

A nova Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000 e a importância da cartografia geológica de base

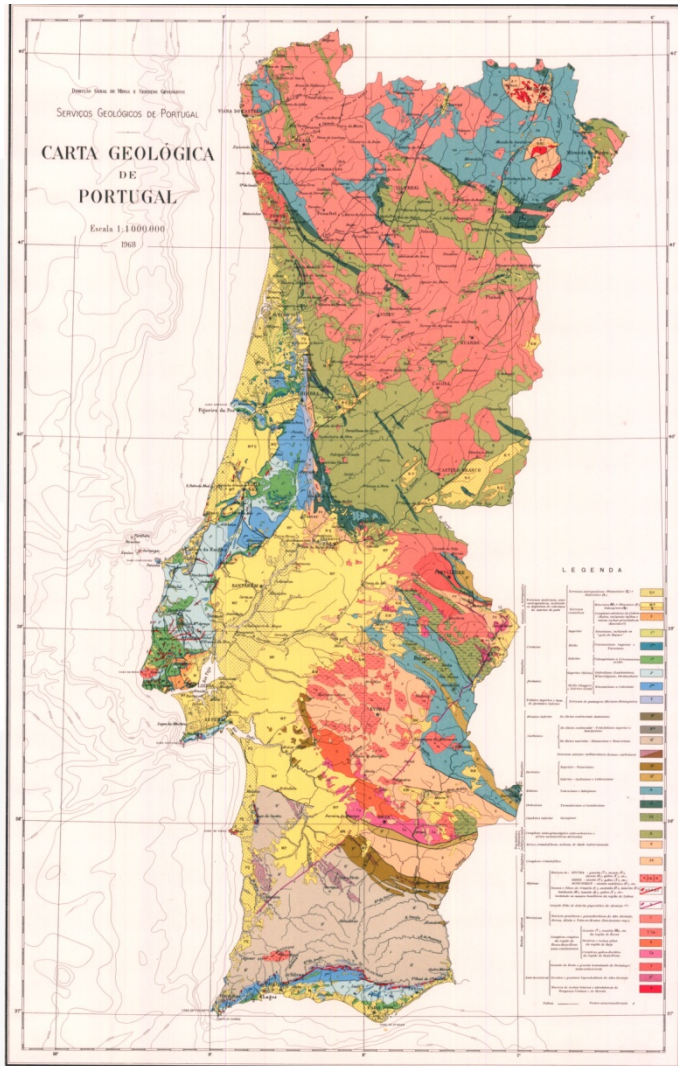
Maria Luísa Duarte
Telmo M. Bento dos Santos

UGCG – Unidade de Geologia e Cartografia Geológica

Portugal Tecnológico 2010,
Lisboa, 24 de Setembro de 2010



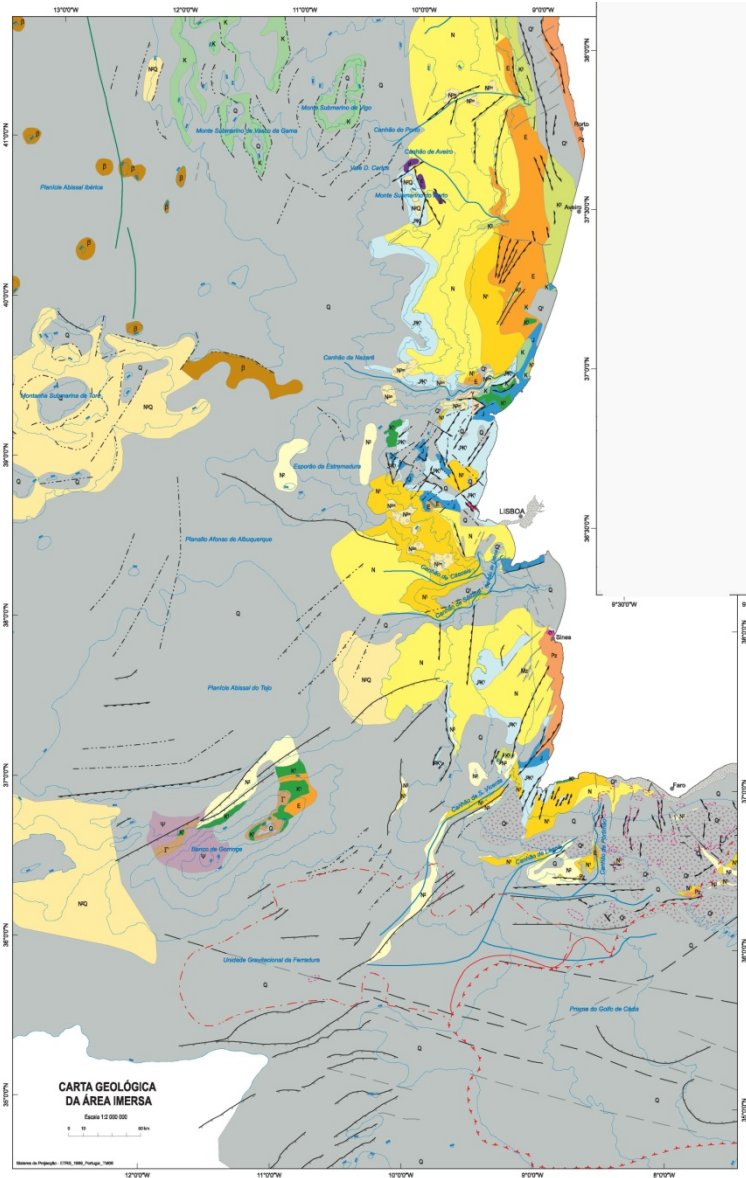
Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



- A versão anterior data de 1968* precedendo a plena divulgação da Teoria das “Placas Tectónicas”
- O acréscimo de informação entretanto conseguido resultou da investigação geológica realizada:
 - Cartografia geológica de base
 - Evolução dos próprios conceitos científicos
 - Avanço das tecnologias associadas às disciplinas que estão na base da Cartografia Geológica

* Ano de publicação do 1º trabalho de geocronologia em Portugal – “*Contribution à l’étude géochronologique, par la méthode au strontium, des formations cristallines du Portugal*” (F. Mendes)

Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



A “Edição de 2010” abrange:

- Regiões emersas – continental e insulares
- Área imersa adjacente ao continente

- A presente carta substitui, com vantagem, a Carta Geológica da Plataforma Continental à escala 1/1.000.000 (1978), apresentando um excerto à escala 1/2.000.000, de vasta área imersa



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- Congrega as cartas de 1968 e de 1978 e apresenta, pela primeira vez, a cartografia geológica, à mesma escala, das áreas emersas das regiões insulares
- Oferece, pois, uma visão global da diversidade litológica e da complexidade estrutural substrato geológico do território Português

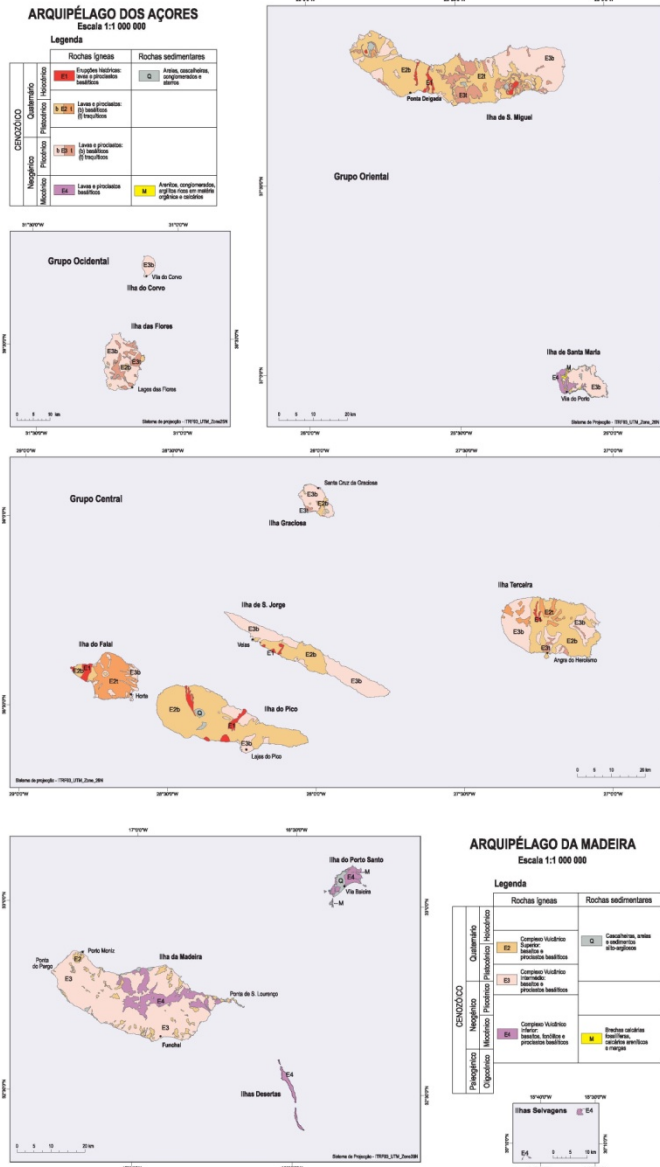


Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- 1) No continente e plataforma continental:
 - A diversidade foi gerada desde o Precâmbrico à actualidade e resultou do envolvimento dos seus terrenos em vários ciclos geológicos (Cadomiano, Varisco ou Hercínico e Atlântico que ainda decorre) produzindo sucessivos ambientes geodinâmicos:
 - abriram-se e fecharam-se oceanos
 - subductaram-se as crustas desses oceanos
 - geraram-se margens activas com os seus vulcões
 - colidiram continentes
 - surgiram cadeias de montanhas que a erosão arrasou e devolveu como sedimentos às margens de outros oceanos



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



2) Os arquipélagos da Madeira e dos Açores:

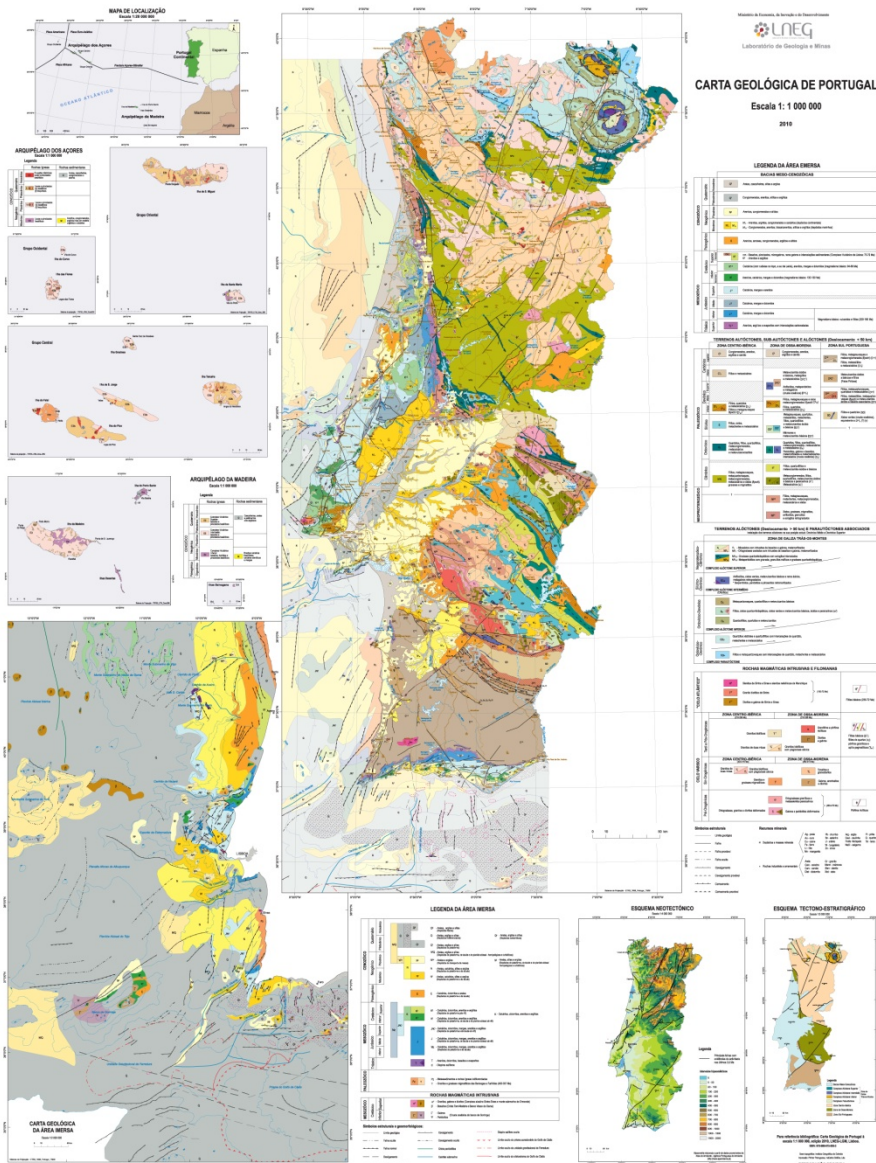
- Muito mais jovens que o continente (<30 Ma), possuem menor diversidade. São, maioritariamente, constituídos por rochas vulcânicas
- Constituem episódios de magmatismo oceânico diverso – “intraplaca” e de “rift” – dentro do último ciclo, o Atlântico

3) O pequeno arquipélago das Berlengas:

- Pelo contrário, tem história equiparável à do continente
- As suas rochas, metamorfitos e magmatitos, foram, pelo menos, actuados pela orogenia Varisca



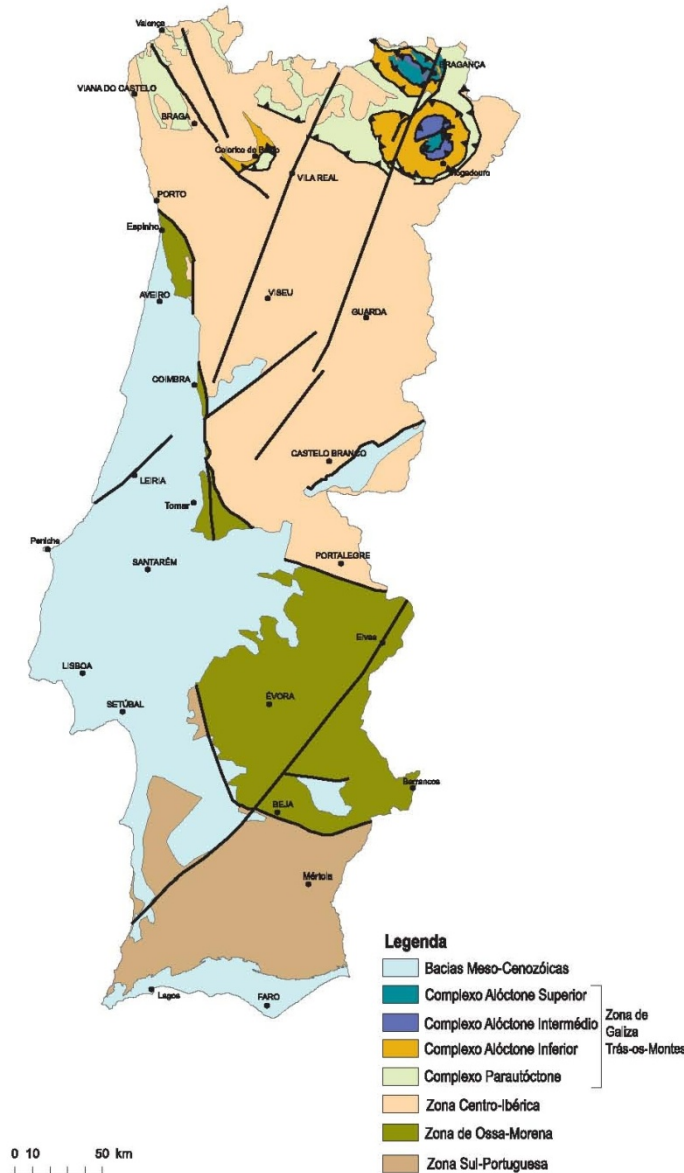
Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



Os sucessivos ambientes geodinâmicos gerados no território português originaram os recursos geológicos de que dispomos e determinaram os riscos que necessitamos prever e minimizar



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



- Sendo uma carta de síntese, com vocação didáctica, pretende-se, igualmente, que evidencie e facilite a interpretação das grandes unidades geotectónicas e das estruturas maiores ao público em geral*:

- Bacias Meso-Cenozóicas
- Zona de Galiza – Trás-os-Montes
- Zona Centro-Ibérica
- Zona da Ossa-Morena
- Zona Sul-Portuguesa

...



(*) O esquema tectono-estratigráfico na base da carta ajuda à localização

Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- **Bacias sedimentares Meso-Cenozóicas:**
 - Foram preenchidas por evaporitos, calcários, dolomitos, argilas, margas, arenitos e vulcanitos
 - Atendendo à distribuição das litologias, permite evidenciar os grandes períodos evolutivos
 - Não obstante a perfeita continuidade de sedimentação do continente e região imersa, a presença de legendas distintas reflecte, apenas, a diferente metodologia utilizada em cada uma (que na parte imersa são as da Geologia Marinha)
 - A parte imersa apresenta grande detalhe da estruturação do alinhamento Açores-Gibraltar e doutras entidades morfoestruturais importantes. Localiza, ainda, pela 1ª vez, a presença de rochas da crosta oceânica e do manto subjacente



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

LEGENDA DA ÁREA IMERSA

LEGENDA DA ÁREA EMERSA

| CENOZÓICO | Quaternário | | Paleogénico |
|-----------|--------------|--------------|-------------|
| | Holocénico | Plistocénico | |
| CENOZÓICO | Holocénico | | Paleogénico |
| | Plistocénico | | |
| | Miocénico | | |
| | Eocénico | | |
| MESOZÓICO | Cretácico | | Paleogénico |
| | Jurássico | | |
| | Triásico | | |
| | Paleozóico | | |

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| Q ² | - Areias, argilas e siltes (Depósitos litorais) | |
| Q | - Areias, argilas e siltes (Depósitos indiferenciados) | Q ^c - Areias, argilas e siltes (Depósitos contomíticos) |
| Q ¹ | - Areias, argilas e siltes (Depósitos de plataforma) | |
| N ² Q | - Areias, argilas e siltes (Depósitos de plataforma, de talude e de planície abissal - hemipelágicos e turbidíticos) | |
| N ^{2m} | - Areias e argilas (Depósitos de transporte de massa) | N ² - Areias, siltes e argilas (Depósitos de plataforma, de talude e de planície abissal hemipelágicos e turbidíticos) |
| N | - Areias, calcários, siltes e argilas (Depósitos de plataforma e de talude) | |
| N ¹ | - Areias, calcários, siltes e argilas (Depósitos de plataforma e de talude) | |
| E | - Calcários, dolomitos e areias (Depósitos de plataforma e de talude) | |
| K ² | - Calcários, dolomitos, arenitos e argilitos (Depósitos de plataforma pós-rift) | K - Calcários, dolomitos, arenitos e argilitos |
| K ¹ | - Calcários, dolomitos, arenitos e argilitos (Depósitos de plataforma, de talude e de planície abissal sin-rift) | |
| J ² K ¹ | - Calcários, dolomitos, margas, arenitos e argilitos (Depósitos de plataforma e de talude sin-rift) | |
| J | - Calcários, dolomitos, margas, arenitos e argilitos (Depósitos de plataforma, de talude e de planície abissal sin-rift) | |
| Mz | - Calcários, dolomitos, margas, arenitos e argilitos (Depósitos de plataforma e de talude) | |
| T | - Arenitos, dolomitos, basaltos e evaporitos | |
| d | - Diapirites salíferos | |
| Pz | - Metassedimentos e rochas ígneas indiferenciadas | |
| γ | - Granitos e gnaisses migmatíticos das Belengas e Farilhões (483-307 Ma) | |

| | | BACIAS MESO-CENOZÓICAS | |
|-------------|-------------|--|--|
| CENOZÓICO | Quaternário | Holocénico | Q ² - Areias, cascalheiras, siltes e argilas |
| | | Plistocénico | Q ¹ - Conglomerados, arenitos, siltes e argilitos |
| | Neogénico | Pliocénico | N ² - Arenitos, conglomerados e siltes |
| | | Miocénico | N ^{1c} - Arenitos, argilitos, conglomerados e calcários (depósitos continentais) N ^{1m} - Conglomerados, arenitos, biocalcarenitos, siltes e argilitos (depósitos marinhos) |
| Paleogénico | | E - Arenitos, arcoses, conglomerados, argilitos e siltes | |
| MESOZÓICO | Cretácico | Superior (Serravalle) | CVL - Basaltos, piroclastos, microgabros, raros gabros e intercalações sedimentares (Complexo Vulcânico de Lisboa: 75-72 Ma) K ² - Arenitos e argilitos |
| | | Inferior (Neocomiano) | K ¹⁻² - Calcários (com rudistas no lopo, a sul de Leiria), arenitos, margas e dolomitos (magmatismo básico: 94-88 Ma) K ¹ - Arenitos, calcários, margas e dolomitos (magmatismo básico: 135-130 Ma) |
| | Jurássico | Superior | J ³ - Calcários, margas e arenitos |
| | | Médio | J ² - Calcários, margas e dolomitos |
| | Inferior | J ¹ - Calcários, margas e dolomitos | |
| | Triásico | Superior | TJ ¹ - Arenitos, argilitos e evaporitos com intercalações carbonatadas |

Magmatismo básico: vulcanitos e filões (200-180 Ma)

ROCHAS MAGMÁTICAS INTRUSIVAS

| | | | |
|-----------|-----------|----------|--|
| MESOZÓICO | Cretácico | Superior | σ ² - Granitos, gabros e dioritos (Complexo alcalino Sintra-Sines e monte submarino de Ormonde) |
| | | Inferior | β - Basaltos (Crista Torre-Madeira e Branco Vasco da Gama) |
| MESOZÓICO | Jurássico | Superior | Γ - Gabros (Crusta oceânica do banco de Gorringe) |
| | | Inferior | ψ - Peridotitos |

Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- No substrato pré – Mesozóico, tradicionalmente, recorre-se à divisão em grandes zonas litoestruturais (regiões com litostratigrafia, estrutura, magmatismo e metamorfismo geodinamicamente congruentes, constituídas durante a vigência do ciclo Hercínico). Cada zona possui história geológica própria.
- A legenda distingue:
 - Zonas cujos terrenos são autóctones, sub-autóctones e alóctones (deslocamento <50km) – ZCI, ZOM e ZSP
 - Zona com aloctonia > 50km e terrenos parautóctones associados – ZGTM



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

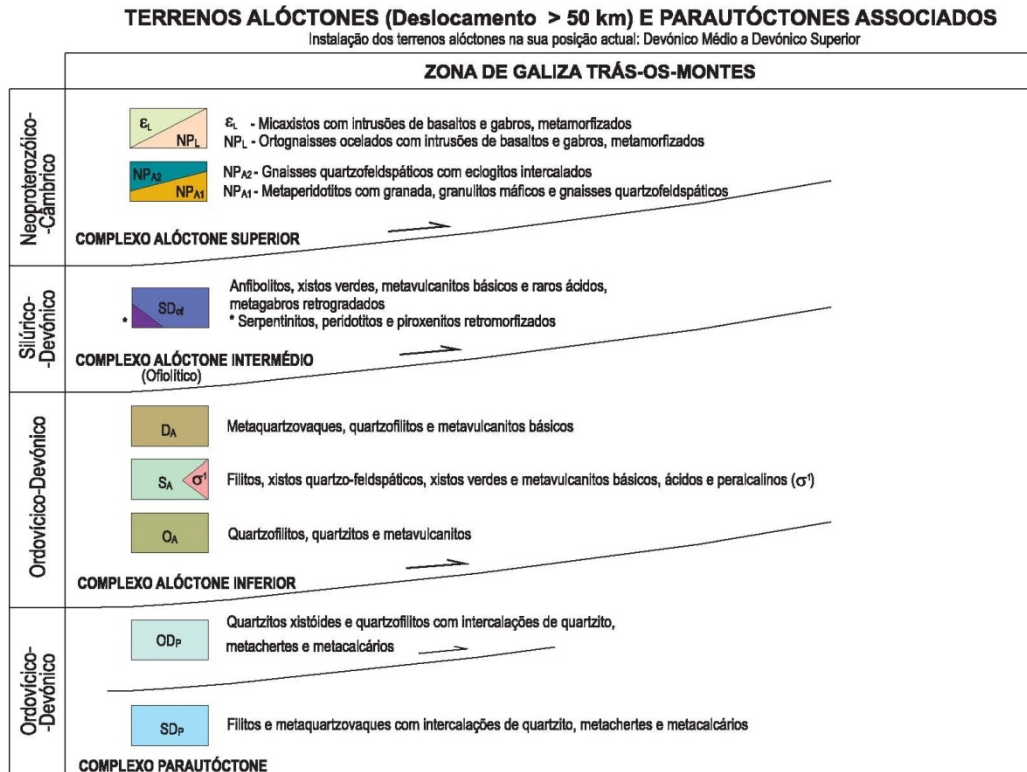
- ZCI, ZOM e ZSP, lado a lado, são facilmente comparáveis
- Destaca-se a complexidade da ZOM onde ocorrem:
 - os terrenos mais antigos, que recentemente se comprovou pertencerem ao soco Cadomiano
 - Com crosta oceânica no Devónico Superior e do Ordovícico

TERRENOS AUTÓCTONES, SUB-AUTÓCTONES E ALÓCTONES (Deslocamento < 50 km)

| | | ZONA CENTRO-IBÉRICA | ZONA DE OSSA-MORENA | ZONA SUL PORTUGUESA | |
|-------------------|------------------------|---|--|---|--|
| PALEOZOICO | Carbónico | superior | C ² Conglomerados, arenitos, argilitos e carvão | C ²⁻² C ^{2b} Filitos, metagrauvaques e metaconglomerados (<i>fjysch</i>) (C ²⁻²) Filitos, metassilitos e metacalcários (C ^{2b}) | |
| | | inferior | C ^{1a} Filitos e metacalcários | D ^{2C1} Metavulcanitos ácidos e básicos, melargilitos e metacalcários (D ^{2C1}) Metavulcanitos ácidos e básicos e filitos (Faixa Pirítica) | |
| | Devónico | superior | | D ^{2-3a} D ^{2C1} Anfibolitos, metaperidotitos e melagabros (crosta oceânica) (D ^{2-3a}) | D ²⁻³ D ^{2-3a} Filitos, metaquartzovaques, quartzitos e metacalcários (D ²⁻³) |
| | | Médio | | | D ²⁻³ D ^{2-3a} Filitos, metassilitos, metaquartzovaques (<i>fjysch</i>) e metavulcanitos ácidos e básicos associados (D ²⁻³) |
| | | inferior | D ^{1a} D ^{1a} Filitos, quartzitos e metacalcários (D ^{1a}) Filitos e metagrauvaques (<i>fjysch</i>) (D ^{1a}) | D ^{1a} D ^{1a} Filitos, metagrauvaques e raros metaconglomerados (<i>fjysch</i>) (D ^{1a}) Filitos, quartzitos e metacalcários (D ^{1a}) | SD Filitos e quartzitos (SD) Xistos verdes (crosta oceânica), equivalente a D ²⁻³ (?) (v) |
| | Silúrico | S Filitos, xistos, melachertes e metacalcários | OD ¹ SD ¹ Metagrauvaques, quartzitos, metassilitos, melachertes, filitos, quartzofilitos e metavulcanitos ácidos e básicos (SD ¹) Mármore e metavulcanitos básicos (OD ¹) | ? | |
| | Ordovícico | O ₂ Quartzitos, filitos, quartzofilitos, metaconglomerados, metacalcários e metavulcanoclastitos | O ₂ O ₂ Quartzitos, filitos, quartzofilitos, metaconglomerados, metacalcários e metabasaltos (O ₂) Peridotitos, gabros e basaltos, metamorfizados e metaradiolaritos intercalados (crosta oceânica) (O ₂) | | |
| | Cámbrico | | | E ² Filitos, quartzofilitos e metavulcanitos ácidos e básicos E ¹ E ¹ Metaconglomerados, filitos, quartzofilitos, metavulcanitos ácidos e básicos e peralcalinos (E ¹) Metacalcários (E ¹) | |
| | | NPc | NPc Filitos, metagrauvaques, metaquartzovaques, metaconglomerados, metacalcários e xistos (<i>fjysch</i>); gnaisses e migmatitos | | |
| | NEOPROTEROZOICO | | | NP ² Filitos, metagrauvaques, melachertes, metaconglomerados, metacalcários e xistos NP ¹ Xistos, gnaisses, migmatitos, anfibolitos, granulitos e eclogitos retrogradados | |
| | | | | | |



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



Também na ZGTM ocorrem terrenos do Precâmbrico e crosta oceânica obductada, mas estes foram gerados a centenas de kms de distância e transportados por carreamento para as suas posições actuais

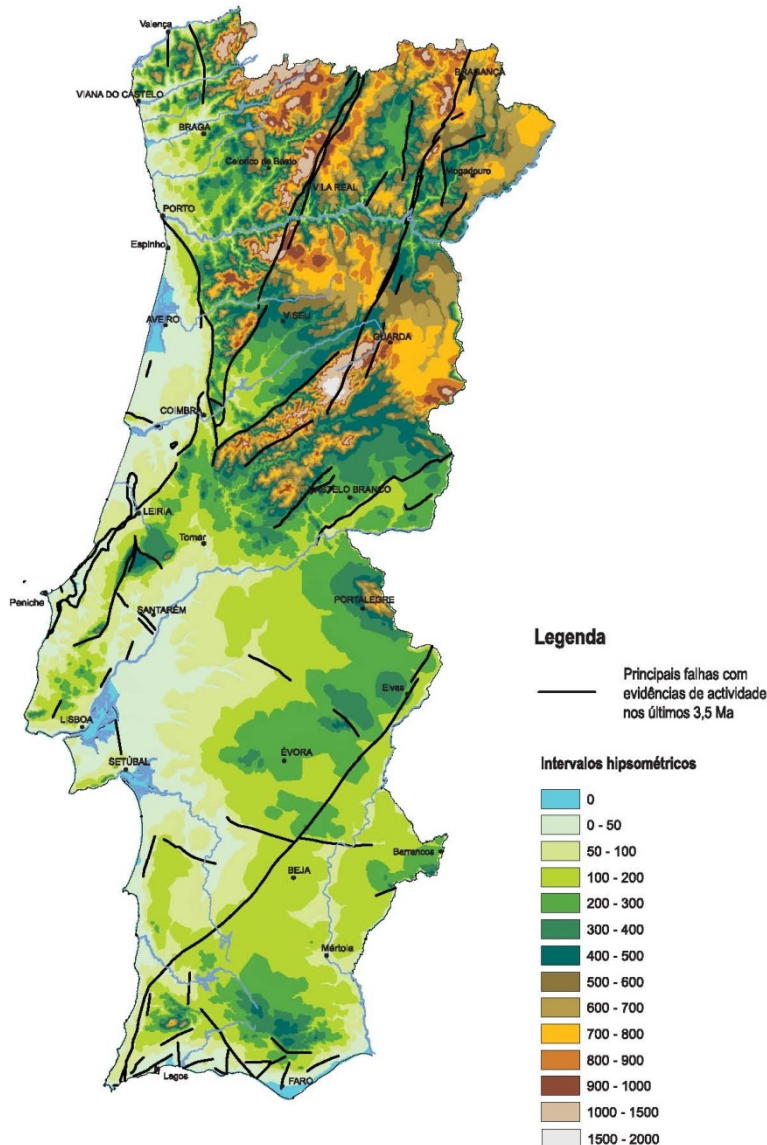
Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- As rochas intrusivas são apresentadas estratigraficamente em função do ciclos Varisco e Atlântico
- O maior acréscimo de informação está nos intervalos de idades atribuídos aos vários grupos

| ROCHAS MAGMÁTICAS INTRUSIVAS E FILONIANAS | | | | |
|--|--|--|---|---|
| "CICLO ATLÂNTICO" | | | } (100-72 Ma) Filões básicos (230-72 Ma) | |
| | Sienitos de Sintra e Sines e sienitos nefelínicos de Monchique Granito biotítico de Sintra Dioritos e gabros de Sintra e Sines | | | |
| | CICLO VARISCO | Tardi a Pós-Orogénicas | ZONA CENTRO-IBÉRICA (310-290 Ma) | ZONA DE OSSA-MORENA (310-290 Ma) |
| Granitos biotíticos | | | Granófiros e pórfiros riolíticos Dioritos e gabros | |
| Sín-Orogénicas | | ZONA CENTRO-IBÉRICA (320-310 Ma) | ZONA DE OSSA-MORENA (360-310 Ma) | |
| | | Granitos de duas micas | Granitos biotíticos com plagioclase cálcica Granitos e gnaisses migmatíticos | Tonalitos e granodioritos Gabros, anortositos e dioritos |
| Pré-Orogénicas | | | } (490-470 Ma) Pórfiros riolíticos | |
| Ortognaisses, granitos e dioritos deformados Ortognaisses graníticos e metassienitos peralcalinos Gabros e peridotitos deformados | | | | |



Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000



- Esquema Neotectónico:
 - Apresentado na base da carta, evidencia as principais falhas com actividade nos últimos 3,5Ma sob hipsometria cedida pela Agência Portuguesa do Ambiente

Importância da Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

- Escala nacional (Continente e ilhas, área emersa e imersa)
- Síntese da geologia nacional
- Capacidade de integração de informação das grandes divisões geológicas de Portugal (Zonas)
- Divulgação
- Cooperação internacional (Projecto Europeu *OneGeology – Europe*)





Pesquisa

Visualizador de Mapas

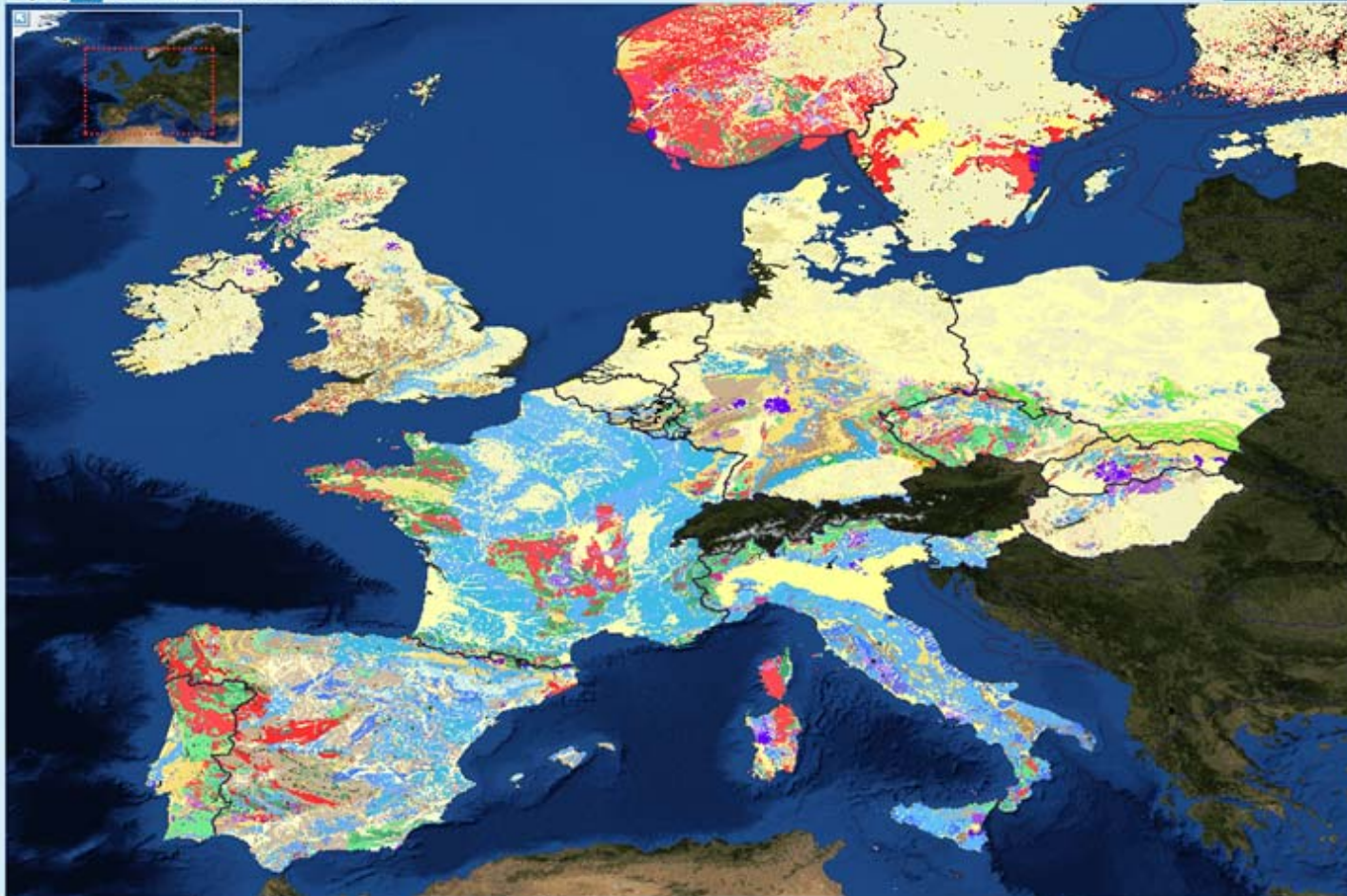
Layers

- Country Outlines/Political boundaries

- 1GE - 1MiM Harmonized Geological Map
 - Superficial
 - Mover para cima | Mover para baixo
 - Alterar opacidade
 - Litologia
 - Remover layer
 - Ver metadados
 - Ver legenda
 - Descarregar dados
 - Análise temática
 - Área exibida
 - Informação da área exibida
 - Legenda e Estatística
 - Descarregar dados



Ir para.....



600 km Escala : 1 : 12 500 000 SRS : WGS 84 X : 25,56 Y : 35,30

Remover todos os layers

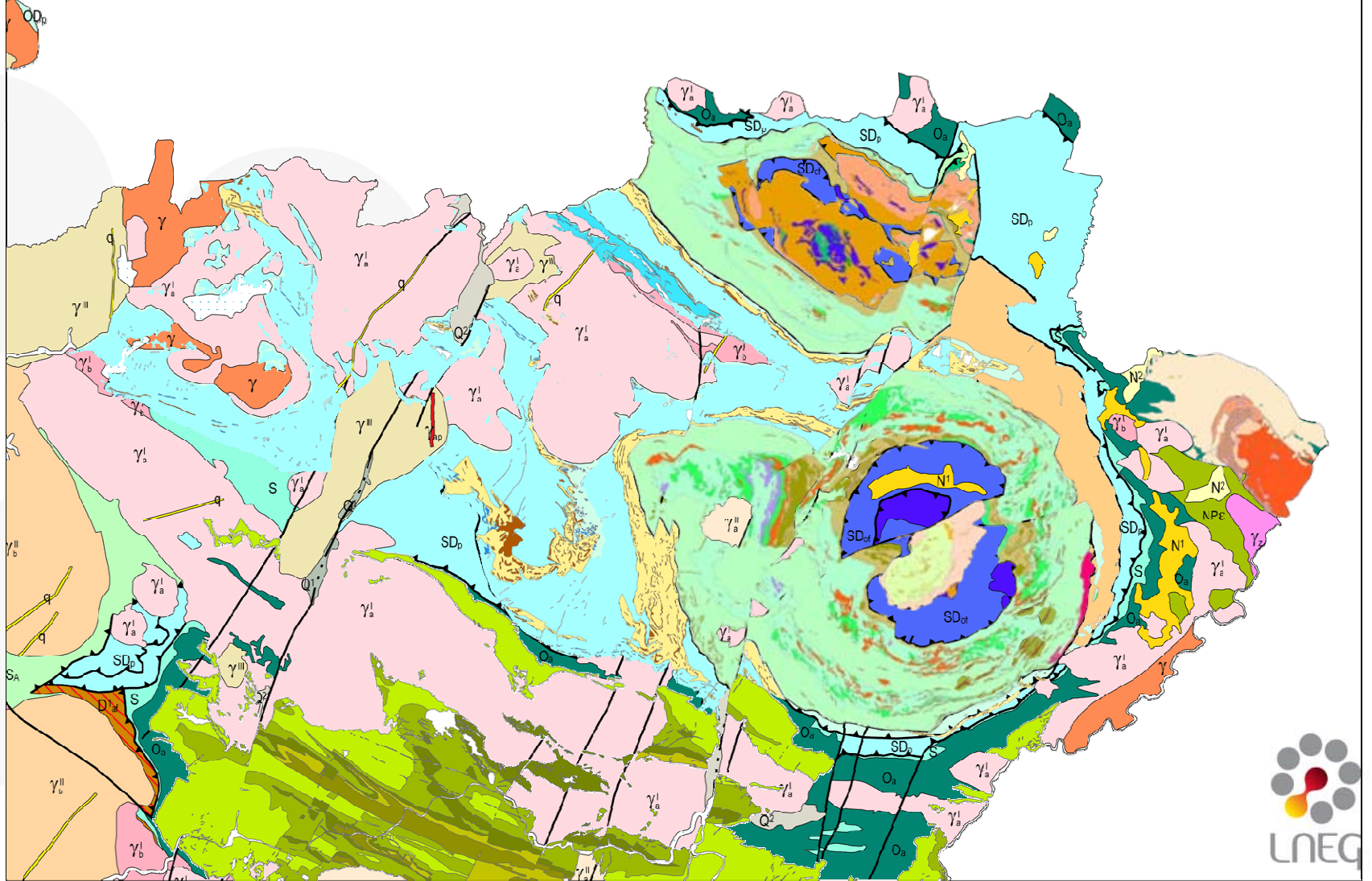
Limitações

- A carta geológica à escala 1/1.000.000 apresenta uma versão sintética da geologia nacional:
 - Detalhe e pormenor reduzido
 - Informação geral (pouca informação à escala local e para especialistas)

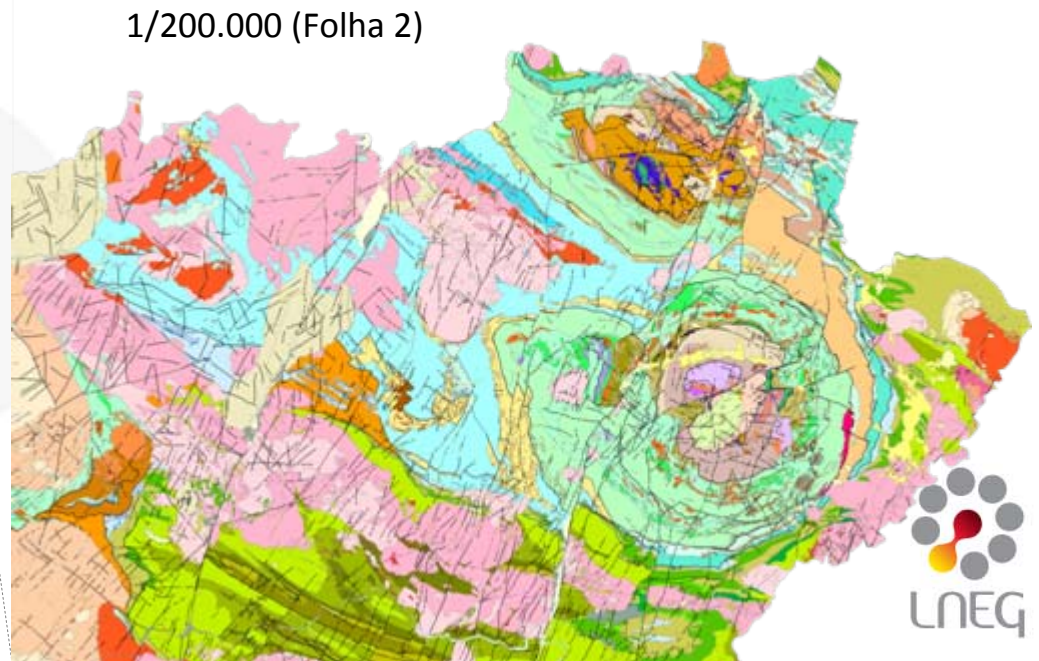
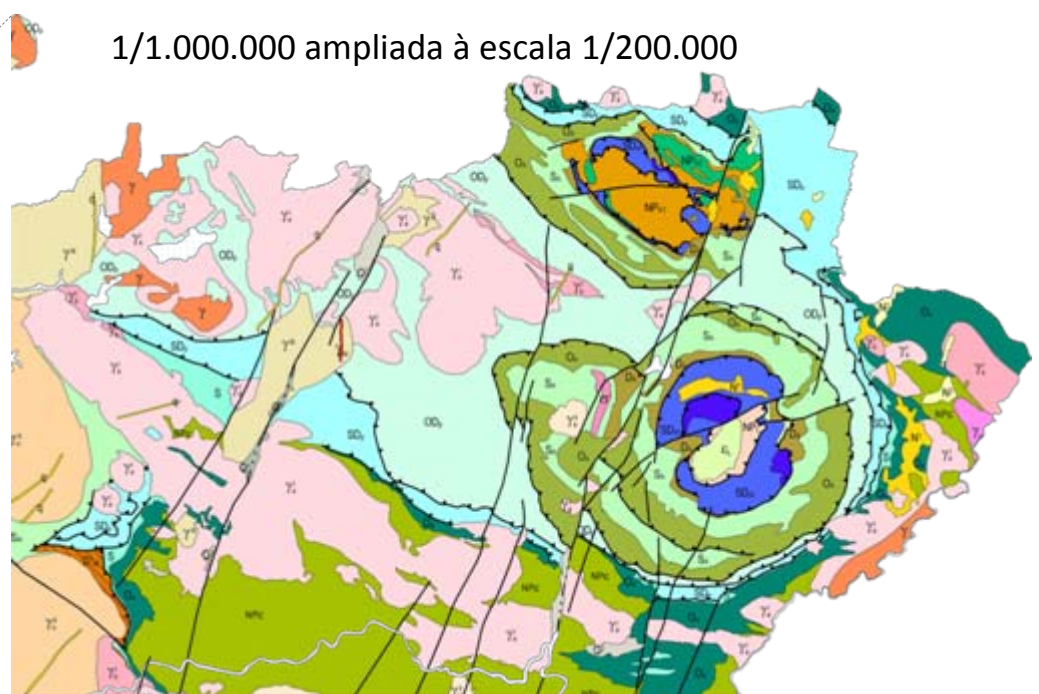
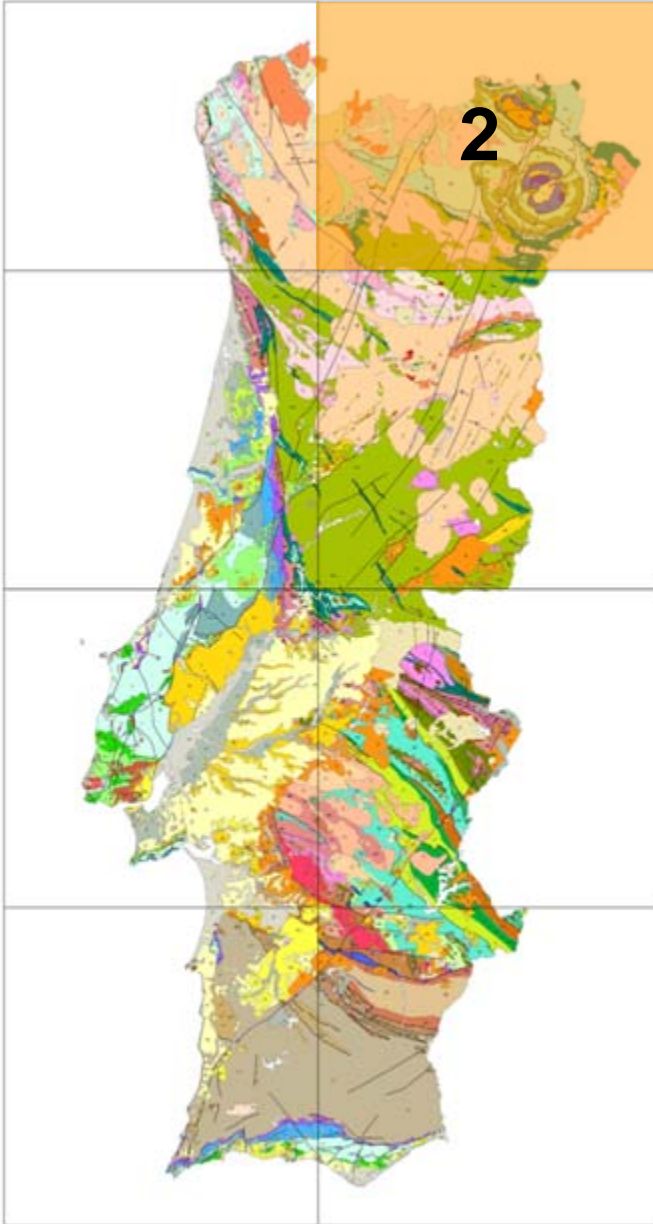


Carta Geológica de Portugal à escala 1/1.000.000

ampliada à escala 1/200.000



Carta Geológica de Portugal

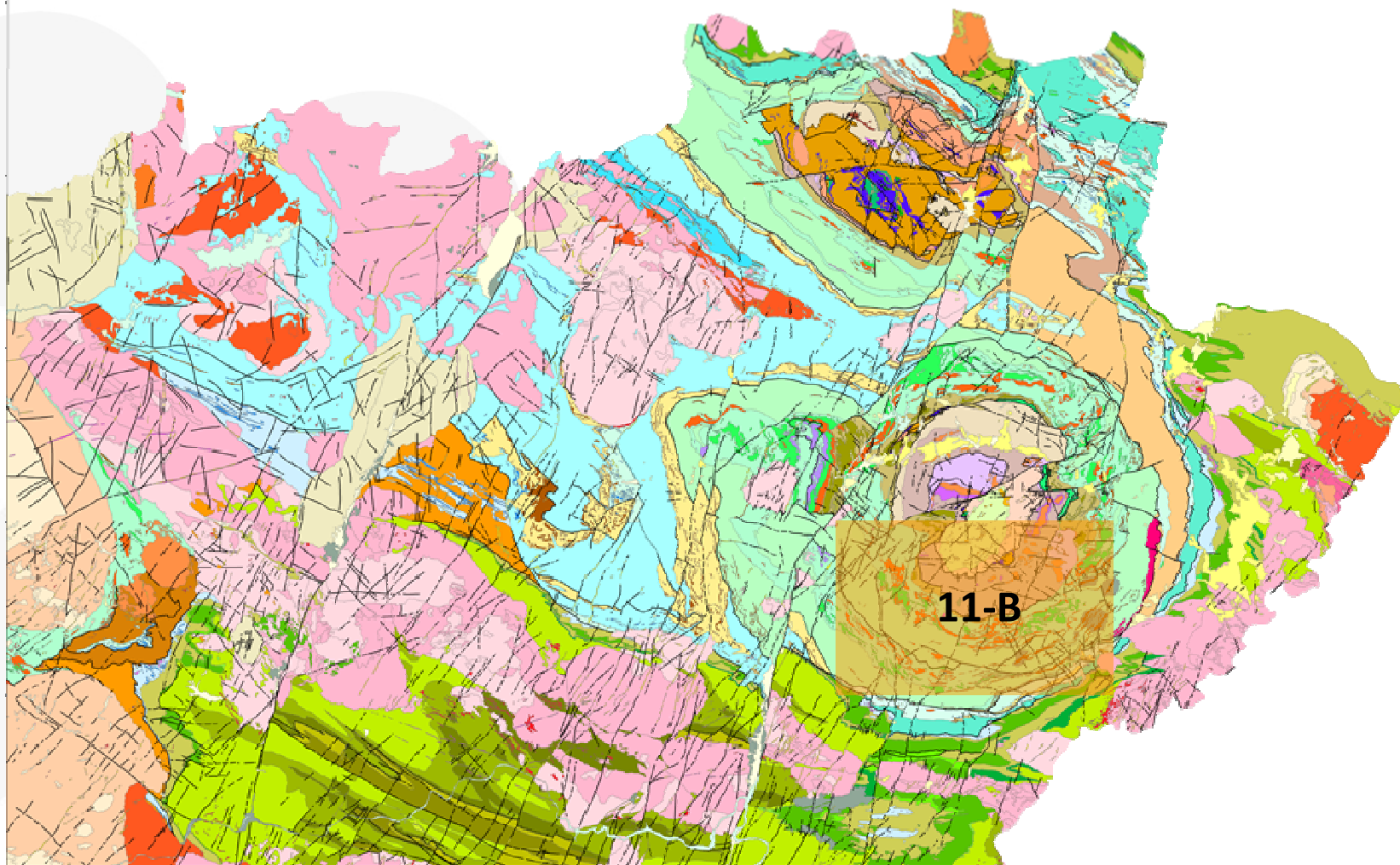


Cartas Geológicas à escala 1/200.000

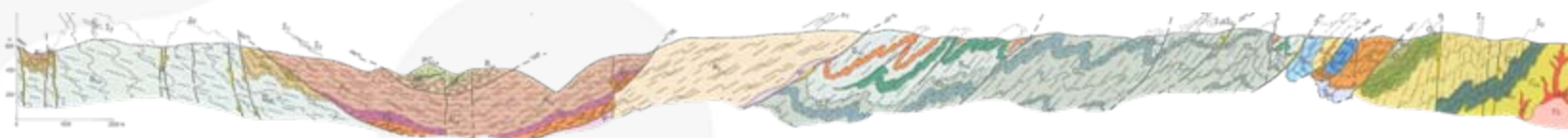
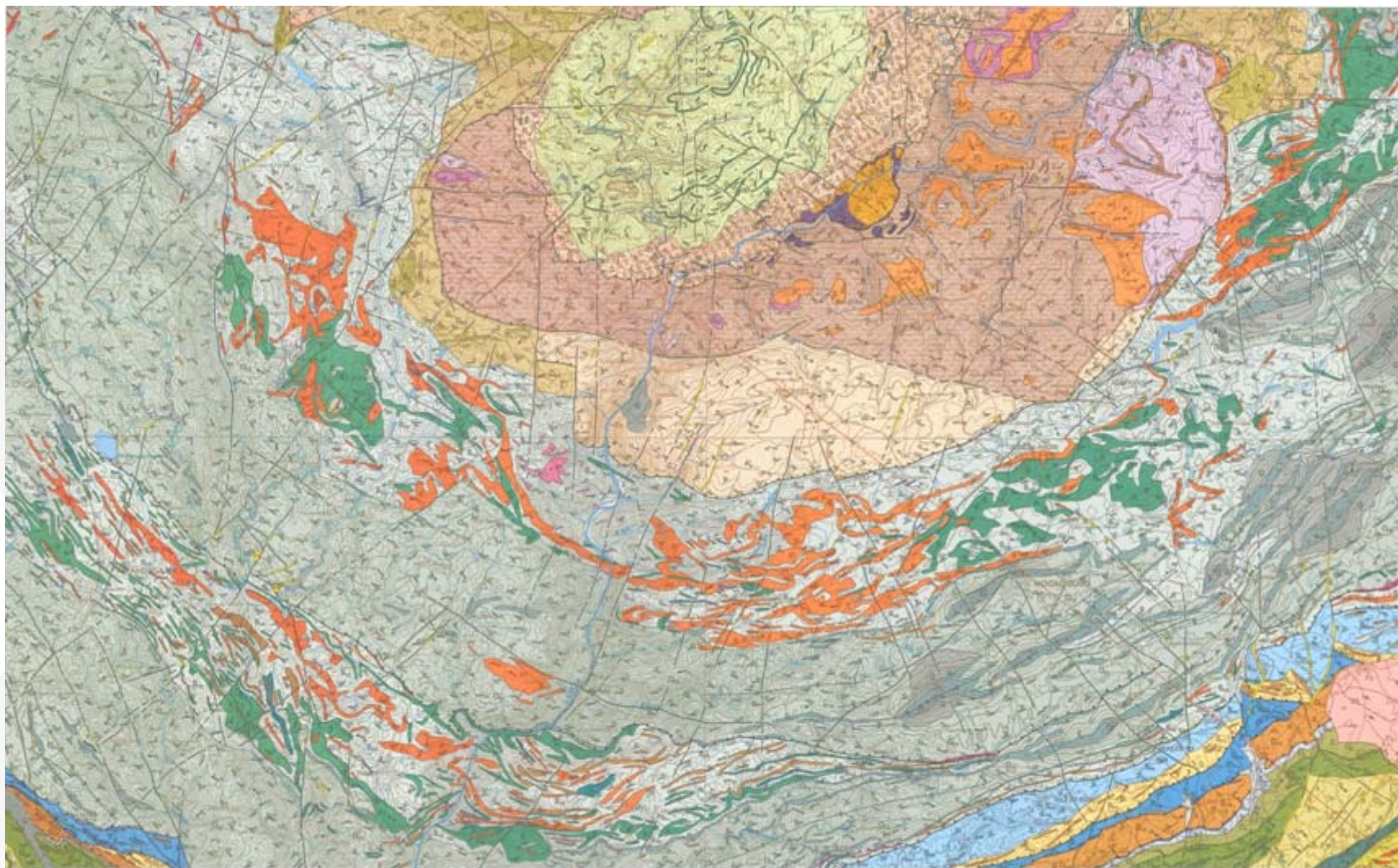
- Vantagens:
 - Mais detalhe e informação
 - Capacidade de integração de informação dentro dos grandes domínios geológicos
 - Escala de planeamento regional
- Limitações:
 - Escala regional e não local
 - Ainda não apresenta informação suficientemente detalhada para a escala de trabalho local



Carta Geológica de Portugal à escala 1/200.000 (Folha 2)



Carta Geológica de Portugal à escala 1/50.000 (Folha 11-B, Mogadouro)



Cartas Geológicas à escala 1/50.000

- Escala oficial de publicação
- Muita informação e detalhe
- Muito rigor, exactidão e trabalho de pormenor
- Só com cartografia geológica de base (se necessário a escalas ainda mais detalhadas que a escala 1/50.000) se consegue obter o máximo de informação, rigor e detalhe



Importância da Cartografia Geológica de Base

- Produto tecnológico de excelência técnico-científica:
 - Divulgação e informação para a Comunidade
 - Permite a realização de investigação científica rigorosa
 - Potencia a realização de projectos de colaboração multi-institucional nacional e internacional
- Valoriza e potencia a actividade económica:
 - Ligações à indústria
 - Projectos tecnológicos com mais valias para o País
- Representa milhares de horas de trabalho de vários especialistas a trabalhar em colaboração:
 - A cartografia geológica tem custos, mas paga-se a si mesma e é vital para o país



Valorização económica dos recursos endógenos

- Base de informação para a prospecção e exploração:
 - Mineira (Cu, Pb, Zn, W, Sn, etc.)
 - Elementos de alta tecnologia (Ge, Ga, In, Li, etc.)
 - Recursos energéticos (petróleo, carvão, U, etc.)
 - Rochas ornamentais (granitos, mármore, etc.)
 - Águas subterrâneas



Cartografia Geológica ao serviço de um Desenvolvimento Sustentável

- Suporte ao ordenamento do território (14 PDMs) e às obras públicas (63 AIAs, 77 EIAs)
- Resolução de problemas da Sociedade:
 - Soluções Energéticas/Ambientais
 - Geotermia



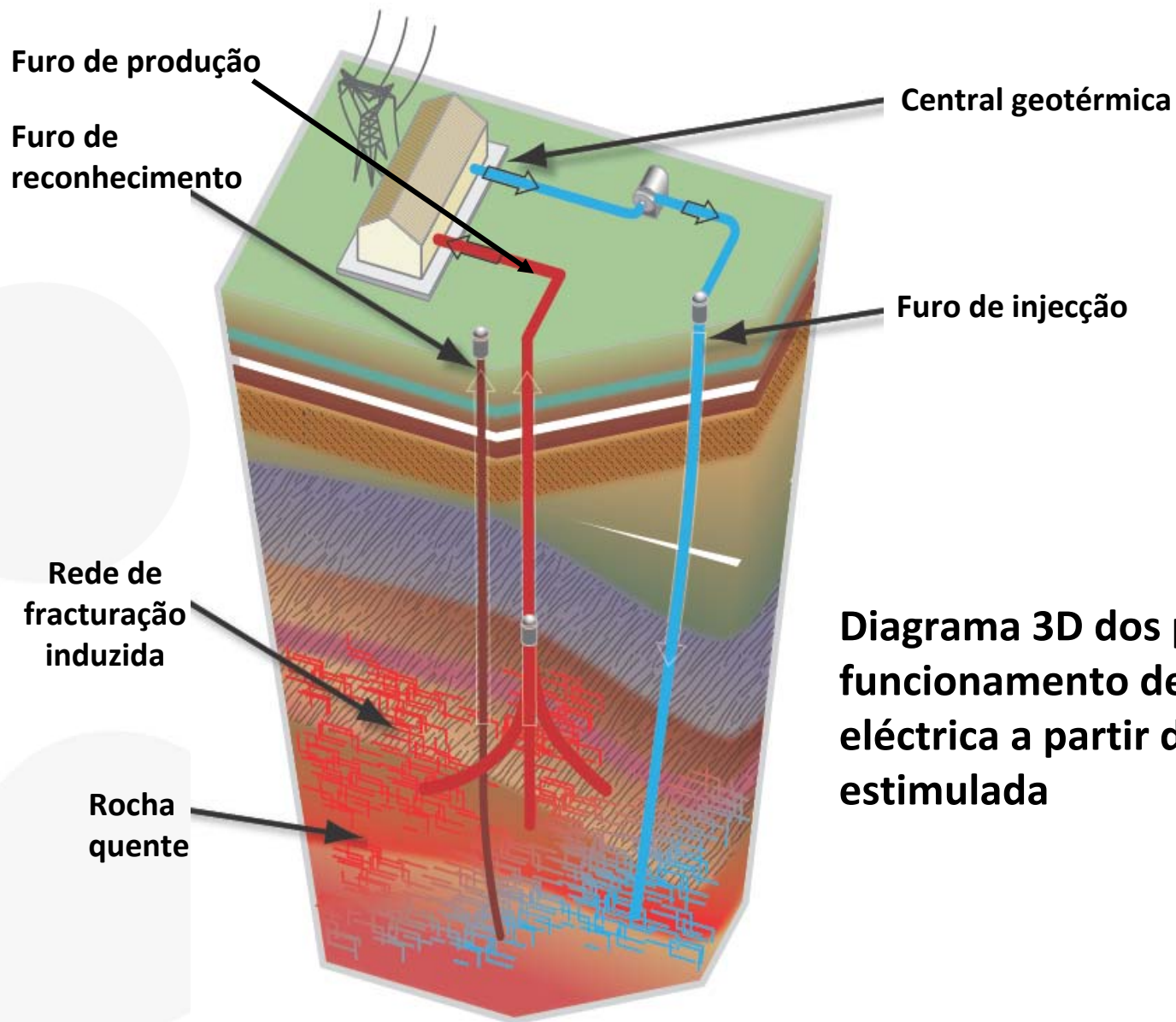


Diagrama 3D dos princípios de funcionamento de uma central eléctrica a partir da geotermia estimulada

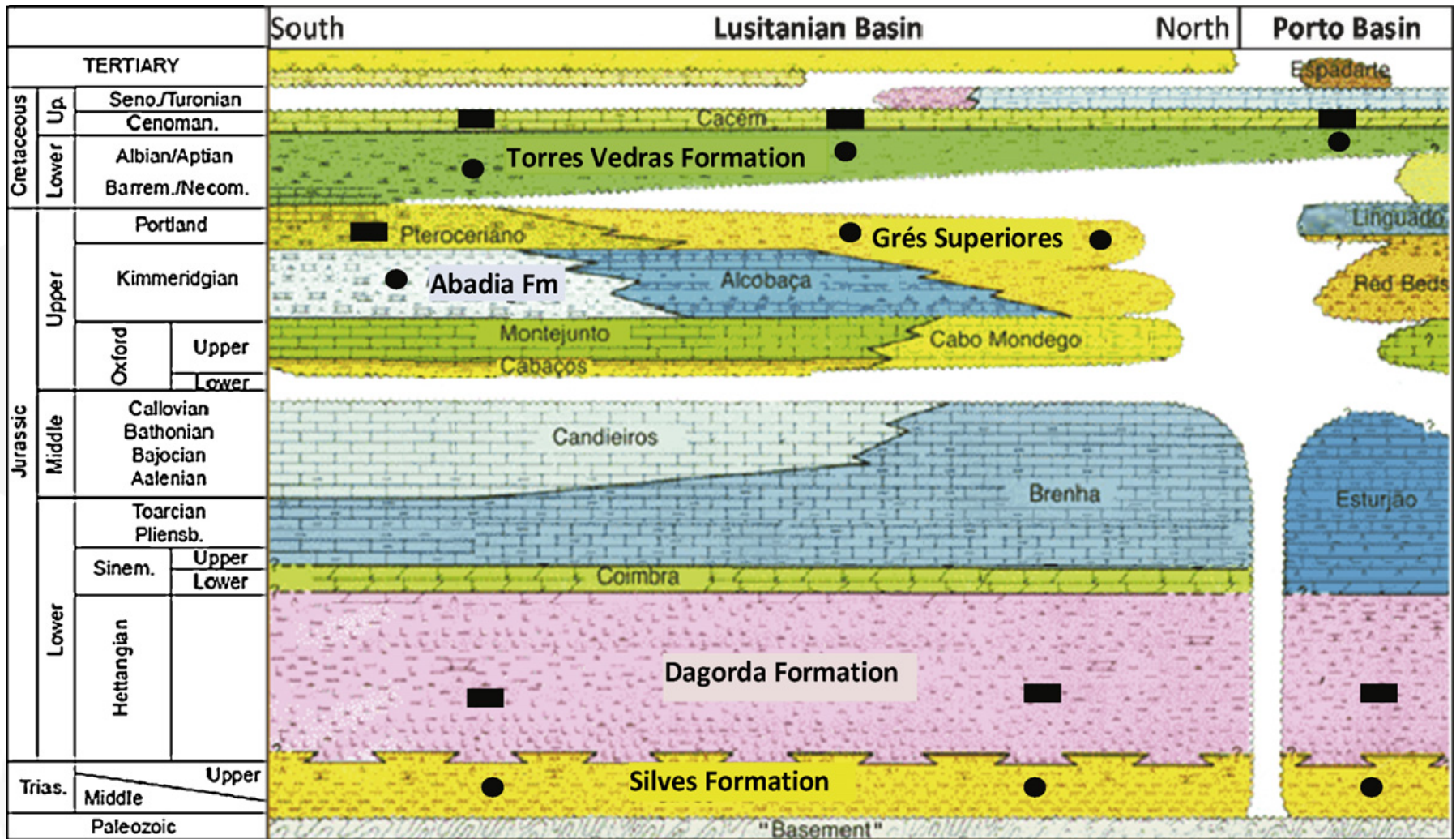
Modificado de "An Evaluation of Enhanced Geothermal Systems Technology" (Departamento de Energia dos E.U.A.)

Cartografia Geológica ao serviço de um Desenvolvimento Sustentável

- Suporte ao ordenamento do território (14 PDMs) e às obras públicas (63 AIAs, 77 EIAs)
- Resolução de problemas da Sociedade:
 - Soluções Energéticas/Ambientais
 - Geotermia
 - Armazenamento geológico de CO₂



Estratigrafia regional da Bacia Lusitânica e da Bacia do Porto



Carneiro et al. (2010),
 adaptado de GPEP (1986) e
 Rasmussen et al. (1998)

● Reservatório

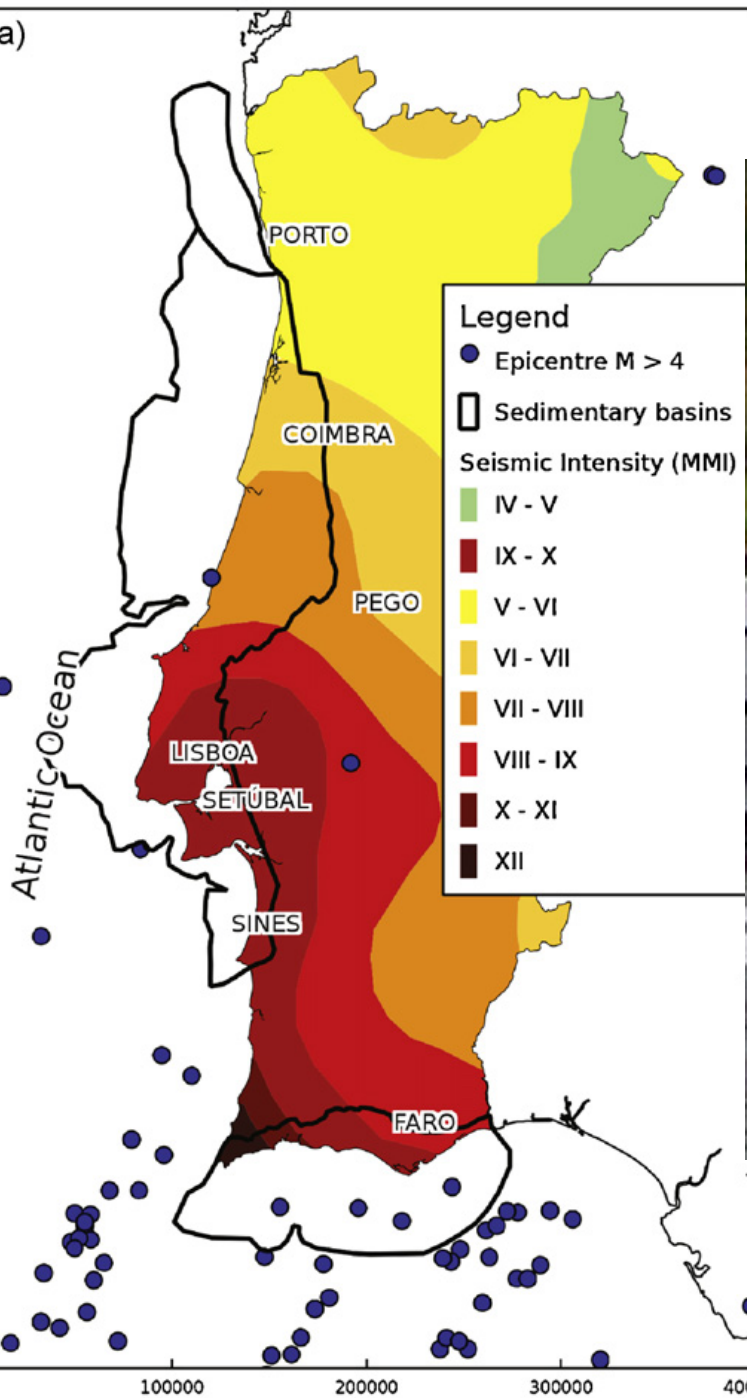
■ Selante



Cartografia Geológica ao serviço de um Desenvolvimento Sustentável

- Suporte ao ordenamento do território (14 PDMs) e às obras públicas (63 AIAs, 77 EIAs)
- Resolução de problemas da Sociedade:
 - Soluções Energéticas/Ambientais
 - Geotermia
 - Armazenamento geológico de CO₂
 - Definição de zonas de Risco Geológico
 - Perigosidade sísmica e vulcânica





Carneiro et al. (2010)



Cartografia Geológica ao serviço de um Desenvolvimento Sustentável

- Suporte ao ordenamento do território (14 PDMs) e às obras públicas (63 AIAs, 77 EIAs)
- Resolução de problemas da Sociedade:
 - Soluções Energéticas/Ambientais
 - Geotermia
 - Armazenamento geológico de CO₂
 - Definição de zonas de Risco Geológico
 - Perigosidade sísmica e vulcânica
 - Escorregamentos de vertentes



**Hong Kong
(Dezembro de 2000)**



<http://www1.ci.uc.pt/geomorf/fotos.htm>

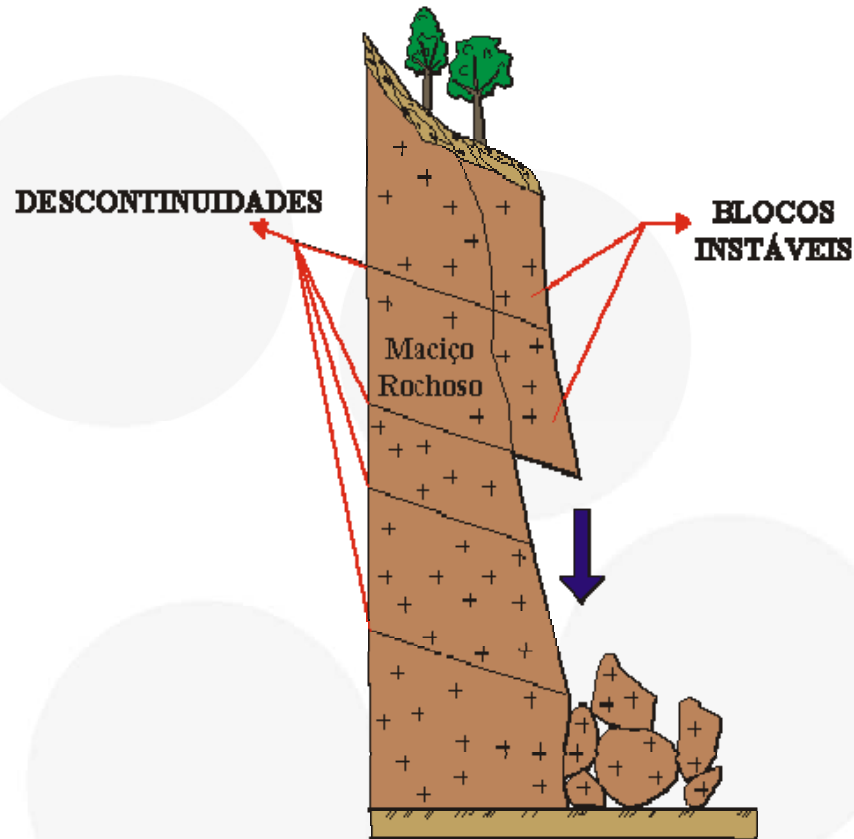
Cartografia Geológica ao serviço de um Desenvolvimento Sustentável

- Suporte ao ordenamento do território (14 PDMs) e às obras públicas (63 AIAs, 77 EIAs)
- Resolução de problemas da Sociedade:
 - Soluções Energéticas/Ambientais
 - Geotermia
 - Armazenamento geológico de CO₂
 - Definição de zonas de Risco Geológico
 - Perigosidade sísmica e vulcânica
 - Escorregamentos de vertentes
 - Queda de arribas ou blocos





**Praia Maria Luísa
(Agosto de 2009)**



QUEDA DE BLOCOS

A cartografia geológica está permanentemente ao serviço do bem-estar das populações e de um futuro mais sustentável para Portugal



A cartografia geológica está permanentemente ao serviço do bem-estar das populações e de um futuro mais sustentável para Portugal



LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P.

www.lneg.pt

Agradecimentos: Pedro Patinha e Teresa Cunha (LNEG)