Superior:

 Fm. Vale da Ursa

 Fm. Casal Carvalho

 Fm. Ribeira Cimeira

 Fm. Ribeira do Braçal

 Fm. Porto de Santa Ana

 Fm. Louredo

 Diabase

Ordovícico Médio:

 Fm. Carregueira

 Fm. Cabril

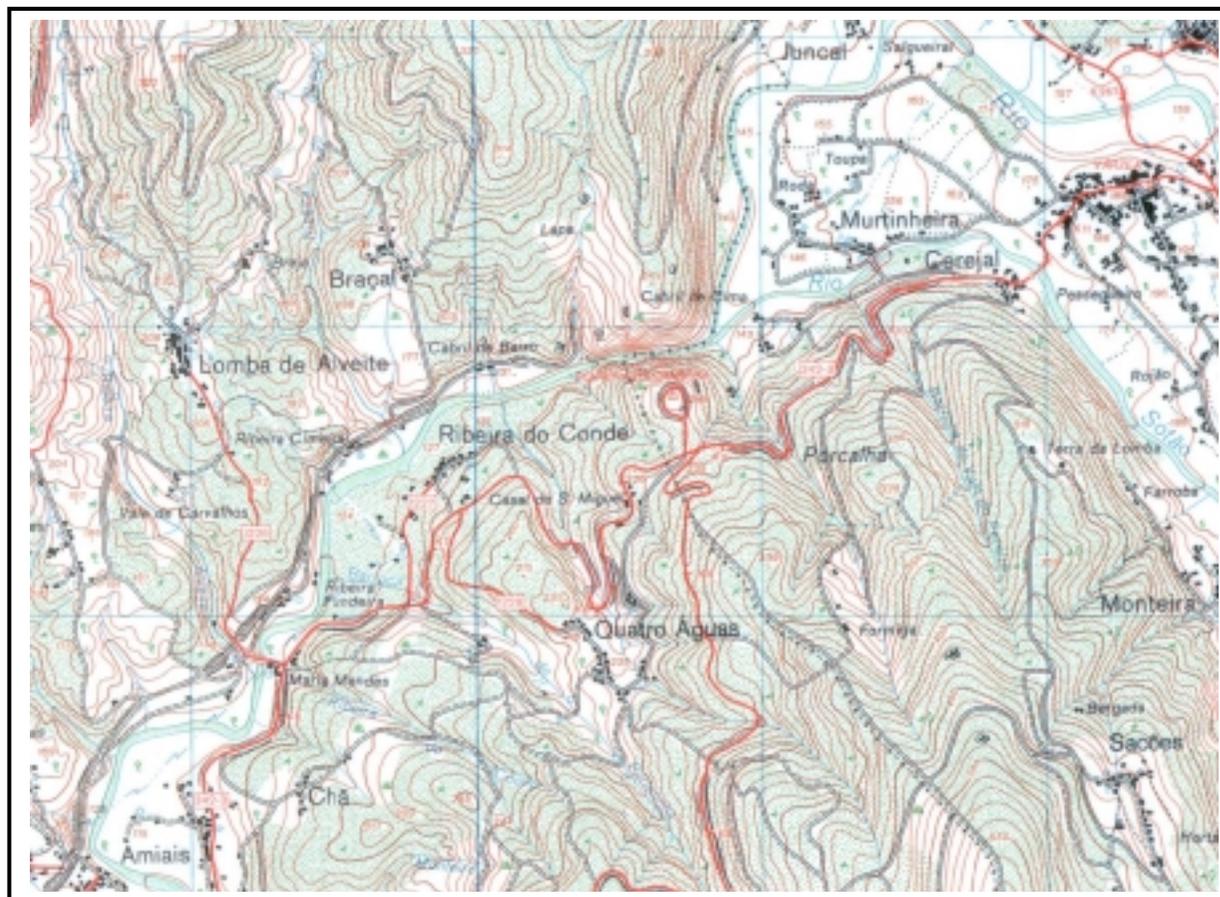
 Fm. Fonte da Horta

 Fm. Monte Sombadeira

 Fm. Brejo Fundeiro

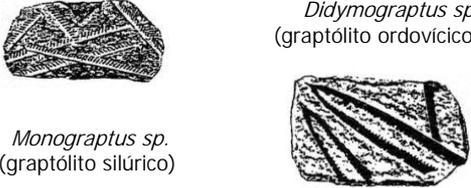
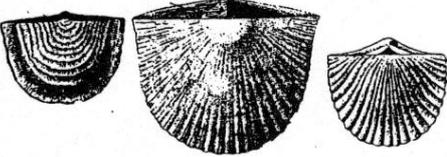
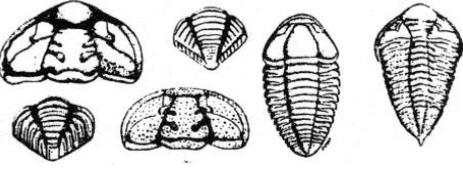
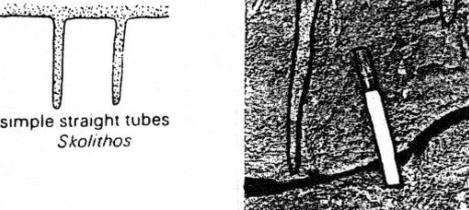
Ordovícico Inferior:

 Fm. Quartzito Armoricano



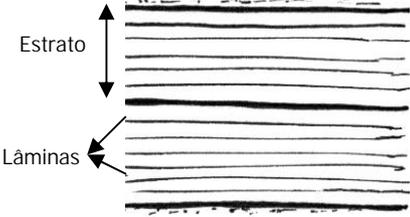
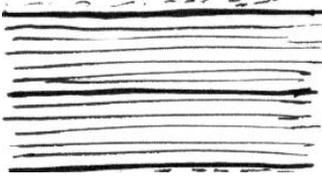
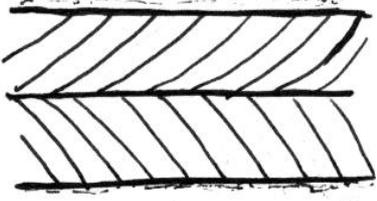
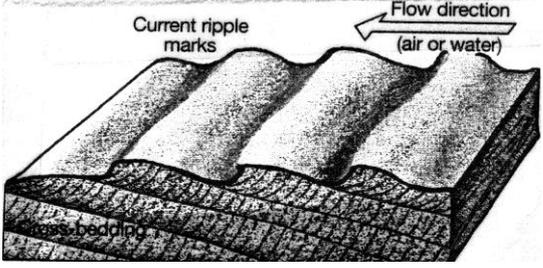
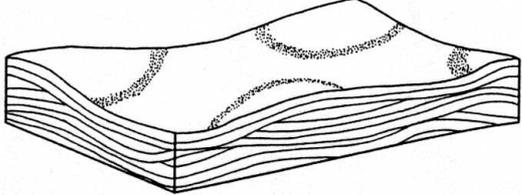


## Anexo II – Alguns Fósseis e Pistas do Ordovício e Silúrico

Grupo	Ilustração	Breve referência
Graptólitos	 <p><i>Didymograptus sp.</i> (graptólito ordovício)</p> <p><i>Monograptus sp.</i> (graptólito silúrico)</p>	<p>Invertebrados marinhos; existem formas bentônicas e plânctônicas. Os graptólitos plânctônicos do Ordovício estão associados a xistos negros ampelitosos formados em mares tranquilos, possivelmente não muito profundos nem demasiado afastados da costa.</p>
Braquiópodes		<p>Invertebrados marinhos com duas valvas diferentes; habitavam preferencialmente as zonas neríticas (plataforma continental) fixando-se ao fundo mediante um pedúnculo.</p> <p>Foram o grupo de invertebrados marinhos mais importante durante o Paleozóico antes de regredirem cedendo lugar aos bivalves.</p>
Trilobites		<p>Artrópodes que ocuparam quase todos os biótopos marinhos encontrando-se formas bentônicas, pelágicas e plânctônicas que viviam a diferentes profundidades mas, preferencialmente, ocupavam a região nerítica.</p> <p>São fósseis característicos do Paleozóico que por isso se chama a “Era das Trilobites”.</p>
Cruziana	 <p><i>Cruziana goldfussi</i></p>	<p>Pistas constituídas por dois sulcos paralelos; da zona axial partem nervuras dispendo-se oblíqua ou transversalmente ao eixo central. Quase todos os autores atribuem estas pistas às Trilobites.</p> <p>A icnofácies <i>Cruziana</i> é característica de ambientes costeiros, próximo das margens, i é, de águas pouco profundas.</p> <p>São considerados “fósseis guia” do Quartzito Armoricano.</p>
Scolithus	 <p>simple straight tubes <i>Scolithos</i></p>	<p>Tubos cilíndricos, cujo diâmetros raramente ultrapassa 1 cm, escavados por animais no sedimento; dispõem-se perpendicularmente à estratificação podendo aparecer vários na mesma camada.</p> <p>A icnofácies <i>Scolithus</i> é característica de ambientes marinhos de águas pouco profundas cujos níveis de energia são relativamente elevados associados a ondas ou correntes.</p>

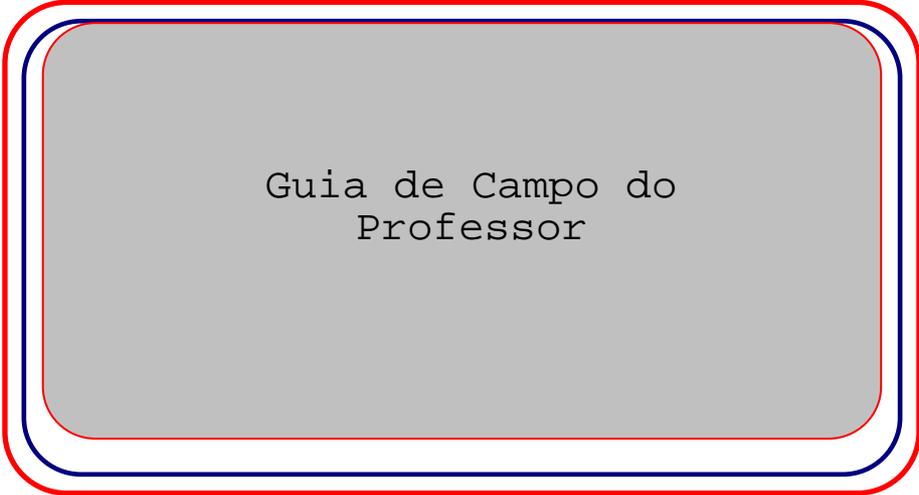


### Anexo III – Algumas Estruturas Sedimentares

Estrutura	Ilustração	Descrição
<p>Estratificação e Laminação</p>		<p>Estratificação - é a disposição das rochas em sucessivos estratos. As superfícies de estratificação constituem os limites inferior e superior de cada estrato e representam uma pequena interrupção na deposição ou uma mudança abrupta nas características dos sedimentos.</p> <p>Laminação - é a disposição sucessiva de lâminas dentro de um estrato.</p>
<p>Laminação Paralela</p>		<p>As lâminas de um estrato orientam-se paralelamente umas às outras e à superfície de estratificação.</p>
<p>Laminação cruzada</p>		<p>Numa sequência de camadas simples, ou de uma unidade de sedimentação, aparecem lâminas inclinadas em relação à superfície principal de sedimentação.</p>
<p>Marcas de ondulação "Ripple-marks"</p>		<p>Marcas de ondas que se apresentam sob a forma de cristas mais ou menos paralelas. A migração do "ripple" origina diferentes aspectos de laminação cruzada. Em função do seu tamanho, os "ripples" podem ser divididos em pequenos e grandes ("mega-ripples")</p>
<p>Tempestitos "Hummocky Cross-Stratification"</p>		<p>Estrutura que constitui um tipo particular de laminação cruzada e cuja formação está associada à acção de tempestades. Nesta estrutura, a laminação apresenta um pequeno ângulo de mergulho.</p>



**O PALEOZÓICO INFERIOR DO SINCLINAL DO BUÇACO:  
SAÍDA DE CAMPO AO CORTE DO RIO CEIRA**



Guia de Campo do  
Professor



O objectivo deste Guia de Campo é fornecer ao Professor um documento de acompanhamento das actividades de campo ao Paleozóico Inferior da região do Buçaco, no corte do Rio Ceira. Por isso, a elaboração deste guia foi feita em consonância com o "*Guia de Campo do Aluno*" e dele fazem parte as actividades definidas para os alunos e ainda algumas indicações/sugestões necessárias ao acompanhamento das actividades de campo propostas com vista à consecução dos seus objectivos. Cabe ao Professor, em cada paragem definida,:

- verificar a realização das actividades constantes no *Guia de Campo do Aluno*;
- ajudar à realização das actividades prestando os esclarecimentos necessários;
- fomentar a discussão com base nas questões formuladas no *Guia de Campo do Aluno*.

Este guia trata-se apenas de uma sugestão metodológica que pode ser utilizada ou reformulada em função da individualidade do Professor.

"Ensinar não é interpretar um guião escrito por outros."

Crahay, 1998

## **PARAGENS**

## ➡ Paragem 1 – Senhora da Candosa

Aqui inicia-se a saída de campo com a vista panorâmica do corte do Rio Ceira.

### ☞ Tarefas (do aluno):

- Orientar a carta topográfica Folha N.º 242 (Foz de Arouce – Lousã) com o Norte e identificar o local onde te encontras.
- Anotar, no extracto da Carta Militar de Foz de Arouce – Lousã (Folha N.º 242) apresentada neste guia, o Norte (↑) e o local desta primeira paragem. Este será o teu *mapa de campo* (Anexo I).
- Notar a orientação das bancadas de Quartzito Armoricano.
- Fazer um esboço da formação observada. (**Nota** : Não te esqueças de referenciar o esboço utilizando alguns pontos cardeais.)
- Tirar fotografias.

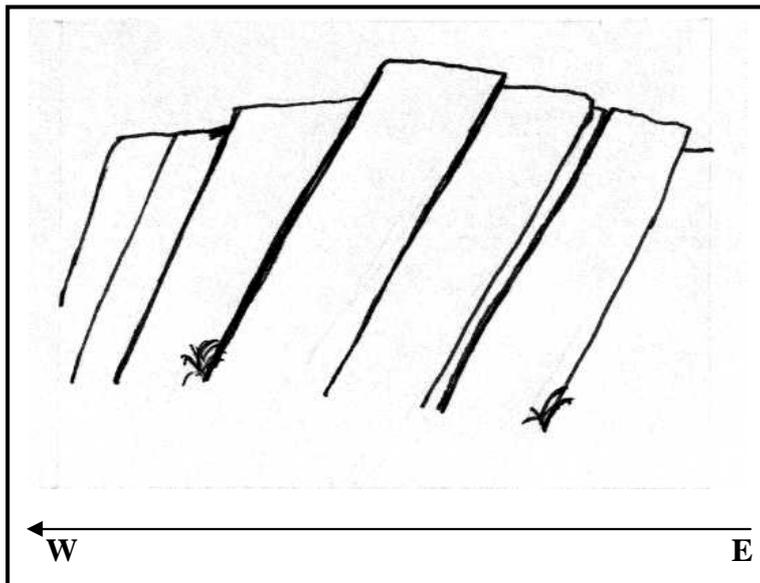


Fig. 1 - Representação esquemática das bancadas de Quartzito Armoricano. (Senhora da Candosa / Vila Nova do Ceira)

### ☞ Sugestões:

O professor pode questionar os alunos acerca (i) do posicionamento da bancadas de Quartzito Armoricano, (ii) dos conceitos de sequência normal e invertida de estratos e (iii) dos procedimentos necessários por forma a definir se a sequência dos estratos é ou não normal. Sugere-se a referência à importância dos fósseis como instrumentos para a datação das rochas ou, na sua falta, a análise de cartas geológicas da zona em estudo. De acordo

com esta última possibilidade o professor pode, em colaboração com os alunos, analisar o Mapa Geológico do Buçaco para:

- localizar, no mapa, o corte do Rio Ceira e mais especificamente a Senhora da Candosa;
- inferir, em função das várias unidades litológicas apresentadas no mapa, se a sequência dos estratos é normal ou invertida.

## Paragem 2 – Cabril do Ceira

O Rio Ceira escavou o Quartzito Armoricano dando origem a uma estreita garganta ou cabril conhecida por Cabril do Ceira.

É no Cabril do Ceira que se inicia uma viagem através do tempo; basta caminhar em direcção a Oeste para percorrermos praticamente todo o Ordovícico até ao Silúrico.

### Tarefas (do aluno):

- Orientar a carta topográfica Folha N.º 242 (Foz de Arouce – Lousã) com o Norte e assinalar a localização da segunda paragem no mapa de campo.
- Observar e descrever a formação litológica. (**Nota:** Podes utilizar o ácido para confirmar a natureza da litologia da formação.)
- Medir, com a bússola, a direcção e a inclinação das bancadas observadas.
- Identificar icnofósseis e estruturas sedimentares. (**Nota:** Consultar os Anexo II e III.)
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.



## Descrição Macroscópica da Fm. Quartzito Armoricano

A Fm. Quartzito Armoricano é constituída pela alternância de bancadas de quartzito branco-acinzentado, silicioso e micáceo, e de materiais pelíticos de cor cinzenta. A alternância de leitos claros (quartzitos) e escuros (pelitos) confere às rochas um aspecto bandado. Na maior parte dos casos, os limites entre os leitos são planos e paralelos entre si, mas também se podem apresentar ondulados, como se os níveis pelíticos se adaptassem às estruturas internas dos níveis arenosos. A geometria dos estratos de quartzito é com alguma frequência lenticular, isto é, variam lateralmente de espessura, podendo nalguns casos indicar a presença de "mega-ripples". É por vezes visível nos níveis quartzíticos uma laminação entrecruzada com características tempestíticas ("Hummocky Cross-Stratification", "HCS").

Orientação das camadas:

direcção: N 14° W

pendor: 68° W

### Sugestões:

Na descrição macroscópica do Quartzito Armoricano, o professor poderá questionar os alunos acerca: (i) da dureza da rocha e do modo como a litologia de uma formação se relaciona com a morfologia da paisagem;

(ii) do significado da não reacção da rocha em contacto com o ácido. Para evidenciar a presença de um cimento silicioso no quartzito, o professor pode referir a análise petrográfica e mostrar algumas fotografias microscópicas de amostras desta formação.

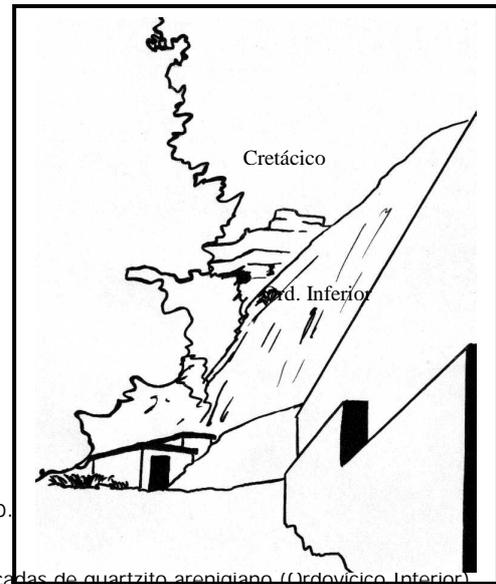
A actual posição dos estratos da Fm. Quartzito Armoricano pode ser utilizada pelo professor para questionar os alunos acerca do Princípio da Horizontalidade Original e das possíveis causas para que este princípio não se verifique neste afloramento.

Pode ainda ser referida a importância da presença de icnofósseis que indicam a presença de seres que caminhavam no fundo da bacia de sedimentação e que, neste caso, seria marinha pouco profunda.

Conduzindo os alunos para Norte, ao longo da linha de água até ao depósito de água existente, o professor pode chamar a atenção para

a discordância angular (Fig. 2) que se estabelece entre as bancadas quartzíticas e os arenitos que os cobrem. Esta observação adequa-se à discussão de temas como:

- a idade relativa de formações adjacentes;
- o significado de uma discordância angular.



b. Representação esquemática.

Caminhando para Oeste, procure o contacto entre a Formação Quartzito Armoricano e a formação seguinte de diferente natureza litológica.

Nesse local definimos a paragem 3.

### ➡ Paragem 3 – Formação Brejo Fundeiro

👉 Tarefas (do aluno):

- Observar e descrever a formação litológica.
- Observar o tipo de contacto que se estabelece entre as formações adjacentes (contacto brusco/contacto gradual).
- Assinalar, no mapa de campo, o contacto entre estas duas formações.
- Identificar a presença de estruturas como por exemplo dobras.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.



#### Descrição Macroscópica da Fm. Brejo Fundeiro:

A Fm. Brejo Fundeiro é formada essencialmente por pelitos cinzentos escuros finamente micáceos com nódulos ou concreções duras, de forma elipsoidal achatada, cujas dimensões podem atingir 40cm de diâmetro.

**Nota:** Os nódulos são facilmente observados subindo num caminho que se inicia nas proximidades da aldeia Cabril de Baixo e que segue para NE.



#### Sugestões:

Após a atribuição da idade relativa das formações em contacto neste local, o professor pode informar os alunos de que a Fm. Quartzito Armoricano representa o Ordovícico Inferior sendo a Fm. Brejo Fundeiro a base do Ordovícico Médio. Isto mesmo pode ser confirmado pela análise do Mapa Geológico do Buçaco.

Atendendo à orientação das formações litológicas e à sua datação, o professor pode confirmar, junto dos alunos, que a sequência do corte em estudo se apresenta normal.

Sugere-se, uma paragem, para a discussão do significado de "zona sem afloramento" num corte geológico (por exemplo, existência de linhas de água, existência de solo e vegetação, erosão diferencial, etc.).



#### Paragem 4 – Aldeia Cabril de Baixo

Um pouco antes de chegar às primeiras casas da aldeia Cabril de Baixo nota-se, na barreira da estrada, uma mudança na litologia.

### Tarefas (do aluno):

- Identificar a litologia dominante neste local.
- Descrever a litologia observada.
- Medir a direcção e a inclinação das bancadas da formação.
- Identificar estruturas sedimentares. (**Nota:** Consultar o Anexo III.)
- Fazer uma representação esquemática das estruturas sedimentares observadas.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.

### Descrição Macroscópica da Fm. Monte Sombadeira:

Arenitos de cor clara, siliciosos e micáceos, que alternam com materiais pelíticos cinzento escuros igualmente micáceos. A alternância destes níveis verifica-se ao longo de toda a formação, mas há uma clara dominância dos níveis areníticos na base e no topo da unidade; existe, a meio, uma assentada de siltitos e argilitos cinzentos escuros intercalados com finos leitos de arenitos. Nas bancadas areníticas da base reconhecem-se facilmente tempestitos (Fig. 3)

#### Orientação das camadas:

direcção: N 20° W

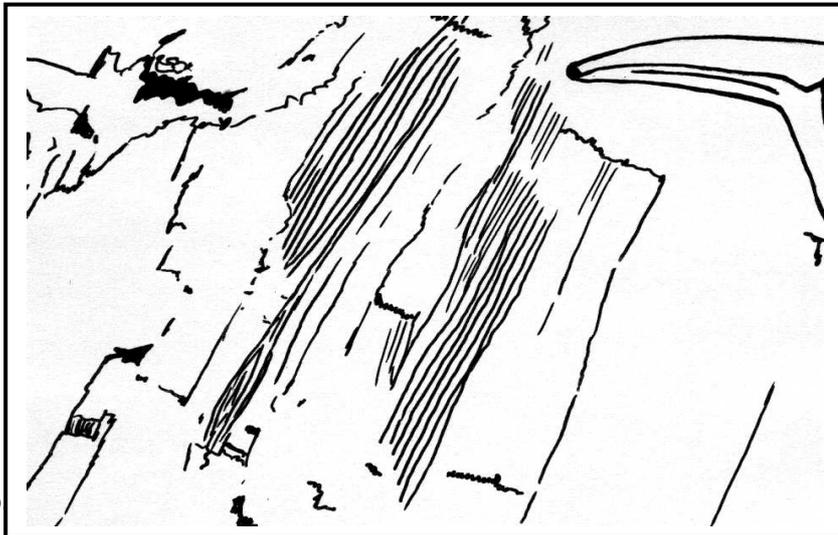
pendor: 70° W

### Sugestões:

Nesta paragem, observa-se facilmente o enraizamento das árvores por entre as rochas. Este aspecto pode ser sugestivo para a abordagem de temas relacionados com meteorização física/química e meteorização diferencial das rochas.



a.



b.

Fig. 3 – a. Tempestitos presentes nos arenitos da Fm. Monte Sombadeira.  
b. Representação esquemática.

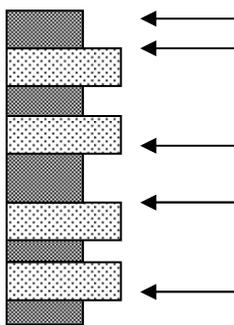
Caminhando para Oeste, ao longo de cerca de 120 m, deve:

- Identificar as diferentes litologias observadas.
- Representar, no esboço da coluna estratigráfica seguinte, a sequência das litologias dominantes de acordo com a legenda sugerida e sem preocupações com a espessura real de cada unidade litológica identificada.

Fm. Carregueira

Fm. Cabril

Legenda:



tempestitos presentes nos arenitos da Fm. Monte Sombadeira.

#### 👉 Sugestões:

No final do almoço e aproveitando esta paragem, o professor pode pedir a um dos alunos para apresentar a coluna estratigráfica elaborada anteriormente. Esta apresentação será sugestiva para sintetizar toda essa sequência de formações chamando atenção para a alternância de níveis areníticos e pelíticos verificada. No caminho de regresso até ao local onde os trabalhos foram interrompidos, o professor pode assinalar, nos respectivos afloramentos, as formações correspondentes ao Ordovícico Médio, com informações complementares para a coluna estratigráfica elaborada pelos alunos. Podem ser analisadas as colunas estratigráficas relativas à Fm. Monte Sombadeira (Fig. 5) e ao conjunto das formações Fonte da Horta, Cabril e Carregueira (Fig. 6) apresentadas, por exemplo, sob a forma de um poster.

O professor deve chamar atenção para a necessidade de os alunos registarem no mapa de campo estas formações.

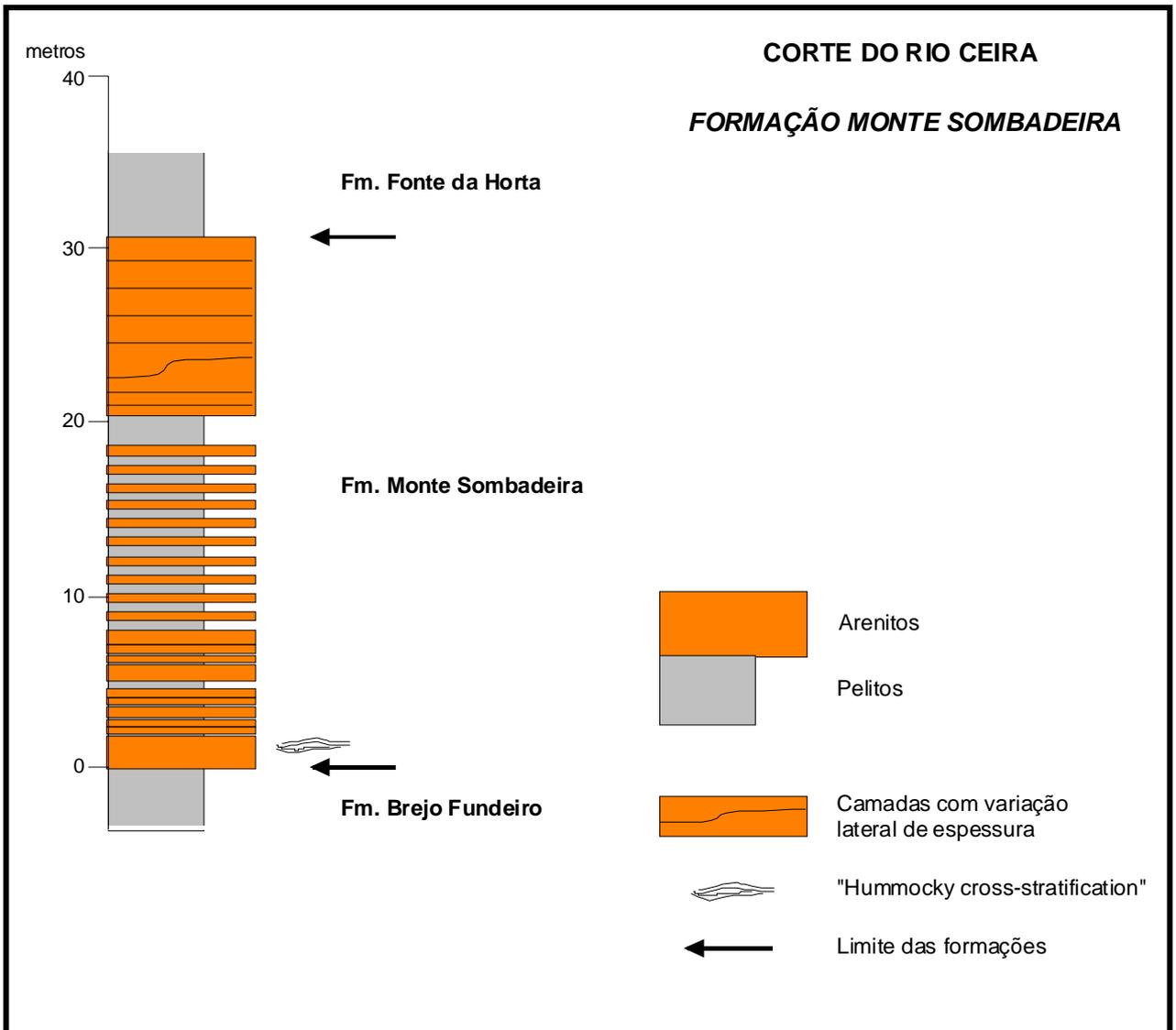


Fig. 5 – Coluna estratigráfica da Fm. Monte Sombadeira no corte do Rio Ceira.

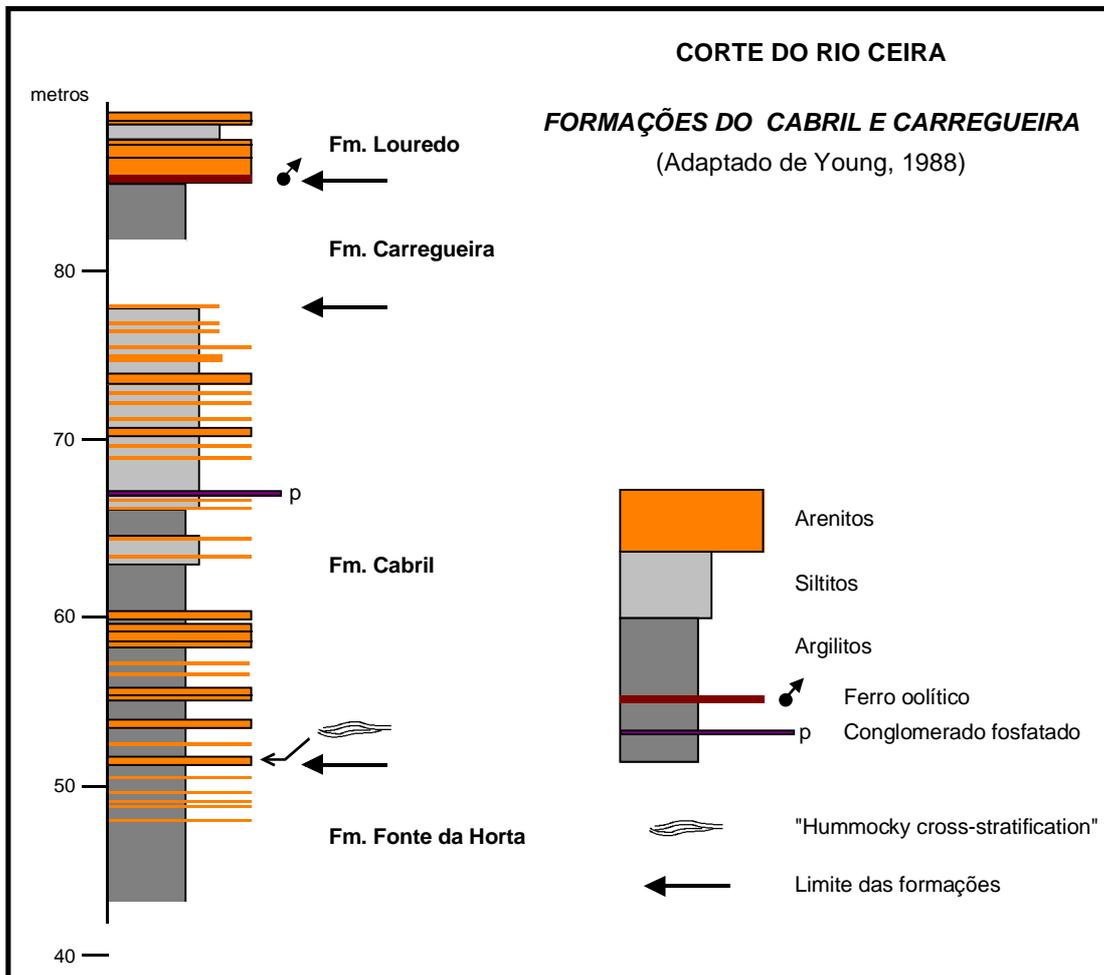


Fig. 6 – Coluna estratigráfica das formações Cabril e Carregueira no Corte do Rio Ceira.

## ➡ Paragem 5 – Formação Louredo

Esta paragem estabelece-se após a última formação litológica assinalada na coluna estratigráfica anterior (Fm. Carregueira).

### 👉 Tarefas (do aluno):

- Assinalar, no mapa de campo, a localização da camada de ferro oolítico. (**Nota:** Pede ajuda ao(à) professor(a).)
- Observar e descrever a formação litológica. (**Nota:** Podes utilizar o ácido para confirmar a natureza da litologia da formação.)
- Medir a direcção e a inclinação das bancadas da Fm. Louredo.

- Identificar estruturas sedimentares. (Nota: Consulta o Anexo III.)
- Fazer uma representação esquemática das estruturas sedimentares observadas.
- Tirar fotografias.
- Recolher amostras de rochas.



#### Descrição Macroscópica da Fm. Louredo:

A Fm. Louredo é essencialmente arenítica. Apresenta bancadas de arenitos micáceos e siliciosos de cor clara intercaladas com finos leitos de pelitos escuros. Nos arenitos reconhecem-se estruturas sedimentares tempestíticas (Fig. 7). Os leitos pelíticos tornam-se predominantes para o topo da unidade, onde se reconhecem argilitos e siltitos micáceos de cor escura.

#### Orientação das camadas:

direcção: N 18° W

pendor: 64° W

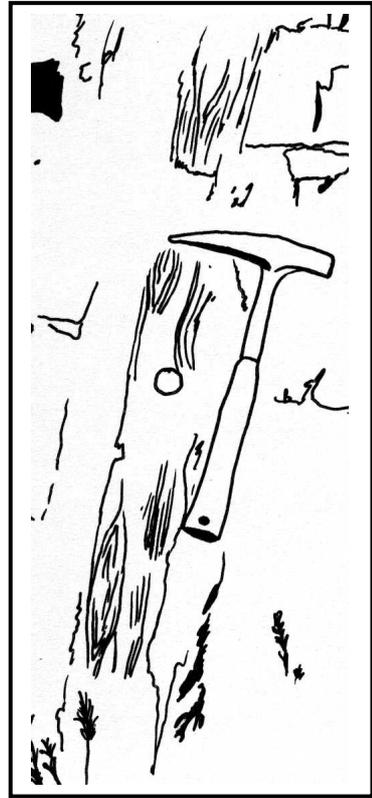
#### 👉 Sugestões:

Cabe ao professor mostrar aos alunos o horizonte de ferro oolítico (Camada Favaçal), com cerca de 45 cm, localizada na transição da Fm. Carregueira para a Fm. Louredo e que constitui a base desta última formação, sendo um nível guia em todo o sinclinal. Pode-se fazer referência que a designação "oolítico" se relaciona com a existência de oolitos de ferro nesta camada, bem como referir o significado da existência deste horizonte rico em ferro.

**O professor pode chamar a atenção dos alunos para a grande expressão da Fm. Louredo bem como para o significado do limite entre as duas unidades adjacentes.**

**Recordando que nas formações areníticas do Ordovícico Médio tal como na Fm. Louredo aparecem estruturas sedimentares chamadas tempestitos, o professor pode discutir com os alunos o seu significado e importância.**





a.

b.

Fig. 7 – a. Arenitos da Fm. Louredo evidenciando a presença de tempestitos.  
b. Representação esquemática.

## ➡ Paragem 6

Caminhando em direcção à aldeia Ribeira Cimeira deve estar atento ao terreno no sentido de reconhecer mudanças litológicas.

À direita, o caminho que segue para a aldeia Braçal, é ladeado por um terreno com características diferentes de todos os anteriores.

☞ **Tarefas (do aluno) :**

- Observar a formação litológica e descrevê-la.
- Tirar fotografias.
- Fazer uma representação esquemática da formação litológica observada.
- Recolher amostras de rochas.

☞ **Sugestões:**

O professor pode incentivar e orientar a troca de ideias para a classificação do dolerito como uma rocha magmática plutónica (hipabissal).

No caminho para a aldeia Braçal é possível reconhecer a porção pelítica da Fm. Louredo.

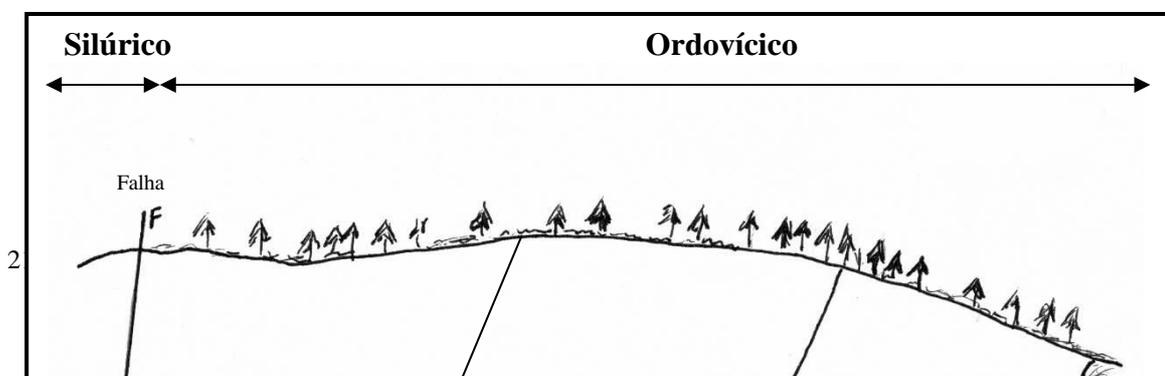
Com o recurso ao Mapa Geológico do Buçaco, pode-se inferir acerca da posição estratigráfica do dolerito.

➡ **Paragem 7 – Aldeia Ribeira Cimeira**

Voltando ao caminho principal no qual se estende o corte, para lá da linha de água "Ribeira do Braçal", encontramos, na beira da estrada ao longo de cerca de 40 m, outras formações ordovícicas.

☞ **Tarefas (do aluno):**

- Observar todo este conjunto e identificar as diferentes litologias.
- Descrever, de modo geral, cada litologia identificada.
- Medir a direcção e a inclinação das bancadas.
- Completar o seguinte *croqui* representando as unidades litológicas identificadas. (Nota: Fazer a legenda necessária.)



Fm. Casal  
Carvalho

Fm. Ribeira  
Cimeira

Fm. Ribeira  
do Braçal



Fig. 8 – *Croqui* representativo das formações do topo do Ordovício Superior no corte do Rio Ceira.

**Orientação das camadas:**

direcção: N 40° W

pendor: 64° W

**👉 Sugestões:**

Em conjunto, professor e alunos, podem tentar identificar os elementos já assinalados no croqui proposto (Fm. Porto de Santa Ana, camada de superfície erosiva e falha) após o que os alunos se devem dedicar à realização do esboço que lhes é pedido.

No final desta actividade solicita-se a participação de um aluno na apresentação do resultados das suas observações. Nesta altura, o professor terá o papel de mediador, quer incentivando à troca de ideias quer fazendo as correcções e as sínteses consideradas necessárias.

**➡ Paragem 8 - Silúrico**

Situada logo depois da falha identificada, apresenta-se a última formação do corte do Rio Ceira.

**👉 Tarefas (do aluno):**

- Observar e descrever a formação litológica.
- Tirar fotografias.

- Recolher amostras de rochas.



#### Descrição Macroscópica da Fm. de Sazes:

O Silúrico é representado por pelitos (xistos finos de estratificação pouco nítida), por vezes ampelitosos alternados com finos leitos de arenitos.

#### 👉 Sugestões:

Na última paragem, o professor poderá, em colaboração com os alunos, fazer uma síntese de todo o corte estudado referindo-se, em termos gerais:

- às litologias presentes ao longo do corte estudado;
- à alternância das litologias arenítica e pelítica que é uma constante ao longo de todo o corte do Rio Ceira;
- à existência, nas camadas areníticas, de estruturas sedimentares, as quais podem fornecer informações sobre as condições de deposição das rochas que as contêm;
- à actividade magmática que atingiu a área durante o Ordovícico Superior.

Atingimos o Silúrico ...

... e a nossa viagem no espaço e no tempo acabou!

**ANEXO I – Mapa de campo. Extracto da Carta Militar de Portugal Folha N.º 242/ Foz de Arouce (Lousã).**

**Legenda:**

Silúrico:

 “Fm. de Sazes”

Ordovícico Superior:

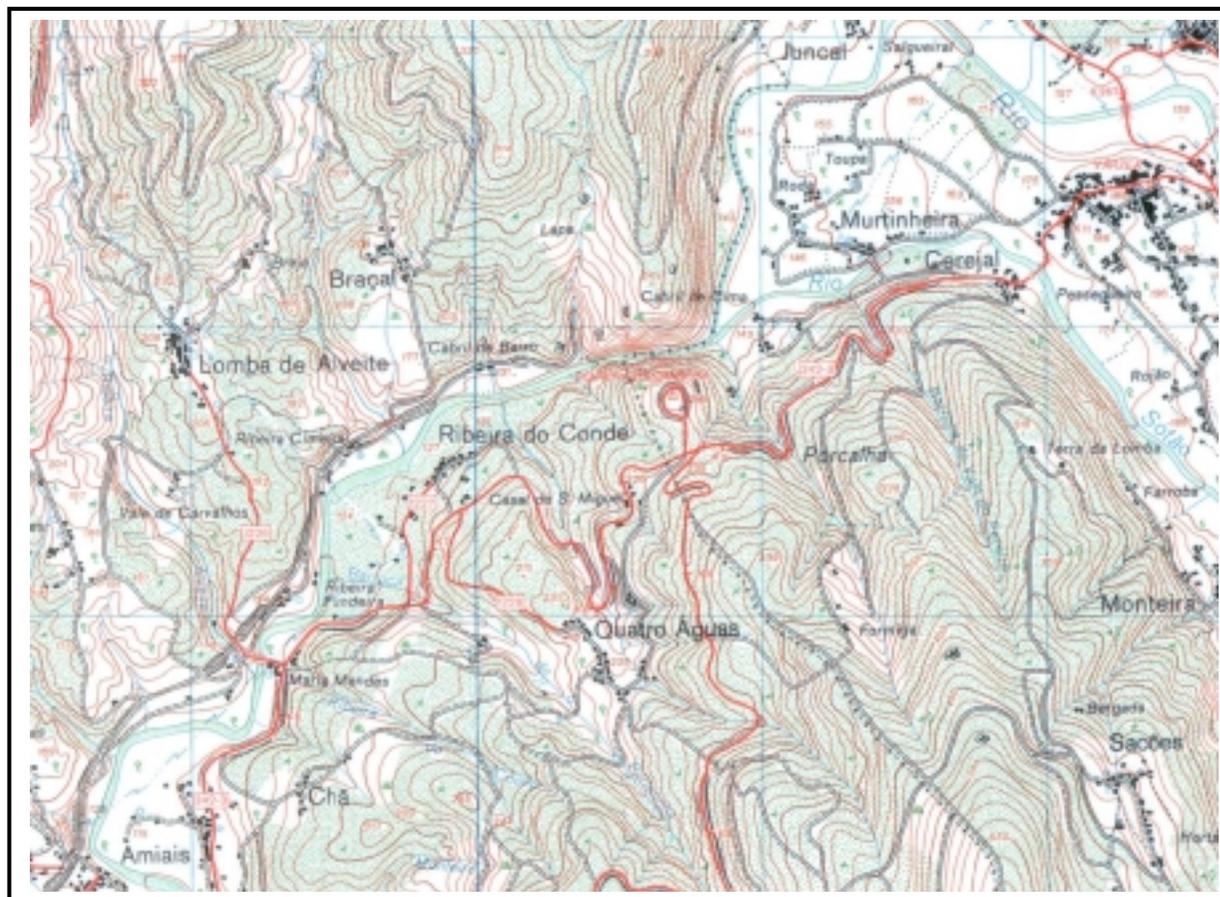
 Fm. Vale da Ursa  
 Fm. Casal Carvalho  
 Fm. Ribeira Cimeira  
 Fm. Ribeira do Braçal  
 Fm. Porto de Santa Ana  
 Fm. Louredo  
 Diabase

Ordovícico Médio:

 Fm. Carregueira  
 Fm. Cabril  
 Fm. Fonte da Horta  
 Fm. Monte Sombadeira  
 Fm. Brejo Fundeiro

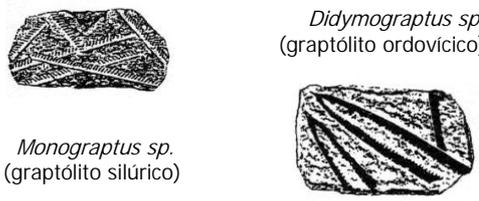
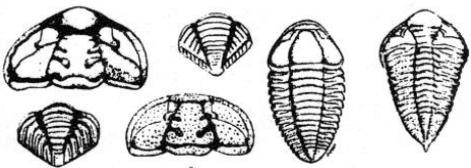
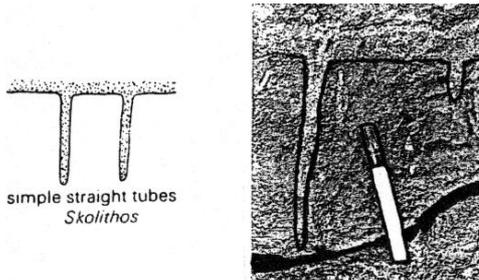
Ordovícico Inferior:

 Fm. Armoricano



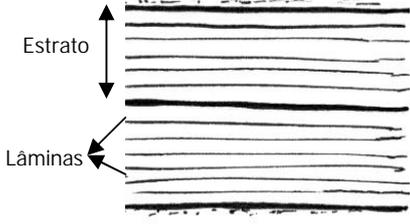
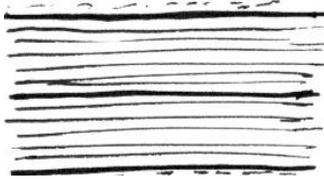
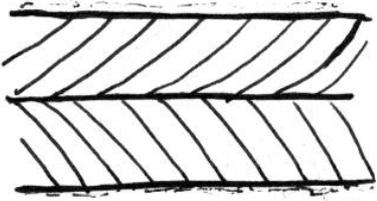
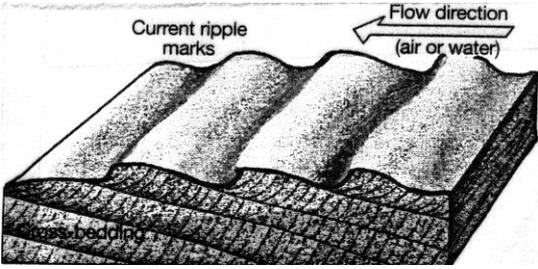
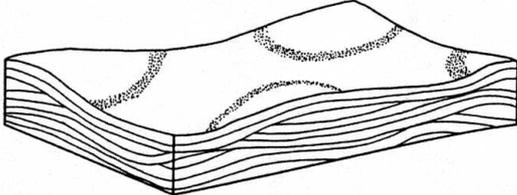


## Anexo II – Alguns Fósseis e Pistas do Ordovício e Silúrico

Grupo	Ilustração	Breve referência
Graptólitos		<p>Invertebrados marinhos; existem formas bentônicas e plânctônicas. Os graptólitos plânctônicos do Ordovício estão associados a xistos negros ampelitosos formados em mares tranquilos, possivelmente não muito profundos nem demasiado afastados da costa.</p>
Braquiópodes		<p>Invertebrados marinhos com duas valvas diferentes; habitavam preferencialmente as zonas neríticas (plataforma continental) fixando-se ao fundo mediante um pedúnculo. Foram o grupo de invertebrados marinhos mais importante durante o Paleozóico antes de regredirem cedendo lugar aos bivalves.</p>
Trilobites		<p>Artrópodes que ocuparam quase todos os biótopos marinhos encontrando-se formas bentônicas, pelágicas e plânctônicas que viviam a diferentes profundidades mas, preferencialmente, ocupavam a região nerítica. São fósseis característicos do Paleozóico que por isso se chama a "Era das Trilobites".</p>
<i>Cruziana</i>	 <p style="text-align: right;"><i>Cruziana goldfussi</i></p>	<p>Pistas constituídas por dois sulcos paralelos; da zona axial partem nervuras dispendo-se oblíqua ou transversalmente ao eixo central. Quase todos os autores atribuem estas pistas às Trilobites. A icnofácies <i>Cruziana</i> é característica de ambientes costeiros, próximo das margens, i é, de águas pouco profundas. São considerados "fósseis guia" do Quartzito Armoricano.</p>
<i>Scolithus</i>		<p>Tubos cilíndricos, cujo diâmetros raramente ultrapassa 1 cm, escavados por animais no sedimento; dispõem-se perpendicularmente à estratificação podendo aparecer vários na mesma camada. A icnofácies <i>Scolithus</i> é característica de ambientes marinhos de águas pouco profundas cujos níveis de energia são relativamente elevados associados a ondas ou correntes.</p>



### Anexo III – Algumas Estruturas Sedimentares

Estrutura	Ilustração	Descrição
<b>Estratificação</b> e <b>Laminação</b>		<p>Estratificação - é a disposição das rochas em sucessivos estratos. As superfícies de estratificação constituem os limites inferior e superior de cada estrato e representam uma pequena interrupção na deposição ou uma mudança abrupta nas características dos sedimentos.</p> <p>Laminação - é a disposição sucessiva de lâminas dentro de um estrato.</p>
<b>Laminação Paralela</b>		<p>As lâminas de um estrato orientam-se paralelamente umas às outras e à superfície de estratificação.</p>
<b>Laminação cruzada</b>		<p>Numa sequência de camadas simples, ou de uma unidade de sedimentação, aparecem lâminas inclinadas em relação à superfície principal de sedimentação.</p>
<b>Marcas de ondulação "Ripple-marks"</b>		<p>Marcas de ondas que se apresentam sob a forma de cristas mais ou menos paralelas. A migração do "ripple" origina diferentes aspectos de laminação cruzada. Em função do seu tamanho, os "ripples" podem ser divididos em pequenos e grandes ( "mega-ripples")</p>
<b>Tempestitos "Hummocky Cross-Stratification"</b>		<p>Estrutura que constitui um tipo particular de laminação cruzada e cuja formação está associada à acção de tempestades. Nesta estrutura, a laminação apresenta um pequeno ângulo de mergulho.</p>



## **ANEXO VI**

### **Materiais de apoio à Unidade Pós - Saída de Campo integrada na planificação da unidade**

#### **“Os Grandes Acontecimentos da História da Terra”:**

- ✓ *Ficha de trabalho N.º 2* – A história geológica do Sinclinal do Buçaco
  
- ✓ *Questionário* - Documento de Avaliação da Saída de Campo

## Ficha de Trabalho N.º2

**Assunto:**

### A história geológica do Sinclinal do Buçaco

1 - Analise a coluna estratigráfica síntese (Fig. 1) das formações presentes no corte do Rio Ceira e compara-a com os dados de campo recolhidos durante a saída de campo realizada.

2 - De acordo com a coluna da figura 1 e os dados de campo, refira qual a litologia dominante do:

- a) Ordovícico Inferior.
- b) Ordovícico Médio.
- c) Ordovícico Superior.

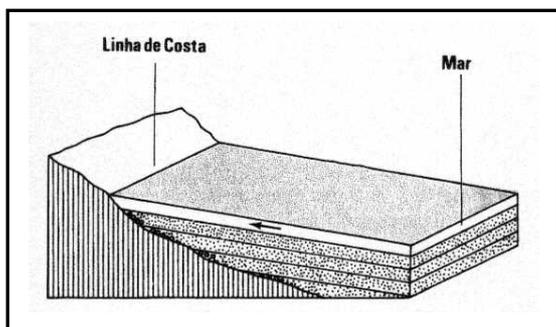
3 – Refira a idade da actividade magmática verificada no Buçaco.

4 – A característica dominante da sequência estratigráfica apresentada na figura 1 é a alternância de níveis areníticos e de níveis pelíticos.

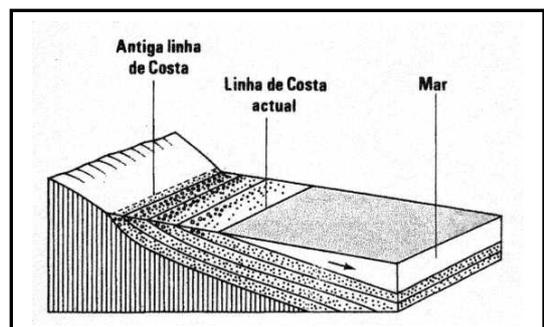
Apresente uma explicação para esta alternância tendo em consideração os seguintes factos:

**Facto A:** Ao longo da história geológica, as linhas de costa têm variado de posição.

**Facto B:** Se os continentes se afundam ou se o nível do mar sobe, a linha de costa avança pelo continente (Fig. 2). Pelo contrário, se os continentes se elevam ou o nível do mar desce, a linha de costa recua (Fig. 3).



**Fig. 2** – O afundamento dos continentes ou a subida dos mares origina o avanço da linha de costa pelo continente.



**Fig. 3** – O levantamento dos continentes ou a descida dos mares origina o recuo da linha de costa.

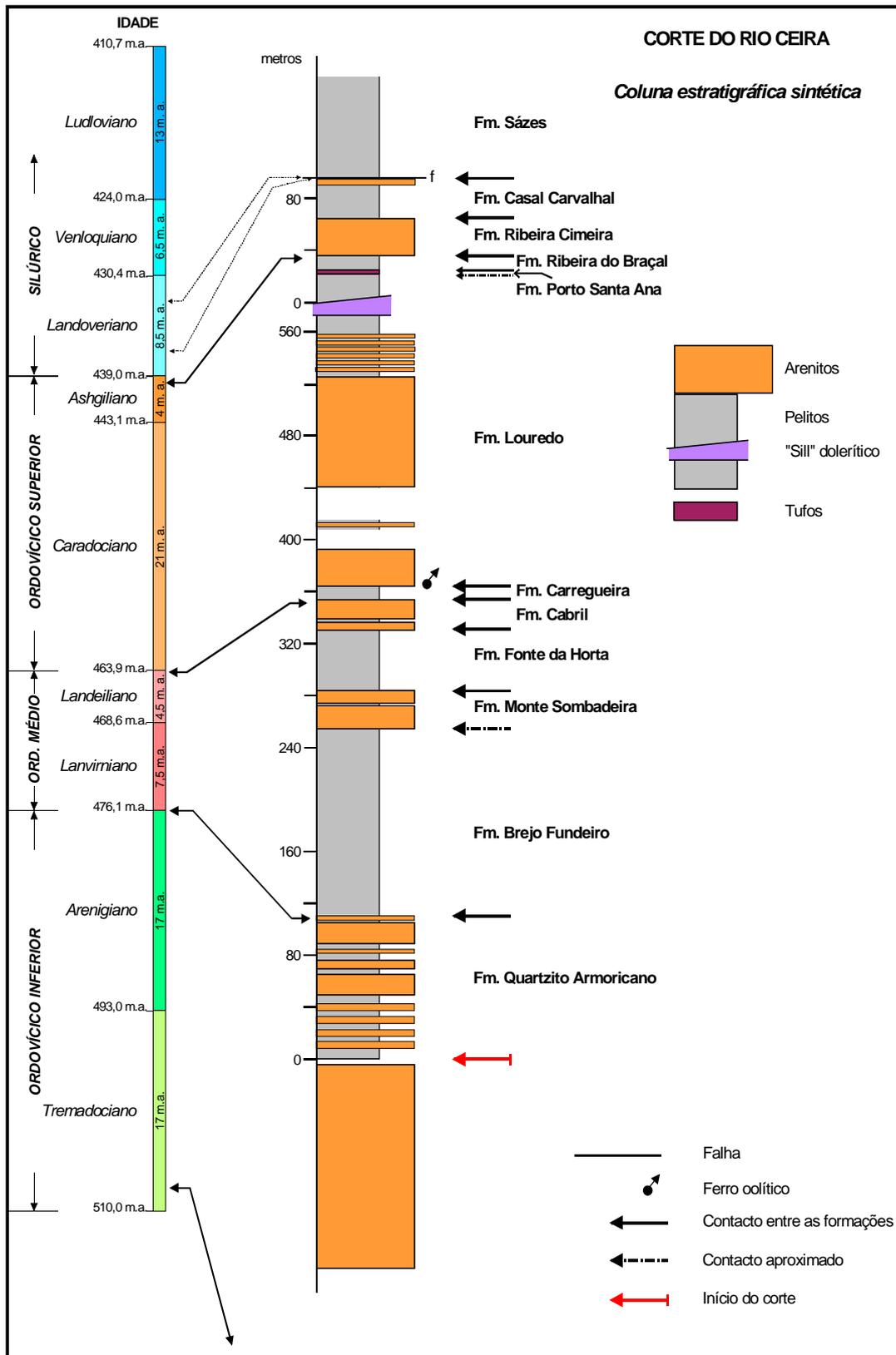
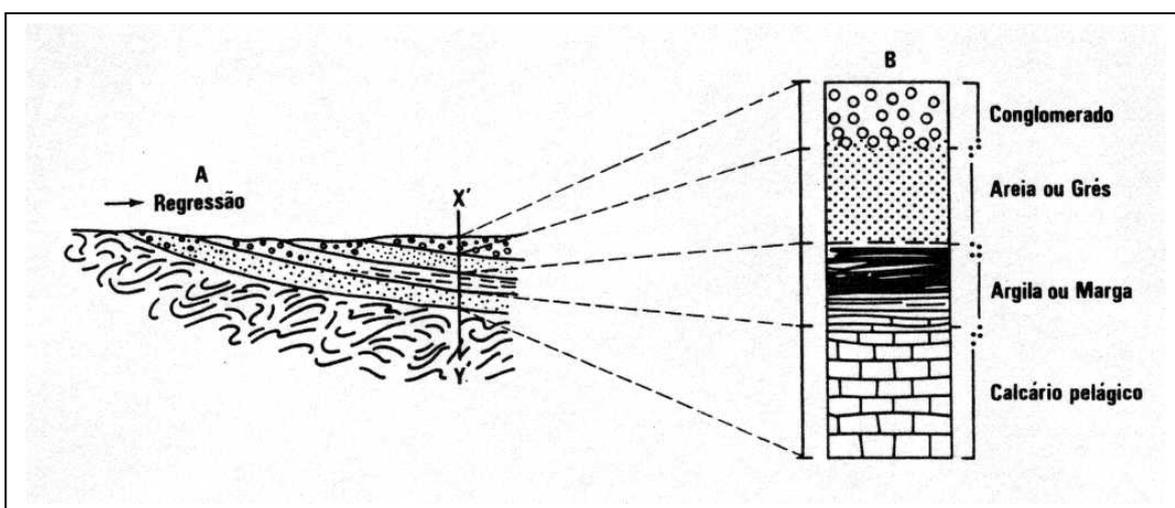
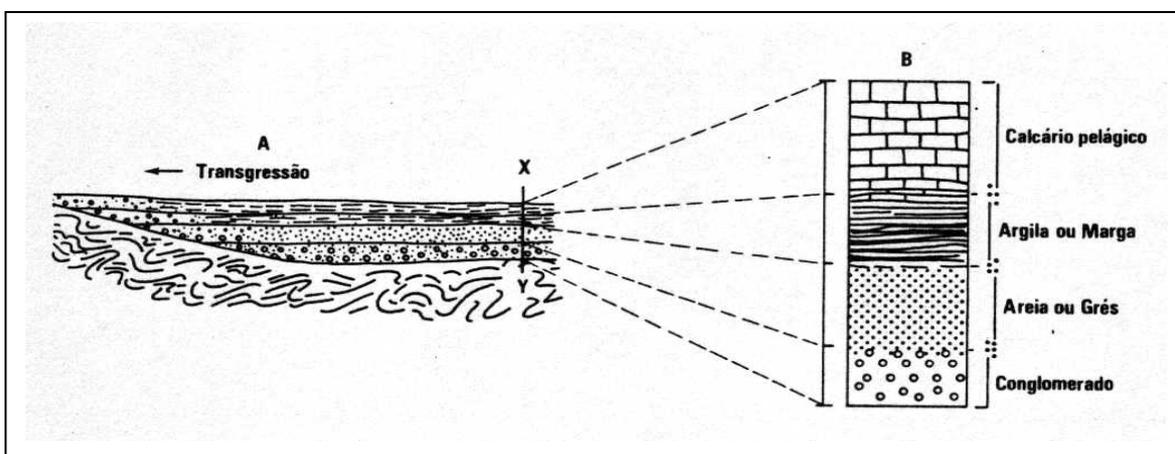


Fig. 1 – Coluna estratigráfica sintética do corte do Rio Ceira.

**Facto C:** Quando os mares galgam as terras estamos em presença de uma Transgressão da qual resulta a passagem gradual, da base para o topo, de sedimentos detríticos grosseiros a sedimentos detríticos finos (ou de sedimentos detríticos a sedimentos não detríticos) (Fig. 4). Esta sequência chama-se de sequência positiva ou normal.

**Facto D:** Quando os continentes sobem ou os mares descem estamos em presença de uma **Regressão** (Fig. 5) em que a passagem gradual é em sentido inverso à da sequência positiva o que denuncia uma diminuição de profundidade do local de sedimentação e, por isso, constitui uma sequência negativa ou inversa.

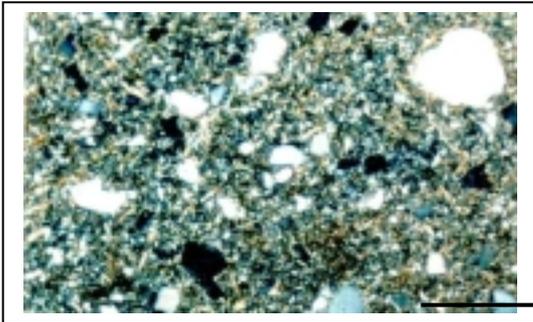


5 – As formações Ribeira do Braçal e Ribeira Cimeira são interpretadas como resultantes de um período regressivo associado à glaciação que afectou o topo do Ordovício.

5.1 – Com base na litologia dominante destas formações, justifique tratarem-se de unidades relacionadas com uma regressão.

5.2 – De que modo uma glaciação pode estar relacionada com um período regressivo?

6 - A Formação Casal Carvalho é descrita como sendo formada por siltitos com “dropstones” (siltito onde se encontram dispersos clastos de maiores dimensões) e cuja origem estará relacionada com o degelo de glaciares. Na figura 6 mostra-se a microfotografia de uma amostra de rocha da Fm. Casal Carvalho. Observe-a e apresente uma hipótese explicativa para a formação destes siltitos.



**Fig. 6** – Microfotografia do Siltito com “dropstones” da Fm. Casal Carvalho. Corte do Rio Ceira. Observam-se clastos de quartzo dispersos num material intersticial de quartzo, sericite e clorite. (Nicolis cruzados)

7 – Reunindo todos os dados anteriores, tente reconstituir parte da possível história geológica do Sinclinal do Buçaco.

## QUESTIONÁRIO

Após a Saída de Campo ao corte do Rio Ceira, gostaria de conhecer a tua opinião (gostos e preferências) pela actividade de campo realizada. Peço, por isso, que respondas com sinceridade ao questionário que te proponho.

Ser-te-á dado o tempo necessário para responderes.

O questionário é anónimo e não terá influência na tua avaliação.

Desde já, agradeço a tua colaboração.

\*\*\*\*\*

1. Sexo:

Masculino  Feminino

2. Idade: \_\_\_\_\_ anos

3. Consideras a saída de campo uma actividade:

Muito motivadora.

Motivadora.

Pouco motivadora.

Nada motivadora.

4. Como manifestas o grau de interesse por ti manifestado antes da realização de uma actividade de campo?

Muito interessado.

Interessado.

Pouco interessado.

Nada interessado.

5. Consideras importante a obtenção de informação necessária para a preparação das actividades de campo?

Sim  Não

Porquê?

---

---

---

---

---

6. Como classificas a informação inicial obtida por ti antes da realização da actividade de campo?

- Muito boa.
- Boa.
- Suficiente.
- Insuficiente.

7. O teu comportamento demonstrado durante a realização desta actividade de campo foi:

- Muito bom.
- Bom.
- Insuficiente.

8. Consideras que a apresentação do *Guia de Campo do Aluno* contribuiu de algum modo para o teu envolvimento na execução da actividade proposta?

- Sim     Não

Porquê?

---

---

---

---

---

9. Classifica o Guia de Campo por ti usado quanto:

9.1 - à CLAREZA da informação:

- Muito Clara.
- Clara.
- Pouco Clara.
- Nada clara.

9.2 - Ao TIPO de informação:

- Muito completa.
- Completa.
- Pouco completa.
- Incompleta.

9.3 - à UTILIDADE no campo:

- Muito útil.
- Útil.
- Pouco útil.
- Nada útil.

10. Qual dos parâmetros de observação presente no Guia de Campo te causou maiores dificuldades de preenchimento / execução?

- Orientação no mapa.
- Determinação da atitude das camadas rochosas.
- Descrição.
- Registar (no mapa).
- Todos
- Nenhum.

11. Depois da realização da Saída de Campo, consideras o estudo das rochas uma actividade:

- Muito interessante.
- Interessante.
- Pouco interessante.
- Nada interessante.

12. Como avalias o teu grau de satisfação no final desta actividade ?

- Muito satisfeito.
- Satisfeito.
- Pouco satisfeito.
- Nada satisfeito.

13. Tens algum comentário ou sugestão a fazer à actividade em que participaste ?

- Sim
- Não

Quais ?

---

---

---

---

---

Congratulo-me com a tua  
participação.  
Bem-haja.