

JORGE BONITO

## **ROTEIRO DE CAMPO I**

1. ASPETOS DO COMPLEXO XISTO-GRAUVÁQUICO NA REGIÃO  
ENTRE COIMBRA E TÁBUA

2. ASPETOS GEOTÉCNICOS NA REGIÃO DE AGUIEIRA-  
PENACOVA-ESPINHEIRA



UNIVERSIDADE DE ÉVORA

2022

## ÍNDICE

1 - INTRODUÇÃO .....	3
2 - ITINERÁRIO .....	5
3 - ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO .....	6
4 - O GRUPO DAS BEIRAS NA REGIÃO ENTRE COIMBRA - LOUSÃ .....	7
<i>FORMAÇÃO DO RIO CEIRA</i> .....	7
<i>FORMAÇÃO DE BOQUE-SERPINS</i> .....	8
5 - O GRUPO DAS BEIRAS DA REGIÃO DE S. PAIO .....	8
6 - ASPECTOS GEOTÉNICOS NO IP 3 .....	9
7 - PARAGENS .....	11

## 1 - INTRODUÇÃO

Este *Roteiro de Campo I* integra um conjunto de roteiros dedicados às atividades práticas na educação em Geociências, realizadas em ambientes exteriores à sala de aula<sup>1</sup>. Tem por base o Roteiro para a aula prática da unidade curricular de Didática da Geologia I e II, da Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia, elaborado em 1997, com o título *Atividade prática de campo tradicional: aspetos do Complexo Xisto-Grauváquico na região entre Coimbra e Tábua; aspetos geotécnicos na região de Aguieira-Penacova-Espinheira*.

A grande finalidade desta atividade de campo não é aprender a fazer geologia. A aprendizagem de geologia é contemplada, também, como objetivo, mas descortina-se um outro preliminar: compreender o papel didático das atividades práticas realizadas no campo.

Pretende-se que os alunos conheçam e compreendam determinadas metodologias de ensino, e para tal, uma das melhores formas de aprendizagem é eles submeterem-se a essas mesmas metodologias. A metodologia empregue nesta atividade prática de campo (APC) é, propositadamente, a que é conhecida como “tradicional”, “dirigida” ou “ilustrativa”<sup>2</sup>. Em outros *Roteiros* desta série didática, a metodologia empregue é distinta, utilizando tipologias alternativas, embora o nosso objetivo seja a “vivência” desta forma própria forma de ensinar.

As APC tradicionais servem para revelar ou reforçar os assuntos já abordados na sala de aula. O protagonista de toda a atividade é o professor. É ele o possuidor dos conhecimentos, que tem capacidade para planear o itinerário, as paragens, as atividades e decidir sobre os conhecimentos corretos ou não. O ritmo das atividades desenvolvidas no campo é também determinado pelo professor que transporta consigo uma panóplia de explicações, perguntas e marcos referenciais conferenciais.

O discurso do professor é essencialmente descritivo e em monólogo (com questões retóricas muitas vezes para aliviar a consciência), ilustrado ainda com alguns recursos didáticos, quer gráficos imagéticos ou esquemáticos. Torna-se frequente a exibição de mapas, produção de desenhos ou a realização de alguma demonstração experimental, apresentando sempre o conhecimento como um resultado acabado e dogmático.

---

<sup>1</sup> Cfr. Marques, L., & Praia, J. (2009). Educação em ciência: atividades exteriores à sala de aula. *Terrae Didatica*, 5(1), 10-26. [https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD\\_V-a2.pdf](https://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/v5/pdf-v5/TD_V-a2.pdf).

<sup>2</sup> Cfr. Bonito, J. (2001). *As atividades práticas no ensino das Geociências – Um estudo que procura a concetualização*. Instituto de Inovação Educacional.

O papel do aluno é o de um espectador, que observa necessariamente com um profissional a seu lado, e vai também tomando notas, sendo possível colocar alguma questão ao “guia turístico”. O pensamento reflexivo do aluno é praticamente desprezado e terá constantemente que ser corrigido pelo professor, mesmo quando este o solicita. Não há intenção nem a preocupação de investigar ou discutir, mas simplesmente de apresentar o “já feito”. Haverá depois recolhas de amostras, sem sentido funcional e metodológico, que entre mais nenhuma coisa, servem só para levar para casa.

Esta prática pedagógica assenta no pressuposto didático e psicológico da aprendizagem por transmissão, em que a observação repetida de distintos e diferentes afloramentos, acabará por criar, no aluno, um conjunto de informação enciclopédica, que lhe permitirá assimilar os conceitos abstratos que existem por detrás das imagens reais. Importa por isso revelar o maior número de aspetos. Estes princípios fazem lembrar-nos “*téchnique de massacre*” referida por Gilbert de Landsheere. As operações cognitivas mais frequentes dizem respeito à identificação de fenómenos naturais, formulação eventual de generalizações, que não questionam os modelos científicos dominantes, e memorização das conclusões apresentadas pelo professor.

Porém, as conjeturas de fundamentação não traduzem inteiramente os efeitos conseguidos. Anguita e Ancochea, em 1981, relatam ter utilizado este método durante vários anos, na disciplina de *Princípios Básicos de Geología* do curso de licenciatura em *Ciencias Geológicas* da *Universidad Complutense de Madrid*. Verificaram, gradualmente com os anos de experiência, que a atenção e motivação dos alunos variava ao longo das sucessivas APC. Com maior motivação e atenção dos alunos nas primeiras atividades práticas, constataram um decréscimo rápido à medida que os objetos apresentados se acumulavam ao longo das sucessivas saídas ao campo. Raramente produziam observações críticas, reflexivas e autónomas. Estes autores sempre tiveram a impressão final de que as observações realizadas pelos alunos e a informação daí processada não seriam duradoiras. Um trabalho de Coll, publicado na *Generalitat de Catalunya*, citado por Brusi, em 1992, considera os resultados obtidos de uma aprendizagem deste tipo carenciados de significação e com pouco valor educativo, uma vez que, lógica e psicologicamente, o aluno pode fazê-las memorizando e em outros ambientes mais propícios.

Reduzir por completo, porém, este tipo de atividade – como o fazem alguns autores à luz da defesa da aprendizagem construtivista – é, no nosso entender, perder a visão dos

múltiplos aspetos de toda a psicologia da aprendizagem e dos próprios objetivos educacionais que requerem orientações metodológicas de ensino diversificadas e centradas na meta primeira a atingir. Tais considerações resultam proveitosas quando se pretende, por exemplo, revelar uma visão e conhecimento geral e rápido de uma determinada zona. Outros exemplos indicadores para a adoção deste tipo de APC seriam cursos breves, visitas guiadas, saídas práticas inseridas numa reunião de trabalho, além de outras atividades destinadas a adultos, onde o que nos interessa é um rápido e amplo conhecimento de toda uma zona.

Alguns dos aspetos referidos no roteiro desta APC foram extraídos do *Livro Guia da Excursão B<sup>3</sup>* do 3.º Congresso Nacional de Geologia, realizado em Coimbra, em outubro de 1991.

Além dos objetivos e aspetos didáticos já apontados, existem cumulativamente objetivos científicos, uma vez que aqueles objetivos não são autónomos, tendo de estar intimamente ligados à construção de conhecimentos. Sem a consideração dos conteúdos a metodologia científica fica desvirtuada. Foram assim definidos dois objetivos a nível do conhecimento geológico:

- Conhecer alguns aspetos da caracterização litostratigráfica e estrutural do Complexo Xisto-Grauváquico (CXG) (Grupo das Beiras) na transversal Coimbra-Penacova-Tábua;
- Compreender alguns problemas geotécnicos relacionados com a implantação de grandes estruturas de engenharia (Barragem da Aguieira e IP 3) em formações geológicas do Grupo das Beiras (CXG) e no Paleozoico do Buçaco;
- Compreender as relações entre formações meso-cenozoicas e unidades infrajacentes nalguns locais que se reportam de interesse.

## **2 – ITINERÁRIO**

O percurso completo é feito a partir da cidade de Coimbra. Segue-se pela EN 17, de Ceira a Poiães. Um pouco adiante de S. Martinho da Cortiça, desvia-se para Covelo, S. Paio, S. Pedro de Alva até à Barragem da Aguieira.

---

<sup>3</sup> Sousa, M. B., Pereira, L. C. G., Saraiva, A. L. A., & Silva, F. G. (1991). *Livro guia da excursão B*. Coimbra: 3.º Congresso Nacional de Geologia.

Chegando ao IP 3, segue-se até Penacova, Espinheira, Botão até se encontrar o nó de Trouxemil (EN 1), por onde se regressa para Coimbra (Figura1).

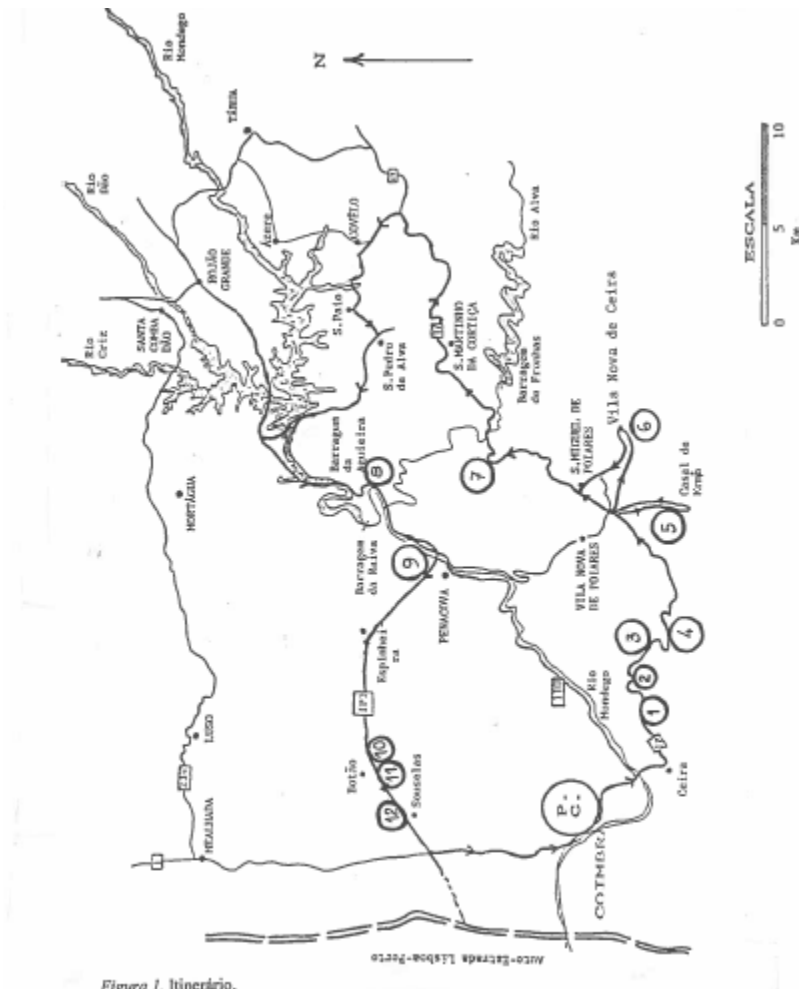


Figura 1. Itinerário.

Figura 1. Itinerário.

### 3 – ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO

Na região a visitar, enquadrada entre Coimbra – Lousã – Arganil – Tábua – Penacova – encontram-se alguns traços principais da Geologia de Portugal:

- Contacto entre o Maciço Hespérico e a Orla Meso-cenozoica ocidental;
- Limite entre a Zona Centro Ibérica (ZCI) e a Zona de Ossa Morena (ZOM) (a denominada falha de Coimbra);
- Sinclínrio do Buçaco – Penedos de Góis, com a sequência do Paleozoico Inferior estudada e cartografada há mais tempo em Portugal;
- Bacias Cenozoicas da Lousã – Arganil e Mortágua;

- CXG – Grupo das Beiras.

Recorde-se que o CXG é uma unidade geológica que engloba tradicionalmente o Grupo do Douro e o Grupo das Beiras, cuja individualização assenta nos seguintes pressupostos:

- Litostratigráfica bastante dos dois grupos;
- Presença de rochas carbonatadas, exclusiva do Grupo do Douro, implicando, pois, uma paleogeografia individualizada;
- Idade provavelmente diferenciada dos dois Grupos;
- Distintas relações com o Paleozoico Inferior.

O Grupo das Beiras aflora em considerável extensão na Beira Baixa e Beira Litoral e estende-se até ao limite da ZCI / ZOM. O conhecimento litostratigráfico deste grupo é ainda restrito, mas esboça-se já a sua caracterização em alguns domínios.

#### **4 – O GRUPO DAS BEIRAS NA REGIÃO ENTRE COIMBRA – LOUSÃ**

A cartografia geológica da folha n.º 19-D (Coimbra-Sul), permitiu individualizar no Grupo das Beiras duas unidades litostratigráfica que apresentam as seguintes características (da base para o topo):

##### *FORMAÇÃO DO RIO CEIRA*

Unidade essencialmente grauvacóide, em que os estratos metagrauváquicos apresentam espessura normalmente métrica, ultrapassando por vezes os dois metros. São frequentes níveis com *slumps*, fácies caóticas, figuras de base tipo *flute*, figuras de carga. Normalmente as bancadas metagrauvacóides mostram-se maciças ou com características de turbiditos clássicos. Ainda que se observem algumas intercalações xistentas, os interturbiditos têm, no entanto, uma expressão reduzida.

Para o topo da unidade os interturbiditos caracterizam-se pela existência de finos leitos milimétricos a centimétricos grafitosos a que se associam frequentemente finos níveis de pirite, por vezes em cristais bem desenvolvidos. Este aspeto revelou-se bastante importante como nível de referência.

### FORMAÇÃO DE BOQUE-SERPINS

Trata-se de uma formação fundamentalmente xistenta, genericamente constituída por xistos cinzentos-escuros, laminados. A passagem entre as duas unidades é gradual. Apesar do carácter xistento observam-se, contudo, não raramente, intercalações de metagrauvaques, com características semelhantes às da unidade inferior.

Em termos paleogeográficos, as características apontadas para a formação do Rio Ceira parecem sugerir uma disposição em zona próxima de talude (provável área de alimentação a Oeste).

Do ponto de vista tectónico, a região mostra-se intensamente fraturada, com falhas de orientação NE-SW, NW-SE, E-W e N-S.

O dobramento, de uma maneira geral, é relativamente suave, e expressa sobretudo a atuação da  $F_1$  hercínica. Os eixos destas dobras têm orientação geral N 60°-70° W, com mergulhos normalmente pouco acentuados (20° a 30°, mais frequentes para SE). Assinala-se uma clivagem, normalmente pouco penetrativa dos metagrauvaques. A  $F_2$  hercínica é de difícil observação macroscópica, manifestando-se, contudo, por clivagem sobretudo visível ao microscópio.

A região terá sofrido um dobramento ante-hercínico inferido pela flutuação dos eixos das dobras.

## 5 – O GRUPO DAS BEIRAS DA REGIÃO DE S. PAIO

Na região de S. Paio-Ázere, no flanco SW da crista do Ordovícico, aflora um conjunto de materiais, caracterizado por alternâncias de xistos argilosos de metagrauvaques e quartzitos, nos quais até hoje não se identificou macrofauna.

Os quartzitos referidos possuem carácter fortemente silicioso (ou recristalizado) e o seu aspeto maciço, com possanças decimétricas a métricas e tonalidades frequentemente claras, torna-os difíceis de distinguir de alguns níveis do *Arenig* que, em relação a estes, possuem granulometria sistematicamente mais grosseira.

Os xistos argilosos e grauvaques finos evidenciam, com frequência, uma nítida alteração para tons esbranquiçados, semelhantes a algumas alternâncias da base do Ordovícico.



Identificam-se dobramentos métricos a decamétricos de eixos horizontais e verticalizados, por vezes bem evidenciados na topografia através de materiais mais duros e competentes.

Esta estruturação, diferente da que se verifica no Ordovícico, onde o rumo geral da estratificação aponta para um dobramento em sinclinais e anticlinais, individualiza aquele conjunto desta formação; a sua separação foi reforçada pela identificação local dum nível conglomerático. Assim, a sequência litológica situada no flanco SW do Ordovícico será um conjunto independente, configurável com o CXG.

A Sul da área estudada, foi possível identificar uma estreita faixa de materiais vinosos, constituída por xistos, grauvaques e microconglomerados, com alguma bioturbação e pistas, entre o *Arenig* e o CXG, atribuível ao Tremadociano

O CXG apresenta, também ele, acentuada rubefação nos mesmos tons vinosos, em faixas localizadas, em geral próximas do contacto com o Ordovícico e/ou nas proximidades de depósitos terciários, com cascalheiras presumivelmente resultantes do desmantelamento de níveis do Tremadociano.

## **6 – ASPECTOS GEOTÉNICOS NO IP 3**

A estrada Raiva-Trouxemil faz parte do IP 3, que liga Figueira da Foz – Coimbra – Viseu – Vila Real – Vila verde da Raiva. A construção deste lanço, com aproximadamente 22 km de extensão, iniciou-se em fevereiro de 1987 e terminou em agosto de 1991.

Durante a fase de construção surgiram algumas dificuldades devidas às características geológicas e geotécnicas dos terrenos aflorantes e essencialmente relacionadas com:

- Fundações da ponte sobre o rio Mondego junto à Livraria do Mondego; dificuldades em fundar um pilar devido à existência de caixa de falha;
- Fundações da ponte sobre a Ilha da Celga devido ao aparecimento de uma gruta nos calcários; e
- Instabilização dos taludes de escavação e, em muito menor extensão, de aterro.

Dos aspetos referidos relativamente às fundações da ponte sobre a Ilha da Celga, tiveram particular importância os deslizamentos verificados ao km 15,800 e os basculamentos ao

km 18,960. O deslizamento ocorrido ao km 15,800 ficou, no essencial, a dever-se à ação conjugada da existência de depósitos de vertente com uma significativa espessura (2-3 m) e de significativos caudais de água.

Inicialmente o talude tinha uma inclinação de aproximadamente 35° e uma banqueteta, ao passo que após a movimentação ficou com duas banquetetas e uma inclinação H/V = 2/1 (30°).

O primeiro deslizamento, ocorrido em dezembro de 1988, e as movimentações seguintes, afetaram a base do talude, pelo que foi necessário subir a cota da rasante em 2 m. Paralelamente, suavizou-se a geometria do talude com remoção de aproximadamente 50.000 m<sup>3</sup> de solo (custo de cerca de 240.000 €) e instalaram-se 13 drenos protegidos na interface com o maciço *in situ* por manta geotêxtil de poliéster.

As leituras das movimentações, efetuadas em quatro inclinómetros, permitiram constatar uma acentuada estabilização a partir de abril de 1989.

No talude ao km 16,950 há a considerar o efeito preponderante da água. Indique-se que um operário observou por água “pressurizada” a sair dos xistos grafitosos através de um tubo de PVC com 10 cm de diâmetro. A estabilização foi assegurada pela drenagem das águas mais profundas através de drenos com seixo e geotêxtil e de gabiões de malha hexagonal, na base destes. A drenagem das águas superficiais é feita por calhas de meia cana.

No km 18,800, a instabilização manifesta-se por basculamentos nos domínios em que ocorrem quartzitos micáceos, grés micáceos, siltitos, mediana a muito alterados W<sub>3</sub>-W<sub>5</sub> e com espaçamento das descontinuidades próximas a muito próximas W<sub>4</sub>-W<sub>5</sub>, o que é visível no talude de escavação. Na parte do talude em aterro aparecem fraturas de tração com significativas aberturas (que podem atingir 0,10 m) e com andamento paralelo ao da estrada.

A estabilização está a ser assegurada por:

- malha metálica de proteção de taludes, para atenuar o efeito da eventual queda de blocos de pequenas dimensões;
- muros de gabiões de malha hexagonal; e
- betão projetado.

Anote-se que a instabilidade é significativamente mais elevada em tempos de maior pluviosidade, o que é devido ao facto de os siltitos e grés micáceos se transformarem num solo quando imersos em água durante duas horas.

## 7 – PARAGENS

<i>Paragem 1:</i>	S. Frutuoso
<i>Observações:</i>	Aspetos da Série Negra
<i>Descrição:</i>	A Série Negra é caracterizada neste local pela ocorrência de xistos luzentos e micaxistos, geralmente de cor escura, mostrando acentuada deformação que se expressa pela presença de diversas foliações e tipos de dobras. De notar a existência de lentículas quartzosas resultantes do processo de exsudação.

<i>Paragem 2:</i>	S. Frutuoso
<i>Observações:</i>	Relação Série Negra – CXG
<i>Descrição:</i>	O limite entre a ZCI e a ZOM manifesta-se através de uma zona de vale, que materializa uma zona de fratura, correspondendo à chamada zona de cisalhamento Porto-Coimbra Tomar.

<i>Paragem 3:</i>	Estrada da Beira, km 14,70
<i>Observações:</i>	Perfil da Formação Rio Ceira.
<i>Descrição:</i>	Sequência de Metagrauvaques em pacotes espessos, com raras e reduzidas intercalações de fácies siltito-lutíticas, finos leitos carbonosos com níveis de pirite associados. Estruturas sedimentares tipo <i>flutes</i> , <i>grooves</i> , <i>slumps</i> , sequências de turbiditos clássicos, <i>etc.</i> Dobramento de fraturação.

<i>Paragem 4:</i>	Ponte de Segade
<i>Observações:</i>	Aspetos da Formação de Boque-Serpins (Ponte de Segade)
<i>Descrição:</i>	Frequência finamente estratificada, com xistos laminados, intercalações de finos leitos carbonosos, figuras de carga, estratificação involuta, <i>etc.</i> Dobramentos e fraturação.

<i>Paragem 5:</i>	Estrada da Beira-Cruzamento de Poiares (estrada para Casal de Ermio)
<i>Observações:</i>	Acidente cavalgante de S. Pedro Dias
<i>Descrição:</i>	O CXG cavalga os depósitos terciários da bacia da Lousã. Acidente mais ou menos paralelo ao acidente da Nazaré, na região da Lousã.

<i>Paragem 6:</i>	Vila Nova de Ceira (à entrada da povoação)
<i>Observações:</i>	Deformação no CXG
<i>Descrição:</i>	Dobras hercínicas com diferentes tipologias.

<i>Paragem 7:</i>	Serra de S. Pedro Dias
<i>Observações:</i>	Discordância angular
<i>Descrição:</i>	Discordância angular dos depósitos cretácicos designados por "Grés do Buçaco" sobre o Paleozoico Inferior.

<i>Paragem 8:</i>	Nó da Raiva
<i>Observações:</i>	Instabilidade de taludes
<i>Descrição:</i>	Aspetos deslizamentos provocados por características geoestruturais.

<i>Paragem 9:</i>	Livraria do Mondego-Espinheira (IP3)
<i>Observações:</i>	Quartzitos do Ordovício.
<i>Descrição:</i>	Observação da instabilidade dos taludes de escavação e das obras de "retenção"

<i>Paragem 10:</i>	Botão
<i>Observações:</i>	Bacia do Pérmico
<i>Descrição:</i>	Na região do Buçaco, o Pérmico ocorre preenchendo bacias límnicas continentais, caracterizando-se por conglomerados compactos constituídos por materiais de diversas naturezas e tamanhos, sendo as bacias controladas tectonicamente por fraturas.

<i>Paragem 11:</i>	Botão
<i>Observações:</i>	Relação do grés de Silves com o Paleozoico.
<i>Descrição:</i>	O Triásico assenta discordantemente sobre a Série Negra. A mega sequência A tem tonalidades avermelhadas e clastos diversos.

<i>Paragem 12:</i>	Souselas
<i>Observações:</i>	Fraturação do Mesozoico ( <i>graben</i> e <i>horst</i> )
<i>Descrição:</i>	Observação das litologias exploradas para a fabrica de cimento de Souselas (CIMPOR) e da fraturação do Mesozoico, que neste local se caracteriza pela ocorrência de falhas normais ocasionando pequenos <i>grabens</i> e <i>horsts</i> . Observam-se também belemnítídeos.