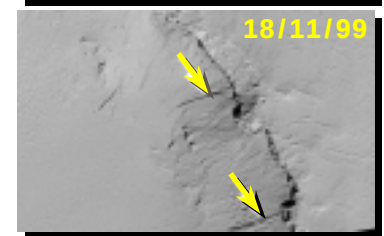
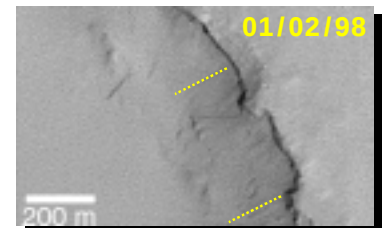
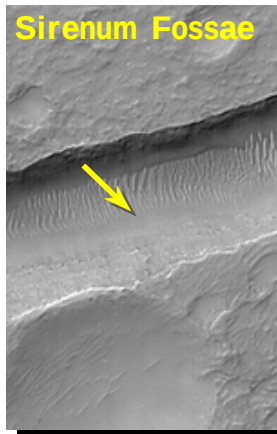
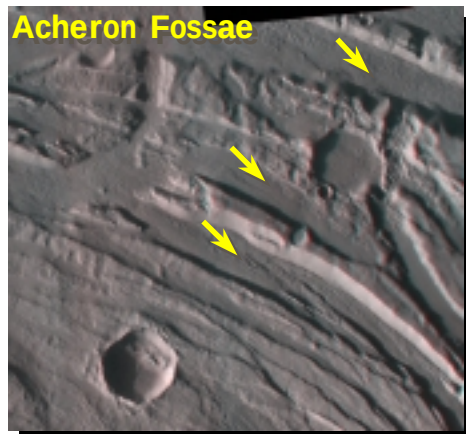
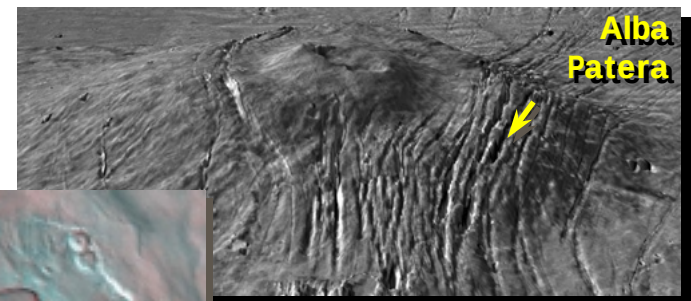
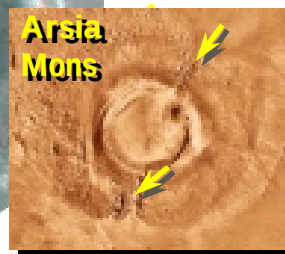
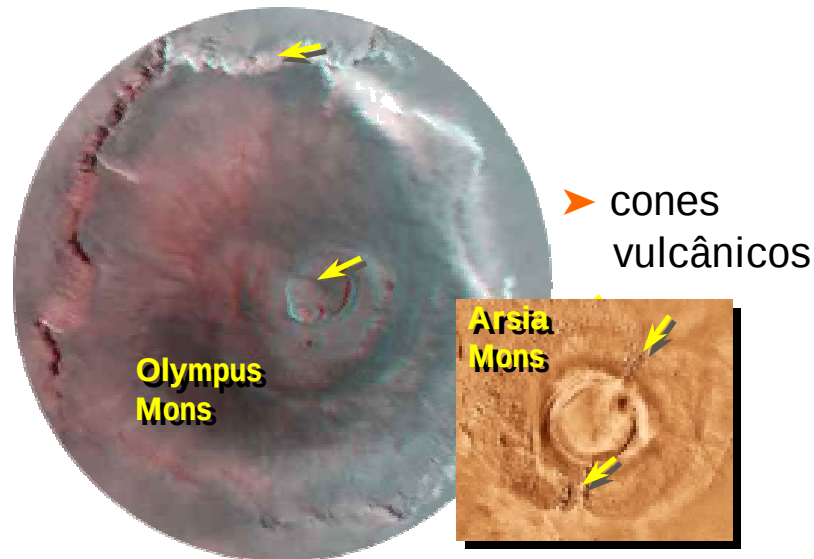


Marte

morfologia associada a processos endógenos



- depressões tectônicas
- evolução de fracturas



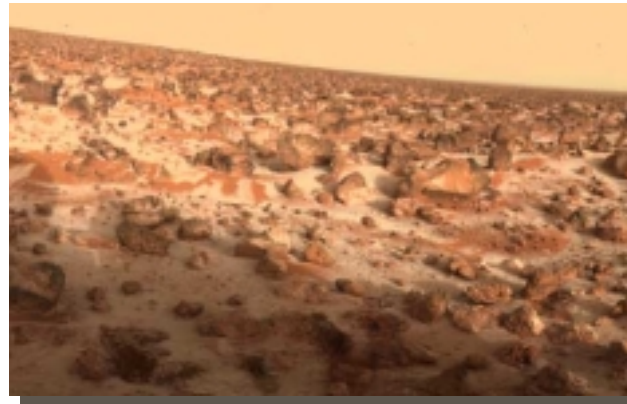
- *paterae*

Marte

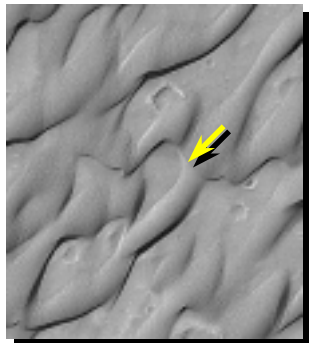
morfologia associada a outros processos



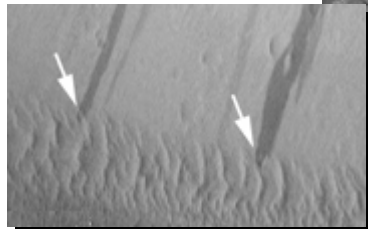
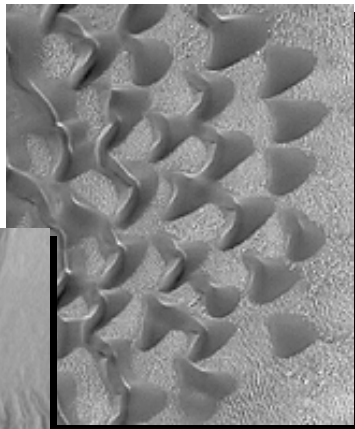
➤ movimento de terrenos



➤ rególito



➤ processos eólicos



➤ processos exóticos



MARTE

❑ Características gerais

▶ Atmosfera

- * CO₂ (95.2%), N₂ (2.7%), Ar (1.6%), O₂ (0.13%), CO (0.07%), H₂O (0.03%)
- * Ne, Kr, Xe, He

▶ Campo magnético fraco

- * evidência de paleomagnetismo (bandas E-W com anomalias +/-)

Distância ao Sol = 1,52 UA	Rotação = 1,03 dias	Revolução = 686,98 dias
Diâmetro equat. = 6794 km	Massa = 6,419 x 10 ²³ kg	Densidade média = 3,94 g/cm ³
Temperatura = 20°C a -140°C	Gravidade = 0,38 (Terra 1)	Velocidade de escape = 5 km/s

❑ Morfologia

▶ Terras altas - dominantes no hemisfério Sul

grande densidade de crateras de impacto (mais antigas)

- * terrenos modelados por impacto e planícies inter-crateras
- * bacias (antigas crateras de impacto) - **Hellas, Argyre, Isidis**

▶ Terras baixas - dominantes no hemisfério Norte

pequena densidade de crateras de impacto (mais jovens)

- * planícies de origem vulcânica ?
- * planaltos vulcânicos e vulcões - zona equatorial - **Tharsis e Elysium**
 - *Montes* - vulcões
 - *Tholus* - domos vulcânicos
 - *Paterae* - caldeiras

❑ Geologia

▶ Depressões tectônicas

- * Valles Marineris (canhões ?)
- * *Chasmata* e *Fossae*

▶ Dorsais e cadeias associadas (Tharsis)

▶ Vulcanismo efusivo dominante e eventualmente explosivo

- * planícies, planaltos e vulcões de escudo
- * domos vulcânicos e cones de escórias?

▶ Vestígios de acções fluviais e eólicas

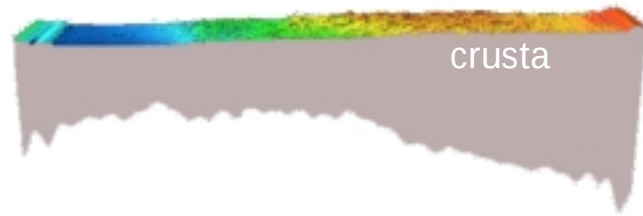
MARTE

Composição

- ▶ Características dos mantos de lava e dos vulcões
 - * rochas de composição basáltica ou andesítica
- ▶ Composição dos meteoritos SNC
 - * basaltos ou rochas ultramáficas
- ▶ Composição do rególito
 - alteração de rochas máficas*
 - * rico em Fe_2O_3 , MgO e SO_3
 - * pobre em Al_2O_3 e K_2O
 - * argilas ricas em Fe

Estrutura

- ▶ gravimetria-compensação por isostasia
 - * variação da espessura da crosta com a topografia
- ▶ composição e densidade
 - * manto rico em Fe
- ▶ extensão do magmatismo paleomagnetismo
 - * convecção no manto
- ▶ modelos de condensação
 - * núcleo com FeS e NiS

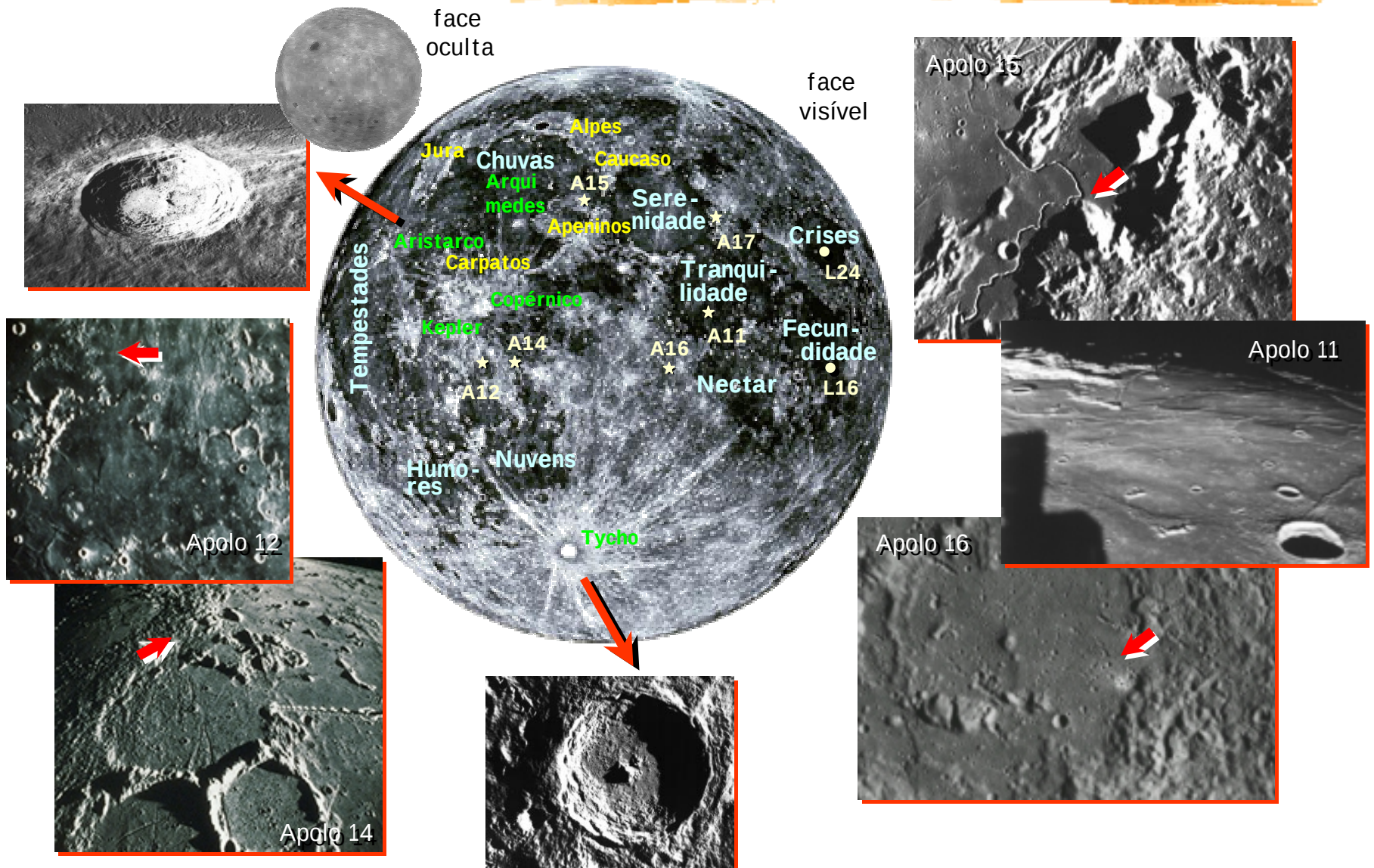


Crusta	8 a 90 km - silicatada ?
Manto	rico em Fe com convecção?
Núcleo	r - 1700 km FeS-NiS líquido ?

Evolução geológica

- ▶ Período Noachiano
 - * terrenos do hemisfério Sul, terrenos caóticos e Valles Marineris
 - * início do vulcanismo a sul
- ▶ Período Hesperiano
 - * fase principal de vulcanismo - Elysium e Tharsis
- ▶ Período Amazoniano
 - * vulcanismo em Tharsis e Monte Olympus

Lua



LUA

Composição global

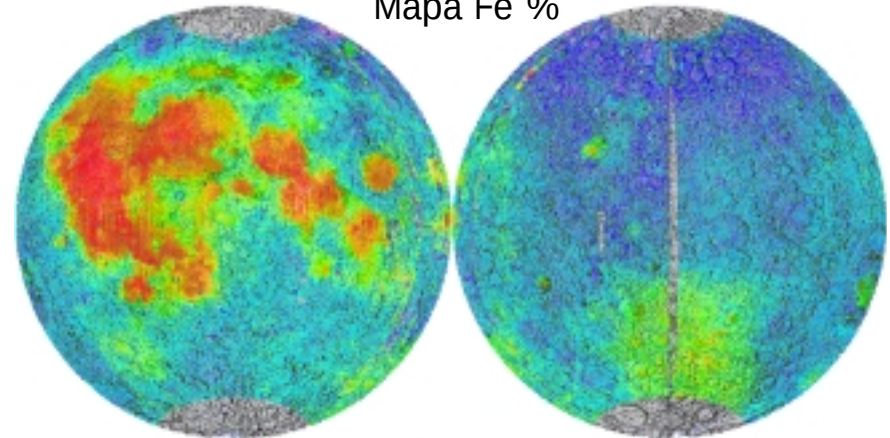
	Condritos CI	Terra Manto	Lua Global
SiO ₂	34.2	49.9	43.4
TiO ₂	0.11	0.16	0.3
Al ₂ O ₃	2.44	3.64	3 a 6
FeO	35.8	8.0	13.0
MgO	23.7	35.1	32.0
CaO	1.89	2.89	4.5
Na ₂ O	0.98	0.34	0.09
K ₂ O	0.10	0.02	0.01
elementos voláteis			
K (ppm)	854	180	83
Rb (ppm)	3.45	0.55	0.28
Cs (ppb)	279	18	12
Rb/Sr	0.3	0.03	0.009
K/U	60 000	10 000	2 500

- isótopos de Oxigénio semelhante à Terra
- Ca, Fe e Ti anómalos
- deficiência de elementos voláteis
- Al calculado em função da espessura da crosta
- U (19-30 ppb) dependente do Al ou K

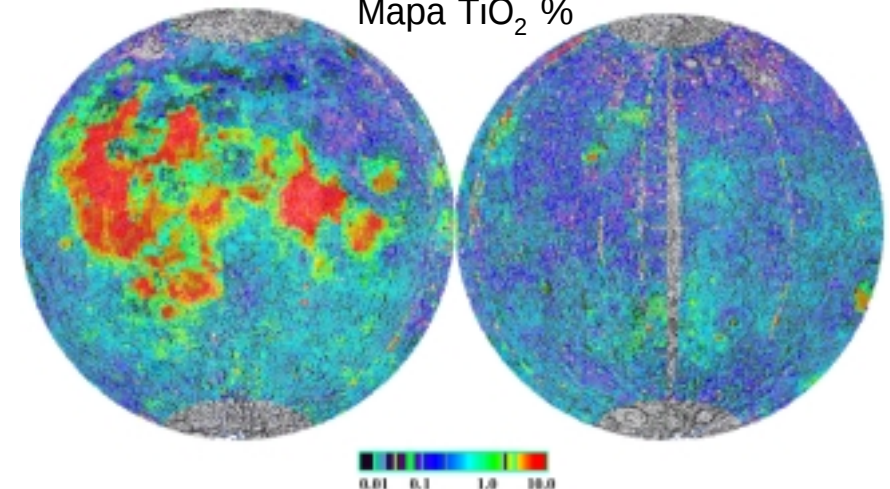
face visível

face oculta

Mapa Fe %



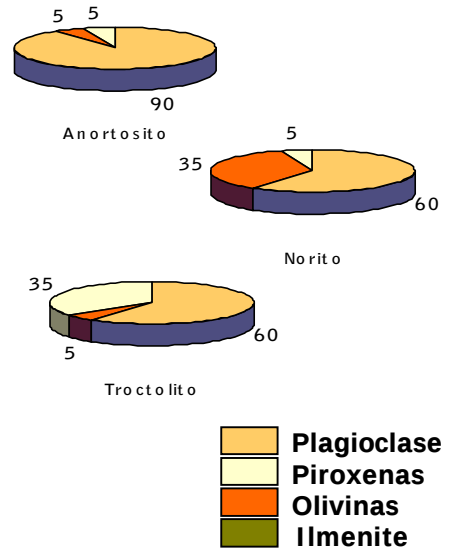
Mapa TiO₂ %



LUA

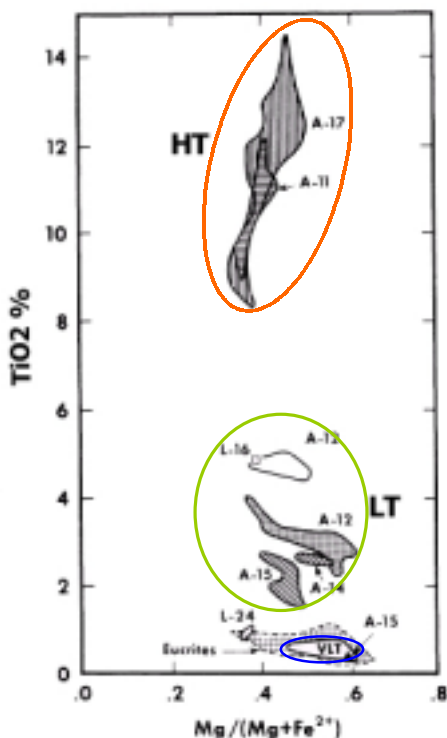
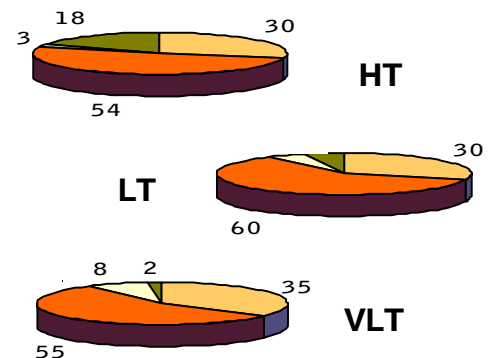
Terrae - gabros

- ▶ Zona W (A12, A14)
 - * Troctolitos magnesianos
 - * Anortositos alcalinos
 - * Granitos e Granófiros (vidros)
- ▶ Zona E (A11, A15, A16, A17)
 - * Anortositos FAN
 - * Gabros, Iherzolitos e dunitos
 - * Gabronoritos alcalinos
- ▶ Imbrium e Procellarum
 - * KREEP (K, terras raras e P)



Maria - basaltos

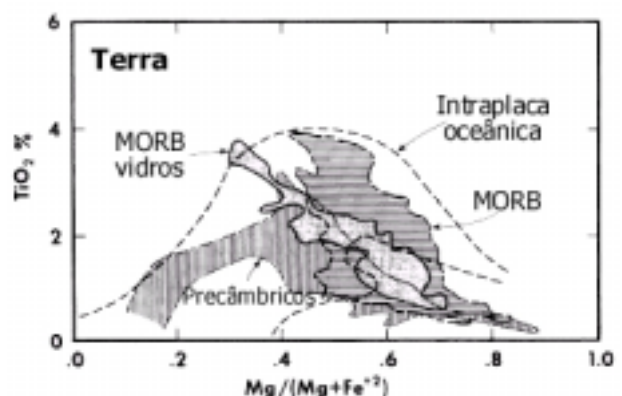
- ▶ HT - alto teor em TiO_2 (> 8%)
- ▶ LT - baixo teor em TiO_2 (1.5 - 5%)
- ▶ VLT - muito baixo teor em TiO_2 (< 1.5%)



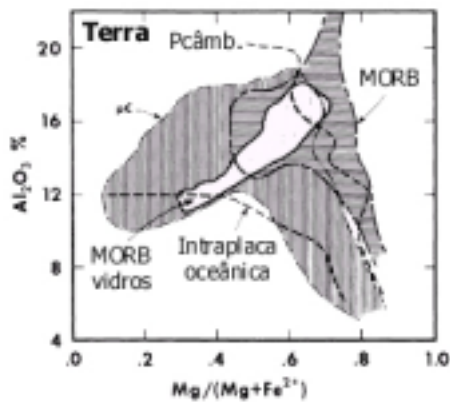
deficiência em Magnésio nos basaltos lunares



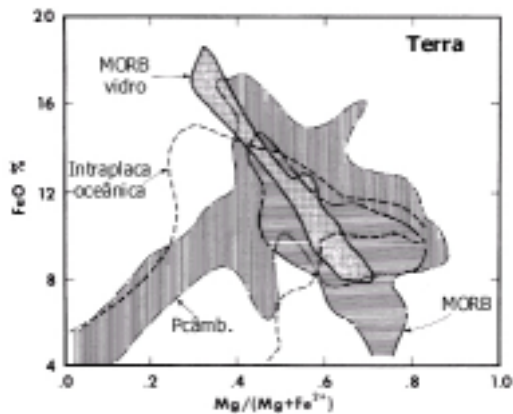
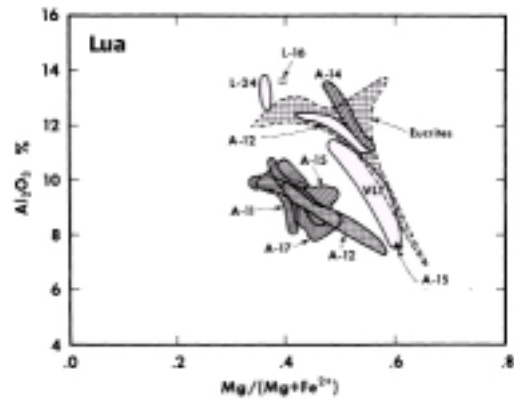
olivinas pobres em Mg (ricas em Fe)



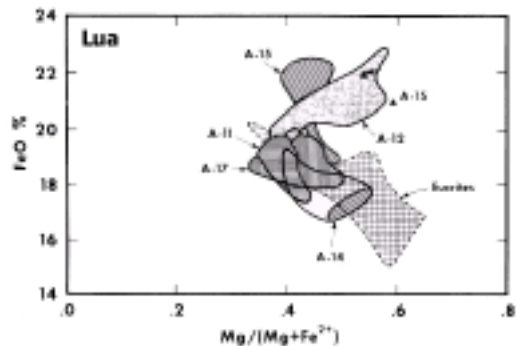
LUA



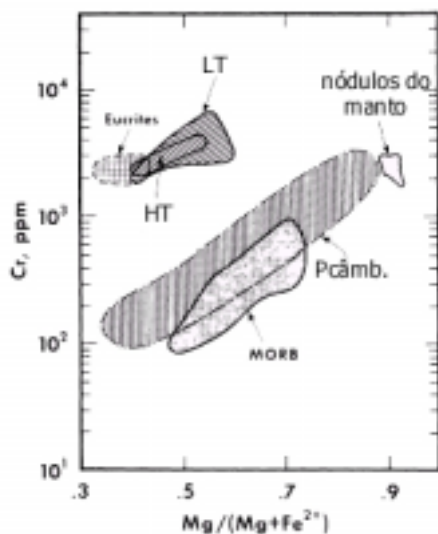
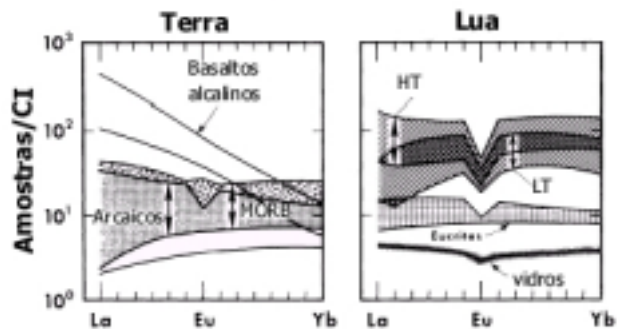
- deficiência em Alumínio nos basaltos lunares
retenção de Al numa fase aluminosa - **crusta lunar ?**



- basaltos lunares mais ricos em Ferro
presença de cumulados máficos ?



- basaltos lunares com anomalia negativa em Europio
diferenciação da crosta (plagioclases)

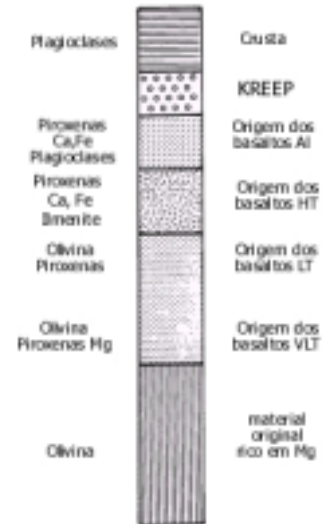


- basaltos lunares mais ricos em Crômio
ausência de núcleo ?

LUA

❑ Condicionantes geológicas e geoquímicas

- ▶ crusta anortosítica
- ▶ heterogeneidade dos basaltos
- ▶ anomalia em Ferro
 - * oceano de magma
 - * diferenciação da crusta anortosítica rica em plagioclases (flutuação)
 - * concentração de cumulos máficos no oceano de magma (face visível)
 - * refusão dos cumulos a diferentes profundidades (diferentes basaltos)



▶ heterogeneidade na composição da crusta e manto

- * destruição da crusta anortosítica na face visível (grandes impactos) ?
- * fracionamento assimétrico do oceano de magma ?
- * manto não homogeneizado ?

Oceano de magma

- ▶ fusão e diferenciação do planeta ?
- ▶ fusão da parte superior do manto?

▶ padrão do Crómio

- * presença ou não de núcleo

▶ padrão de isótopos de Oxigénio

▶ deficiência em elementos voláteis

❑ Condicionantes físicas

- ▶ razão mássica Terra/Lua
- ▶ densidade
- ▶ momento angular do sistema Terra/Lua
- ▶ deslocamento do CM em relação ao CF

LUA



❏ Modelos genéticos

▶ Captura de um corpo planetesimal

- * explica a diferença de composição - Fe
- * padrão de isótopos de oxigénio - corpo formado na mesma zona do Sistema Solar

▶ Coaccreção

- * não explica a diferença de composição e a deficiência em elementos voláteis
- * improvável a acreção - relação mássica Terra/Lua
- * não explica a diminuição do momento angular do sistema

▶ Fissão a partir da Terra

*aumento de rotação da Terra devido à diferenciação do núcleo
separação de uma porção do manto terrestre*

- * explica o padrão de isótopos de oxigénio
- * incompatível com os teores de Fe da Lua
- * não explica a diminuição do momento angular do sistema

▶ Colisão com ejeção

*impacto de um planetesimal de grandes dimensões
volatilização e ejeção de parte do corpo planetário e da parte
externa da Terra com posterior acreção*

- * pode explicar a diferença de composição - Fe
- * explica a deficiência em elementos voláteis da Lua
- * explica as dimensões do núcleo terrestre
- * explica a diminuição do momento angular do sistema

LUA

Idades

- ▶ anortositos - 4.4 a 4.3 Ga
- ▶ noritos e troctolitos - 4.1 Ga
- ▶ brechas com fragmentos de rocha e ejecta - 4 a 3.85 Ga
- ▶ basaltos dos *maria* - 3.9 a 3.2 Ga
 - * basaltos mais antigos (> 3.8 Ga) a SW (A14)
 - * zona E mais antiga do que zona W
 - * VLT mais antigos ?
- ▶ rególito de diferentes idades (*terrae* e *maria*)

Evolução geológica

- ▶ *Período Pré-Nectariano*
 - * Formação do oceano de magma
 - * Diferenciação da crosta anortosítica
 - * Concentração de zonas KREEP - K, terras raras e P
- ▶ *Período Nectariano*
 - * Intenso bombardeamento e início do magmatismo interno
 - * Formação das grandes depressões
 - * Vulcanismo basáltico e preenchimento das depressões existentes - primeiros *Maria*
- ▶ *Período Imbriano*
 - * Intenso bombardeamento nas *Terrae* e *Maria*
 - * Continuação do vulcanismo - formação de 2/3 dos *Maria*
 - * Actividade plutónica nas *Terrae*
- ▶ *Período Eratosteniano*
 - * Implantação dos restantes *Maria*
 - * Diminuição do vulcanismo e do bombardeamento
- ▶ *Período Coperniano*
 - * Vulcanismo e bombardeamento esporádico