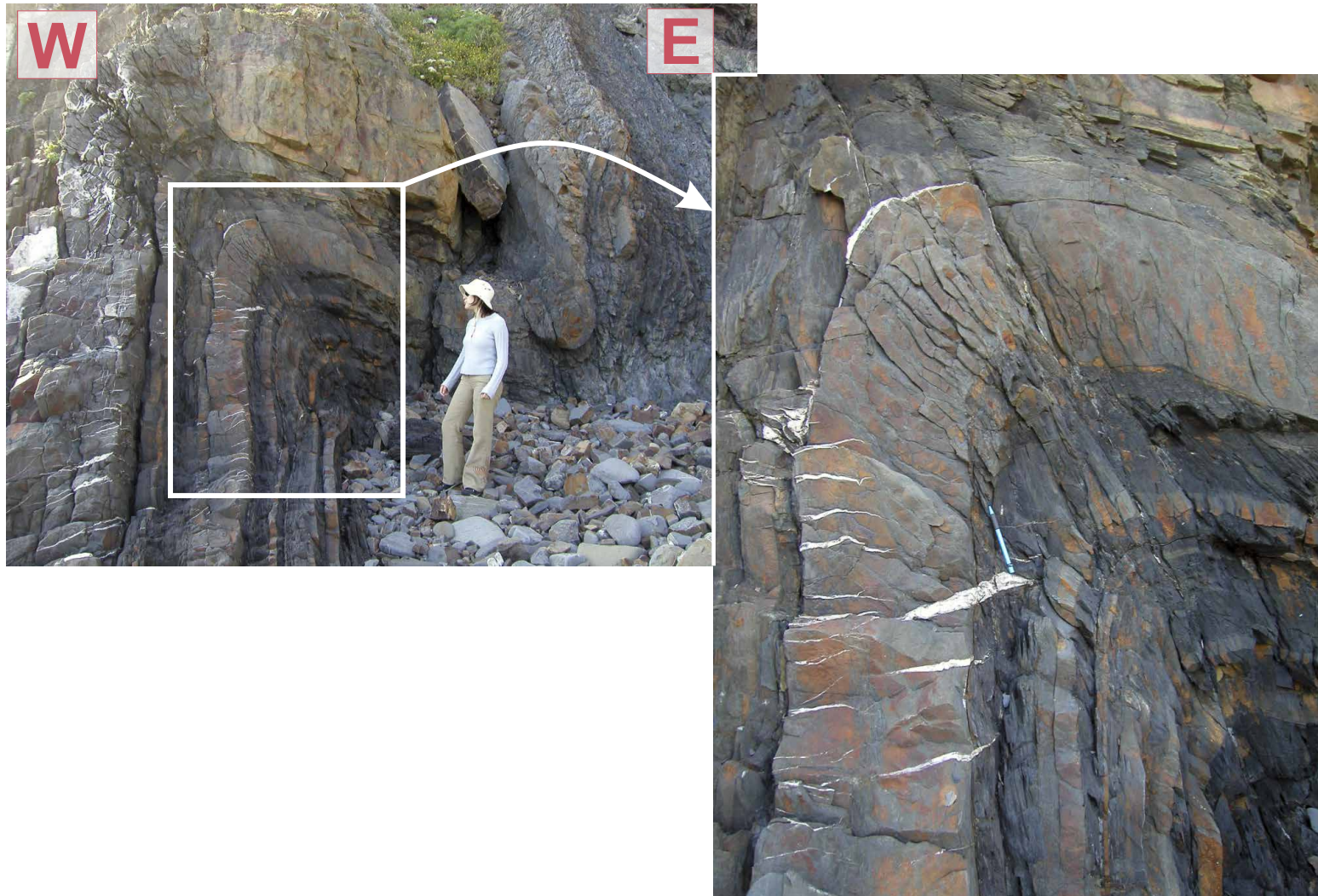


As fotografias são de uma sequência dobrada de grauwagues e ardósias do Carbonífero junto ao porto de pesca da Arrifana perto de Aljezur, na costa ocidental de Portugal.

Faz o ou os esquemas do afloramento que achares importantes para realçar os aspectos com interesse geológico. Descreve e interpreta a formação das estruturas que observas.



4. PORTO DA ARRIFANA

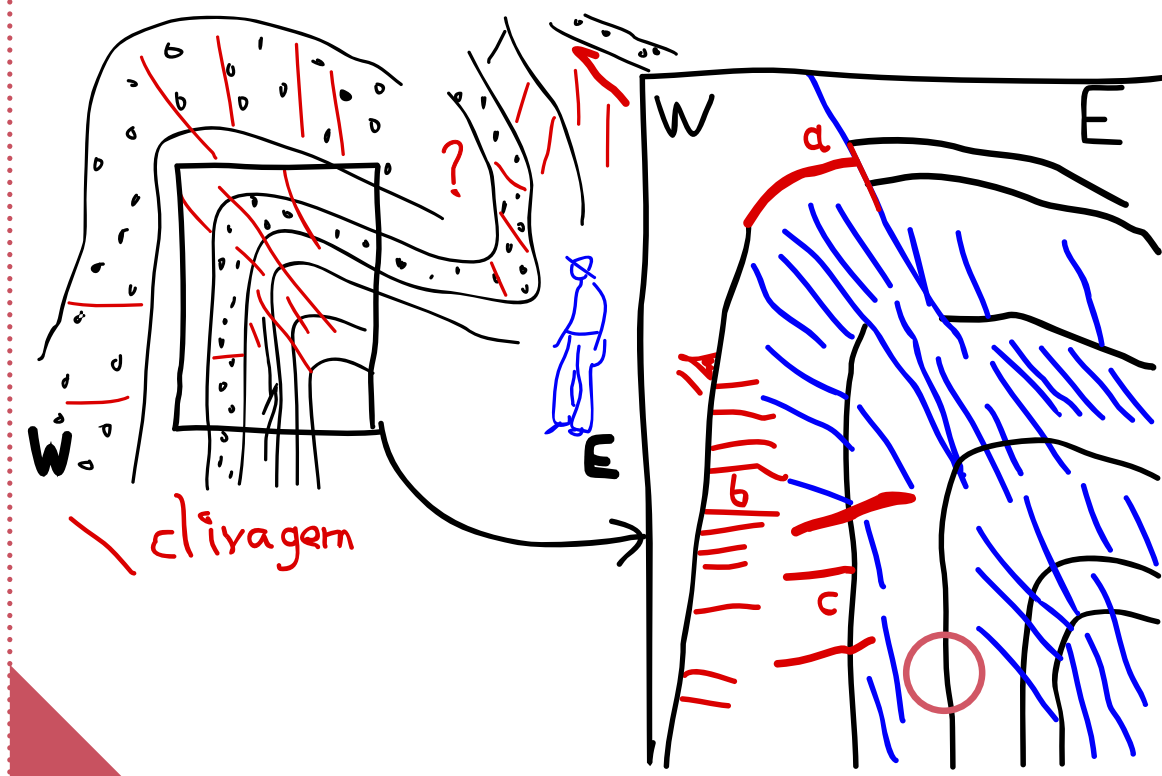
#cienciaivaemcasa

CCV Estremoz resolve:

O aspecto mais evidente neste afloramento é a existência de dobras métricas bem desenvolvidas, afectando uma sequência de camadas centimétricas a decimétricas de grauvaques e ardósias (os níveis cinzentos escuros). Os planos axiais destas dobras não são verticais, apresentando-se inclinados cerca de 50° para E. Como seria de esperar esta inclinação do plano axial resulta das diferentes inclinações entre os flancos das dobras: os flancos que inclinam para E têm inclinações da ordem dos 15° , enquanto os outros flancos tendem a ser sub-verticais.

Tal como no exercício anterior, é bem visível a existência de uma clivagem sub-paralela aos planos axiais das dobras, o que indica que a sua génese estará relacionada com a formação das dobras. Um aspecto interessante é que quando a espessura das camadas de grauvaques se torna maior (*i.e.* a camada representada mais a **W**), a orientação da clivagem tende a dispor-se em leque em relação ao plano axial das dobras.

Esta clivagem em leque é frequentemente encontrada nas litologias mais competentes, como os grauvaques e os quartzitos.



Alguns locais apresentam problemas de continuidade das camadas que não podem ser resolvidos sem a existência de falhas, como assinalado na região marcada com um ponto de interrogação.

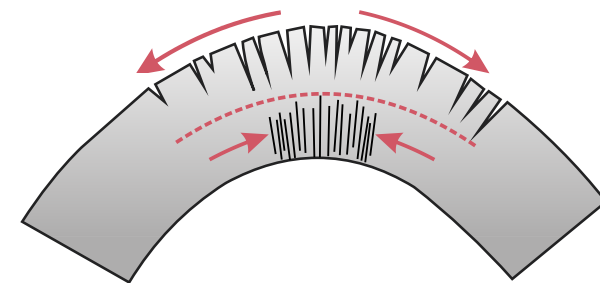
Quando se olha com mais atenção para as estruturas (imagem de detalhe), é possível realçar uma série de pormenores que permitem perceber melhor a sua formação.

Em primeiro lugar, no que diz respeito à **clivagem**, verifica-se que esta assume diferentes aspectos consoante a litologia em que se desenvolve. Nos níveis mais competentes ela surge como uma clivagem de fractura espaçada, tal como é típico nas litologias competentes sujeitas a alguma deformação.

Nas litologias menos incompetentes, a clivagem espaçada dá lugar a uma clivagem mais penetrativa (*i.e.* onde os planos de clivagem são muito próximos), o que dá a esta litologia o aspecto de “massa folhada”; como as superfícies de clivagem são baças e não se vêem cristais a olho nu a rocha pode ser classificada como uma ardósia, o que indica um grau metamórfico baixo.

É também evidente a existência de numerosos **veios de quartzo** brancos. A presença destes veios implica que tenha havido a génese e circulação de fluidos siliciosos, que se depositaram posteriormente em zonas nas quais a deformação induziu a sua abertura, de modo a que os fluidos se pudessem aí depositar (ver exercício anterior sobre as dobras de Moncorvo). Por isso, é importante perceber a orientação e localização dos veios de quartzo. A primeira coisa a realçar é que os veios tendem a aparecer essencialmente nos grauvaques, sendo raros e menos expressivos nas ardósias. Esta diferença de comportamento entre litologias diferentes é muito comum e fácil de explicar. Efectivamente, a existência de veios implica que tenha havido uma fractura por onde os fluidos siliciosos pudessem circular. Como as litologias competentes (como os grauvaques ou os quartzitos) tendem a reagir à deformação fracturando (*i.e.* de uma forma frágil), as litologias incompetentes (como as argilas ou as ardósias) tendem a deformar de uma forma dúctil, por isso é natural que os veios se concentrem nas litologias mais competentes. No que diz respeito à orientação dos veios, verifica-se que eles aparecem em 3 situações diferentes:

- Um **primeiro** grupo de veios **(a)** surge quer no limite entre camadas de grauvaque e de ardósia, nas zonas de charneira, quer ao longo de planos de falha, pois ambos são planos que facilitam a circulação de fluidos. O aparecimento dos veios nas zonas de descontinuidade ao longo das charneiras não são de estranhar, pois o processo de dobramento quando envolve camadas competentes, abre frequentemente espaços nas zonas de charneiras. Por exemplo, o dobramento de um baralho de cartas também tende a abrir espaços vazios nas zonas de charneiras.
- Um **segundo** grupo de veios muito regulares surge no arco externo da dobra nas bancadas de grauvaque espessas **(b)**. A existência de veios desenvolvidos nos arcos externos de bancadas competentes dobradas é frequente, pois ao dobrar o arco externo da dobra sofre extensão, enquanto o arco interno sofre compressão; isto leva a que nos arcos externos se possam formar veios e no interno a compressão origina um maior desenvolvimento da clivagem, situação que é evidente no antiforma deste afloramento.



- Um **terceiro** grupo de veios surge no lado oposto aos veios anteriores (c), sendo mais espesso junto ao limite da camada de grauvaque e diminuindo para o seu interior. A compreensão da génese destes veios leva-nos a um último aspecto importante a discutir, que é fundamental para podermos levar mais longe a análise do afloramento.

Um aspecto fundamental na interpretação/compreensão da estrutura de qualquer região é o conhecimento da **polaridade** das camadas. Na prática, sem o conhecimento da polaridade das camadas apenas podemos falar em antiformas e sinformas, enquanto se esse conhecimento existir poderemos falar em anticlinais e sinclinais. Esta não é uma diferença apenas de pormenor, pois não é uma mera questão de sistemática. Com efeito, os anticlinais e sinclinais permitem determinar a vergência da estrutura regional e este é um conhecimento fundamental para perceber a evolução de uma região... mas é um assunto que não cabe aqui, onde a ideia é interpretar os afloramentos tentando perceber a sua formação.

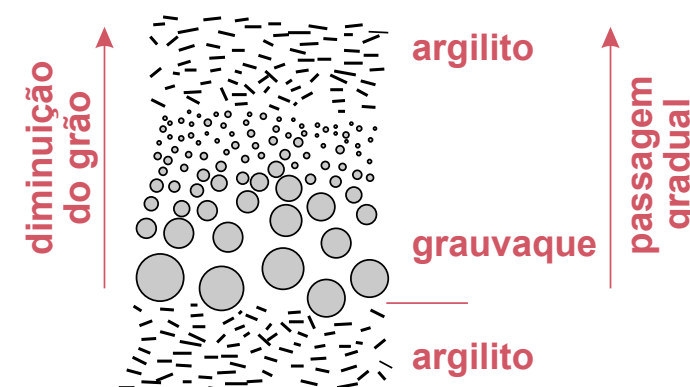
Determinar a polaridade das camadas pode ser feito de várias maneiras, mas quase sempre utilizando critérios sedimentares.

Mais uma vez, este não é o lugar para discutir detalhadamente estes aspectos mas apenas interpretar o afloramento. Diversos critérios podem ser encontrados facilmente nas sequências de turbiditos e um deles é bem visível neste afloramento.

Como foi referido na resolução do **exercício 1 do Telheiro**, as camadas detríticas de grauvaque correspondem a depósitos rápidos de avalanche, enquanto os níveis de argilitos (que o metamorfismo transformou em ardósias), são deposições muito lentas. Como os níveis argilosos são de material muito fino e homogéneo é bastante mais difícil ver aí critérios de polaridade. Pelo contrário, os níveis grauvacóides depositados em ambientes de avalanche conservam frequentemente evidências, que indicam qual o topo e a base das camadas. Um desses critérios é a variação dos grãos detríticos que constituem as camadas de grauvaque.

Na verdade, durante as avalanches ao longo dos taludes continentais que dão origem às camadas de grauvaques, os grãos que as constituem assentam ao longo da coluna de água. A velocidade com que ocorre a deposição de cada grão depende de vários factores, mas os mesmos grãos com a mesma densidade caem de forma desigual se tiverem dimensões diferentes, pois a fricção com a água é distinta; deste modo, os grãos maiores caem primeiro e os mais finos no fim.

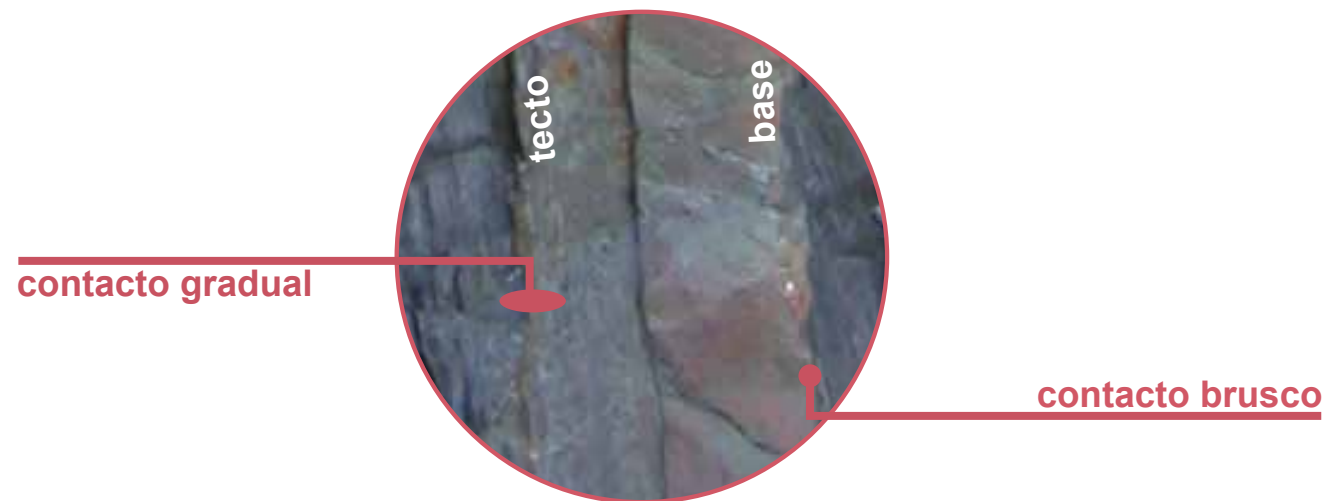
Este processo leva a que as camadas de grauvaque apresentem frequentemente aquilo a que chamamos **gradação positiva**.



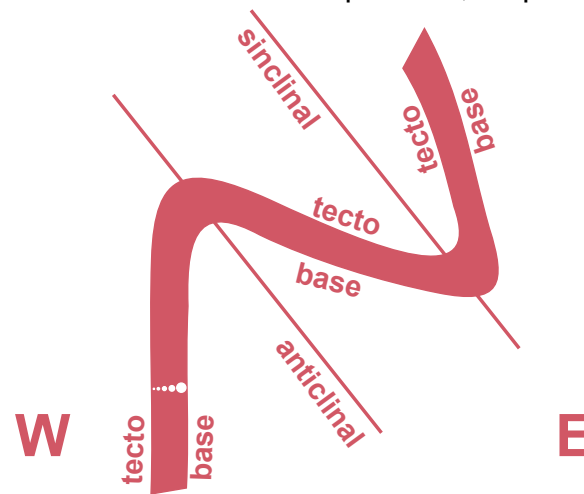
Quando isto acontece, a base da bancada de grauvaque é formada por grãos maiores, cuja dimensão vai diminuindo de uma forma gradual para o topo onde a componente argilosa passa a predominar. Como os grauvaques tendem a ter cores mais claras que os argilitos envolventes, a base das bancadas de grauvaques onde existe gradação positiva (nem sempre isso acontece ou é visível apenas com o auxílio de microscópio), faz um contraste de cor muito nítido com o argilito/ardósia subjacente, enquanto que a passagem à bancada de argilito superior é gradual. Esta diferença de contraste de cores entre bancadas é muito nítido nalguns locais da fotografia das dobras deste exercício.

Em baixo, a imagem mostra em detalhe a zona marcada com um círculo, no esquema de pormenor do antifforma, na página 2, onde é possível observar claramente o contraste brusco entre camadas, que marca a base das camadas de grauvaque...

Consegues descobrir outros locais onde se veja a polaridade sedimentar?

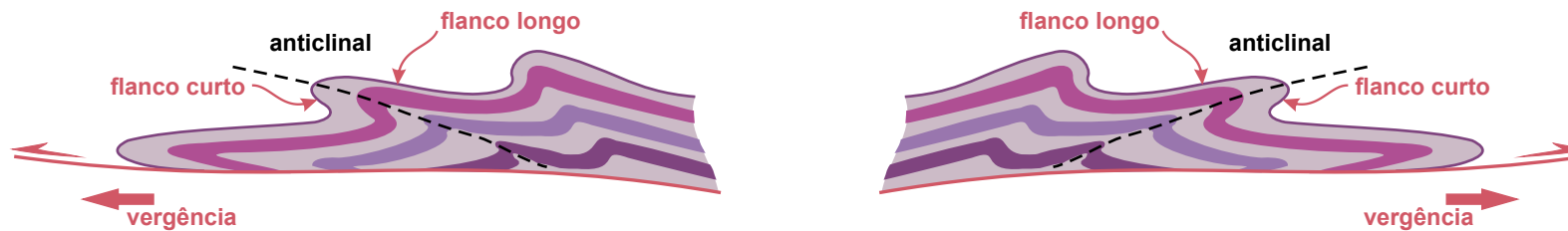


Esta polaridade mostra que o antiforma e sinforma deste exercício correspondem, respectivamente a um anticlinal e a um sinclinal.



Como se referiu anteriormente, o conhecimento da localização dos anticlinais e sinclinais permite determinar a **vergência** da estrutura e por isso perceber para onde ocorreu transporte de material devido à deformação.

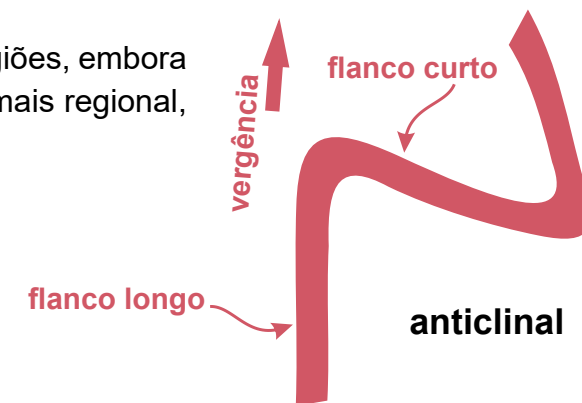
A vergência pode ser definida como o sentido para onde estão voltados os flancos curtos dos anticlinais:



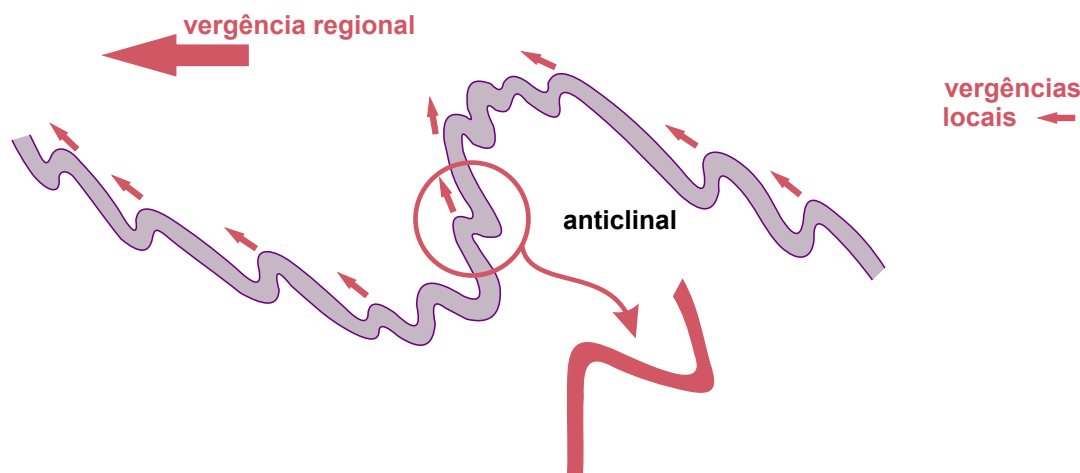
Mas quando aplicamos estes conceitos ao anticlinal da Arrifana, a situação parece ser mais complicada pois em vez da vergência ser para a "direita" ou a "esquerda" como seria de esperar numa tectónica de placas em que os movimentos e a deslocação dos materiais tendem a ser na horizontal, os flancos curtos estão agora voltados para cima...

Esta geometria aparentemente inesperada, não tem nada de estranho e reflecte que a interpretação das regiões, embora seja feita com base naquilo que vemos nos afloramentos individuais, tem que ser colocada num contexto mais regional, dado que só assim poderemos compreender os processos orogénicos que ocorrem a grande escala...

Quando isto é feito...



... percebemos que as dobras da Arrifana são dobras menores de um anticlinal maior e que as vergências que determinámos no nosso afloramento são apenas vergências locais, pois a vergência da grande estrutura regional é para W. Na verdade, as vergências locais variam nos flancos dos dobramentos maiores.



O que torna verdadeiramente fascinante o trabalho de campo é irmos "coleccionando" informação retirada de pequenos afloramentos, que vamos integrando tendo em vista a compreensão da estrutura maior.