



2013/NE

SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE

III SIMPÓSIO DA PROVÍNCIA BORBOREMA

10 a 13 de novembro de 2013

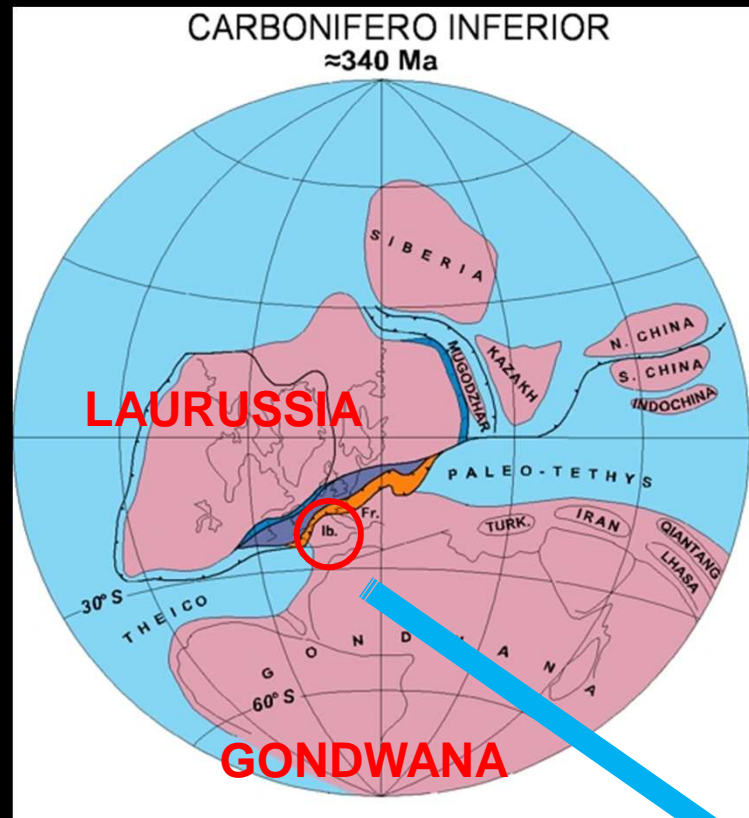
GRANITOS VARISCOS DO CENTRO NORTE DE PORTUGAL

M^a Rosário Azevedo



Departamento de Geociências
Universidade de Aveiro

A COLISÃO CONTINENTAL VARISCA



FINAL PALEOZÓICO

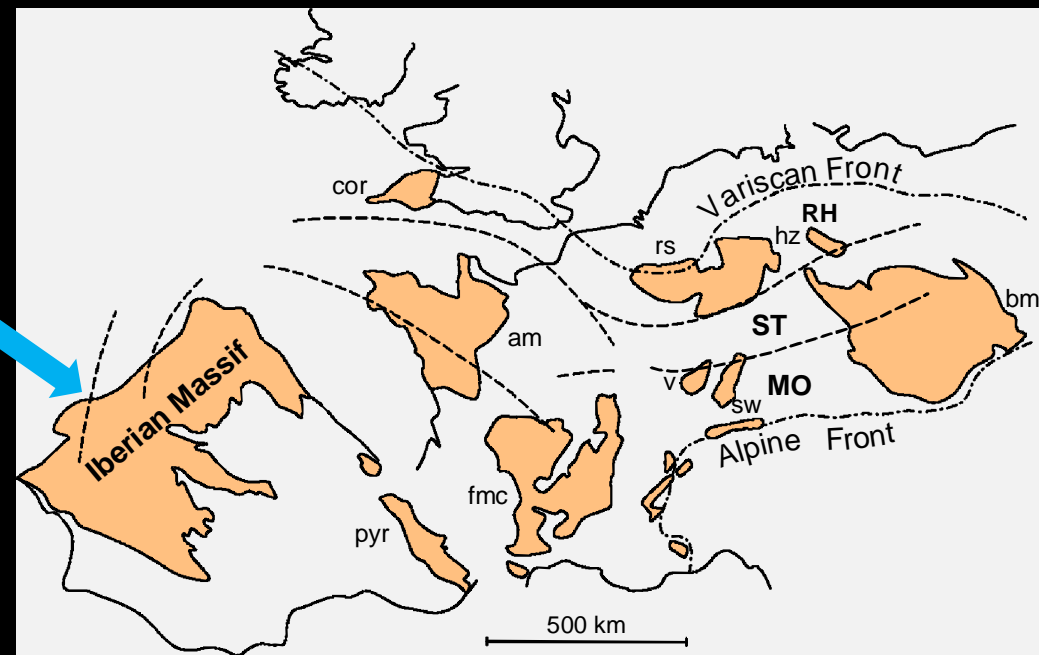
Fecho do Oceano Rheic

Colisão oblíqua dos supercontinentes

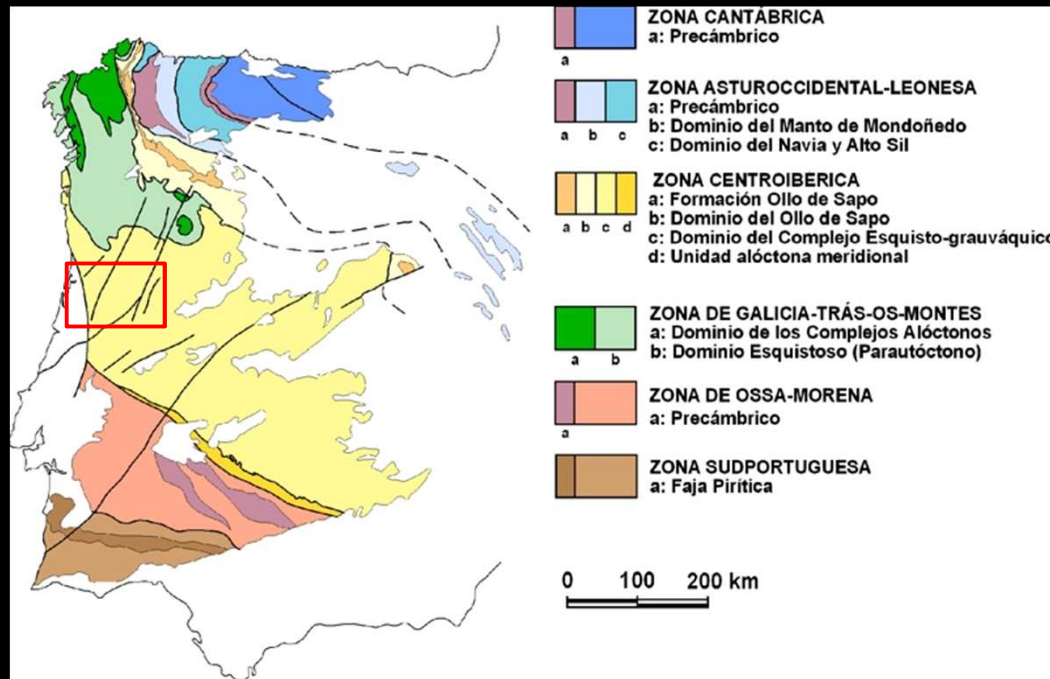
Laurússia e Gondwana ⇒ PANGEIA

MACIÇO IBÉRICO

Parte da margem activa da
Gondwana.



O MACIÇO IBÉRICO E SUA ZONALIDADE

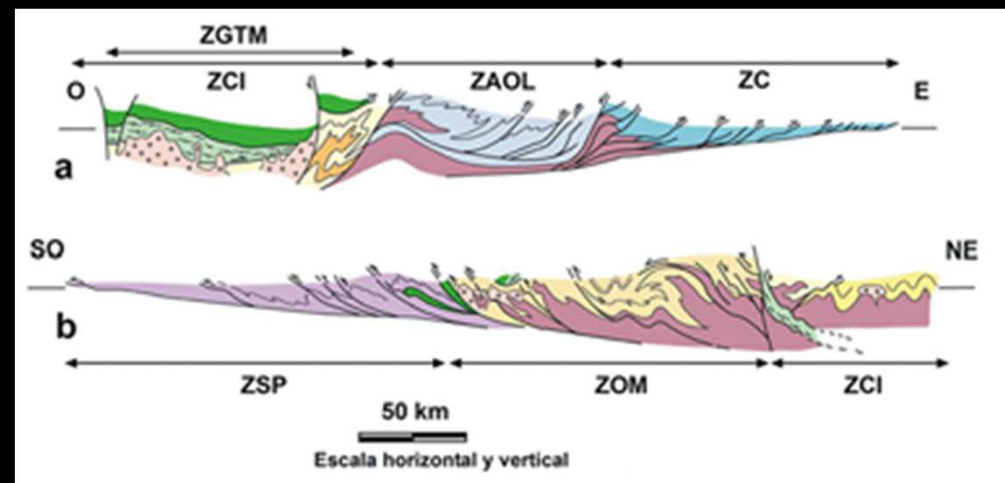


Zonas internas: ZAOL, ZGTM, ZCI E ZOM

- Terrenos com idades entre o Precâmbrico e o Paleozóico Inf.
- Deformação varisca mais precoce e intensa
- Metamorfismo regional atinge grau alto
- Plutonismo granítico abundante

Zonas externas: ZC e ZSP

- Predomínio terrenos do Paleozóico Superior
- Deformação varisca tardia e menos intensa
- Metamorfismo regional baixo grau
- Plutonismo granítico escasso

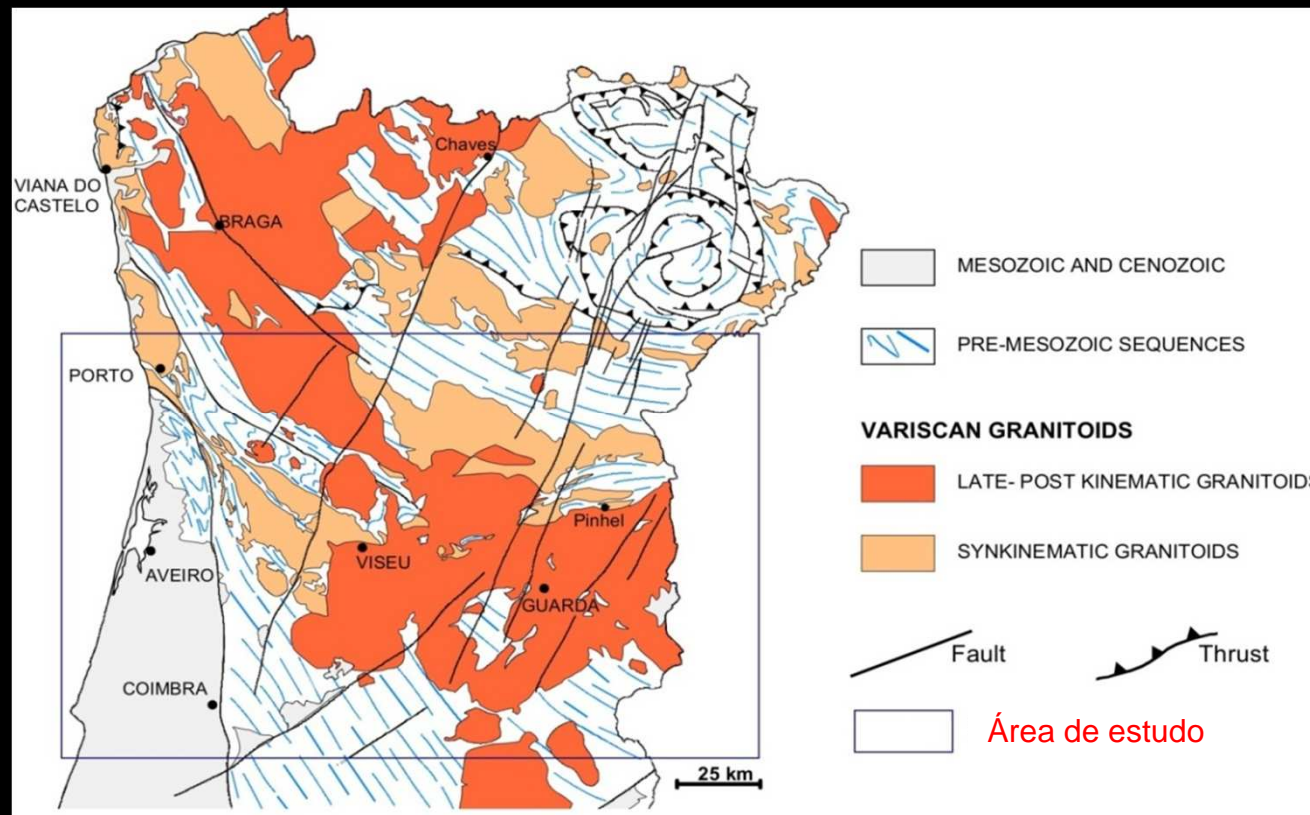


A scenic landscape photograph showing a rocky river valley. The river flows through a series of large, grey, moss-covered boulders. The surrounding hillsides are covered in dense green forest, primarily composed of tall pine trees. In the foreground, there are patches of green grass and yellow wildflowers. The sky is overcast with grey clouds. The text "A ÁREA DE ESTUDO" is overlaid in the center of the image in a bold, yellow, sans-serif font.

A ÁREA DE ESTUDO

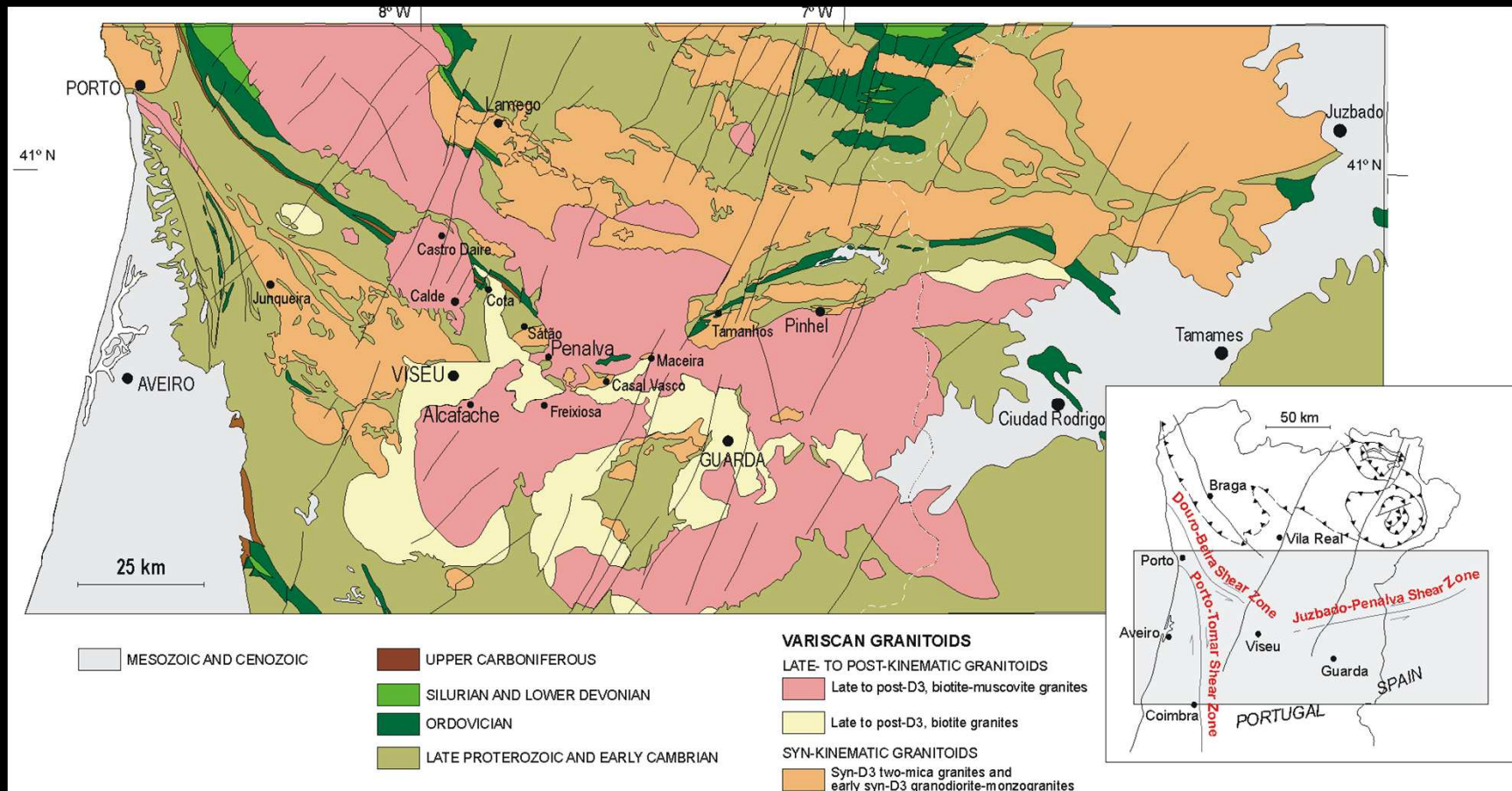
A REGIÃO CENTRO NORTE DE PORTUGAL

- Rochas Proterozóicas e Paleozóicas metamorizadas e dobradas
- Granitóides variscos
 - ↳ Granitóides sin-tectónicos
 - ↳ Granitóides tardi-pós-tectónicos



ENCAIXANTE METAMÓRFICO

- Predomínio de metassedimentos do CXG (Neoproterozóico – Câmbrico)
- Materiais do Ordovícico – Devónico Inferior preservados em sinclinais estreitos e compridos
- Molassos continentais do Carbónico Superior



TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL

D₁ - Fase espessamento crustal

Afecta todas as sequências Pré-Carboníferas
Estruturas com direcção dominante NW-SE
Dobras com uma xistosidade de plano axial - S₁



D₂ - Fase extensional

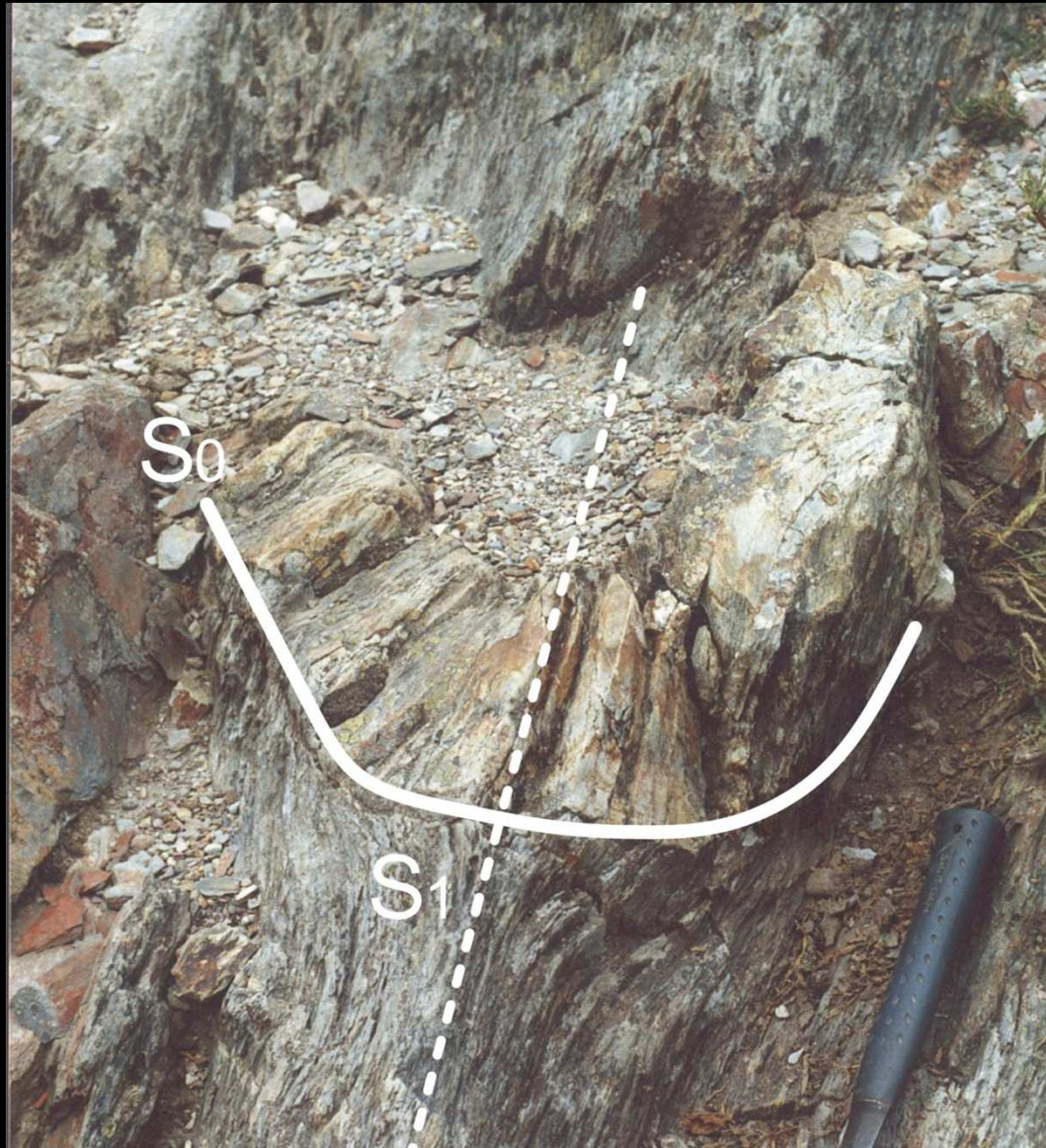
Afecta sequências metamórficas de grau médio-alto
Carácter heterogéneo
Zonas de cisalhamento sub-horizontais
Desenvolvimento de uma foliação S₂

D₃ - Fase transcorrente

Carácter heterogéneo
Zonas de cisalhamento sub-verticais
Redobra as estruturas anteriores

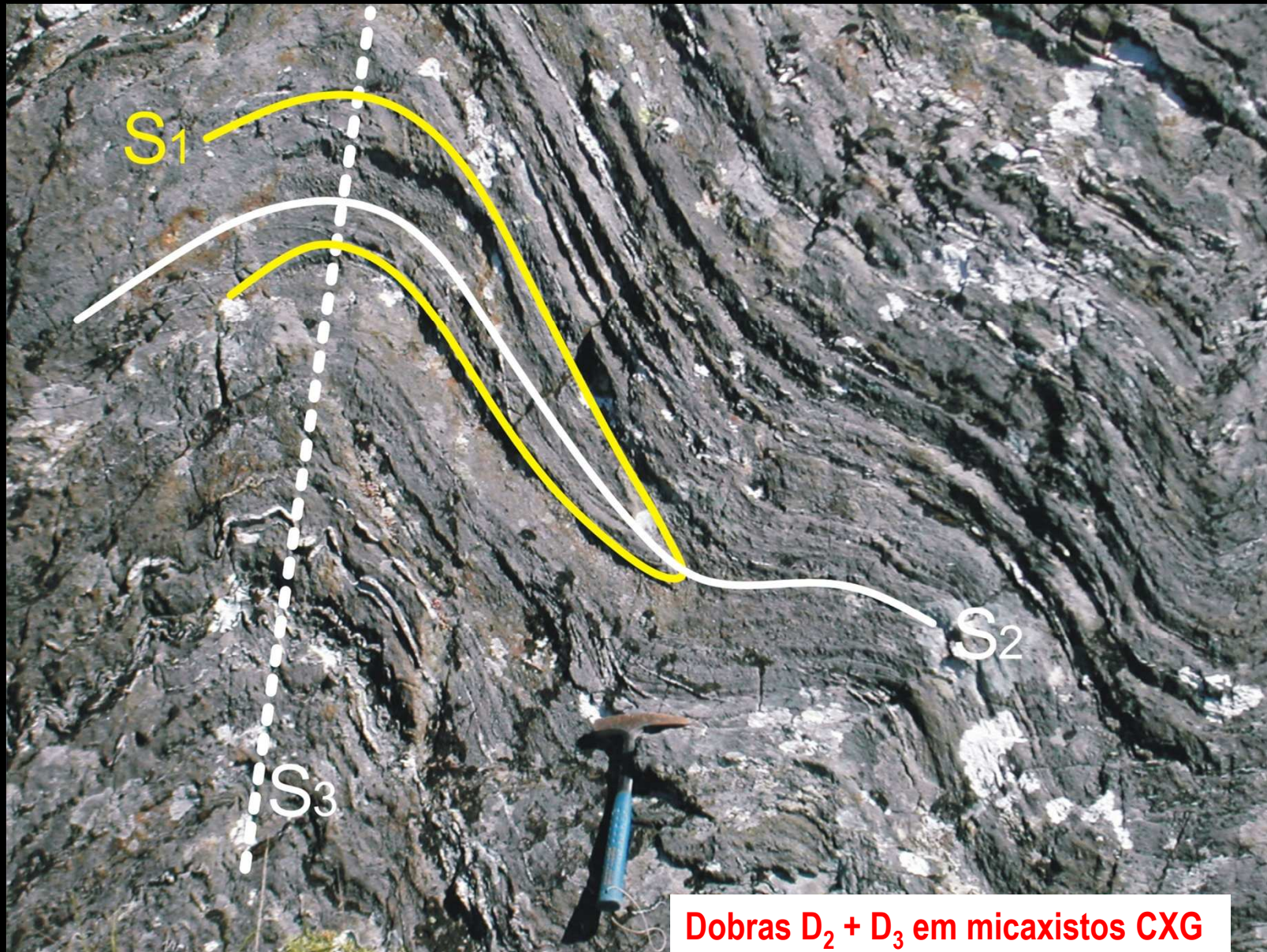


TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL



Xistosidade S_1 em filádios CXG (Neoproterozóico – Câmbrio Inferior)

TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL

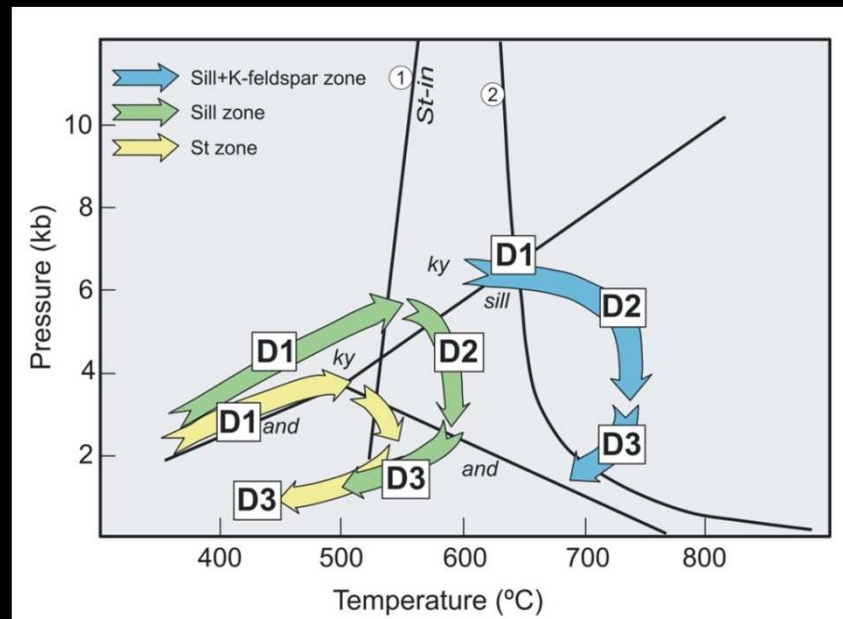
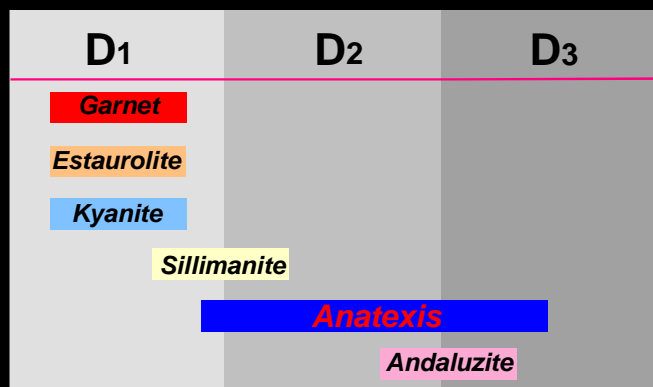
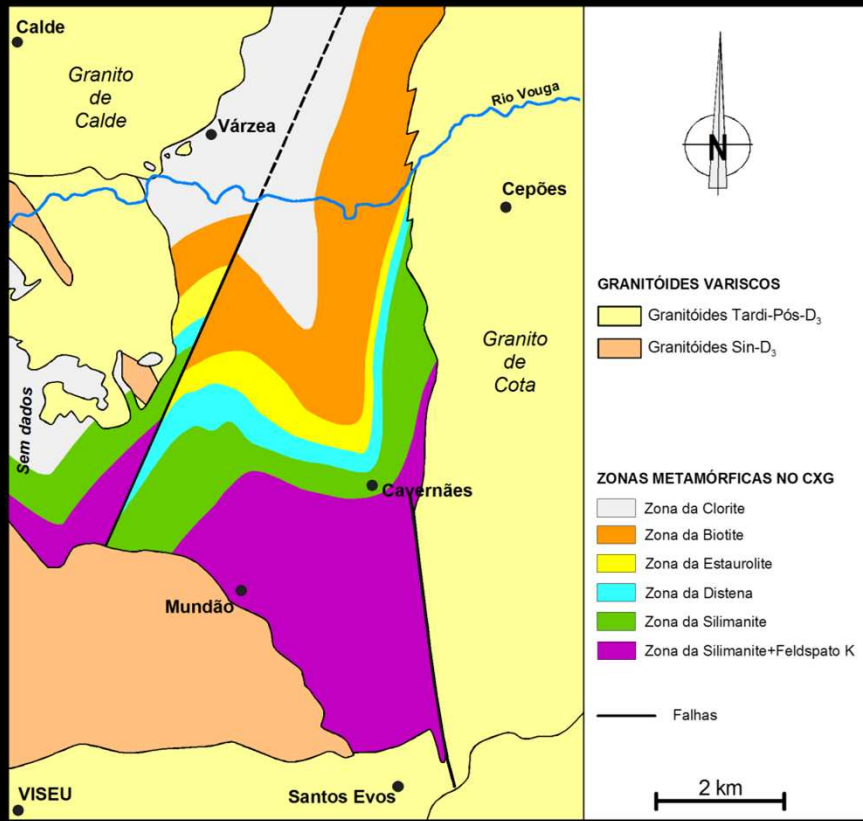


TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL



Dobras D₃ em micaxistos CXG

TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL



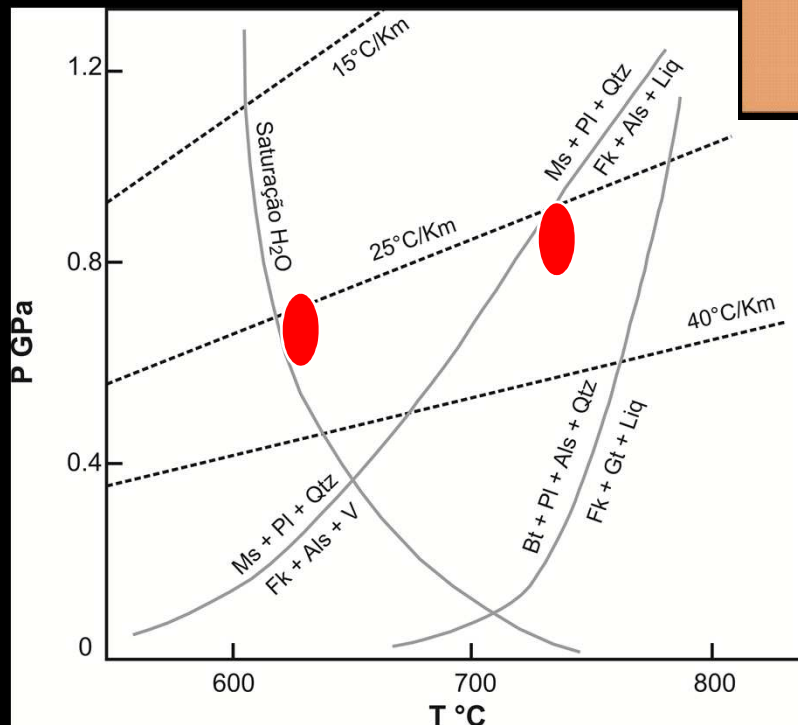
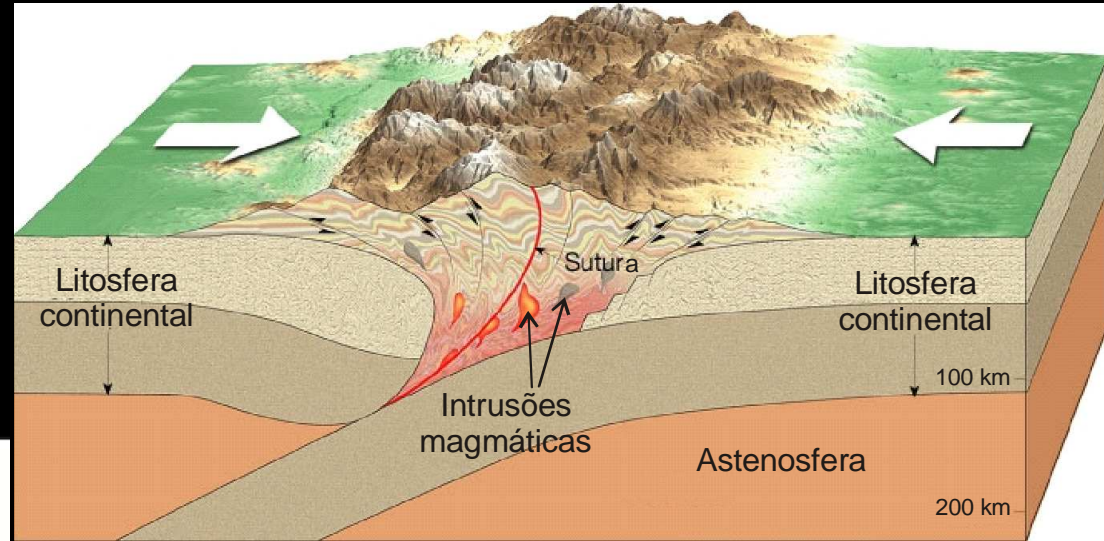
TECTÓNICA E METAMORFISMO REGIONAL



Migmatitos de Mundão - Viseu

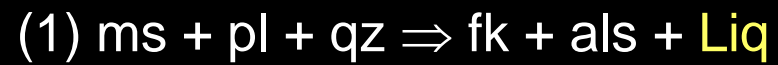
MIGMATIZAÇÃO

**FUSÃO PARCIAL
E
MIGMATIZAÇÃO**



Saturação em água

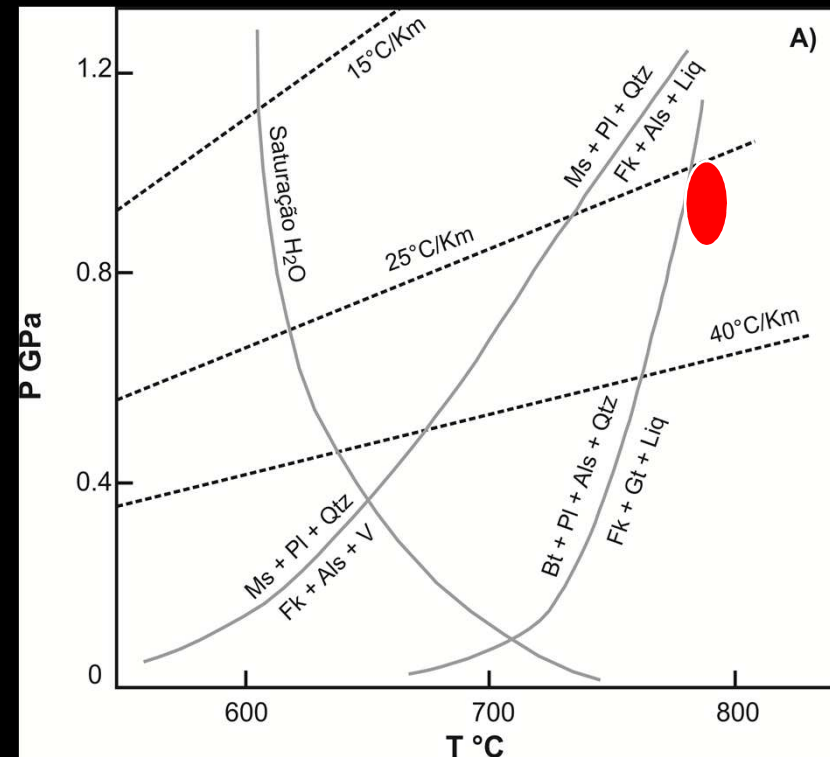
Desidratação da moscovite



**PEQUENOS VOLUMES DE FUNDIDOS
GRANÍTICOS PERALUMINOSOS**

GÉNESE DE MAGMAS GRANÍTICOS

FUSÃO PARCIAL DE PROTÓLITOS CRUSTAIS



Desidratação da biotite



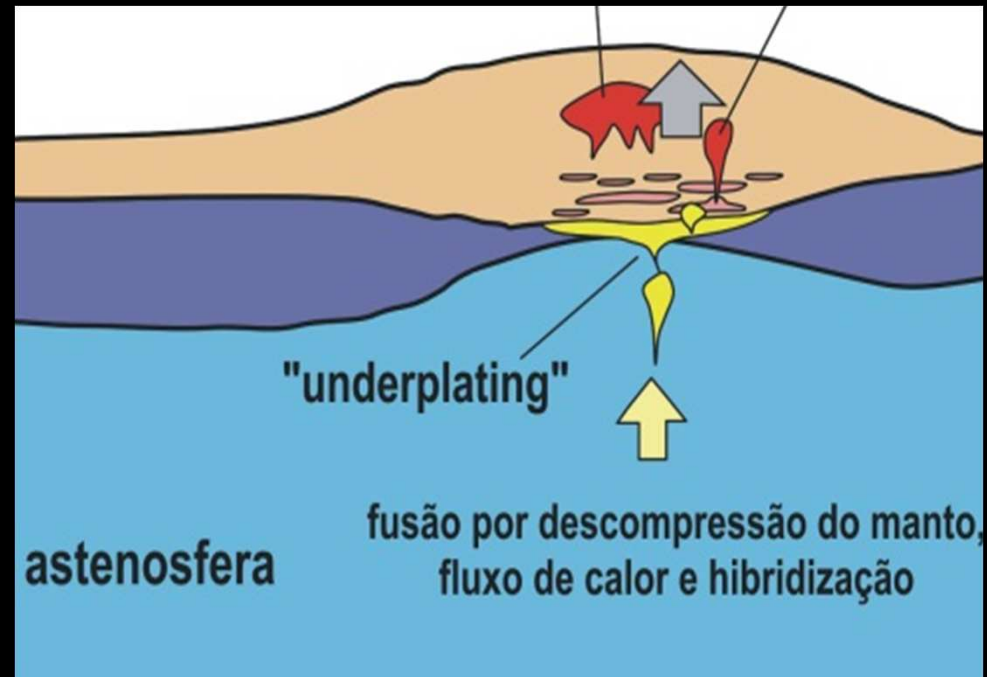
Desidratação da anfíbola



LARGOS VOLUMES DE MAGMAS GRANÍTICOS PERALUMINOSOS a METALUMINOSOS

HIBRIDIZAÇÃO DE MAGMAS

**INTRUSÃO DE
MAGMAS BÁSICOS
NA INTERFACE
CRUSTA-MANTO
“UNDERPLATING”**



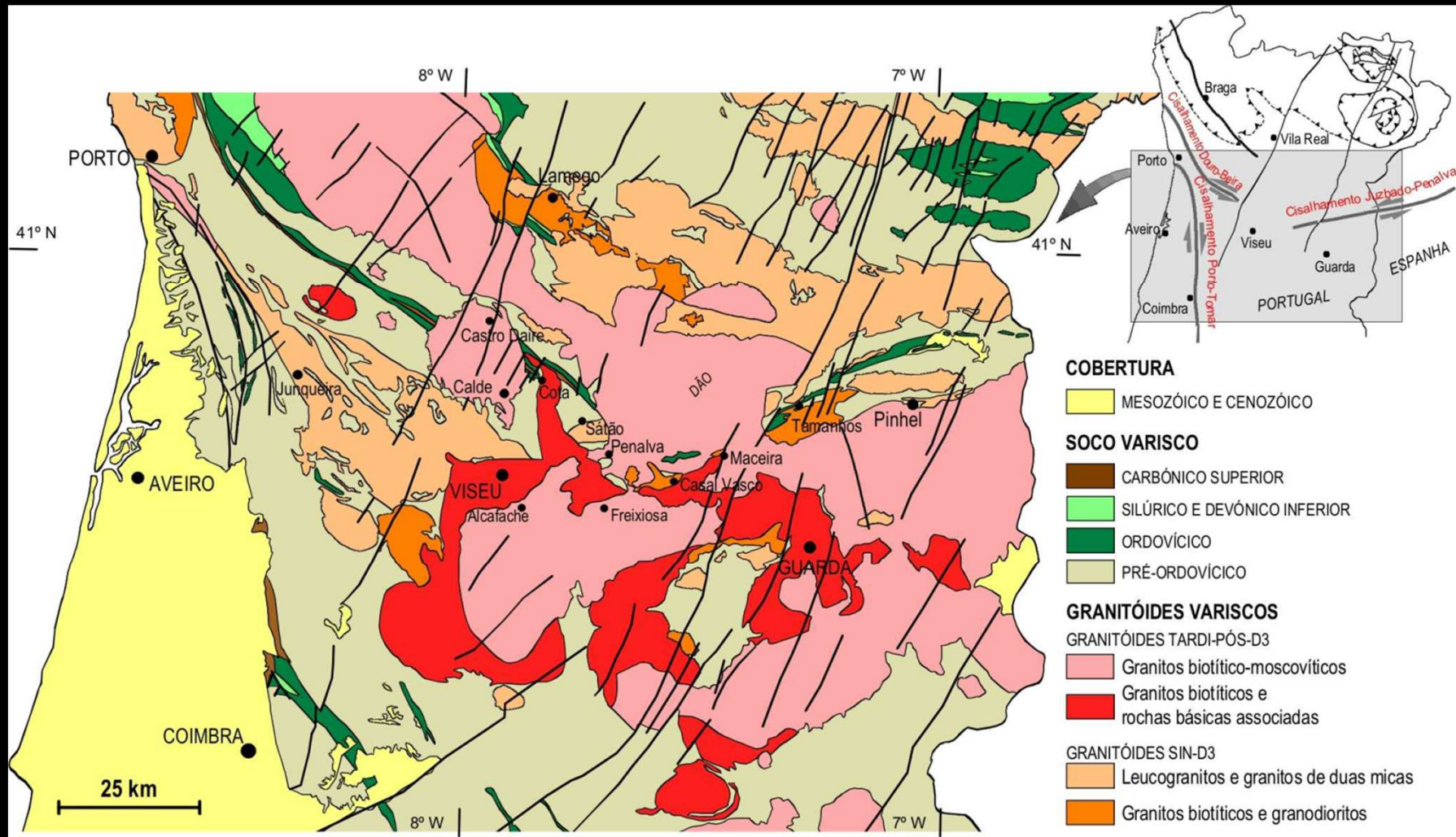
1- fonte de calor para as reacções de fusão parcial dos protólitos crustais.

2- interacção química / mecânica dos líquidos básicos de origem mantélica com fundidos crustais (“mixing/mingling”).

**LARGOS VOLUMES DE MAGMAS GRANÍTICOS
COM CARACTERÍSTICAS MISTAS**

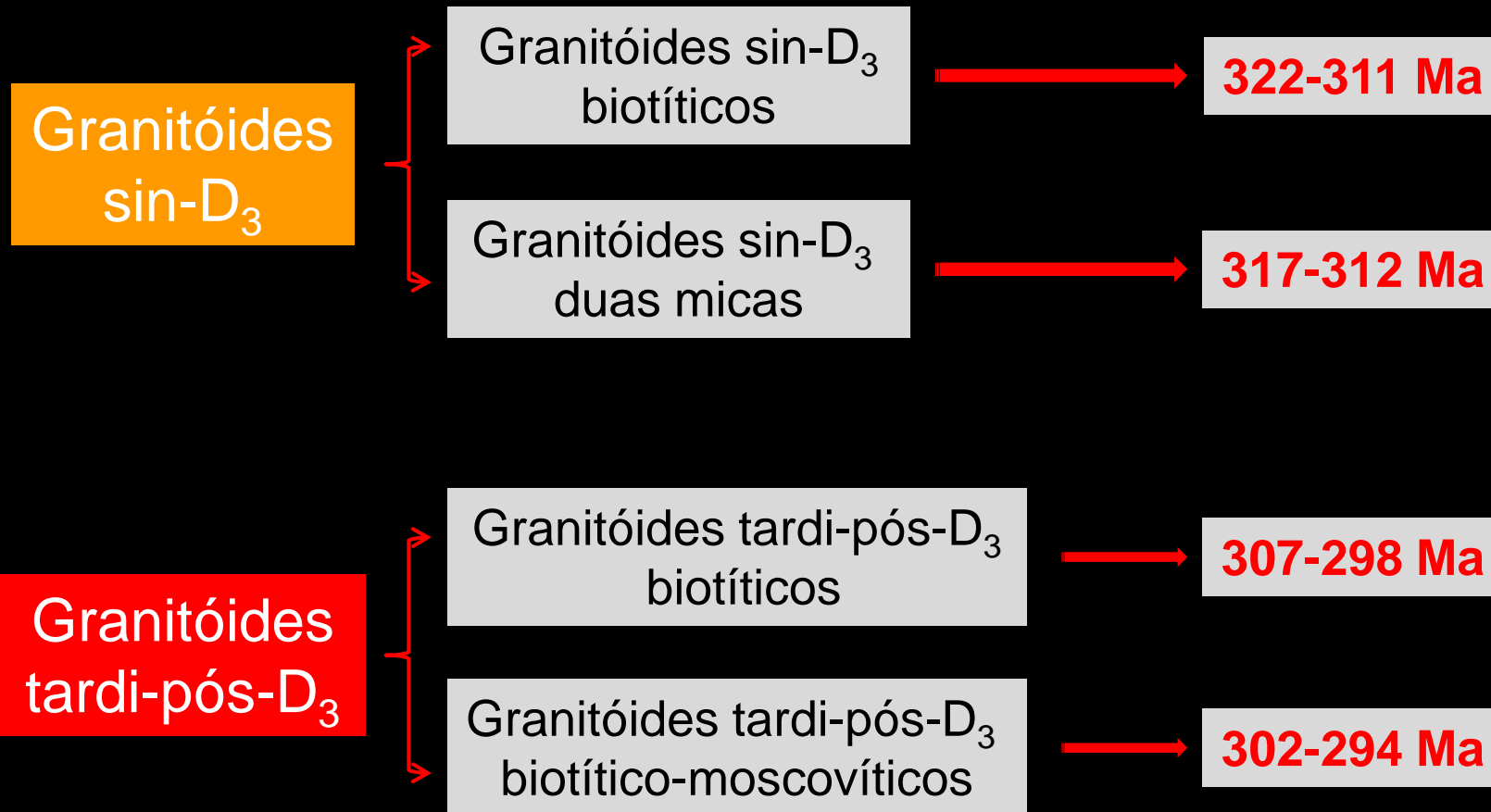
GRANITÓIDES VARISCOS

A instalação de magmas graníticos ocorre essencialmente durante ou após a terceira fase de deformação varisca (D_3)



PLUTONISMO GRANÍTICO VARISCO

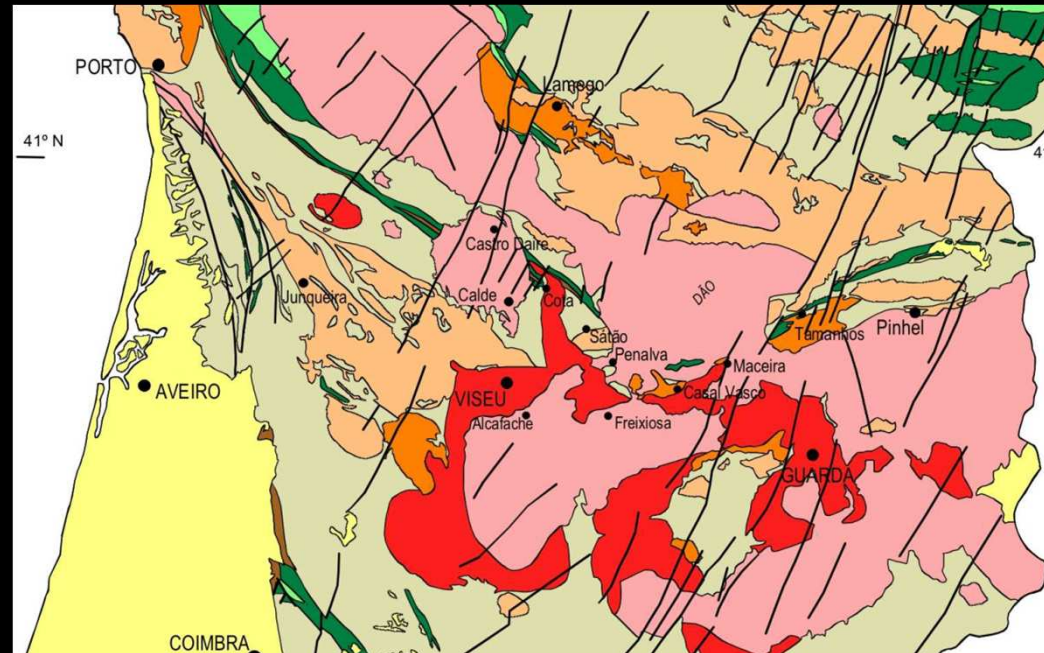
SEQUÊNCIA DE INSTALAÇÃO



GRANITÓIDES BIOTÍTICOS SIN-D₃ PRECOCES

Maçiços estudados:

- Tamanhos
- Maceira
- Casal Vasco
- Sernancelhe



- Pequenas intrusões de granitos e granodioritos biotíticos
- Variedades porfiróides e não porfiróides, de grão médio a grosseiro
- Encraves microgranulares máficos
- Foliação concordante com estruturas regionais
- Deformação heterogénea

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS SIN-D₃ PRECOCES



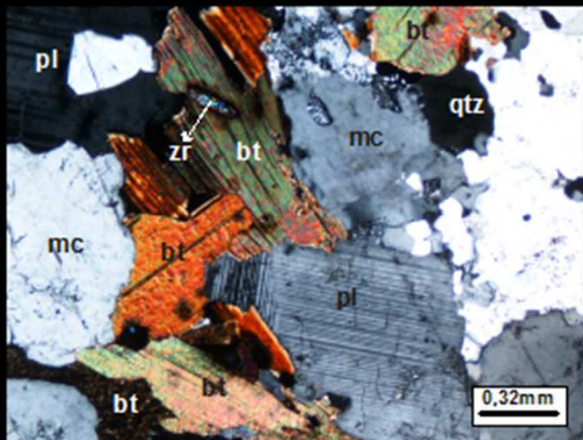
**Granito - granodiorito
Maceira**

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS SIN-D₃ PRECOCES

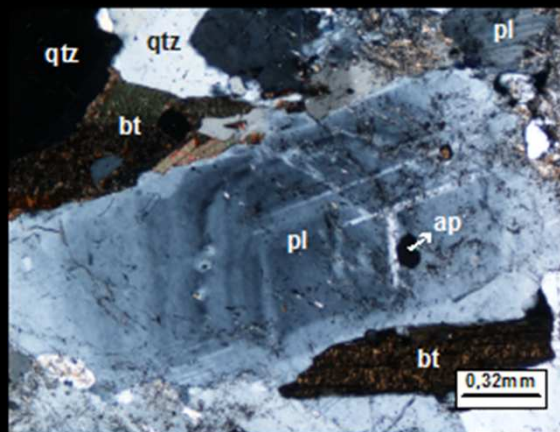
Textura hipidiomórfica granular seriada, porfiróide e não porfiróide

Associação mineralógica:

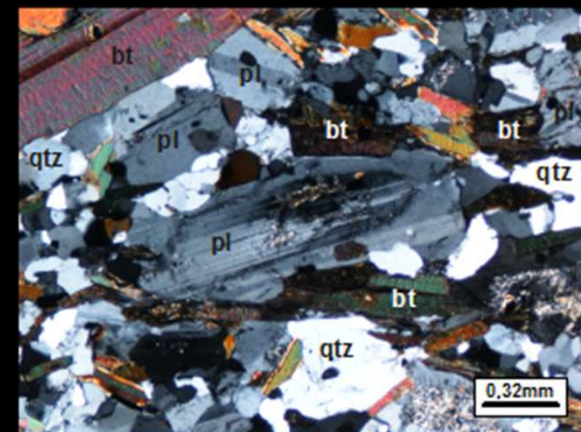
Qz + FK+ Pl (oligoclase - andesina) + Bi + Ap + Zr + Mn + Op



Biotite – fase máfica dominante



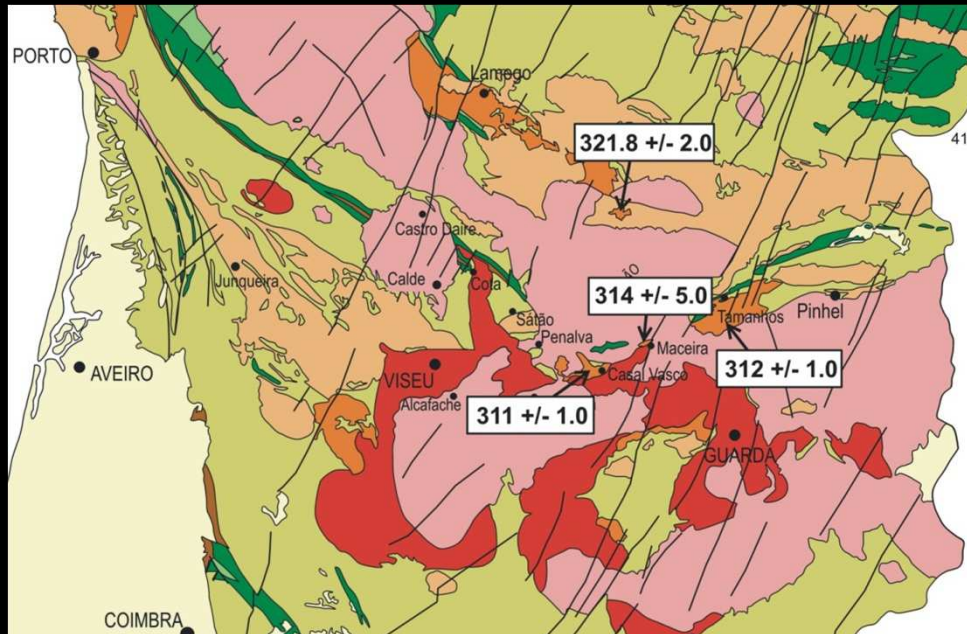
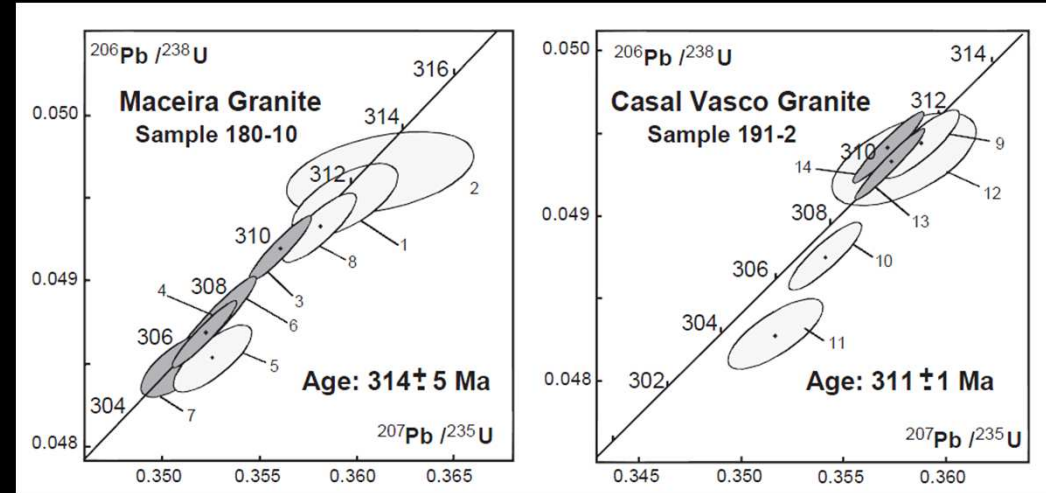
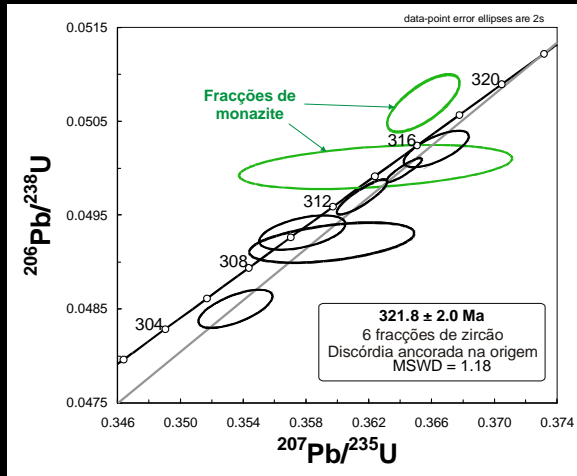
Plagioclase com zonamento complexo



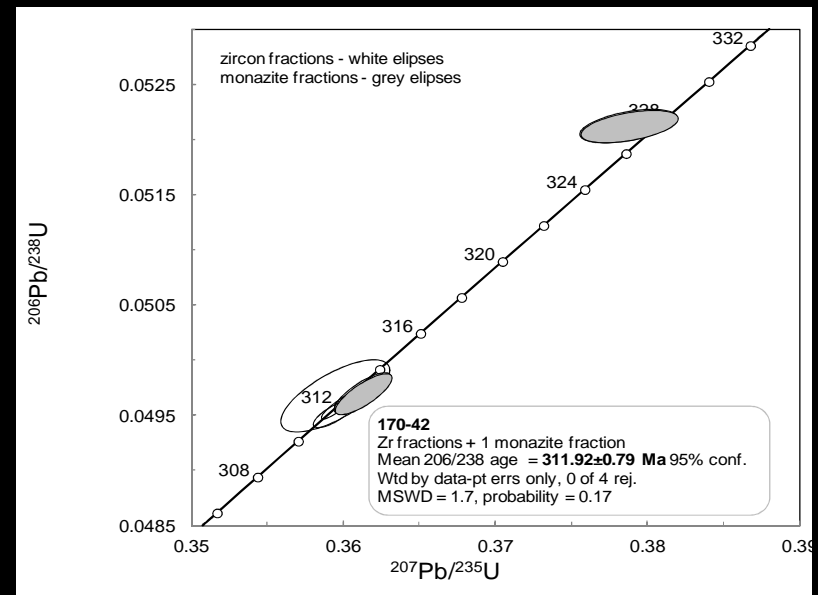
Encraves microgranulares

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS SIN-D₃ PRECOSES

Granito de Sernancelhe – 322 ± 2 Ma



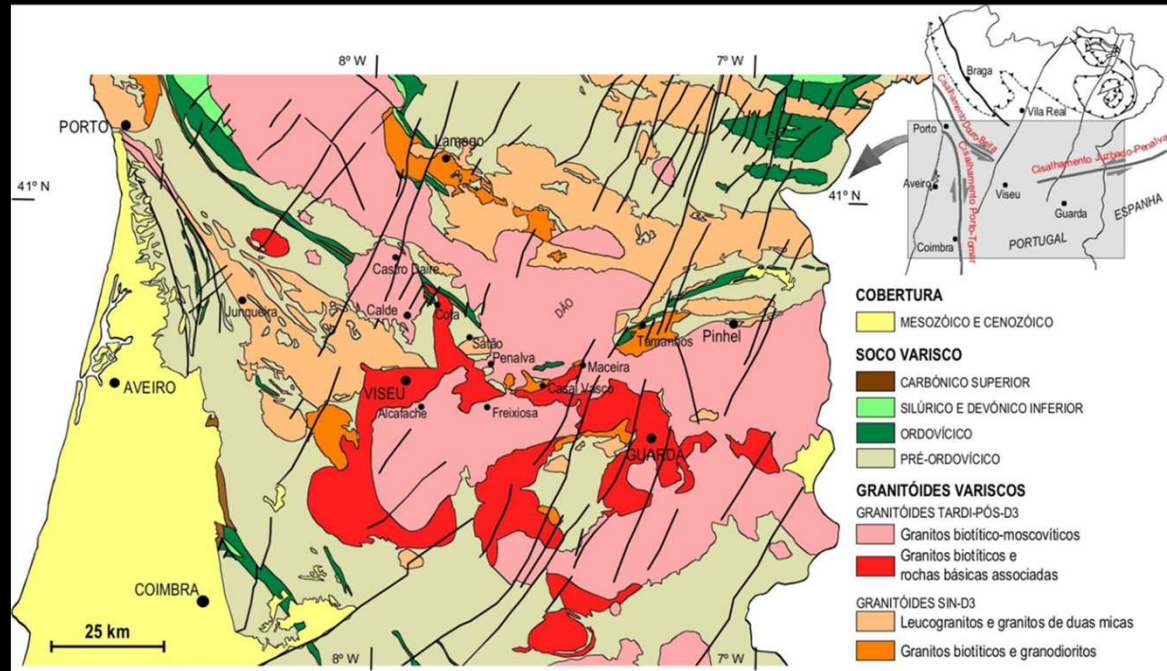
Granodiorito Tamanhos - 312 ± 0,79 Ma



GRANITÓIDES DE DUAS MICAS SIN-D₃

Maçiços estudados:

- Junqueira
- Sátão
- V. Chã Beira



- Intrusões mesozonais alongadas de leucogranitos e granitos de duas micas
- Variedades porfiróides e não porfiróides, de grão fino, médio e grosseiro
- Encraves metassedimentares
- Foliação concordante com estruturas regionais
- Deformação heterogénea

GRANITÓIDES DE DUAS MICAS SIN-D₃



Granito de Junqueira

GRANITÓIDES DE DUAS MICAS SIN-D₃



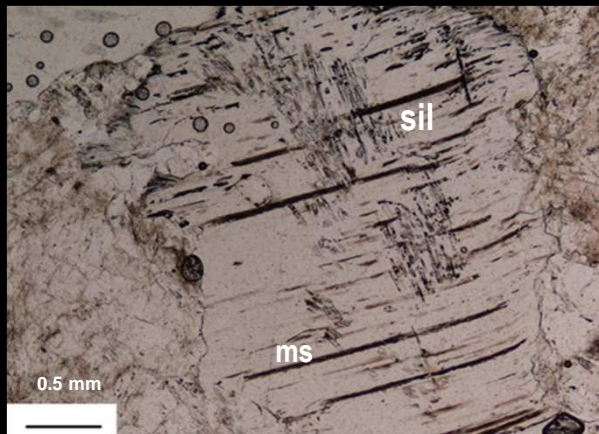
Granito de Sátão

GRANITÓIDES DE DUAS MICAS SIN-D₃

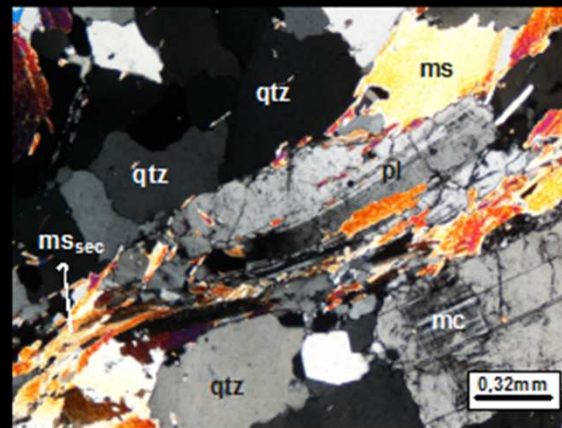
Textura granular seriada. Evidências de deformação no estado sólido nas amostras mais deformadas (quartzo com subgranulação, feldspatos com bordos de recristalização, micas com clivagens encurvadas)

Associação mineralógica:

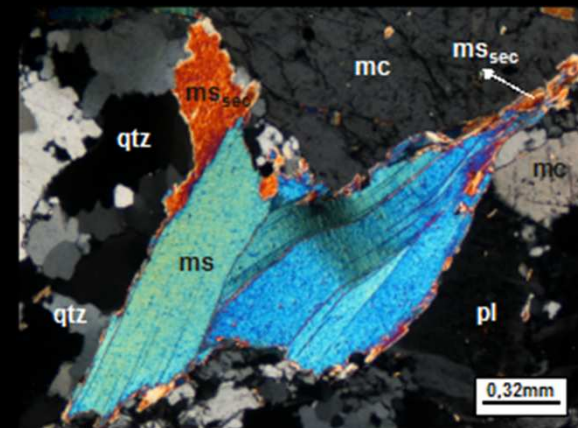
Qz + FK+ Pl (oligoclase - albite) + Ms + Bi + Ap + Zr + Mn + Op ± Sil ± Tu



Inclusões de sillimanite em moscovite primária



Foliação gnáissica incipiente

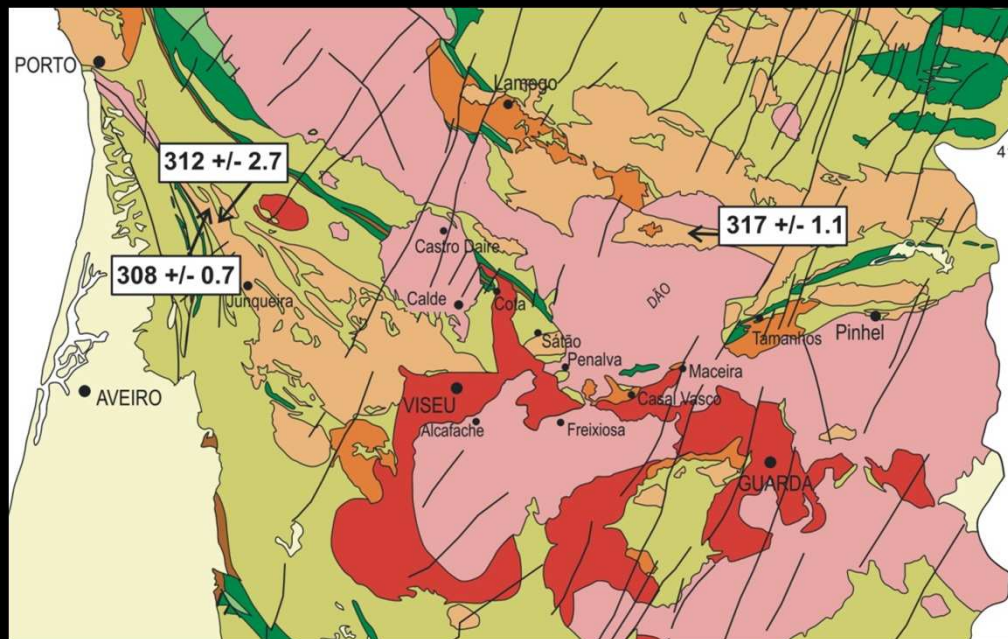
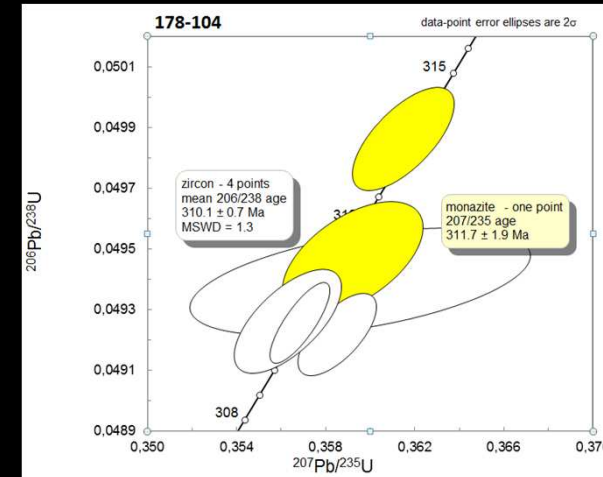
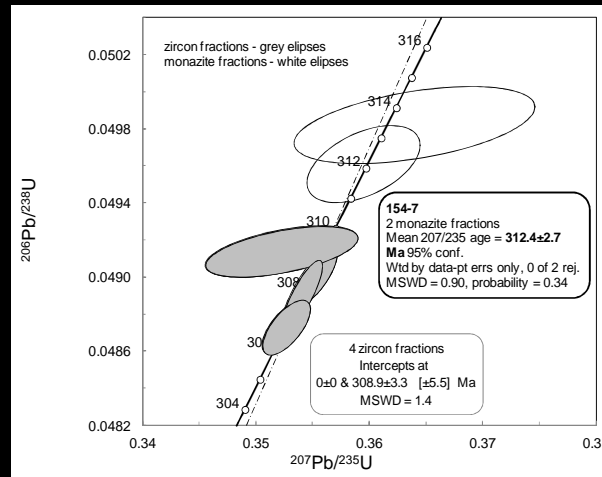
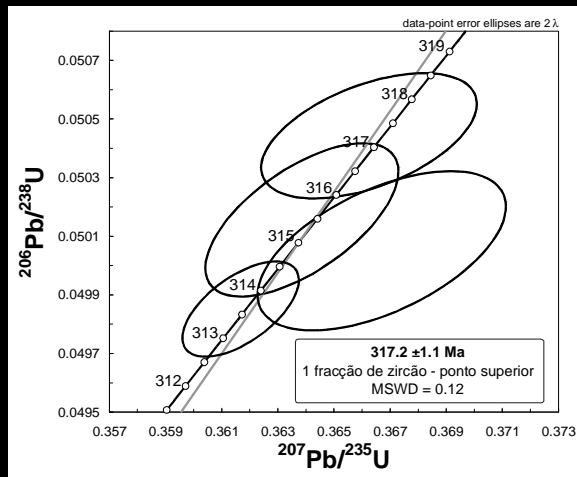


Moscovite primária sigmoidal

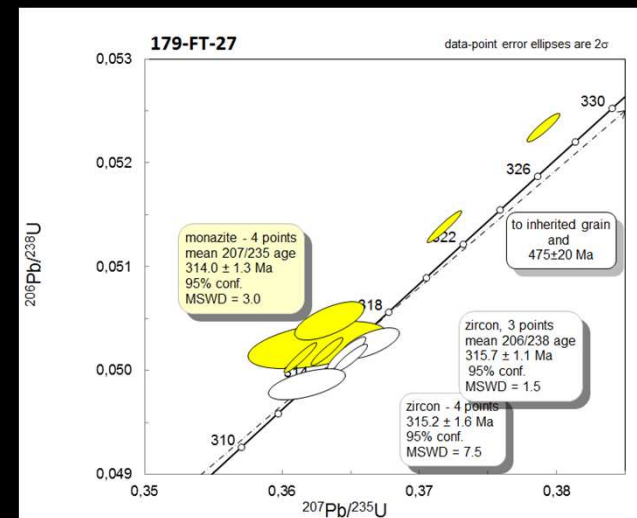
GRANITÓIDES DE DUAS MICAS SIN-D₃

Granito V. Chã da Beira – 317 ± 1,1 Ma

Granito Junqueira – 312 ± 2,7 Ma e 310 ± 0,7 Ma



Granito Sático – 315 ± 1,6 Ma



GRANITÓIDES SIN-D₃ - GEOQUÍMICA

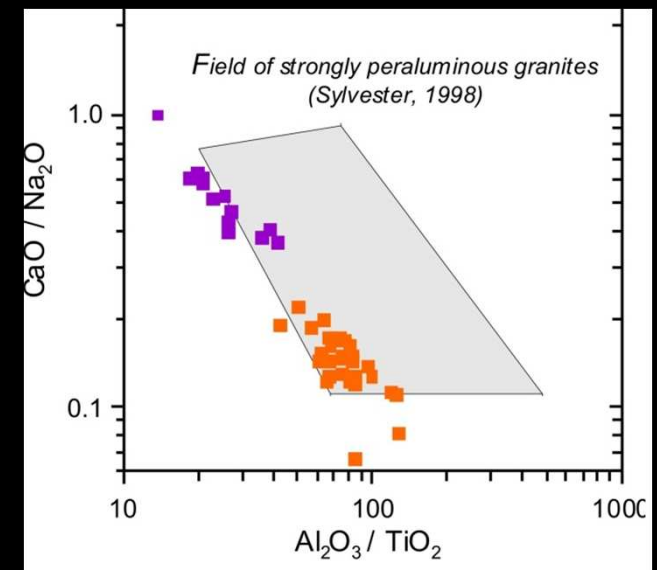
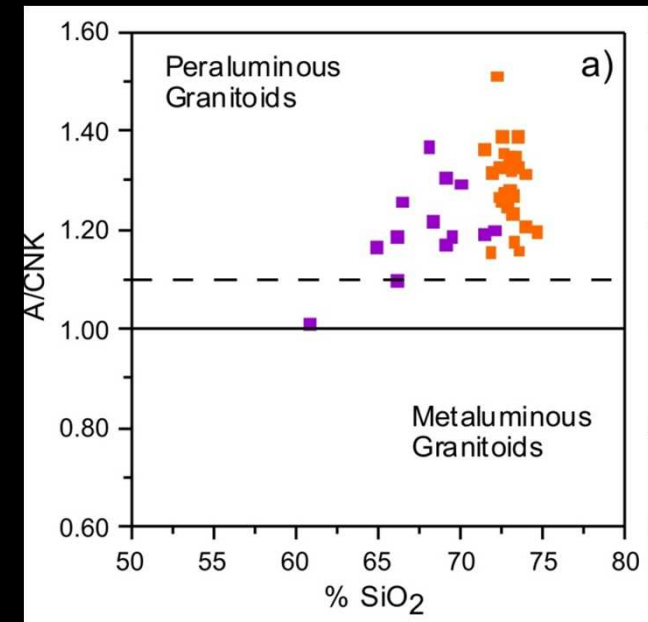
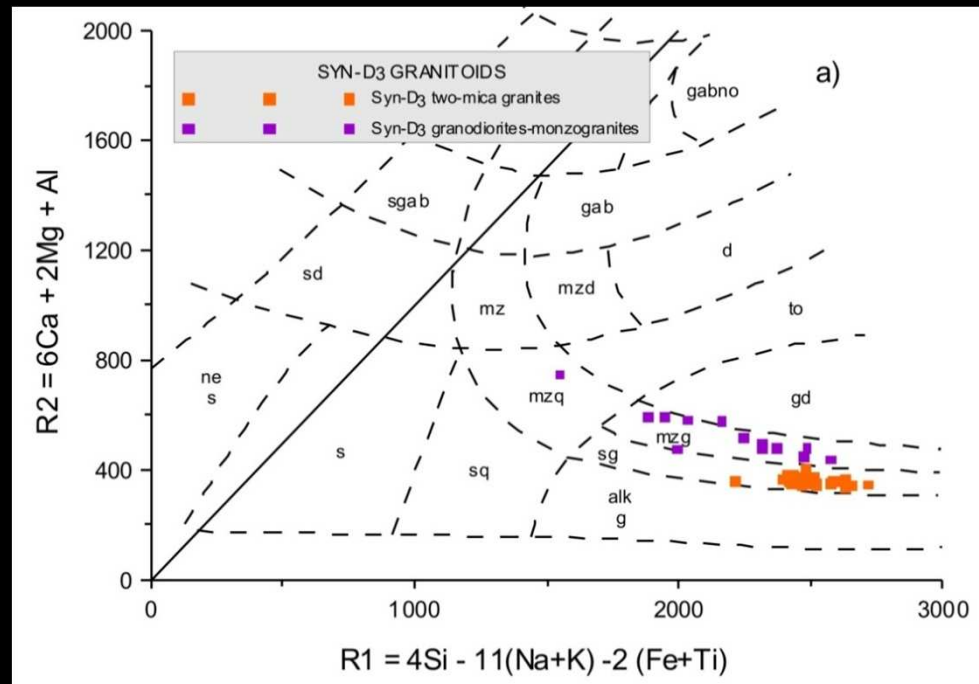
Granitos e granodioritos biotíticos

Metaluminosos a peraluminosos

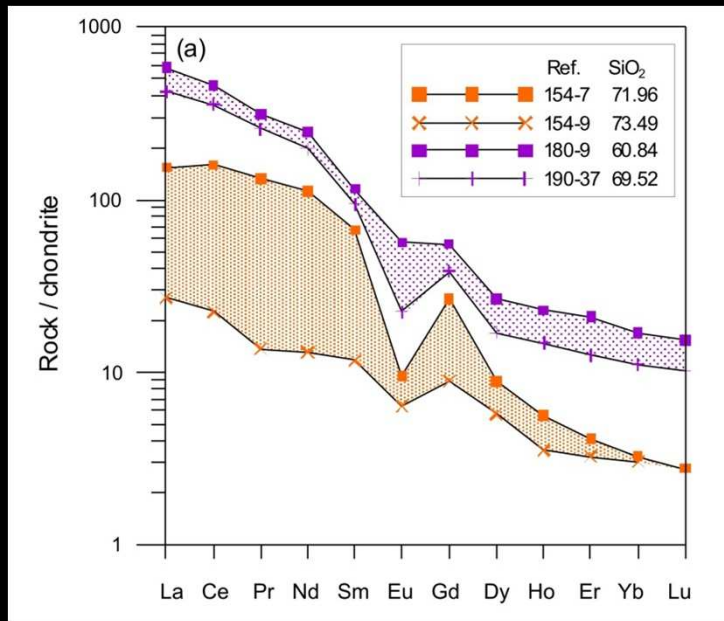
⇒ **TIPOLOGIA transicional I-S**

Leucogranitos e granitos duas micas

Fortemente peraluminosos ⇒ **TIPOLOGIA-S**



GRANITÓIDES SIN-D₃ - GEOQUÍMICA



Granitos e granodioritos biotíticos

Padrões de terras raras muito fraccionados
Anomalias negativas Eu pequenas

Leucogranitos e granitos duas micas

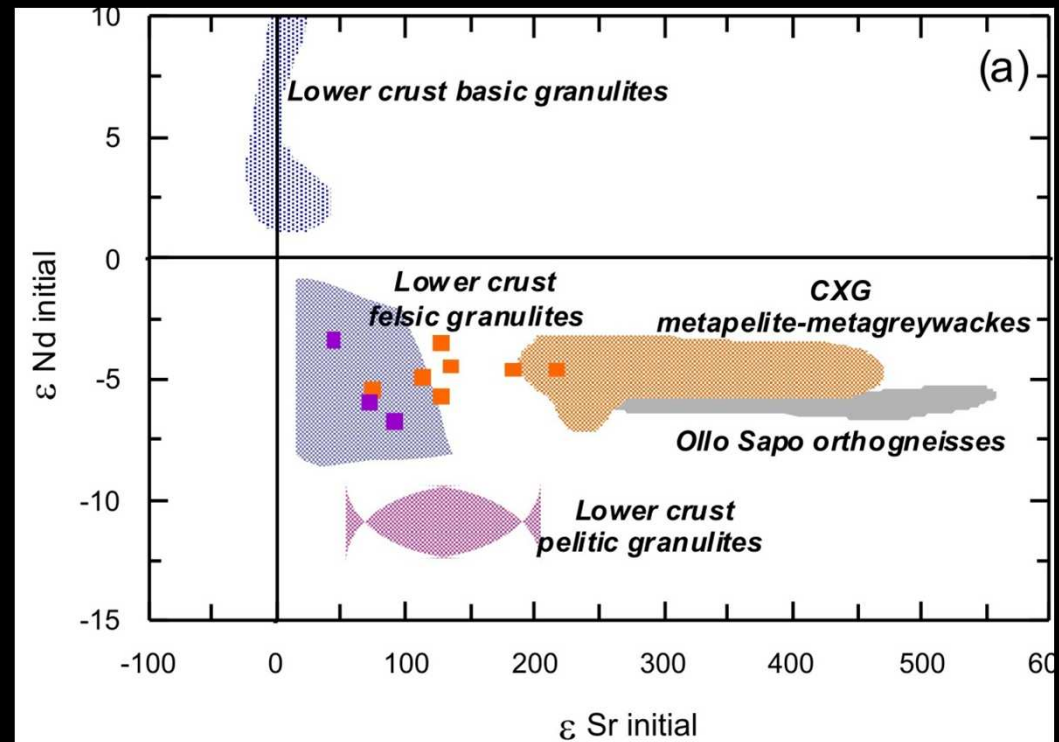
Padrões de terras raras menos fraccionados
Anomalias negativas Eu elevadas

Granitóides sin-D₃ biotíticos

Fusão parcial protólitos
ígneos / grauváquicos crustais
ou
Hibridização de magmas

Granitóides sin-D₃ duas micas

Fusão parcial protólitos
metassedimentares crustais



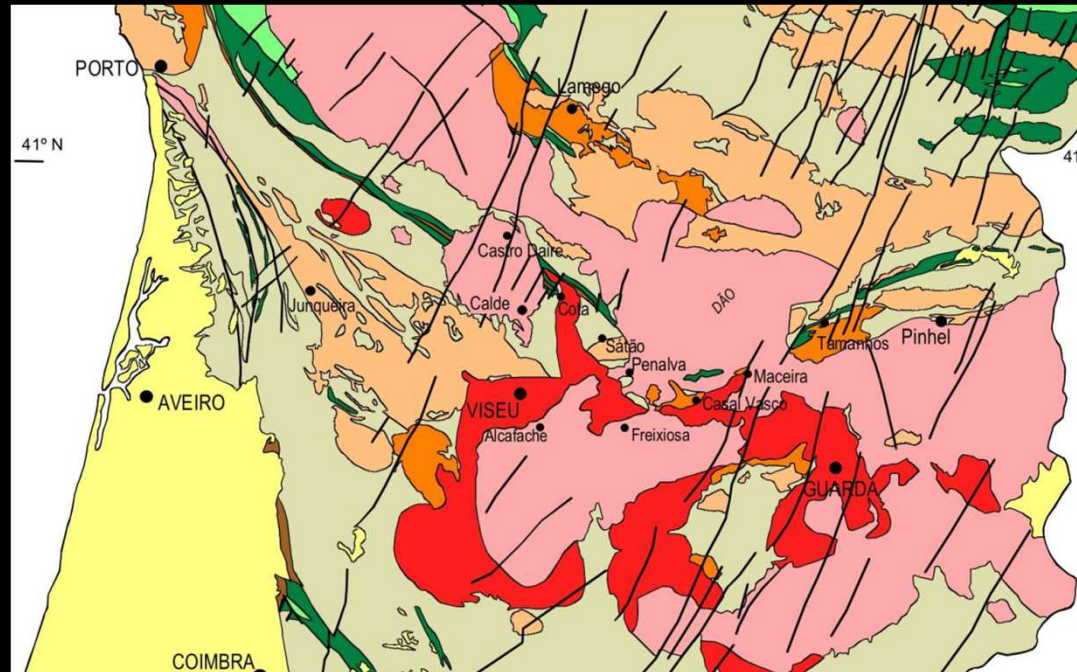
GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃

Maçiços estudados:

- Cota-Viseu
- Rochas ígneas básicas e intermédias associadas



Granito Cota-Viseu



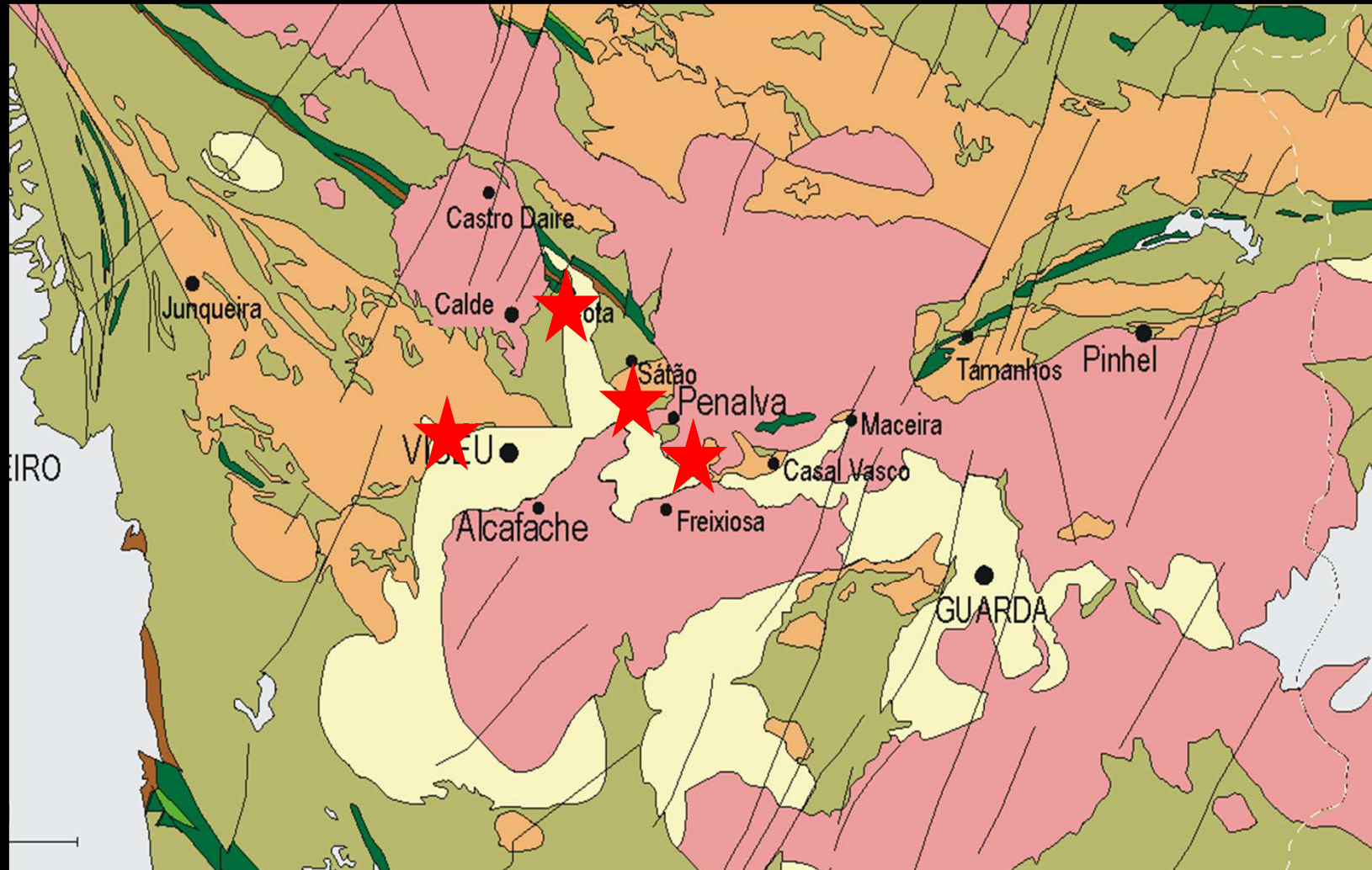
- Intrusão de dimensões batolíticas de granito porfiróide de grão médio a grosseiro biotítico
- Pequenos corpos básicos e intermédios
- Encraves microgranulares máficos / zonas de mistura de magmas
- Foliação de fluxo magmático concordante com contactos
- Ausência de deformação

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Granito Cota-Viseu
Fluxo magmático

ROCHAS ÍGNEAS BÁSICAS TARDI-PÓS-D₃



ROCHAS ÍGNEAS BÁSICAS TARDI-PÓS-D₃



Rochas ígneas máficas

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



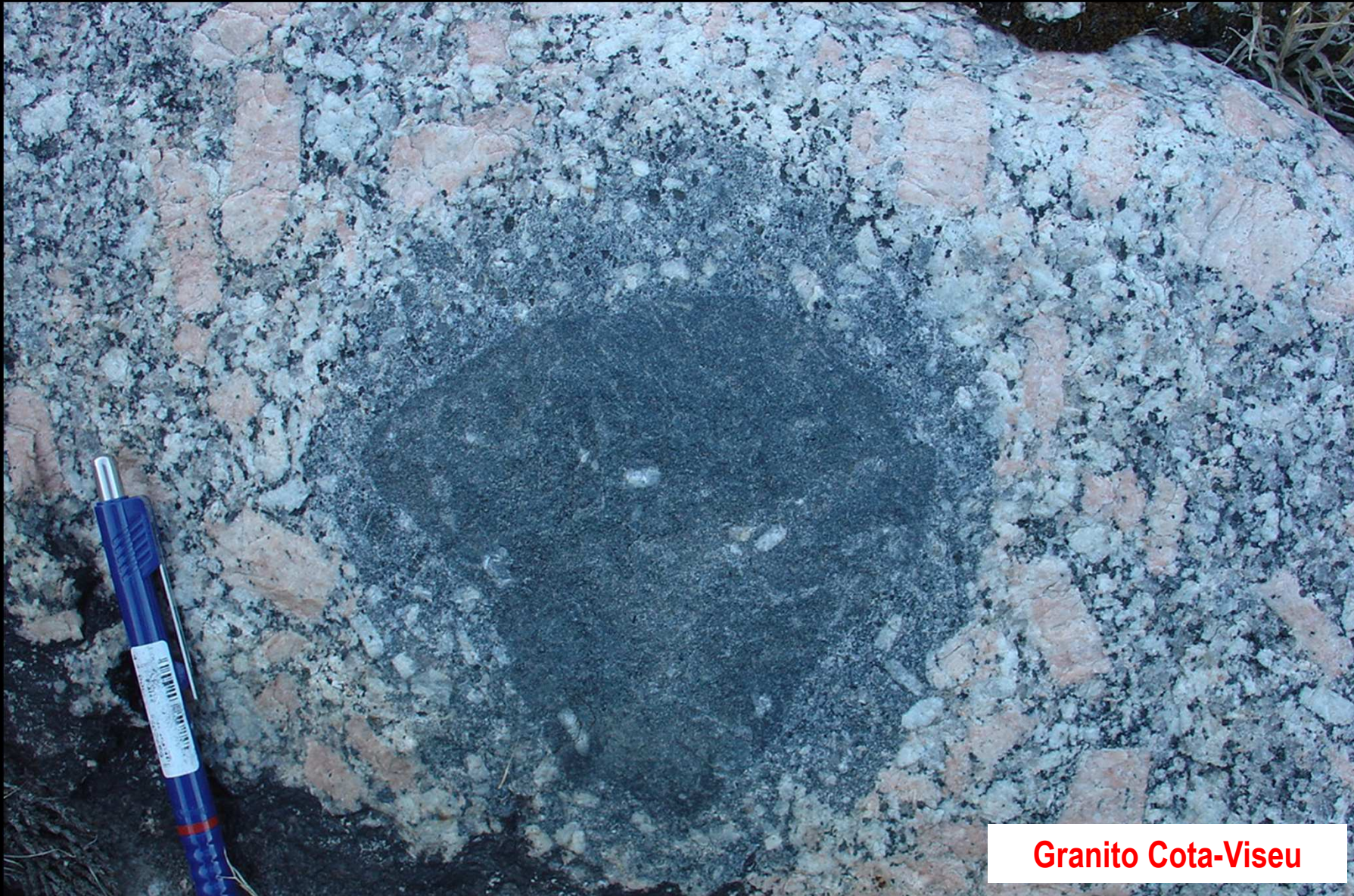
Granito Cota-Viseu

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Granito Cota-Viseu

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Granito Cota-Viseu

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Zona de mistura de magmas

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Zona de mistura de magmas

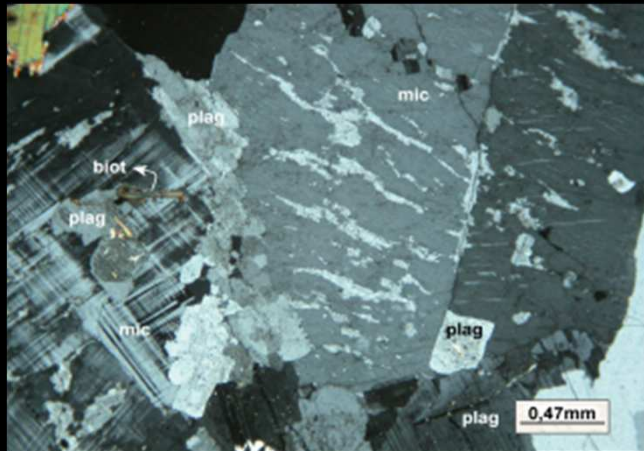
GRANITÓIDES TARDI-PÓS-D₃ BIOTÍTICOS

Granito porfiróide biotítico

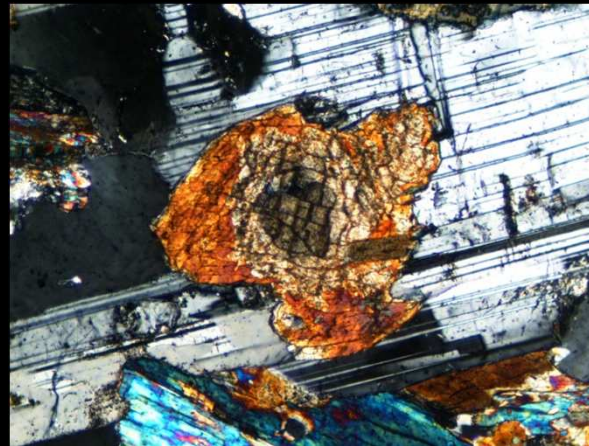
Textura granular seriada porfiróide de grão médio-grosseiro
Qz + FK + Pl (oligoclase - andesina) + Bi + Ap + Zr + Mn + Op

Rochas básicas e intermédias associadas

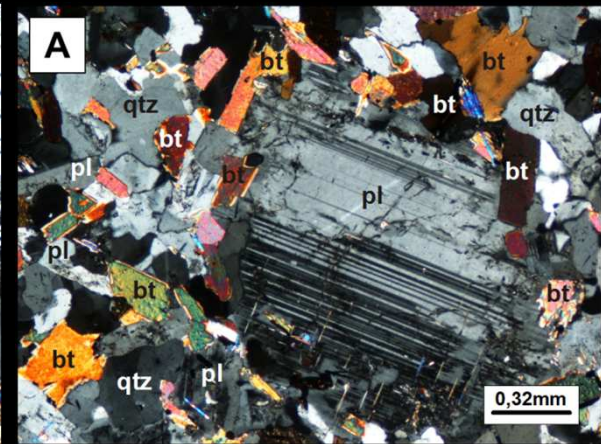
Textura granular seriada de grão fino a médio
Qz + Pl (oligoclase - labradorite) ± FK + Bi ± Anf ± Cpx + Ap + Zr + Esf + Op



Microclina pertítica no granito porfiróide



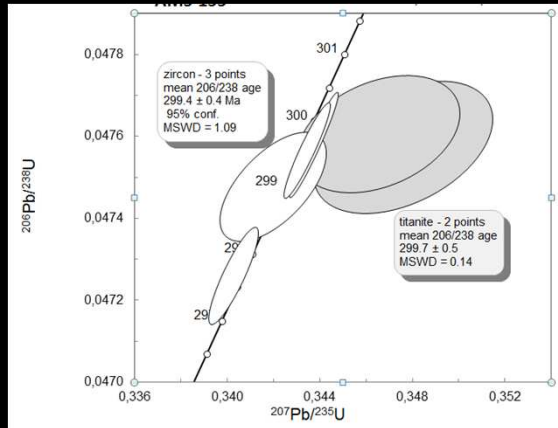
Relíquia de piroxena em cristal de anfíbola



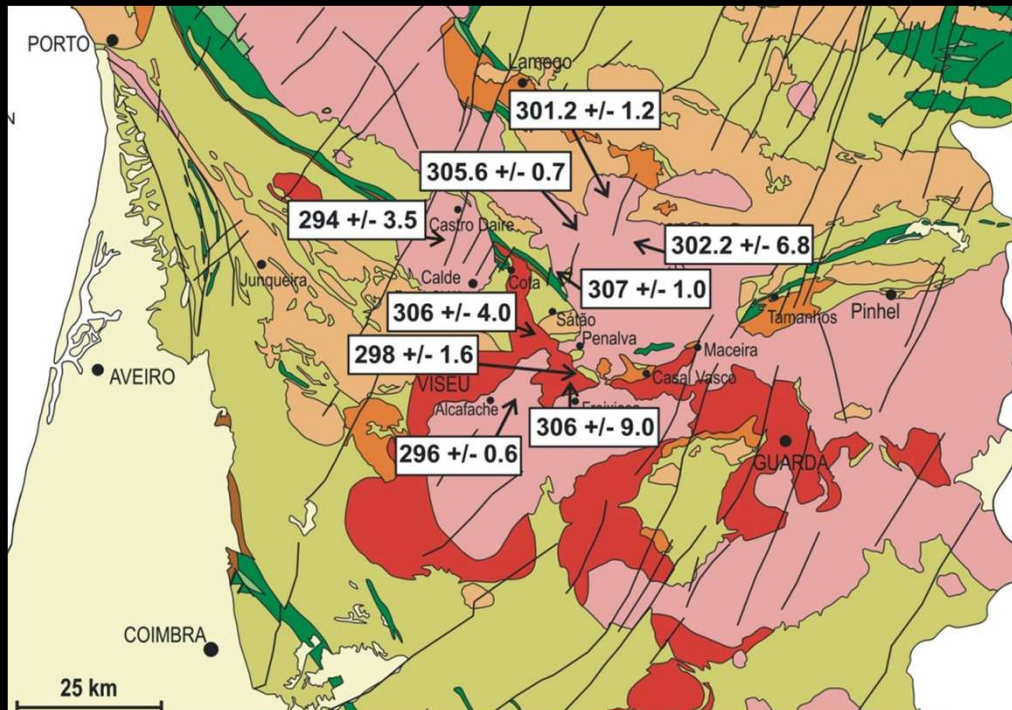
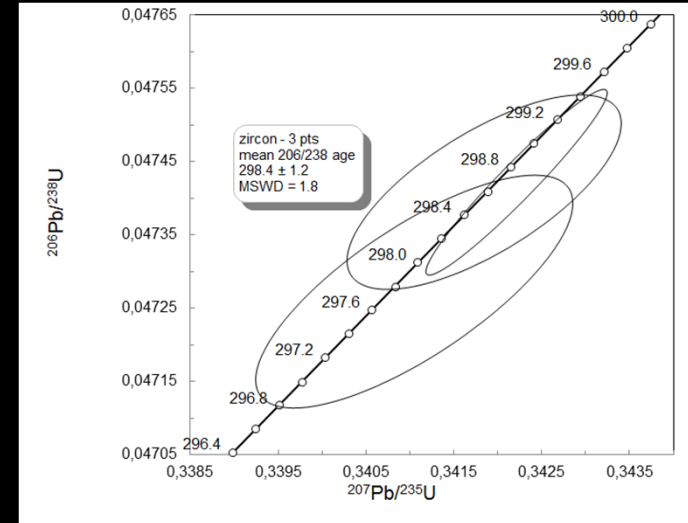
Texturas de disequilibrium em encaves microgranulares

GRANITÓIDES BIOTÍTICOS TARDI-PÓS-D₃

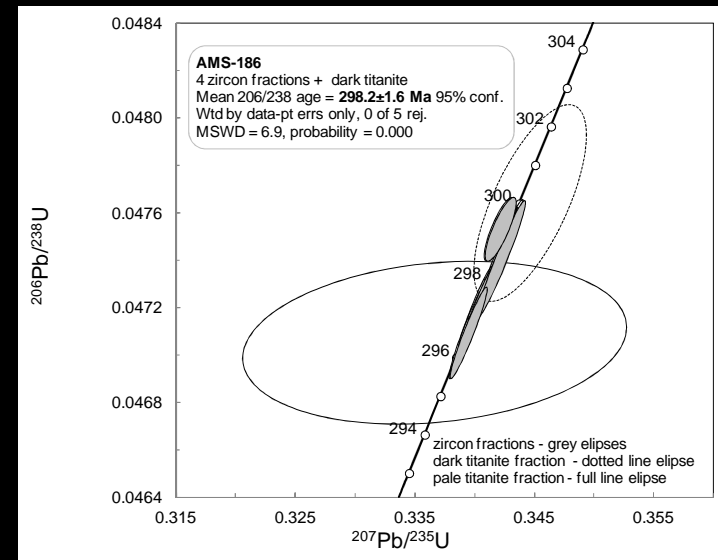
Granodiorito Torredeita - $299 \pm 0,4$ Ma



Granito Cota-Viseu - $298 \pm 1,2$ Ma



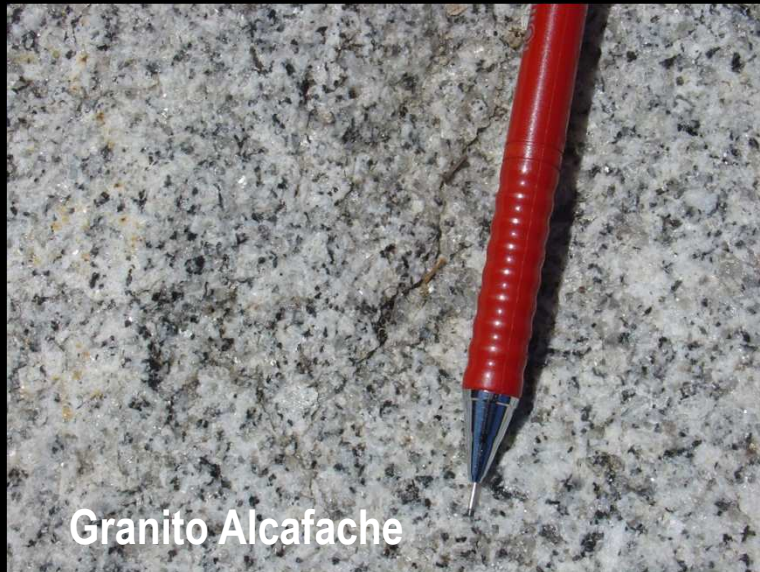
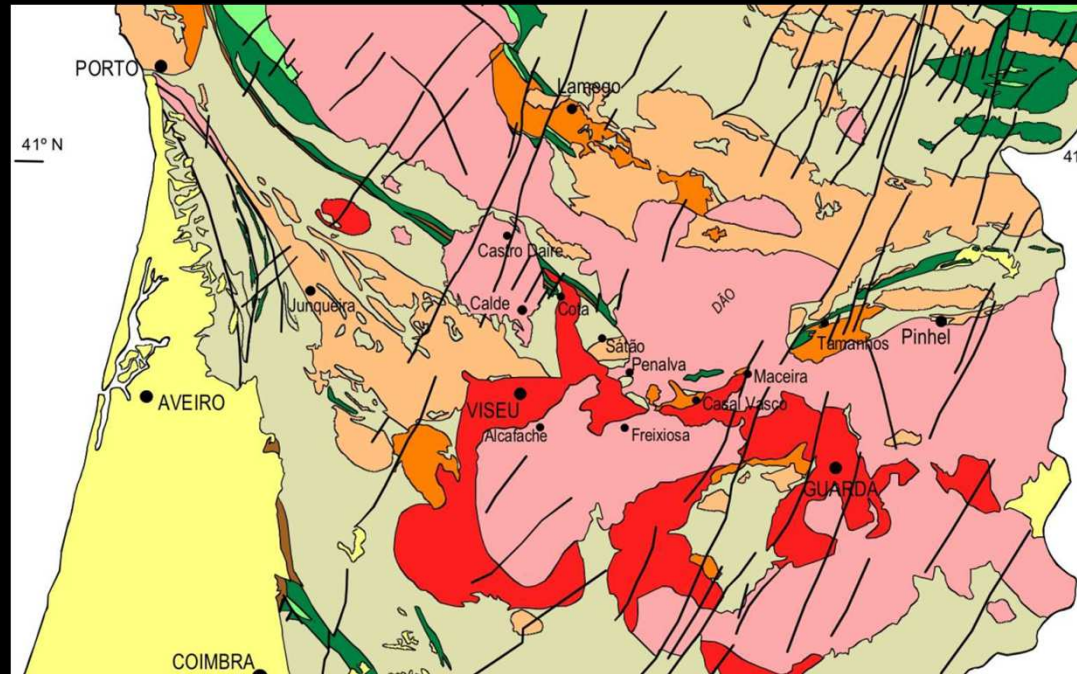
Granodiorito Trancozelos - $298 \pm 1,6$ Ma



GRANITÓIDES BIOTÍTICO-MOSCOVÍTICOS TARDI-PÓS-D₃

Maçiços estudados:

- Alcafache
- Aguiar da Beira
- Pera Velha
- Calde



Granito Alcafache

- Intrusões de grandes dimensões de granitóides biotítico moscovíticos
- Variedades porfiróides e não porfiróides
- Encraves microgranulares máficos pouco abundantes
- Foliação de fluxo magmático concordante com contactos
- Ausência de deformação

GRANITÓIDES BIOTÍTICO-MOSCOVÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



Granito de Alcafache

GRANITÓIDES BIOTÍTICO-MOSCOVÍTICOS TARDI-PÓS-D₃



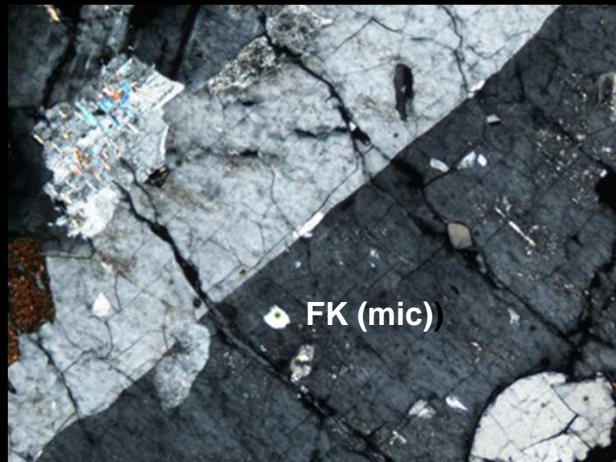
Granito de Alcafache

GRANITÓIDES BIOTÍTICO-MOSCOVÍTICOS TARDI-PÓS-D₃

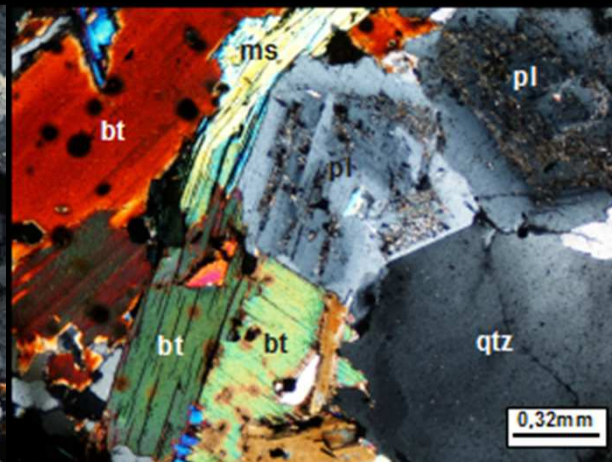
Textura hipidiomórfica granular seriada, porfiróide e não porfiróide

Associação mineralógica:

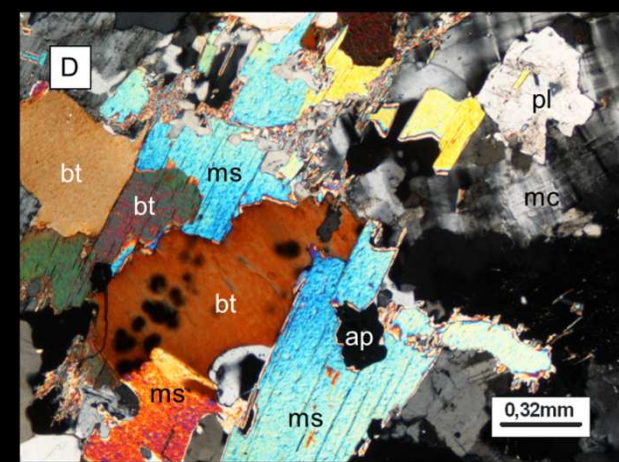
Qz + FK+ Pl (oligoclase - albite) + Bi + Ms + Ap + Zr + Mn + Op



Megacrystal de microclina
pertítica



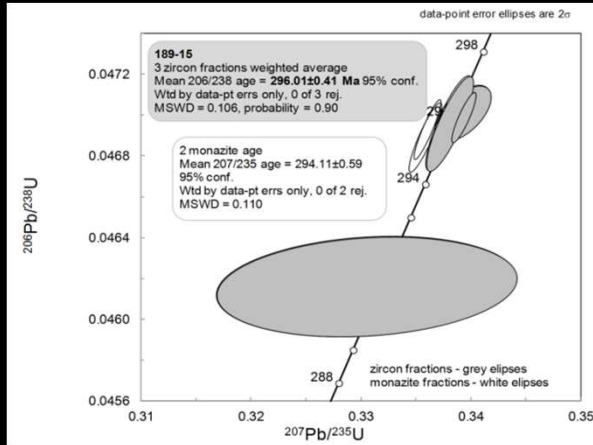
Plagioclase com
zonamento complexo



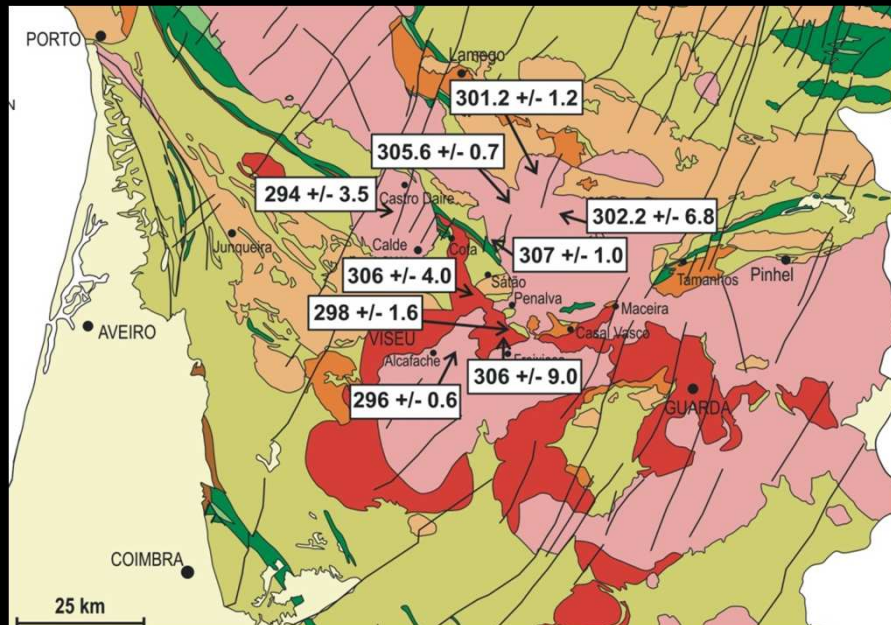
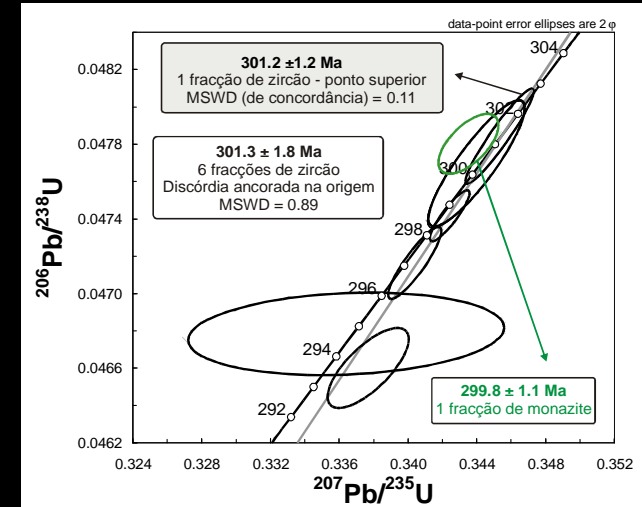
Biotite e moscovite na
matriz

GRANITÓIDES BIOTÍTICO-MOSCOVÍTICOS TARDI-PÓS-D₃

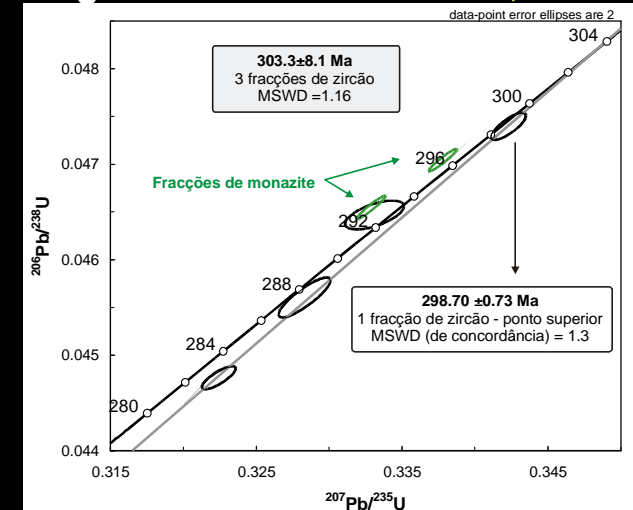
Gr. Alcafache – $296 \pm 0,41$ Ma



Gr. Pera Velha $301 \pm 1,2$ Ma



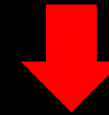
Gr. Aguiar da Beira - $303 \pm 8,1$ Ma



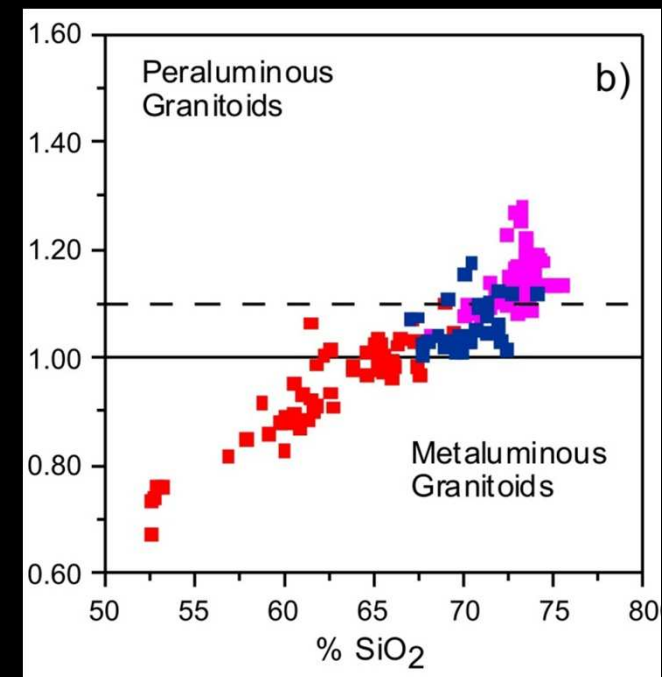
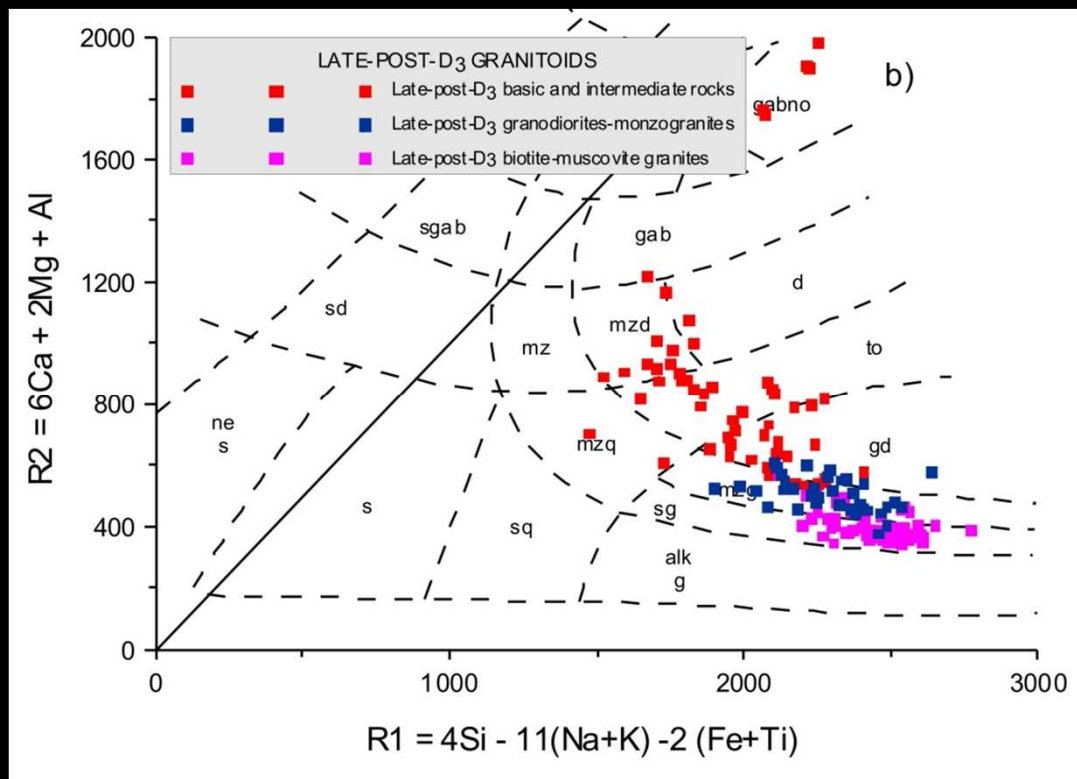
GRANITÓIDES TARDI-PÓS-D₃ GEOQUÍMICA

Rochas ígneas máficas +
Granitos porfiróides biotíticos +
Granitos biotítico-moscovíticos

Sequência contínua calco-alcalina
Metaluminosa-peraluminosa
Transicional I-S



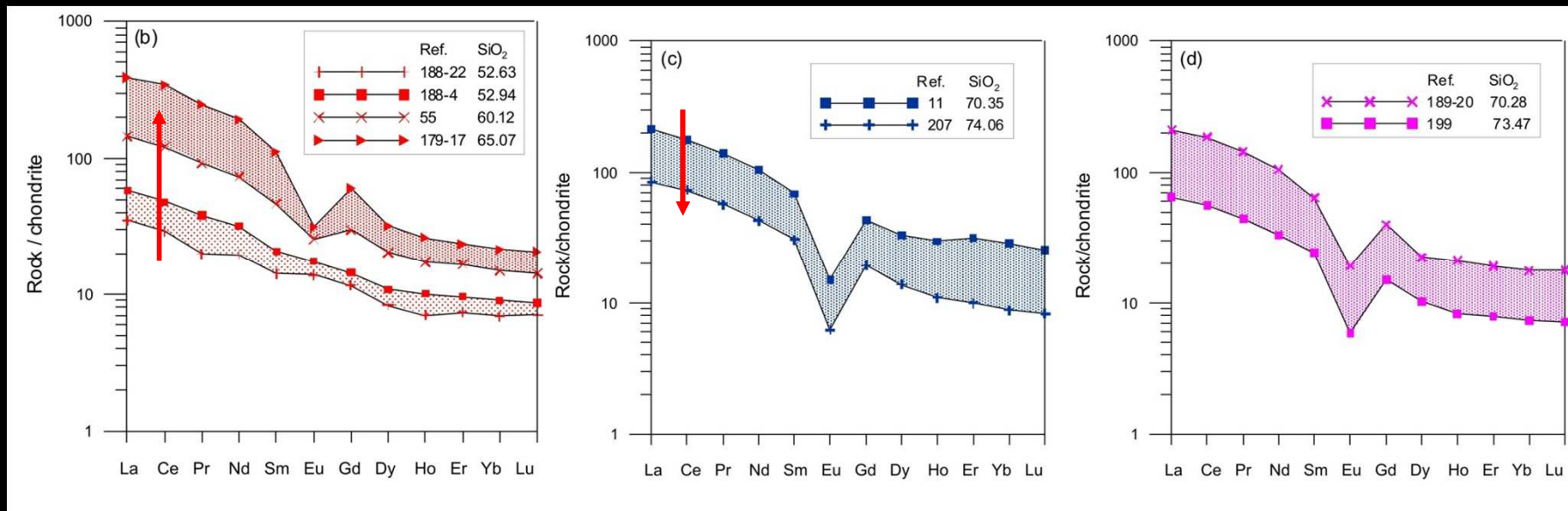
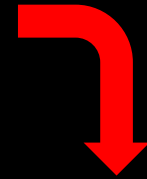
MISTURA MAGMAS
CRISTALIZAÇÃO
FRACCIONADA



GRANITÓIDES TARDI-PÓS-D₃

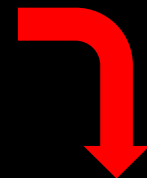
Termos mais máficos

Enriquecimento progressivo em terras raras com a diferenciação
Anomalias negativas Eu progressivamente mais acentuadas



Granitos porfiróides biotíticos e biotítico-moscovíticos

Significativo grau de sobreposição composicional
Perfis de terras raras sub-paralelos
Anomalias negativas Eu bem definidas



**PROCESSOS
AFC**

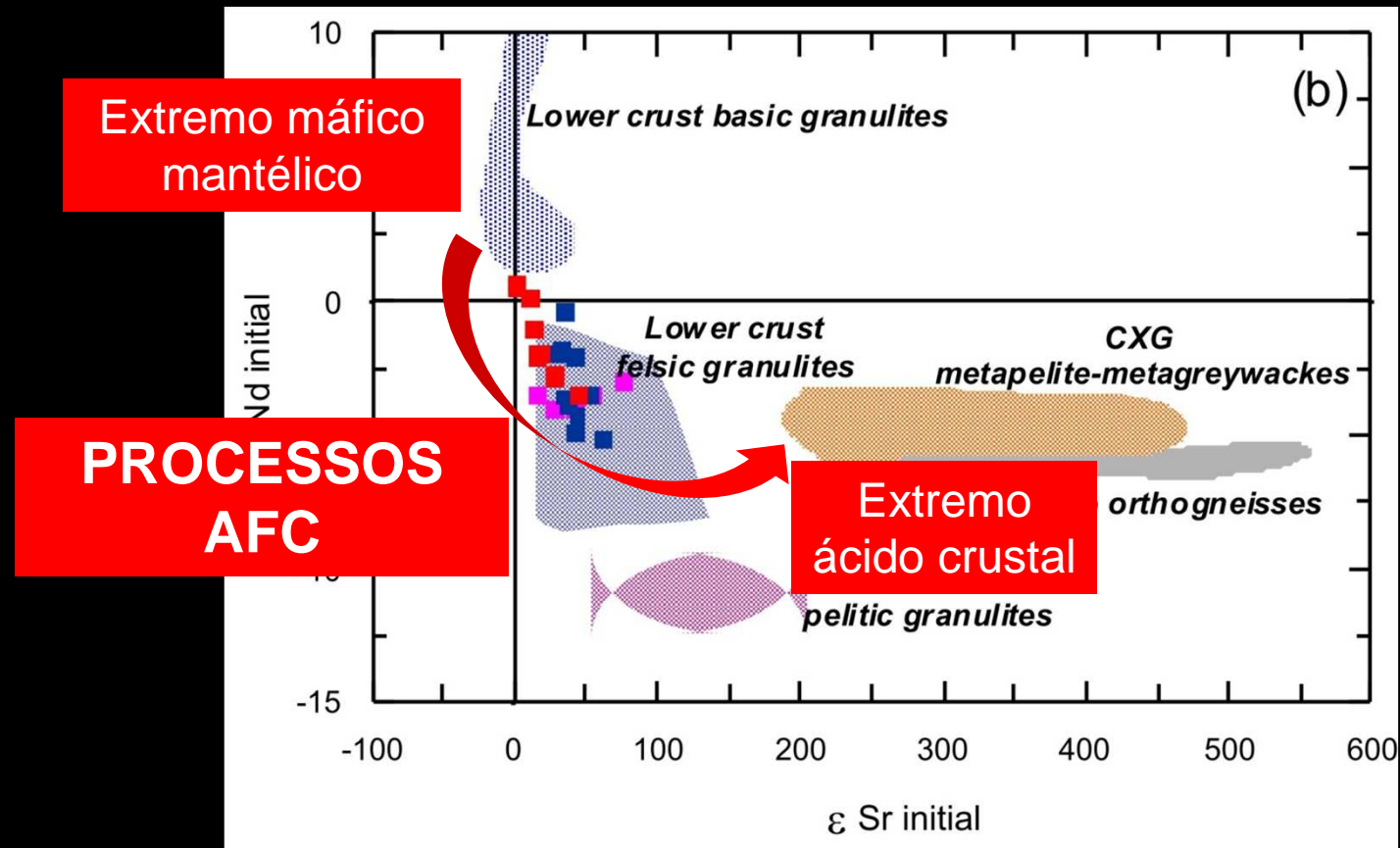
GRANITÓIDES TARDI-PÓS-D₃

Termos mais máficos

Valores de $\epsilon\text{Nd}_{\text{inicial}}$ ligeiramente positivos e $\epsilon\text{Sr}_{\text{inicial}}$ baixos

Granitos porfiróides biotíticos e biotítico-moscovíticos

Valores de $\epsilon\text{Nd}_{\text{inicial}}$ pouco negativos e $\epsilon\text{Sr}_{\text{inicial}}$ baixos



PLUTONISMO GRANÍTICO VARISCO CENTRO NORTE PORTUGAL

GÉNESE

Granitóides
sin-D₃

Granitóides sin-D₃
biotíticos

Hibridização magmas ou
Fusão protólitos ígneos /
grauváquicos crustais

Granitóides sin-D₃
duas micas

Fusão protólitos crustais
metassedimentares

Granitóides
tardi-pós-D₃

Granitóides tardi-pós-D₃
biotíticos

Hibridização magmas +
Cristalização fraccionada

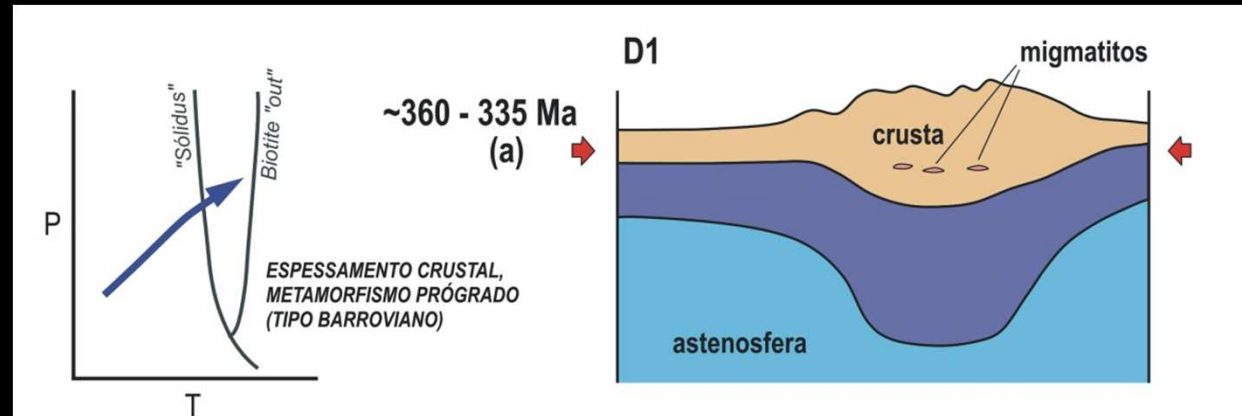
Granitóides tardi-pós-D₃
biotítico-moscovíticos

Hibridização magmas +
Cristalização fraccionada
Maior contribuição crustal

MODELO PETROGENÉTICO

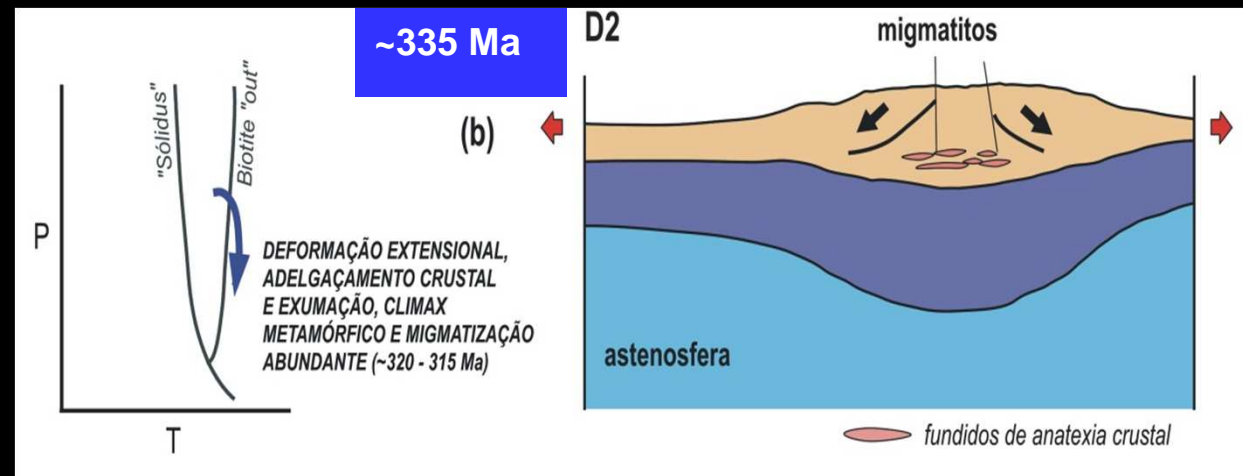
D₁ - Fase espessamento crustal

- Deformação penetrativa
- Metamorfismo regional prógrado ⇒ zona da Sil+Fk



D₂ - Fase extensional

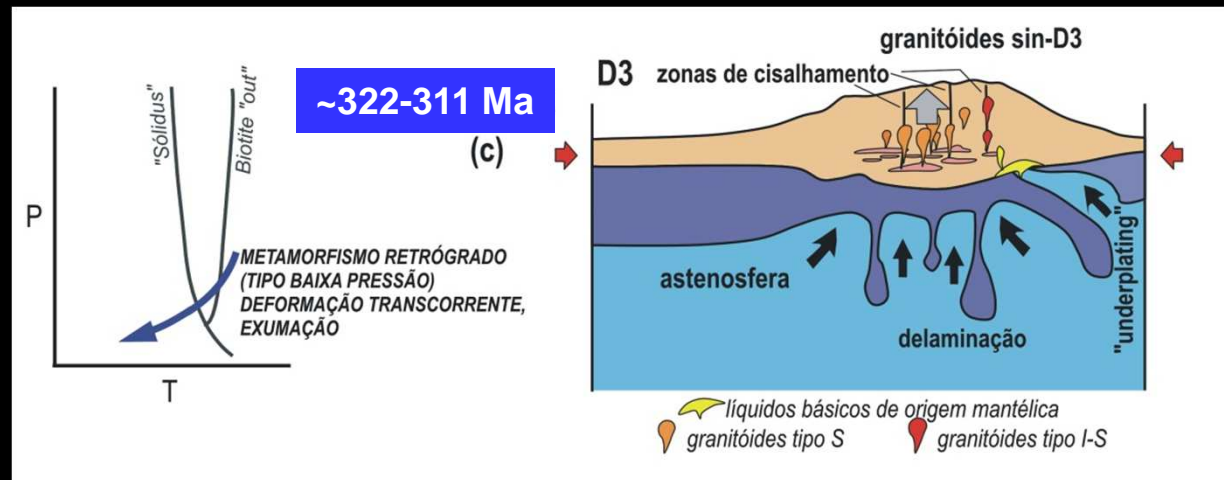
- Adelgaçamento crustal
- Migmatização nos níveis crustais profundos



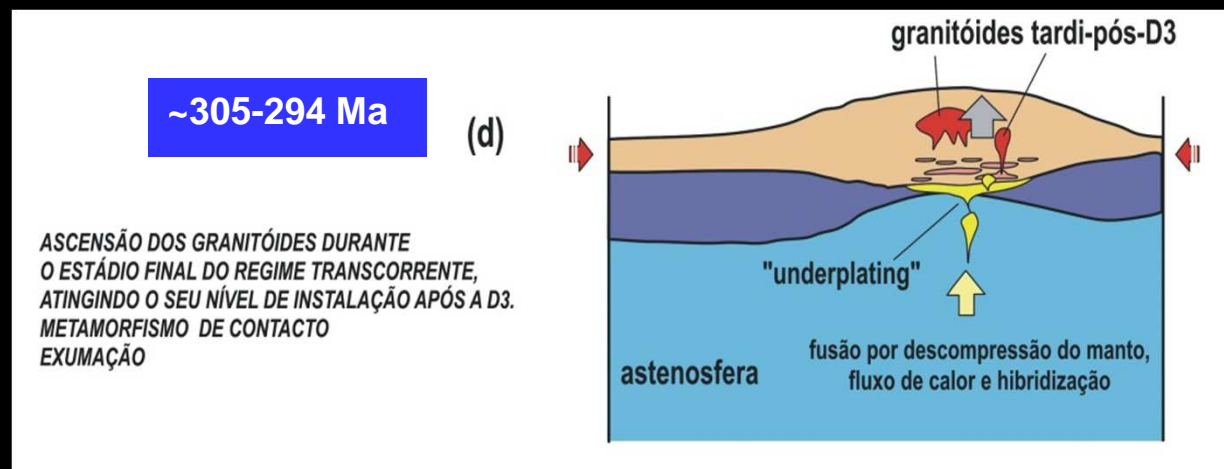
MODELO PETROGENÉTICO

D₃ - Fase transcorrente

- *Underplating* magmas máficos e fusão crustal
- Intrusão granitóides biotíticos sin-D₃
- Anatexia crustal abundante
- Intrusão granitóides de duas micas sin-D₃



- Mistura magmas mantélicos e crustais
- Cristalização fraccionada
- Intrusão granitóides tardi-pós-D₃



Equipa de trabalho

Beatriz Valle Aguado

John Nolan

Mafalda Costa

Fernando Corfu

Jorge Medina

Alunos de Eng. Geológica e de Biologia e Geologia



OBRIGADO A TODOS