

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
GEOQUÍMICA – GC 012

# **CONCEITO DE GEOQUÍMICA**

Profa. Dra. Eleonora Maria Gouvea Vasconcellos

# Introdução

- distribuição dos elementos químicos controlada por parâmetros físico-químicos;
- natureza dos produtos formados nas reações endógenas e exógenas depende do comportamento geoquímico dos elementos;
- reações químicas que ocorrem na natureza têm uma escala diferente das reações químicas realizadas em laboratório (tempo geológico);
- Geoquímica é um ramo da Geologia e da Química, que envolve a aplicação de princípios da química para solucionar problemas de geologia, permitindo um conhecimento mais exato dos fenômenos químicos que tem lugar na natureza.

# GEOLOGIA

## PROCESSOS - PRODUTOS

### Química

- Estudo científico da constituição da matéria, suas propriedades, transformações e as leis que as regem.
- Estuda os processos pelos quais, as substâncias reagem e se transformam.

# Geoquímica

- É a ciência que estuda de forma qualitativa e quantitativa as geosferas internas (núcleo e manto) e externas (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera) que formam a Terra, e as leis que controlam a distribuição dos elementos químicos e seus isótopos em cada uma dessas partes e entre elas.

## Objetivos:

- Determinar a abundância absoluta e relativa dos elementos e suas espécies químicas nos diferentes sistemas naturais da Terra.
- Estudar a distribuição e migração dos elementos nas diferentes partes que compõem a Terra (litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera), com o objetivo de obter informação sobre os princípios que governam a migração e distribuição dos elementos (entre os diferentes sistemas naturais).

# EVOLUÇÃO HISTÓRICA

- Até o século XVI, a matéria era considerada como constituída por quatro elementos: Terra, Água, Fogo e Ar.
- Essa teoria, concebida por Empédocles (490-435 AC), considerava que as menores partículas do elemento Terra eram cubos, do elemento Água, icosaedros, do elemento Fogo, tetraedros e do elemento Ar, octaedros.
- Já se conheciam, na Idade Média, metais como ouro, prata, cobre, ferro, estanho, mercúrio e chumbo e substâncias como enxofre e carbono, mas não eram considerados como elementos. Substâncias como antimônio, arsênico, bismuto e fósforo eram estudadas pelos alquimistas.
- Com o desenvolvimento da Química Analítica no século XVIII, dá-se início à descoberta de novos elementos. Lavoisier publicou em 1789, a obra "*Traité Élémentaire de Chimie*", onde diferencia elementos de compostos químicos e reconhece 30 elementos, incluindo aqueles já conhecidos.

➤ A descoberta de outros elementos desde o fim do século XVIII até o fim do século XIX pode ser assim sumarizada:

???? - 1789	O, N, H, S, P, C, Cl, F, B, Sb, Ag, As, Bi, Co, Cu, Sn, Fe, Mn, Hg, Mo, Ni, Au, Pt, Pb, W, Zn, Ca, Mg, Ba, Al, Si.	30	30
1790 - 1799	U, Zr, Sr, Ti, Y, Be, Cr, Te	8	38
1800 - 1809	Na, K, Nb, Rh, Pd, Ce, Ta, Os, Ir	9	47
1810 - 1819	Li, Se, Cd, I	4	51
1820 - 1829	Br, Th	2	53
1830 - 1839	V, La	2	55
1840 - 1849	Ru, Tb, Er	3	58
1850 - 1859		0	58
1860 - 1869	Rb, In, Cs, Tl	4	62
1870 - 1879	Sc, Ga, Sm, Ho, Tm, Yb	6	58
1880 - 1889	Ge, Pr, Nd, Gd, Dy	5	63
1890 - 1899	He, Ne, Ar, Xe, Po, Ra, Ac	7	70
1900 - 2006	Todo os demais elementos (naturais e transurânicos) da Tabela Periódica.		116

## Evolução do conceito

- Christian Friedrich Schönbein: *Geoquímica é o estudo químico dos materiais geológicos*
- Vladimir Ivanovich Vernadsky (1929): *A geoquímica estuda os elementos químicos na crosta terrestre e, até onde seja possível, em todo o globo terrestre.*
- Alexander Fersman (1934-39): *A finalidade da geoquímica é o estudo do elemento-átomo nas condições existentes na crosta terrestre (assim como nas partes do Cosmos acessíveis a nossas observações exatas).*
- Victor Moritz Goldschmidt (1922-30): *O principal objetivo da geoquímica é, por um lado, determinar de forma quantitativa a composição da Terra e suas partes e, por outro, descobrir as leis que controlam a distribuição individual dos elementos*
- Brian Harold Mason (1952): *A geoquímica pode ser definida como a ciência que trata da química da Terra como um todo e de suas partes componentes. A geoquímica trata da distribuição e da migração dos elementos químicos dentro da Terra no espaço e no tempo.*

# Evolução do Conceito

A Geoquímica é uma disciplina em constante evolução, que pode ser condensada em quatro objetivos abrangentes:

- Conhecer a distribuição dos elementos químicos na Terra e no Sistema solar.
- Descobrir as causas para as composições químicas observadas em materiais terrestres e extraterrestres
- Estudar as reações químicas na superfície da Terra, em seu interior e no Sistema Solar.
- Reunir essas informações em ciclos geoquímicos e aprender/entender como esses ciclos funcionaram no passado geológico e como eles podem ser alterados no futuro.



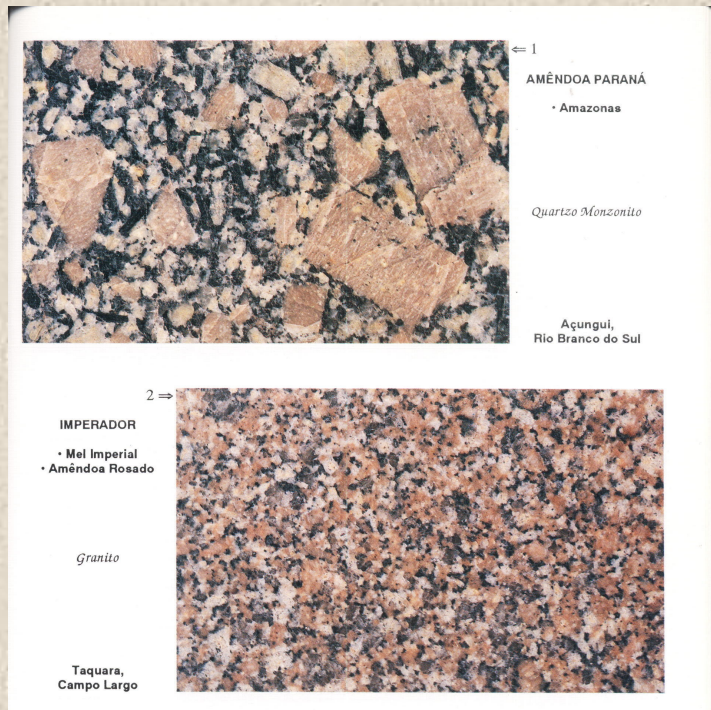
## A GEOQUÍMICA MODERNA E SUAS RAMIFICAÇÕES

- A geoquímica moderna tem suas raízes nos trabalhos de Fersman e inicia-se a partir de 1950, quando os geoquímicos voltam-se aos estudos das reações químicas usando os conceitos de termodinâmica para estudar a estabilidade dos minerais.

# Divisões da Geoquímica

## Geoquímica Inorgânica

- Dedicar-se ao entendimento da composição química de minerais e rochas, baseado nas propriedades físicas e químicas dos elementos e seus átomos.



# PETROLOGIA ÍGNEA

– Processos de fracionamento: Série de Bowen



**Fig. 16.7** As séries de reação de Bowen.

**Fonte:** Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

# PETROLOGIA METAMÓRFICA

- Paragêneses:

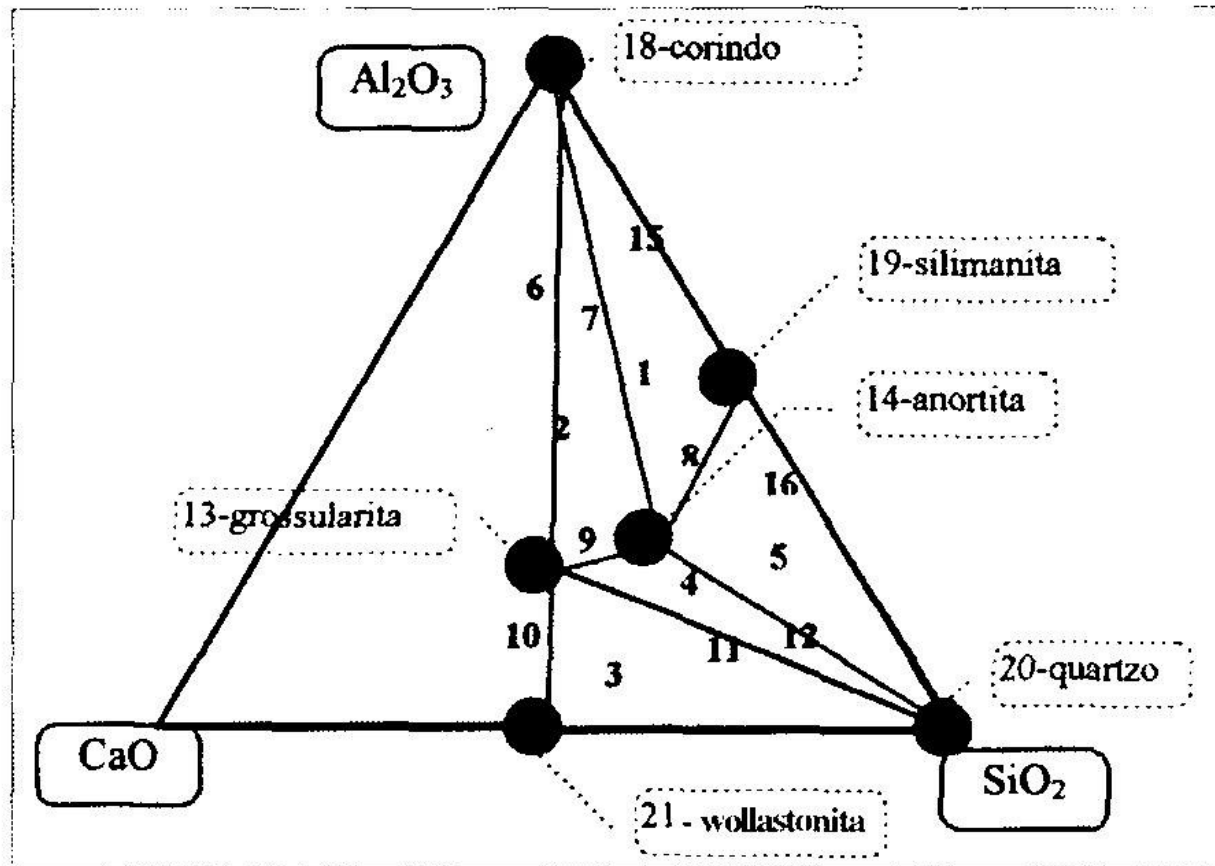
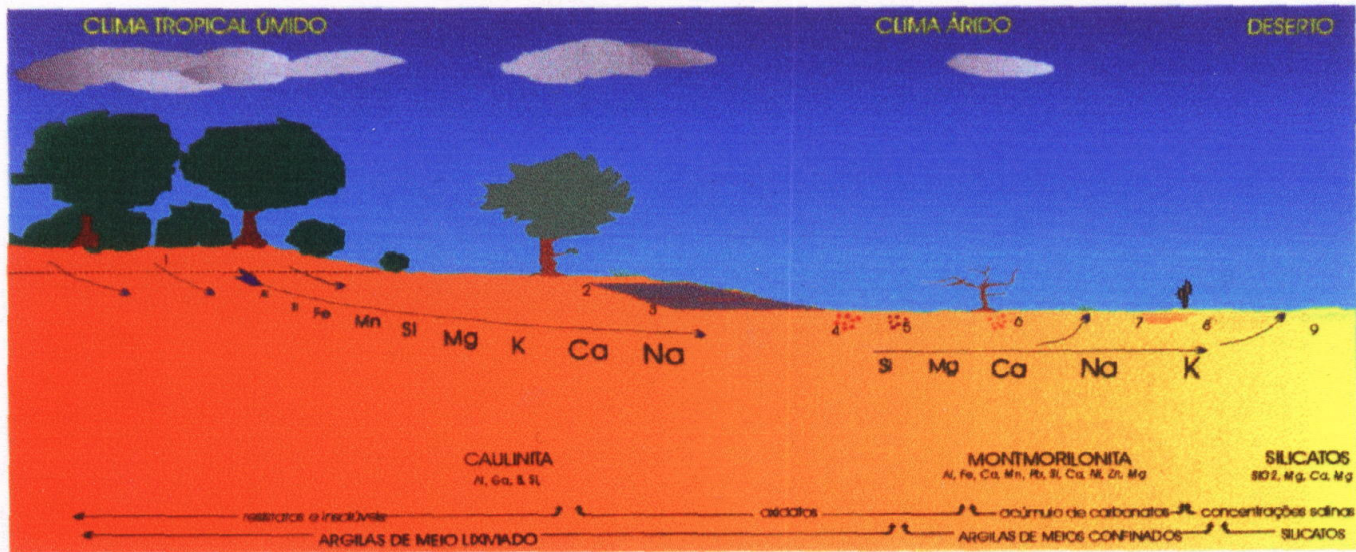


Fig.3. Diagrama  $Al_2O_3$  -  $CaO$  -  $SiO_2$  para Temperatura  $T_1$

# PETROLOGIA SEDIMENTAR

## CROMATOGRAFIA DE ELEMENTOS NA PAISAGEM



modificado de TARDY, 1979

1 - BAUXITA : resistatos - Al, Ga, B

2 e 4 - COURAÇAS E CONCREÇÕES FERRUGINOSAS - Th, Mo, Fe, V, Cr

3 e 5 - COURAÇAS E CONCREÇÕES MANGANESÍFERAS - Fe, Co, Mn, Cu, Pb, Sn, Ni, Ba

6 - CONCREÇÕES E NÓDULOS CALCÁRIOS - Zn, Ba, Sr, Co

7 - CROSTAS CARBONÁTICAS - Ba, Sr, Ca, Mg

8 - SULFATOS - Ba, Sr, Ca

9 - EFLORESCÊNCIAS CLORETOS - Rb, K, Na, U

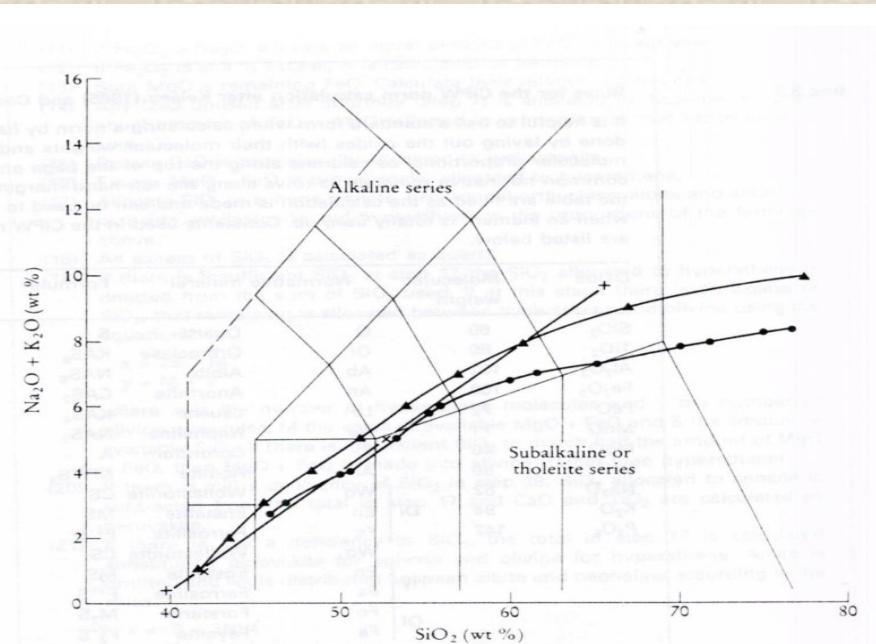
Este esquema geral permite a predição de halos de dispersão de elementos químicos de acordo com características da paisagem e dentro de cada paisagem de acordo com as condições topográficas.

12/1999

André V.L.B.

# Litogeoquímica

- Dedicar-se ao estudo da composição química das rochas ígneas, metamórficas e sedimentares. As linhas de pesquisa principais são:
- Modelagem matemática de processos ígneos de fracionamento das rochas.
- Estudo de formação de minerais e rochas através de diagramas de fases



The subdivision of volcanic rocks into alkaline and subalkaline (tholeiitic) on a total alkalis vs silica diagram. The boundaries and plotting coordinates (SiO<sub>2</sub>, total alkalis) are as follows: ×, MacDonald and Katsura (1964), straight line from 41.75,1.0 to 52.5,5.0. +, MacDonald (1968), straight line from 39.8,0.35 to 65.5,9.7. •, Kuno (1966) curved line 45.85,2.75; 46.85,3.0; 50.0,3.9; 50.3,4.0; 53.1,5.0; 55.0,5.8; 55.6,6.0; 60.0,6.8; 61.5,7.0; 65.0,7.35; 70.0,7.85; 71.6,8.0; 75.0,8.3; 76.4,8.4. ▲, Irvine and Baragar (1971), curved line 39.2,0.0; 40.0,0.4; 43.2,2.0; 45.0,2.8; 48.0,4.0; 50.0,4.75; 53.7,6.0; 55.0,6.4; 60.0,8.0; 65.0,8.8; 77.4,10.0]. From the compilation of Rickwood (1989).

## Geoquímica Orgânica

- Dedicar-se ao estudo da distribuição da matéria orgânica na terra e aos processos que a controlam. As linhas de investigação nessa área são:
  - Gênese, migração e exploração de hidrocarbonetos.
  - Estudo da origem, distribuição e caracterização de carvões.

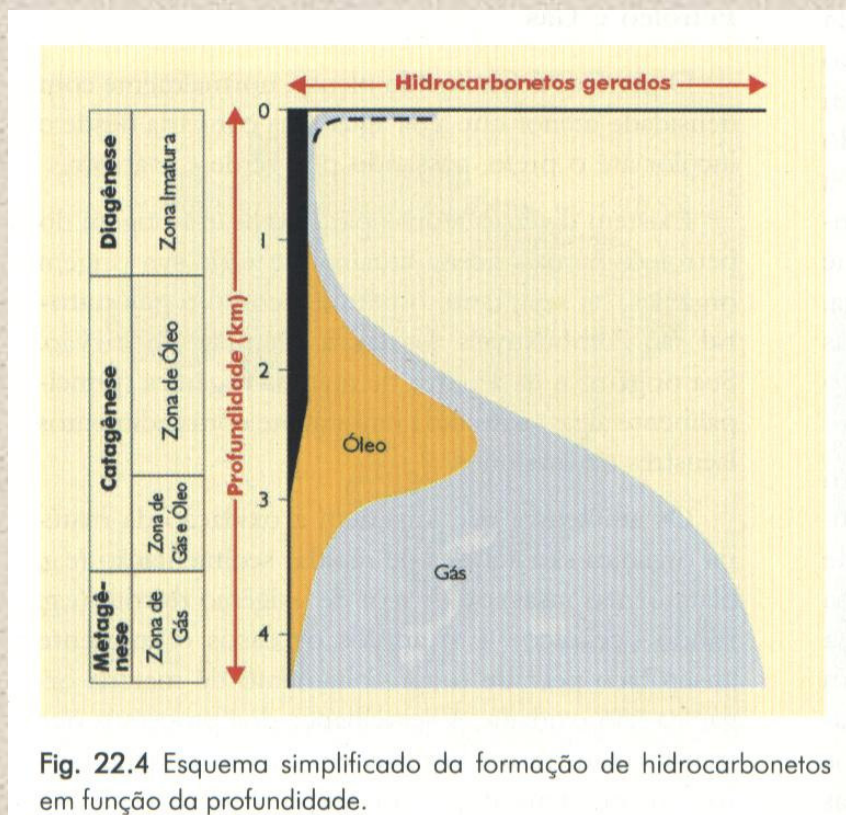
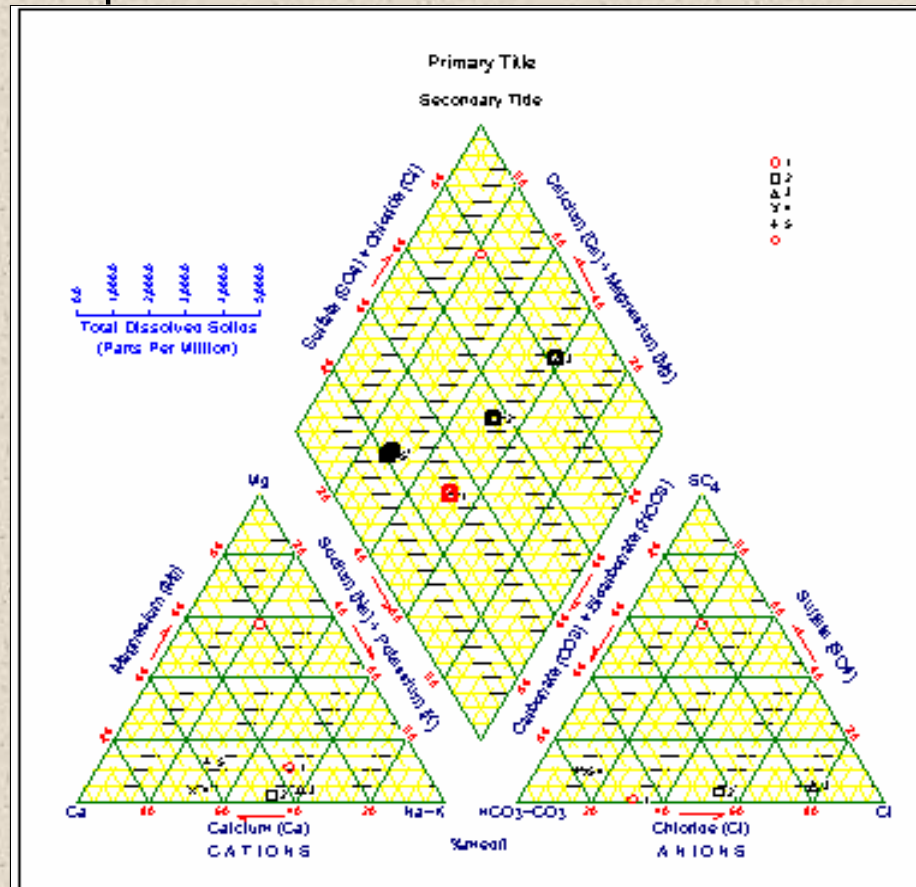


Fig. 22.4 Esquema simplificado da formação de hidrocarbonetos em função da profundidade.

# Hidrogeoquímica

- Relaciona-se ao estudo da origem e composição das águas superficiais e subterrâneas. As principais linhas de pesquisa são:
  - Evolução química das águas subterrâneas.
  - Classificação e especiação química das águas.
  - Avaliação da qualidade da água para abastecimento público, uso industrial e agrícola
  - Estudos de impactos ambientais.





## Geoquímica Médica

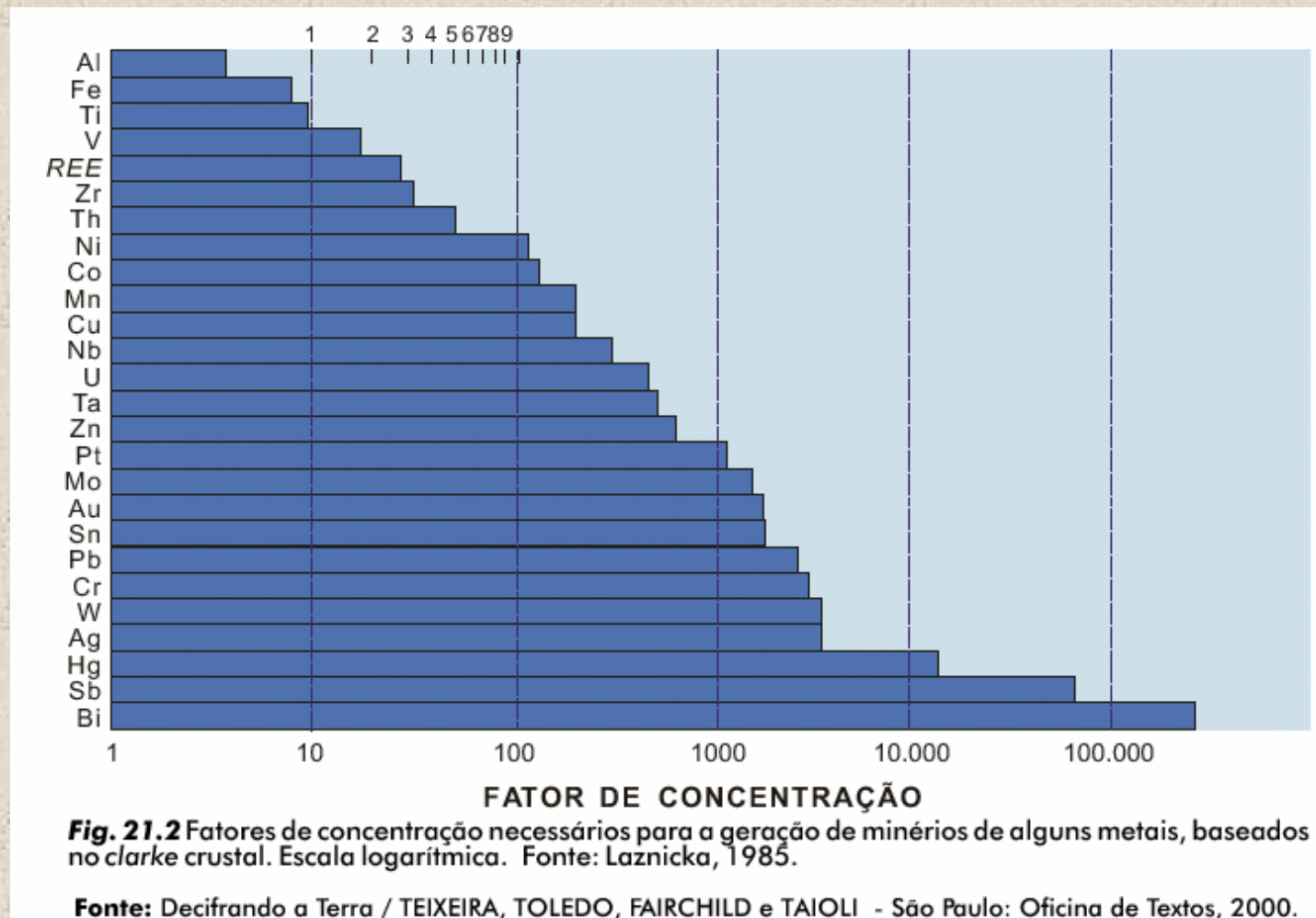
- Dedicar-se ao estudo da distribuição e migração de elementos tóxicos no ambiente, e das relações entre o ambiente geoquímico e as doenças causadas pela abundância ou déficit de um dado elemento.

## Geoquímica Isotópica

- Dedicar-se ao estudo da variação da composição isotópica em materiais naturais. As linhas de pesquisa nessa área são:
  - Geoquímica isotópica para datação de minerais e rochas.
  - Geoquímica de isótopos estáveis.

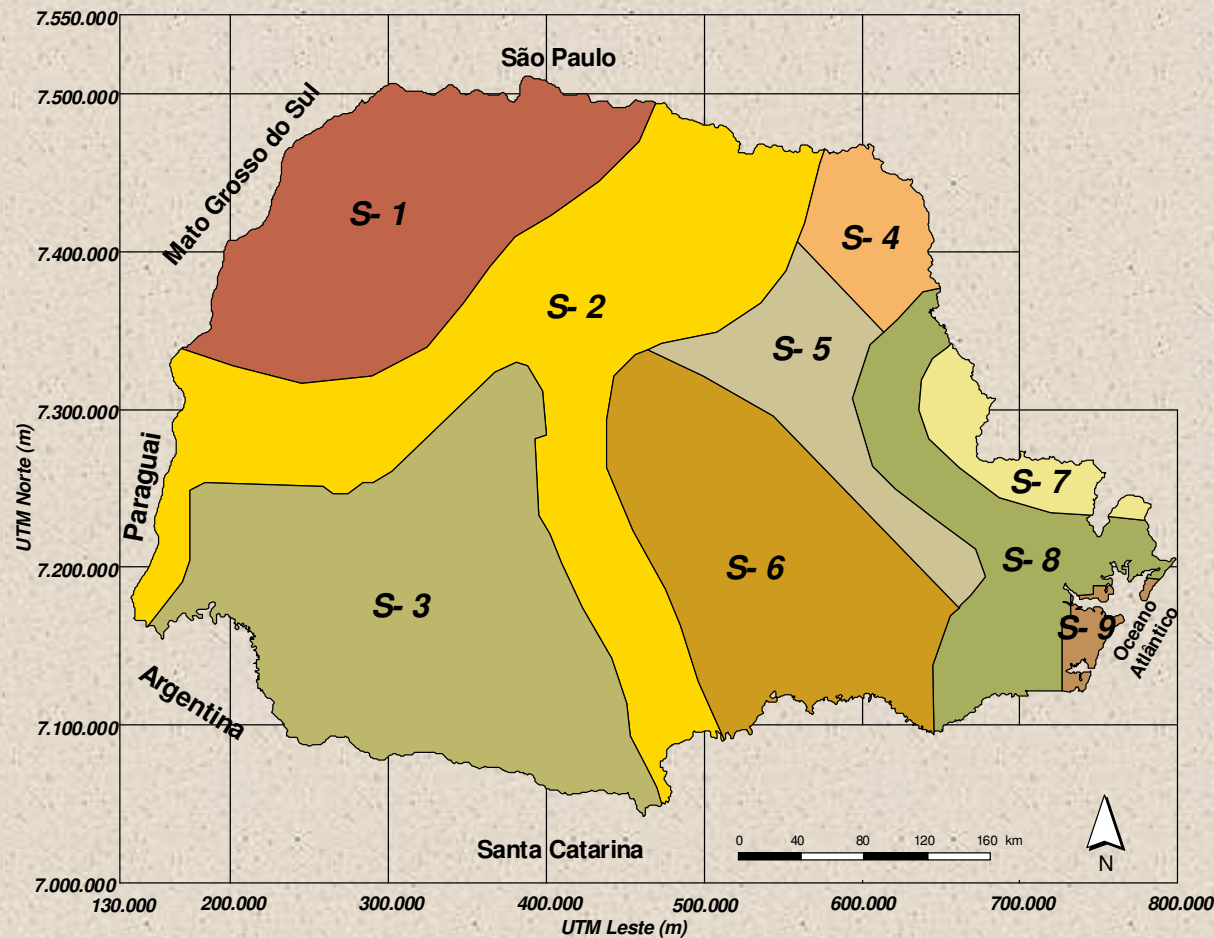
# Prospecção Mineral

- Concentração de elementos químicos por processos ígneos, hidrotermais ou sedimentares, gerando anomalias geoquímicas, definidas a partir do Clarke dos elementos.



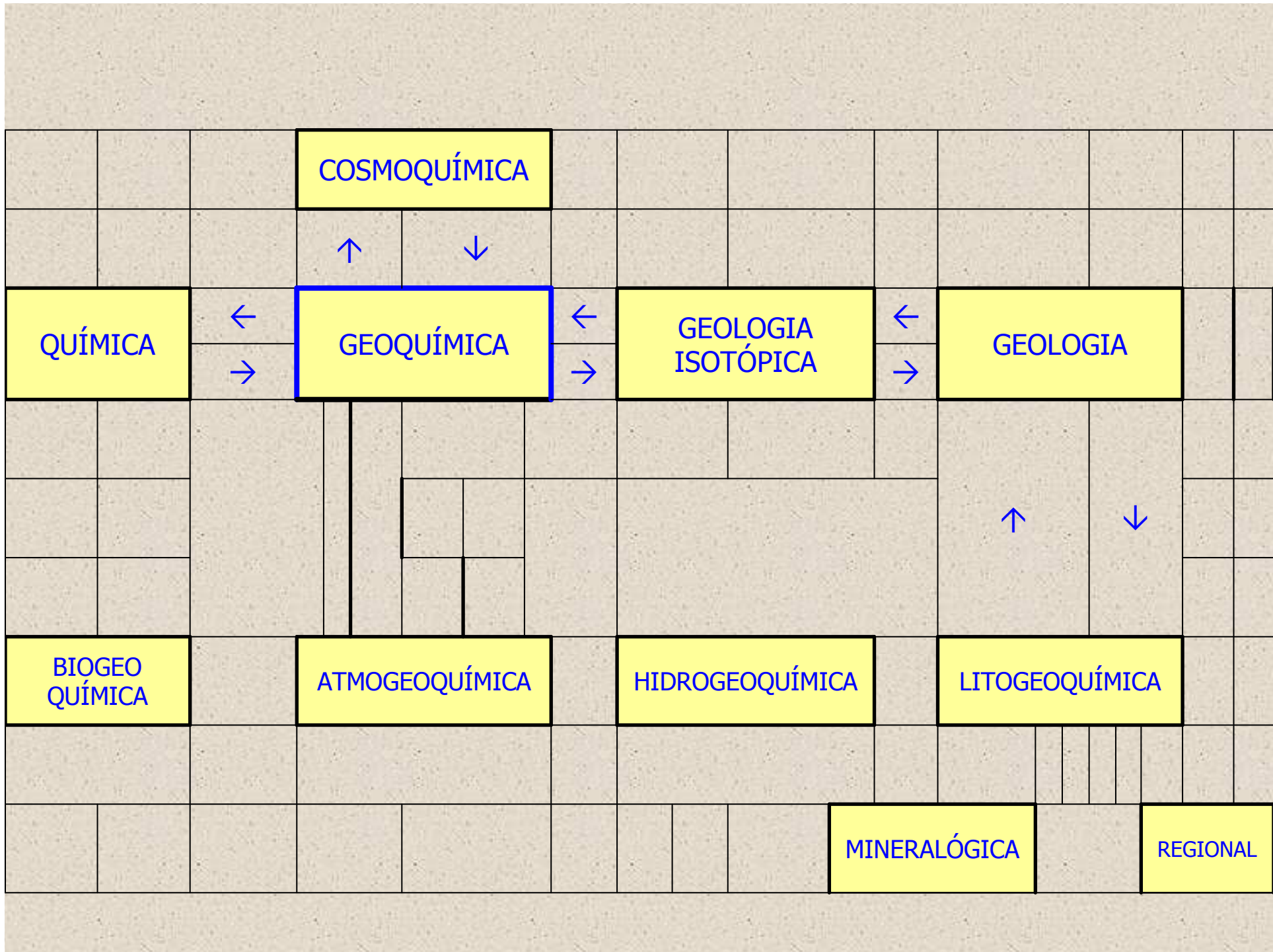
## Prospecção Geoquímica

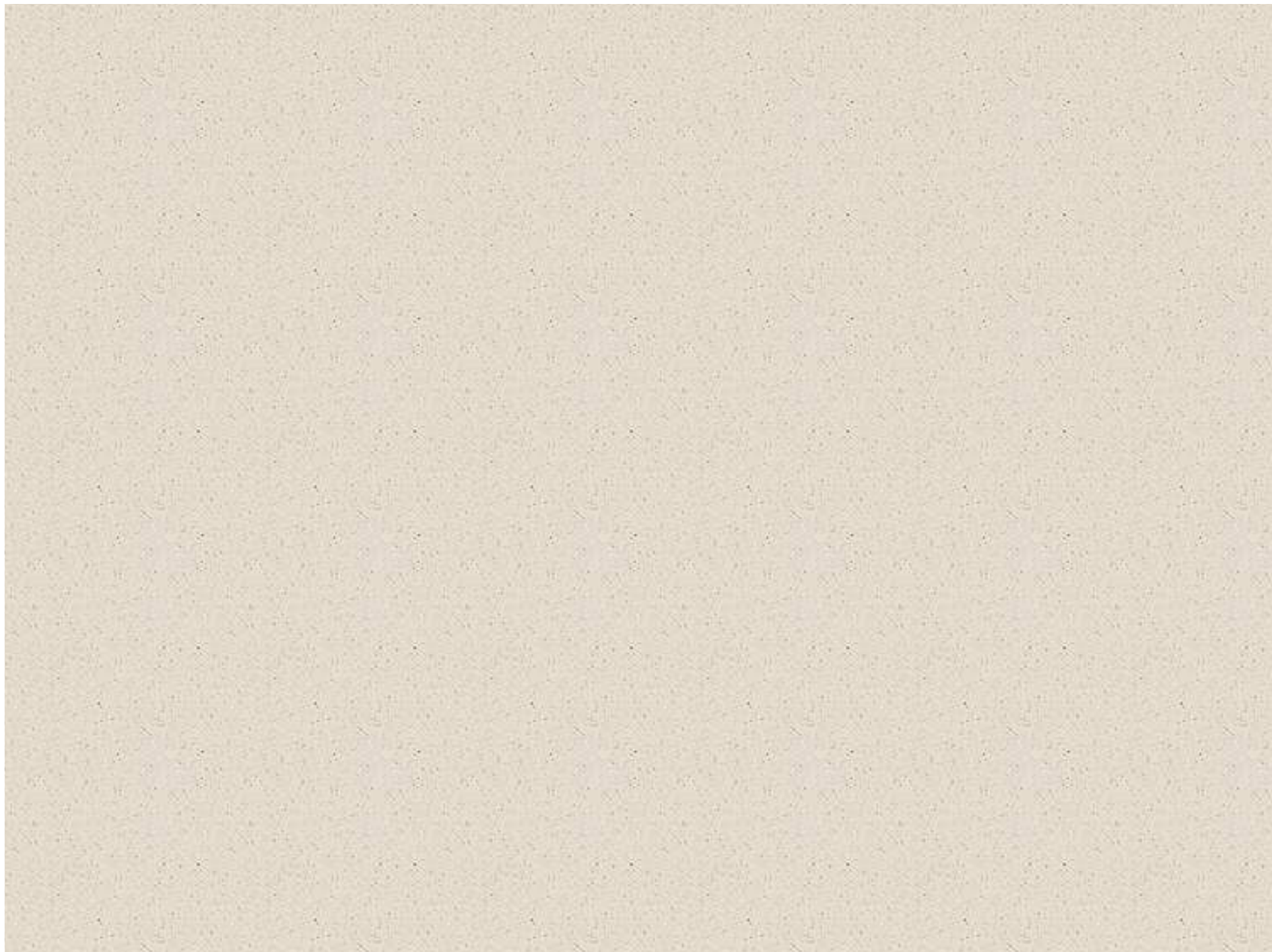
- Dedicar-se ao estudo e desenvolvimento de métodos geoquímicos para a detecção de jazimentos minerais. As linhas de investigação nessa área são:

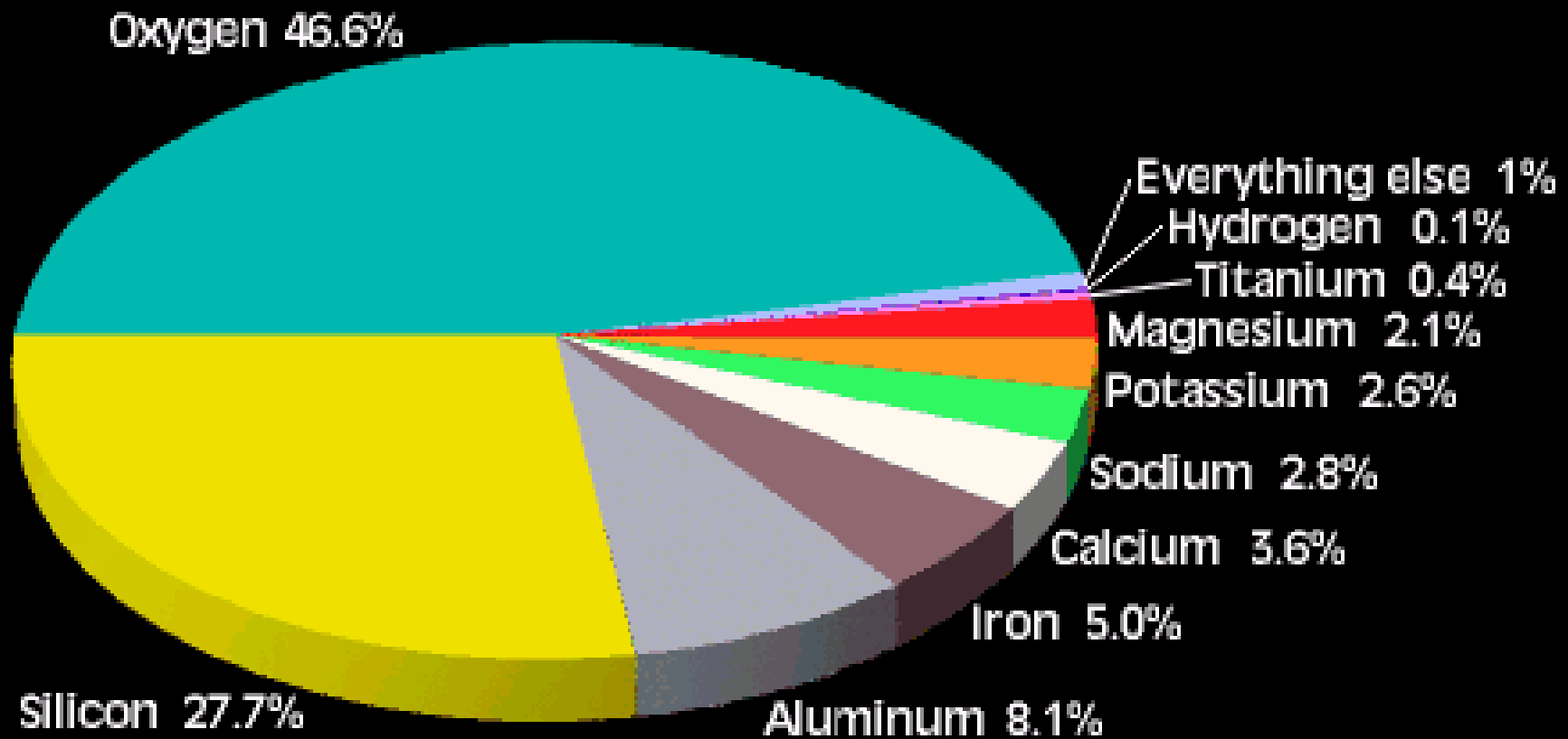


# Geoquímica Ambiental

- Dedicar-se ao estudo da distribuição e migração de elementos químicos e de compostos inorgânicos e orgânicos naturais e artificiais potencialmente nocivos ao meio ambiente e ao homem. As linhas de investigação nessa área são:
  - Geoquímica de contaminação de águas.
  - Geoquímica de contaminação de solos e sedimentos.
  - Geoquímica de contaminação atmosférica.







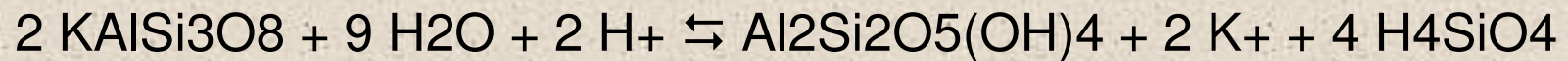
*Common Elements in the Earth's Crust  
(in weight percent)*





Ex.: Introdução

Microclínio – Caulinita



Caulinita – Gibbsita

