

8ª reunião GT CONAMA

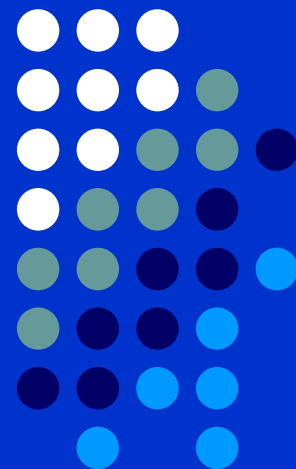
"Classificação e Diretrizes Ambientais para o Enquadramento das Águas Subterrâneas"

***ASPECTOS DA
HIDROGEOQUÍMICA
VOLTADOS PARA
CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS***

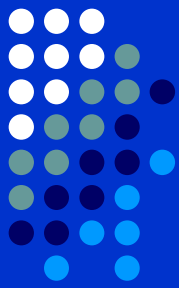
Dra. Suely Schuartz Pacheco Mestrinho

suelyspm@uol.com.br

Natal-RN, Julho/2006

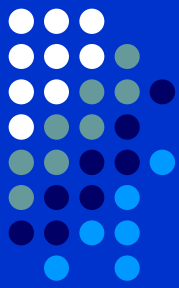


A HIDROGEOQUÍMICA



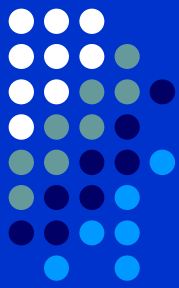
- **DEFINIÇÃO:** Ciência multidisciplinar que relaciona a química a água aos processos e reações no ambiente subterrâneo.
- **FOCO PRINCIPAL:** Explicar a origem e o comportamento dos constituintes nos fluxos subterrâneos que influenciam na qualidade da água.
- **DIFICULDADES:** A lacuna de estudos específicos é grande, a abordagem prática é complexa e prevalecem generalizações pré-conceituais.

QUESTÕES COMUNS NA CLASSIFICAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



- QUE ÁGUA SUBTERRÂNEA CLASSIFICAR?
- POR QUE CLASSIFICAR?
- QUAIS OS CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO PARA ATENDER AS FUNÇÕES DO USO (SOCIAL, ECONÔMICA, AMBIENTAL)?
- QUAIS OS PARÂMETROS INDICADORES?
- COM QUE FREQUÊNCIA DEVE SER AVALIADA?
- QUAL A LINHA DE BASE NATURAL?

DEFINIÇÕES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CONTEXTO DOS DEBATES



1. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- Adaptada Res. 15 (CNRH): As águas que ocorrem em subsuperfície terrestre
- DMA/2000/60/CE: todas as águas que se encontram abaixo da superfície do solo na zona de saturação em contato direto com o solo ou subsolo.

2. AQUÍFEROS

- Res. 15 (CNRH): Corpo hidrogeológico com capacidade de acunular e transmitir água.
- DMA/2000/60 /CE : Uma ou mais camadas de rochas ou estratos geológicos com K e S para permitir que seja um fluxo significativo de água para extração (quantidade x fluxo x uso)

3. CORPO HÍDRICO OU MASSA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

- Res. 15 (CNRH): Volume de água armazenada no subsolo
- DMA/2000/60 /CE : Volume claramente diferenciado de água subterrânea em um aquífero ou aquíferos.

CONTEÚDO

1. Conceitos introdutórios: águas de diferentes origens, modo de ocorrência e constituintes associados a litologia

2. Noções de Hidrogeoquímica:

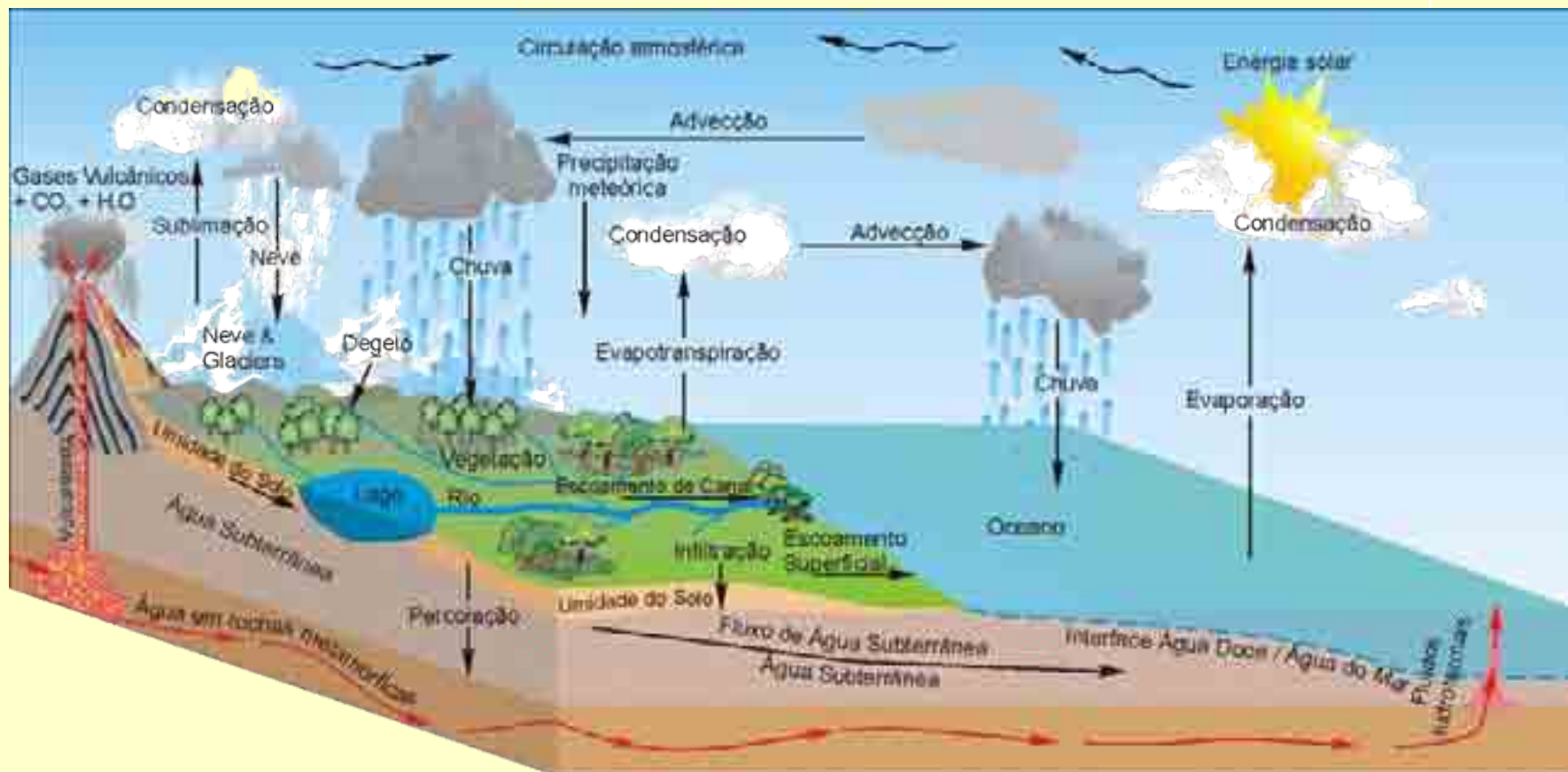
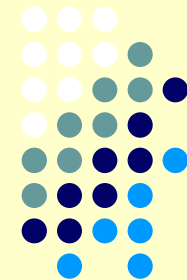
• Processos físicos-químicos-biogeoquímicos nas zonas não saturada e saturada

• Evolução química da água nos sistemas de fluxos subterrâneos

• Critérios para caracterização da qualidade natural das águas subterrâneas

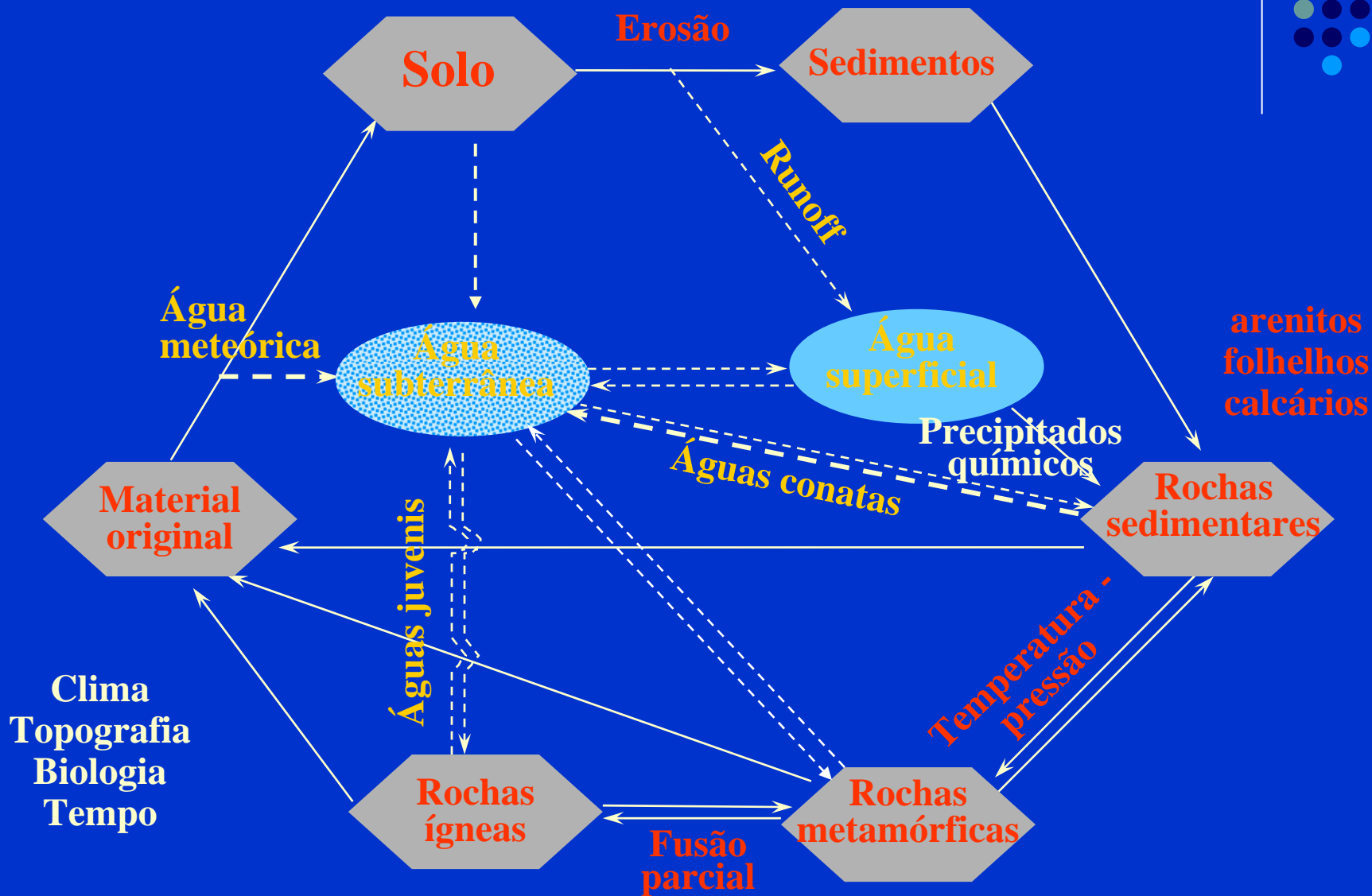
3. Considerações Gerais

O CICLO HIDROLÓGICO - CH



→ CICLO HIDROLÓGICO RÁPIDO
→ CICLO HIDROLÓGICO LENTO

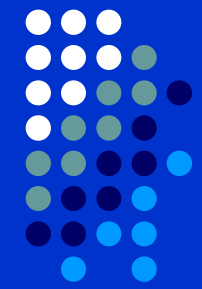
CICLO HIDROLÓGICO X CICLO GEOLÓGICO



ORIGEM DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



1. **Água Meteórica** : Águas de superfície que se infiltram com caracteres químicos do ambiente de circulação.
2. **Águas Juvenis** : Águas parcialmente endógenas de origem vulcânica (CO_2 , H_2S , HCl , HF , etc.) magmática (SiO_2 , Li , B , F , As , NH_3 , H_2S , etc.) mista (metórica+juvenis).
3. **Águas Fósseis** : Águas conatas e estagnadas

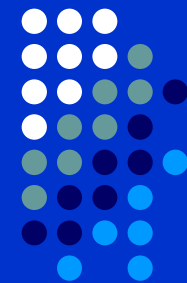


OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

AQUÍFERO FRATURADO CRISTALINO PORFÍRICO



INTERAÇÕES ÁGUA X ROCHA

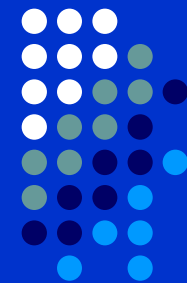


- **Intemperismo químico** : ataque químico dos minerais pela água, por reações de hidrólise, dissolução/precipitação, complexação e oxiredução.
- **Fatores influentes** : tempo de reação (T_r), T , CO_2 e presença de ácidos (inorgânicos e orgânicos).
- **Resistência das rochas** : rochas cristalinas > carbonatadas > sedimentares > evaporitos.
- **Produtos** : minerais neoformados e residuais, constituintes solúveis (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- etc.) que regulam o TDS.
- **Mobilidade dos íons** : $Ca > Na > Mg > Si > K \gg Al \cong Fe$

MINERAIS COMUNS FORMADORES DE ROCHAS

MINERAL	VARIEDADE	COMPOSIÇÃO	TIPOS DE ROCHA			
			Ígnea	Met.	Sed.	
Quartzo		SiO ₂	X	X	X	
FELDSPATOS						
Plagioclásio oclásio / microclina	Albita	NaAlSi ₃ O ₈	X	X		
	Anortita	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	X	X		
		KAlSi ₃ O ₈	X	X	X	
SILICATOS FERROMAGNESIANOS						
Anfibólios	Tremolita	Ca ₂ (Mg,Fe) ₄ AlSi ₇ AlO ₂₂ (OH) ₂	X	X		
	Hornblenda	NaCa ₂ (Mg,Fe, ₃) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	X	X		
Micas	Biotita	K(Mg,Fe) ₃ AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂	X	X		
	Clorita	(Mg,AlFe) ₆ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₈	X	X		
Piroxênios dro Vulcânico (não-mineral) Olivina	Diopsídio	Ca(Mg,Fe)Si ₂ O ₆	X	X		
	Augita	Ca(Mg,Fe,Al)(Al,Si) ₂ O ₆	X	X		
		Ca,Mg,Na,K,Al,Fe silicato (Mg,Fe) ₂ SiO ₄	X	X		
ALUMINOSILICATOS HIDRATADOS						
Minerais argilosos	Caulinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄			X	
	Montmorilonita	Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂			X	
	Ilita	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂			X	
Calcita/aragonita Dolomita		CARBONATOS CaCO ₃ CaMg(CO ₃) ₂			X	
	Fluorita Halita	HALETOS CaF ₂ NaCl	X		X	
ÓXIDOS/HIDRÓXIDOS						
Bauxita Hematita Limonita		AlOOH Fe ₂ O ₃ FeOOH			X X X	
	SULFETOS/SULFATOS					
	Pinta / Marcassita Gipso Anidrita Barita		FeS ₂ CaSO ₄ .2H ₂ O CaSO ₄ BaSO ₄	X X	X X	X X X

HIDRÓLISE DE SILICATOS E CARBONATOS

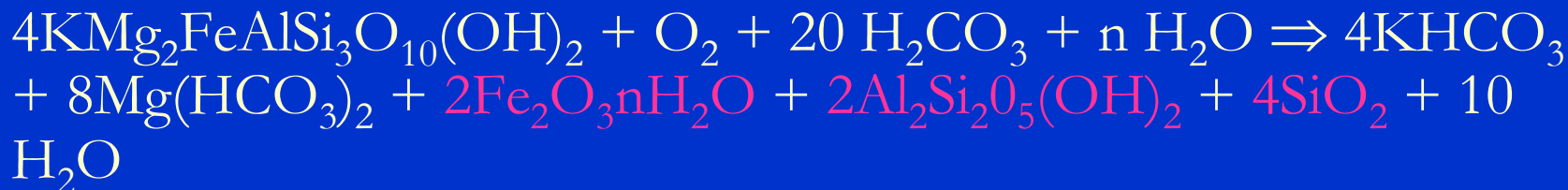


k-feldspato

caulinita



biotita



calcita

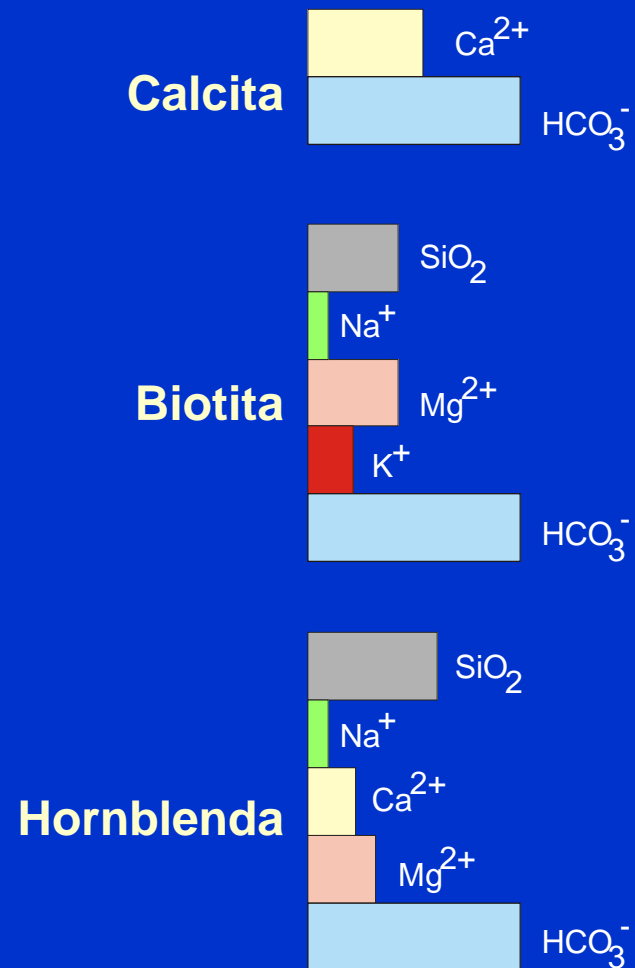
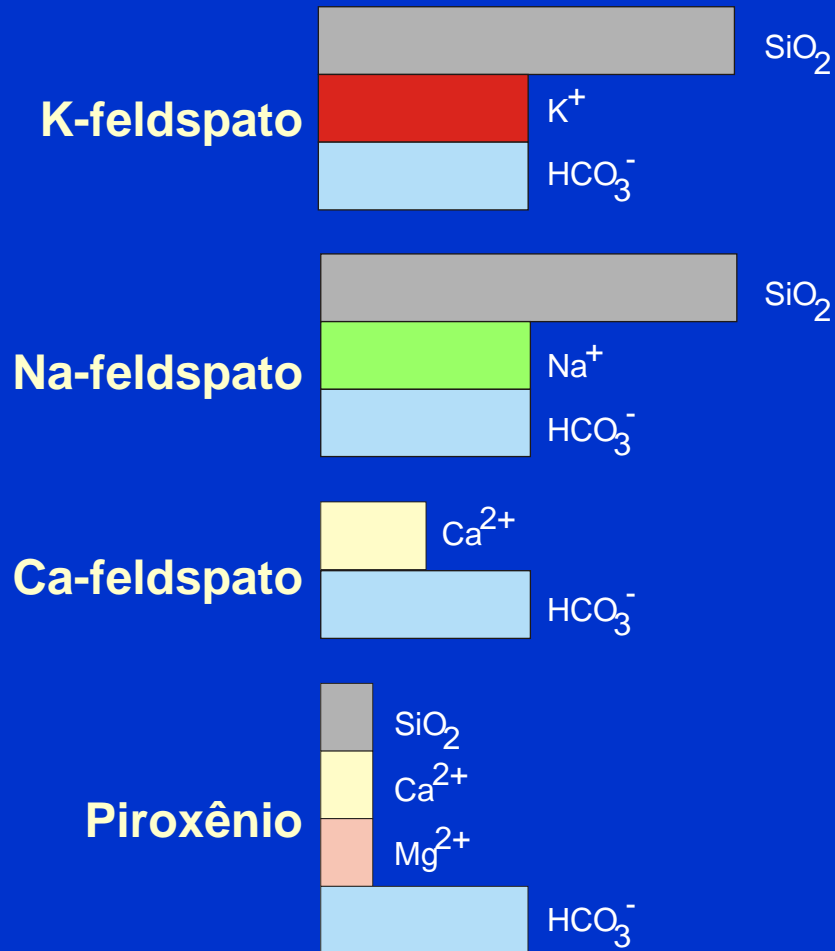
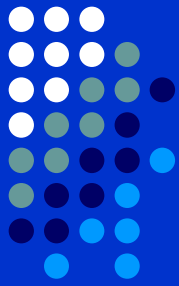


dolomita



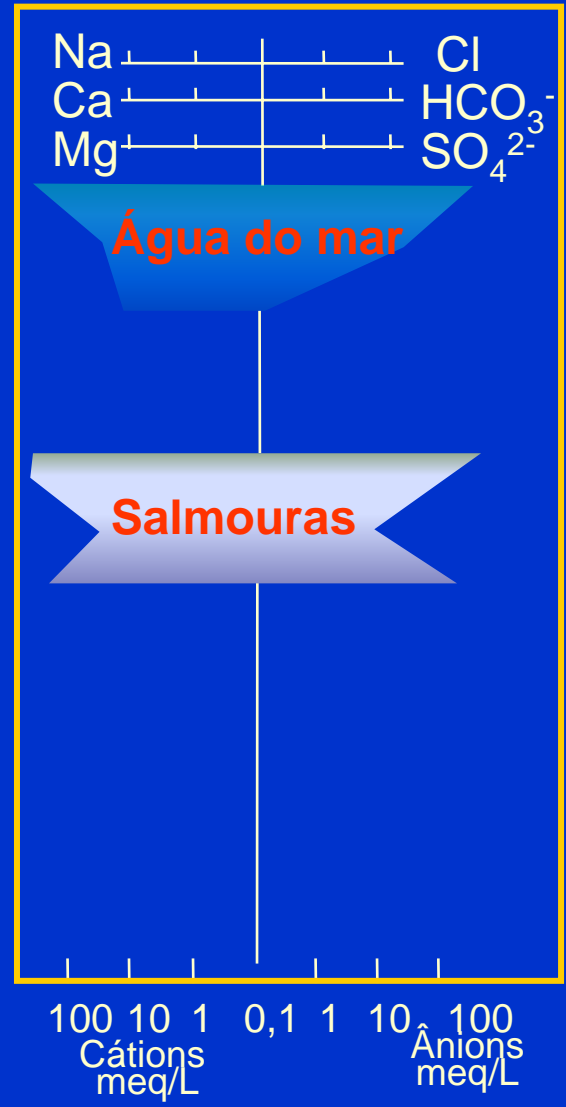
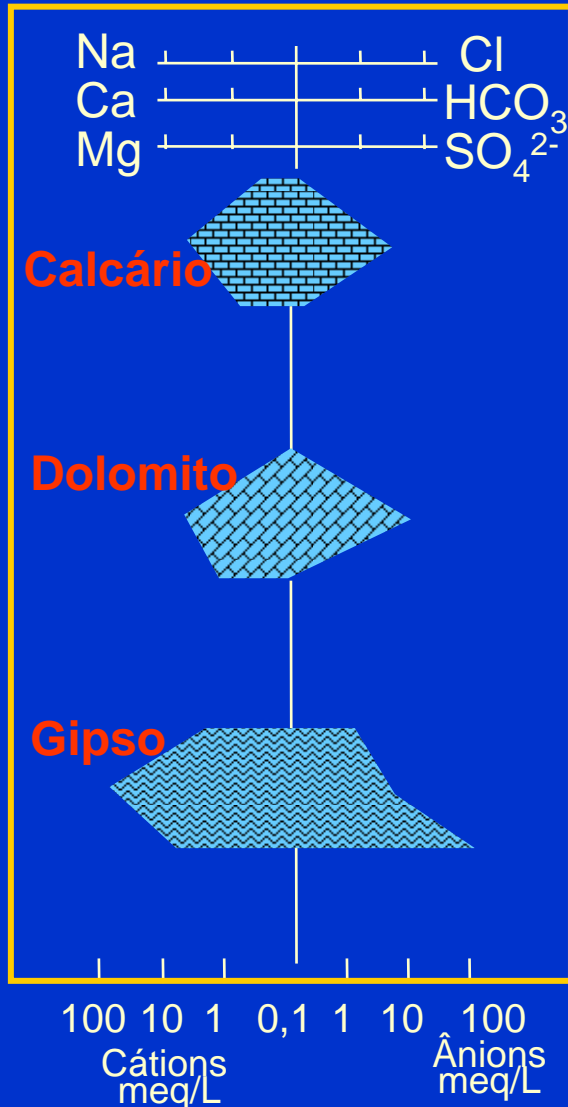
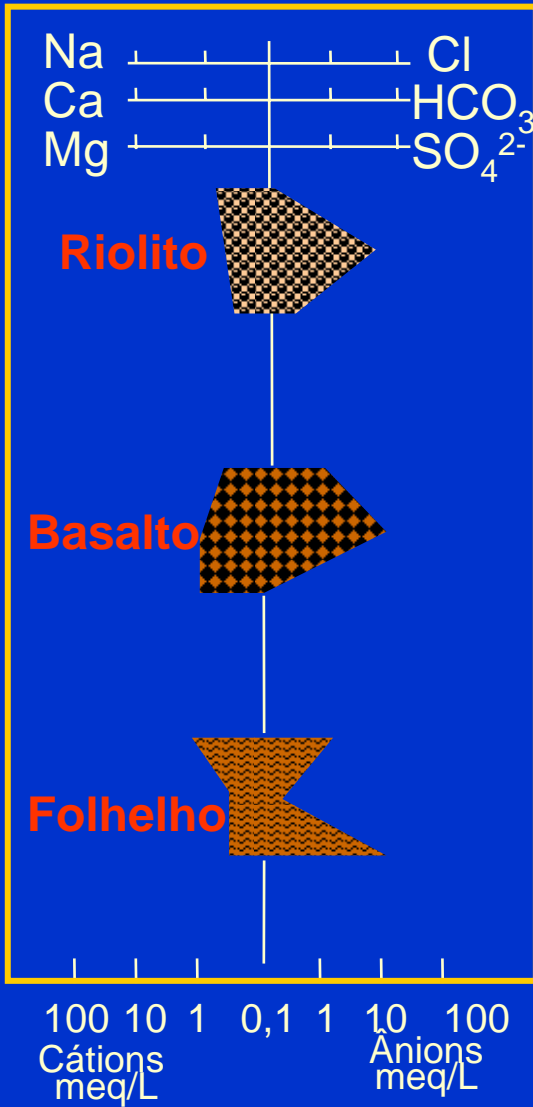
MINERAIS ESTÁVEIS (POUCO REATIVOS)

HIDROQUÍMICA X MINERALOGIA

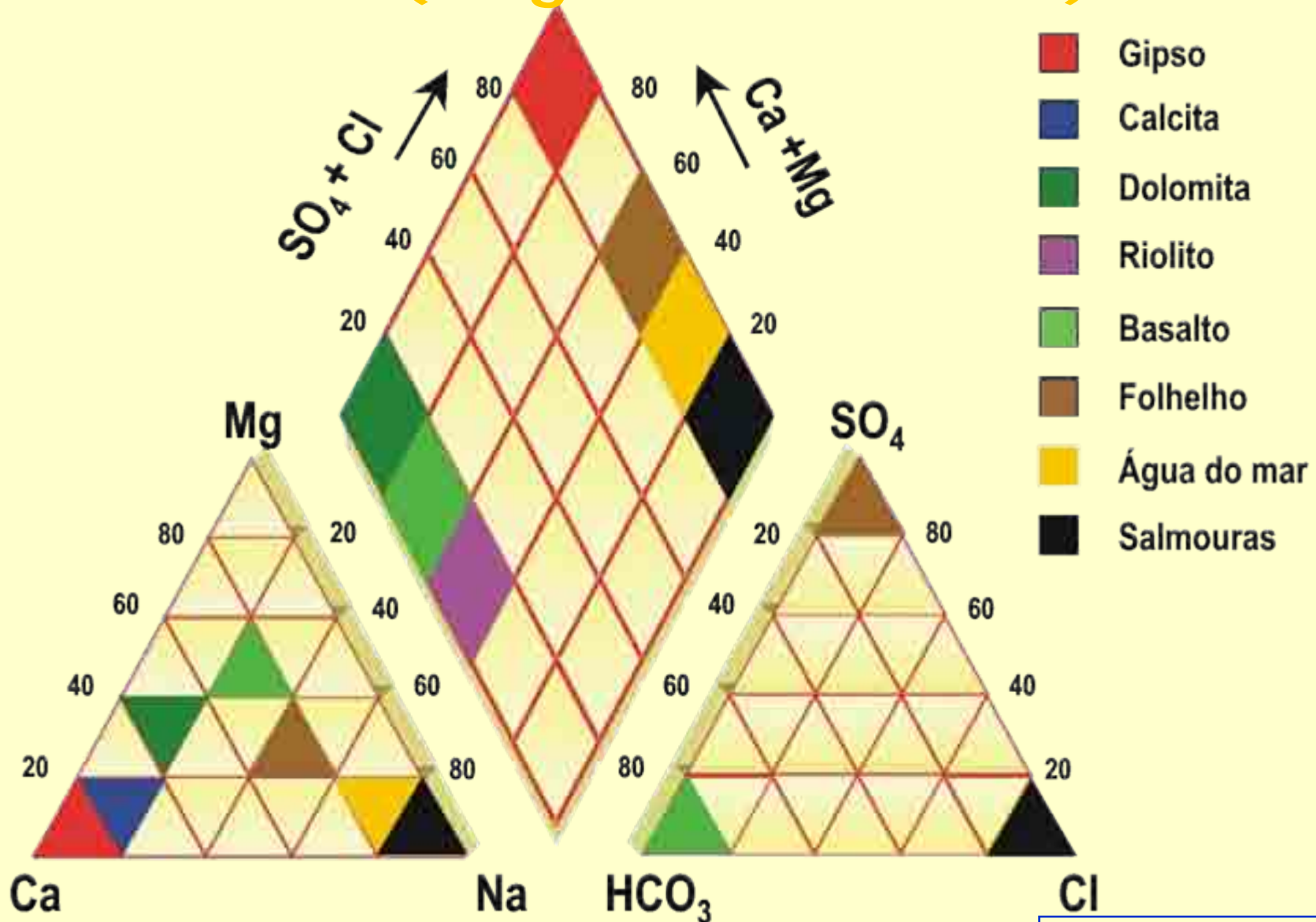


HIDROQUÍMICA X ROCHA

(Gráfico Stiff)



HIDROQUÍMICA X ROCHA (diagrama de PIPER)



Definir tipos de águas



TEORES MÉDIOS DE METAIS PESADOS (ppm - $\mu\text{g/L}$) NOS PRINCIPAIS TIPOS DE ROCHAS (Adaptado de Alloway, 1990)

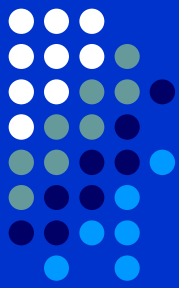
	Rochas cristalinas				Rochas Sedimentares		
	<i>Crosta</i>	<i>Ultramáfica</i>	<i>Máfica</i>	<i>Granito</i>	<i>Argilito</i>	<i>Arenito</i>	<i>Folhelho</i>
Cd	0,1	0,12	0,13	0,09	0,028	0,05	0,22
Cr	100	2980	200	4	11	35	90
Cu	50	42	90	13	5,5	30	39
Mn	950	1040	1500	400	620	460	850
Pb	14	14	3	24	5,7	10	23
Zn	75	58	100	52	20	30	120

Cd : folhelhos e solos ricos em MO

Pb : Granitos, folhelhos e solos orgânicos

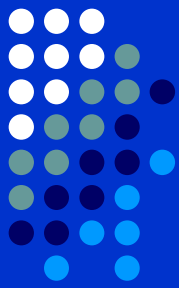
As : associado a 200 minerais na crosta (60% arsenatos), encontrados em folhelhos; argilitos; micaxistos; solos com gibsita, etc

ORIGEM DOS CONSTITUINTES DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



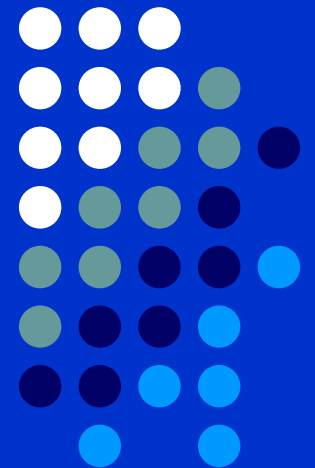
- **Constituintes inorgânicos** : águas de infiltração, intemperismo químico, fenômenos magmáticos e atividades vulcânicas.
- **CO₂** : atmosférica, biológica (oxidação química da MO recente), sedimentar (carbonatos, calcários, dolomitos), metamórfica e magmática.
- **Elementos radioativos** : radônio, tório e actínio. O ²²²Rn (U em granitos e sedimentos marinhos) é o mais abundante nas águas minerais.

CLASSIFICAÇÃO DOS CONSTITUINTES NAS ÁGUAS

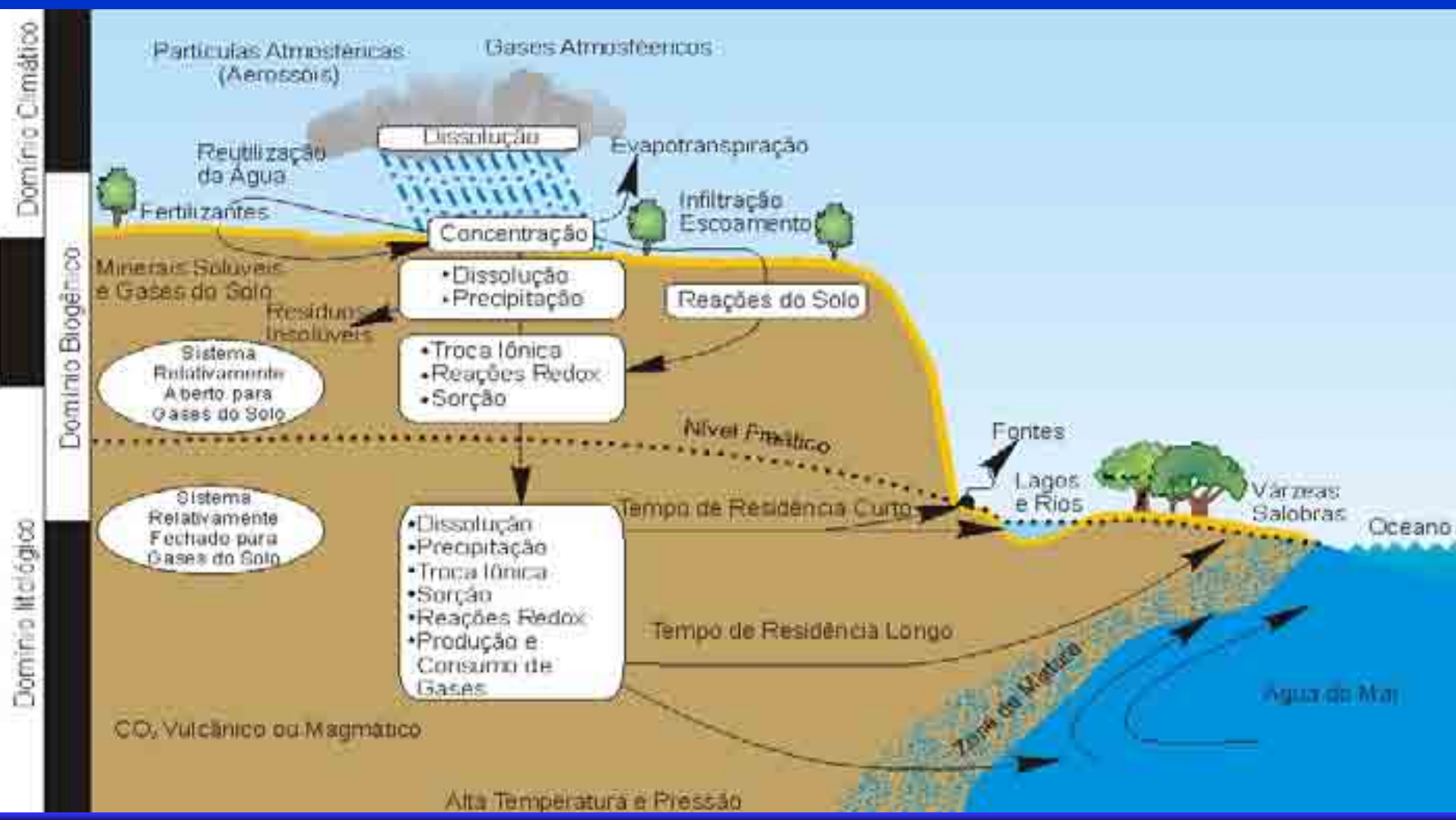


1. Quanto a degradabilidade : Biodegradáveis;
Conservativos : Desintegráveis;
2. Quanto a natureza química e biológica;
3. Quanto a concentração na água:
 - Principais: $>5\text{mg/L}$
 - Menores: $0,01-5,0\text{mg/L}$
 - Traços: $<0,01\text{mg/L}$

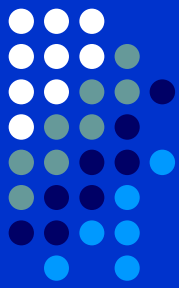
NOÇÕES DE HIDROGEOQUÍMICA



PROCESSOS FÍSICO-QUÍMICO-BIOGEOQUÍMICOS NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



DISSOLUÇÃO DE GASES



1- OXIGÊNIO NA ÁGUA

2 - CO₂ NA ÁGUA

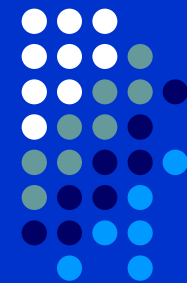
- **Origem** : atmosfera (baixa); processos químicos e biológicas no solo; carbonatos; atividades vulcânicas
- **Consumo**: redução para carboidratos e reação com os carbonatos.
- **Equilíbrio químico do CO₂ dissolvido nas águas** :



- **Reação de dissolução dos carbonatos (T, P, [H CO₃⁻² e P(CO₂))**:



REAÇÕES DE BIOTRANSFORMAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA



- Reações na presença de O₂ (durante a infiltração)



- Reações na ausência de O₂ (percolação profunda)

Redução de Fe(III)



Denitrificação



Redução dos sulfatos



Formação do metano

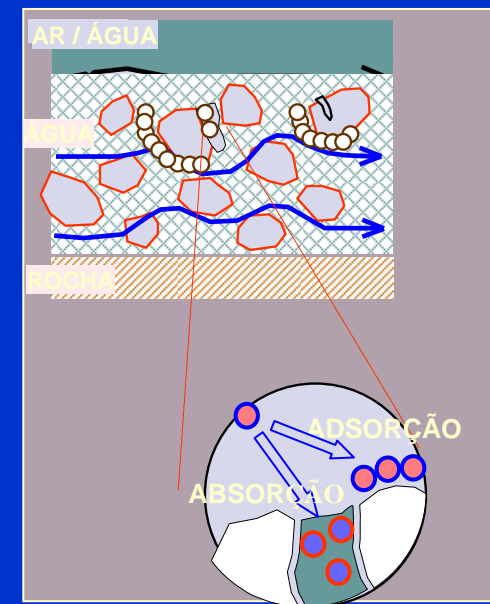
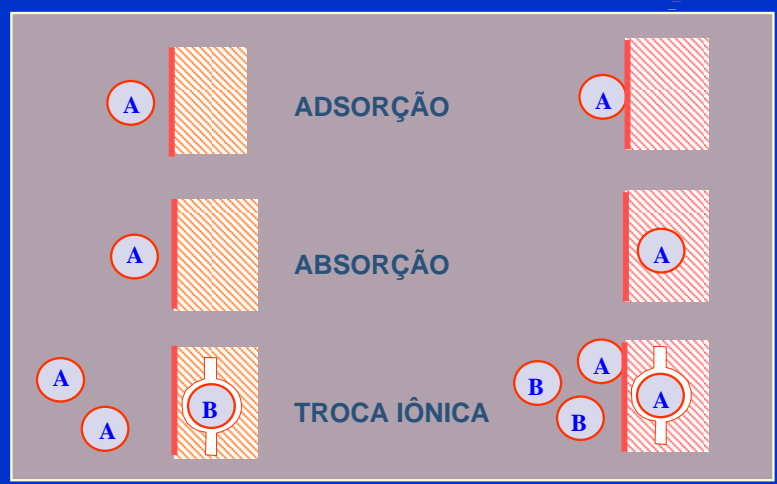
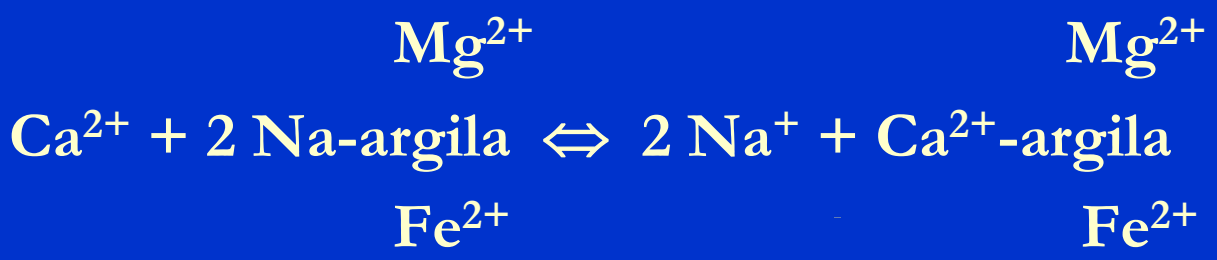


*CH₂O - "tipo" de composto orgânico

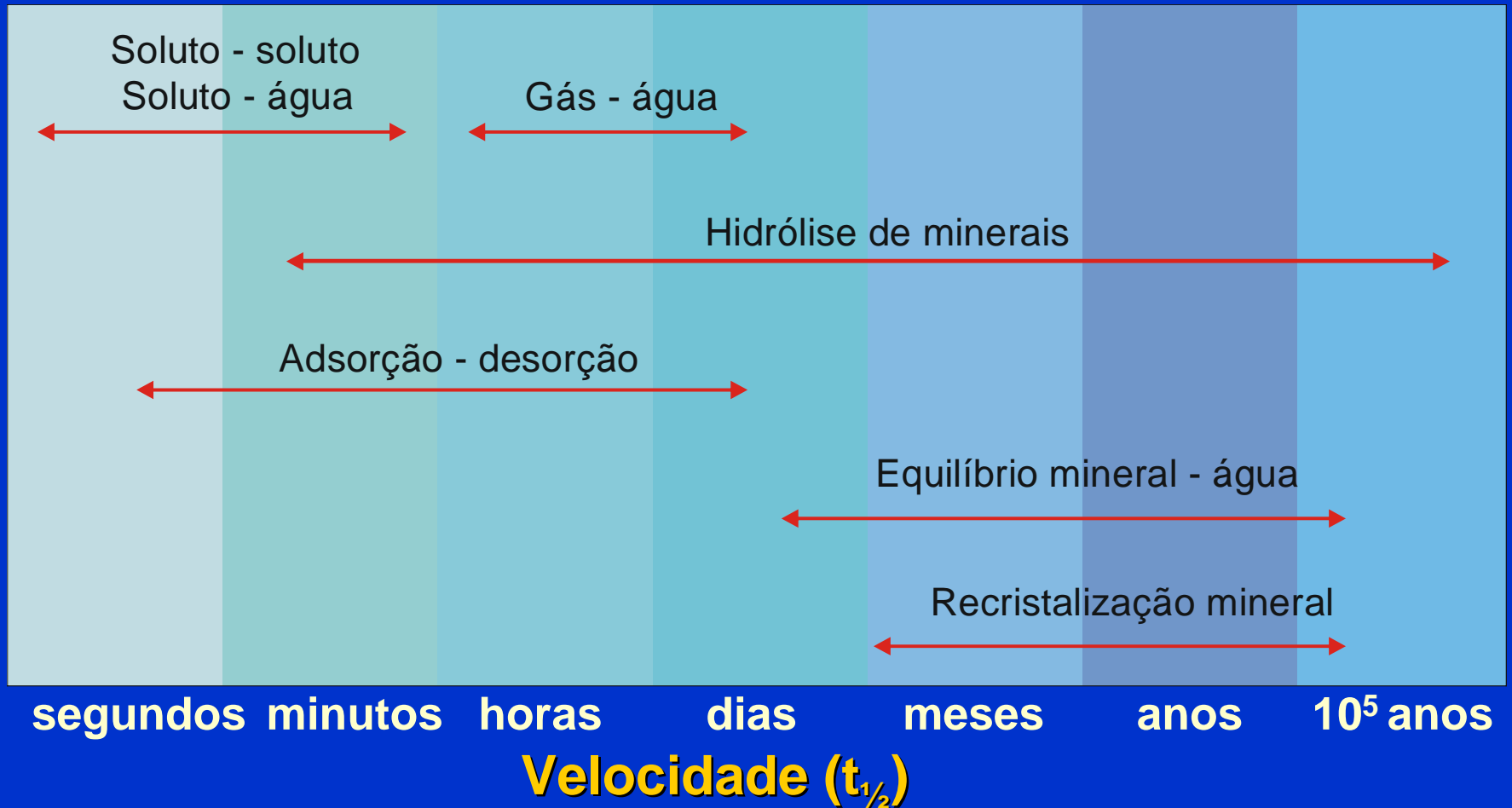
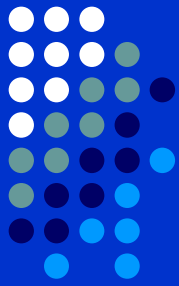
PROCESSOS DE SORÇÃO



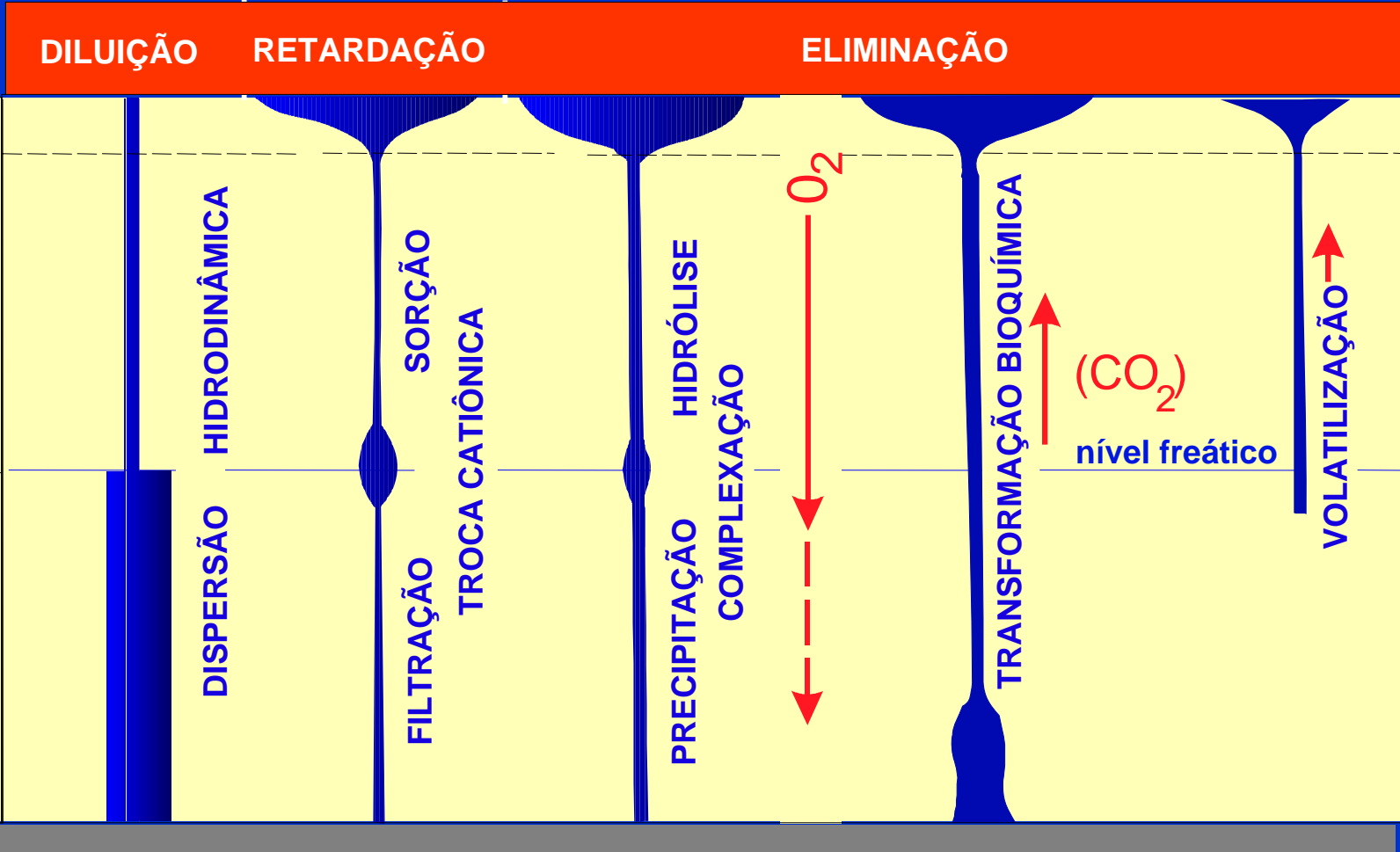
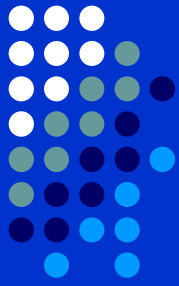
Troca catiônica em intrusões salinas:



VELOCIDADE ($t_{1/2}$) DOS PROCESSOS E REAÇÕES

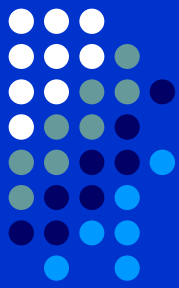


ATENUAÇÃO NATURAL EM SUBSUPERFÍCIE (FOSTER & HIRATA, 1988)



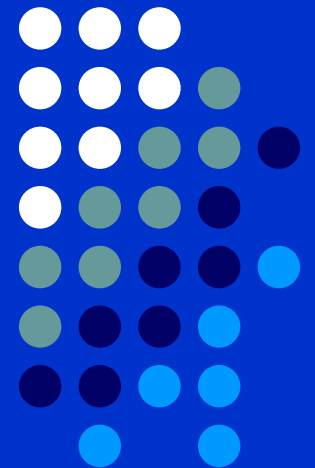


PROCESSOS QUE INTERFEREM NA QUÍMICA NATURAL



- ❑ A evapo-concentração de sais nas águas das chuvas;
- ❑ A interação com os materiais da ZNS e ZS (hidrólise, variação de Eh e pH);
- ❑ A incorporação de águas salinas residuais ou na interface marinha;
- ❑ Clima, T, ambiente de circulação, $T(r)$;
- ❑ Aporte de gases (CO_2 e O_2), troca iônica ou mistura de águas com diferentes origens.

***EVOLUÇÃO DA
HIDROQUÍMICA
NATURAL NOS SISTEMAS
DE FLUXOS***



OS FLUXOS SUBTERRÂNEOS

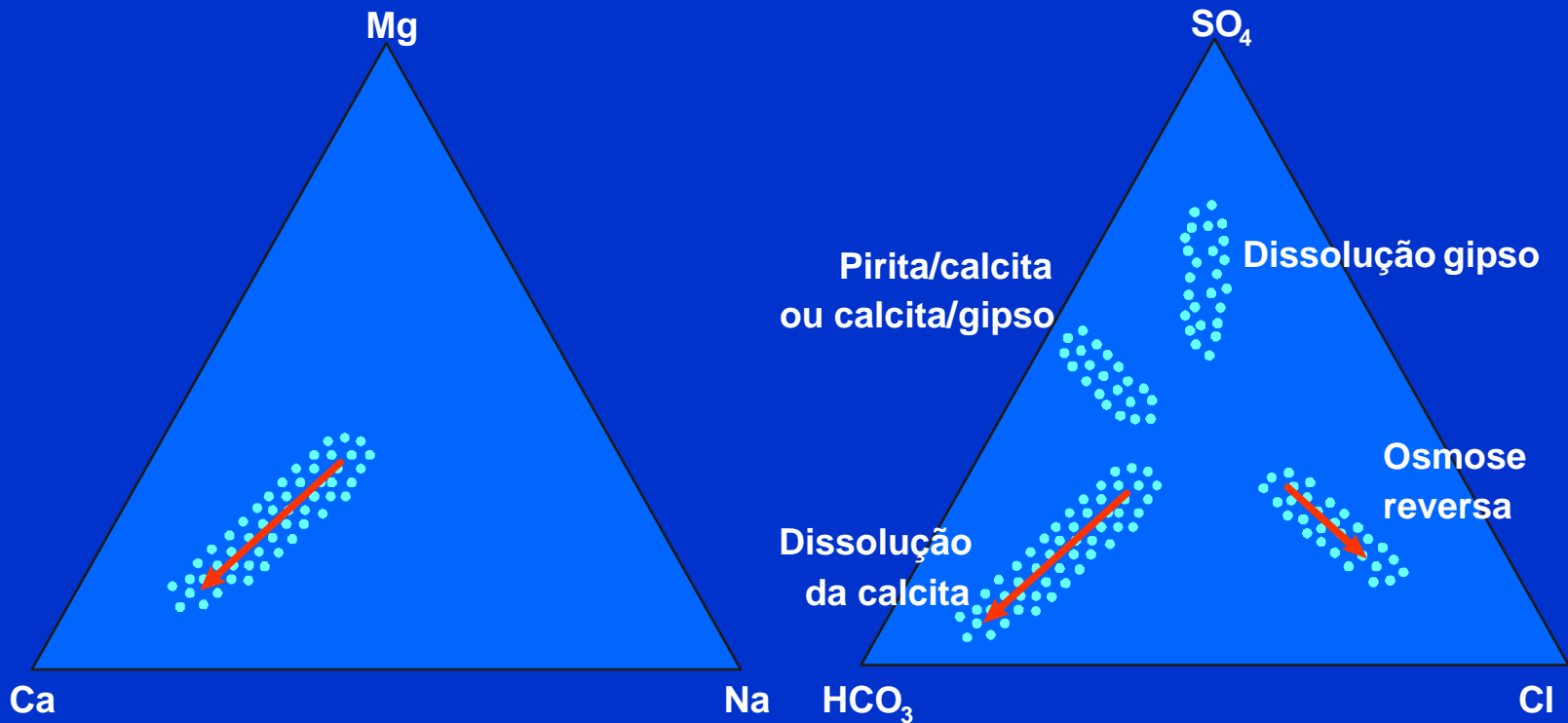
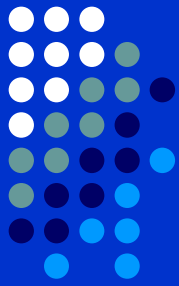
Área de recarga

Área de descarga

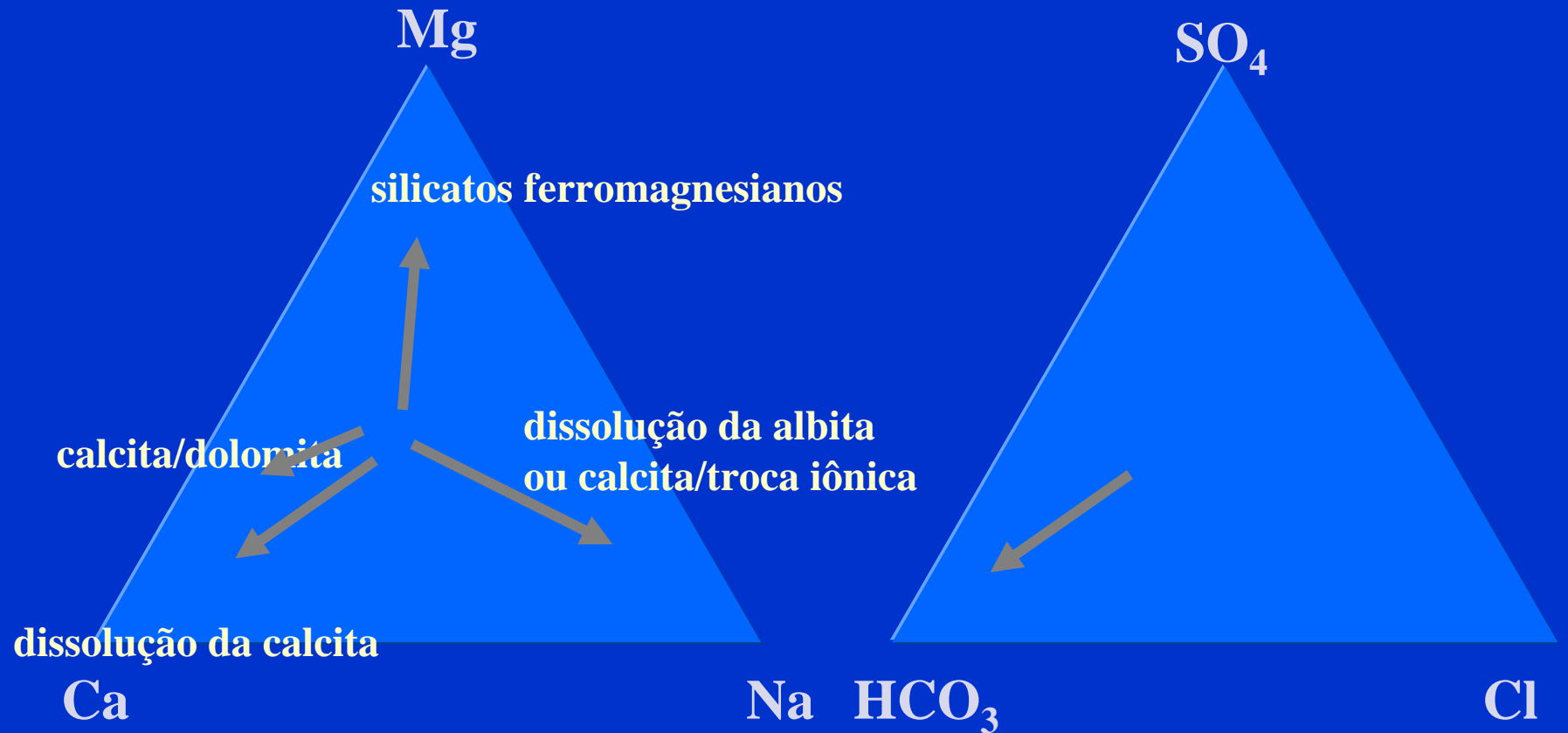
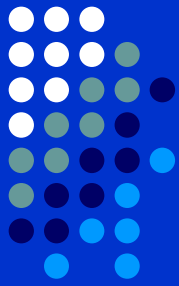
Deve ser protegida ou zoneadas como ACQAS!



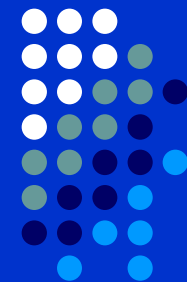
REAÇÕES NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS COM AUMENTO DO CÁLCIO (>TDS)



REAÇÕES NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



EVOLUÇÃO HIDROQUÍMICA NO FLUXO SUBTERRÂNEO

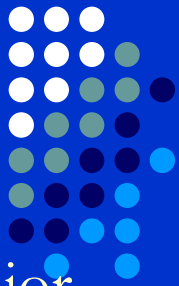


FATORES INFLUENTES NA EVOLUÇÃO QUÍMICA DA ÁGUA



- **ENDÓGENOS** : Características hidrogeológicas (fluxo, $T(r)$, litologia, estruturas, constituição e espessura das ZNS / ZS); processos biogeoquímicos (ZNS/ZS)
- **EXÓGENOS** : clima; relevo; hidrografia; atividades antrópicas

FATORES EXÓGENOS



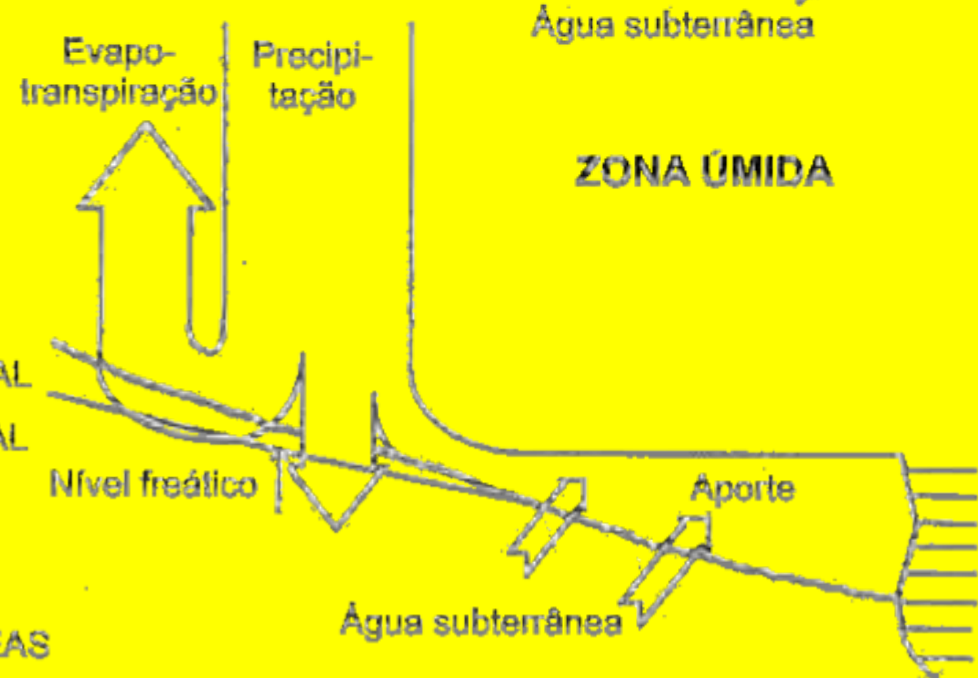
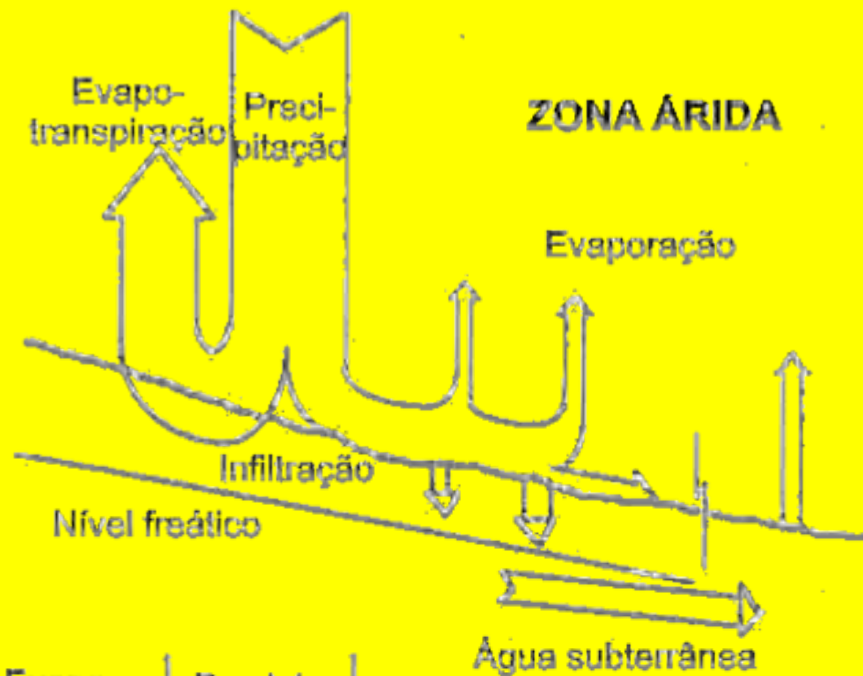
CLIMA : pluviometria X evapotranspiração. No semi-árido maior precipitação de sais por evaporação (STD >1000 mg/L). Em climas úmidos, a diluição é maior (STD <400 mg/L).

RELEVO / HIDROGRAFIA

1) Drenagem subterrânea efluente (semi-árido): fluxo do rio para encostas marginais, alimentando fraturas próximas aos rios. Nos vales, rios salinizados podem afetar as águas subterrâneas.

2) Drenagem afluente (clima úmido) : o escoamento da água subterrânea se dirige das encostas para os rios, diminuindo o risco de salinização.

O CH EM ZONAS ÁRIDAS E ÚMIDAS



AQUÍFEROS FREÁTICOS



Detrítico



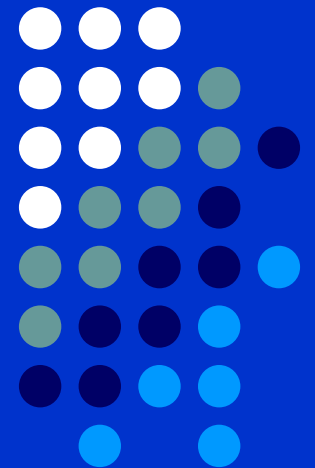
Cárstico



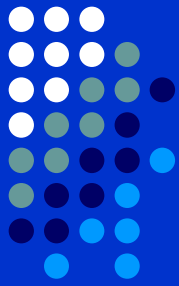
Fissural

Lopez-Geta et al (2006)

***Caracterização da
qualidade das águas
subterrâneas***

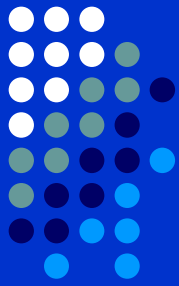


CONCEITOS RELACIONADOS



- ❑ ESTADO QUÍMICO OU QUALIDADE NATURAL (QN): varia de forma geográfica e temporal e exige a determinação de valores normais ou de referência para os constituintes.
- ❑ CONTAMINAÇÃO: Alteração da QN (física química ou biológica) por causas natural ou antrópica, que comprometem o uso (não somente para o consumo humano). E as águas minerais?
- ❑ PERIGO E RISCO DE CONTAMINAÇÃO: Diagnóstico e prognóstico da alteração

PERIGO E RISCO DE CONTAMINAÇÃO



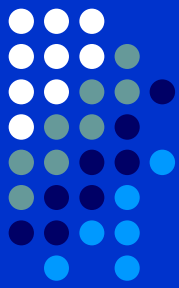
$$\begin{array}{c} \text{vulnerabilidade do aquífero} \\ + \\ \text{carga contaminante} \\ = \\ \text{PERIGO DE CONTAMINAÇÃO} \end{array}$$

PERIGO: Probabilidade de contaminação

RISCO: Perigo adaptado à escala do impacto

Incertezas: Como estabelecer a responsabilidade do risco de cargas difusas ou herdadas e em áreas já ocupadas? As fontes com cargas naturais e antrópicas se classificam da mesma forma!

AValiação DA QUALIDADE NATURAL (QN)

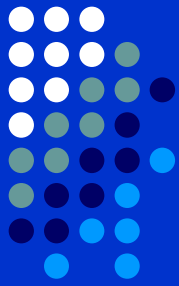


- ❑ O sistema precisa ter informações de pelo menos 5 anos de poços na mesma formação aquífera, bem como da água acima de qualquer fonte que aporta o constituinte avaliado. Exige programas de monitoramento.
- ❑ Cortes litológicos e a base de dados químicos ajudam a caracterizar o modelo conceitual do sistema em avaliação. Não é comum contar com dados de metais e orgânicos.

A linha base de qualidade pode ser determinada pela mistura de águas com pequenas diferenças geoquímicas, que se mantêm constante num determinado intervalo. Os dados devem ser tratados de forma estatística adequada para se estabelecer os valores mais representativos para a zona do aquífero em estudo.

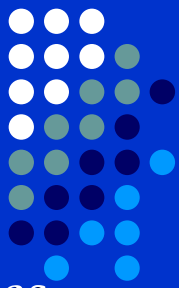
Incertezas: valores de fundo de alguns metais naturais (As, F, Fe, Pb, B, Se, Cr, S, etc) podem variar de forma expressiva e difusa. Para alguns orgânicos os valores são o LD ou zero, e qualquer quantidade detectada pode comprometer os critérios ecológicos.

A AVALIAÇÃO DA LINHA DE BASE (QN) DEVE CONSIDERAR:



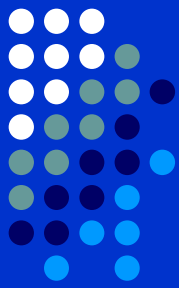
- O contexto geológico e hidrogeológico
- A distribuição “estatística” dos elementos maiores e menores no sistema aquífero (cadastro de dados recentes)
- O efeito das captações sobre a qualidade da água (diferenças de condições entre as amostras; saturados em superfície e subsaturados em profundidade ou em zonas de recarga; mistura de águas)
- A composição química associada a mistura de águas de diferentes origens (incluir o balanço de cloretos e a alteração da idade da água)
- A coleta e/ou avaliação de amostras de águas que participem de forma ativa no ciclo hidrológico

PONTOS CRÍTICOS NA AVALIAÇÃO (QN)



1. Qual a profundidade e espessura do aquífero a ser considerada? Águas com $>T(r)$ ou mais velhas podem se misturar a mais jovens, mudando a idade da água e a qualidade natural.
2. As variações de CE com o tempo podem não estar associada a um mesmo elemento químico ou não é constante numa captação individual ou área determinada.
3. Mesmo nas grandes bacias sedimentares detríticas a qualidade natural é influenciada pela litologia e o fluxo subterrâneo.
4. Algumas captações mais profundas apresentam teores mais baixos que as superficiais, onde existe maior dispersão de valores e maiores intervalos de variação das concentrações.
5. O aumento da exploração produz mudanças físicas e químicas no aquífero, promovendo “contaminação natural” como já registrado para o Arsenio e em certos casos os nitratos (Eh).

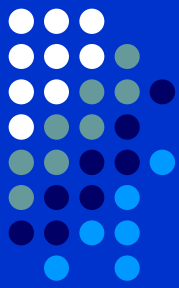
FERRAMENTAS PARA O MODELO CONCEITUAL



HIDROLOGIA ISOTÓPICA:

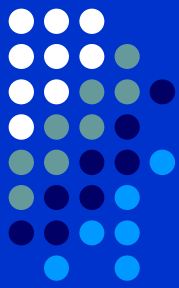
- Auxilia na definição da recarga e dinâmica das água subterrâneas (ZNS e ZS), e na direção e V(fluxo)
- Identificação da origem e idade-Tr ($\delta^{18}\text{O}$ - δD ; ^3H -T), **mas misturas de águas pode alterar a idade ou Tr**
- Avaliação de interconexões entre diferentes aquíferos, e entre rios e lagos ($\delta^{18}\text{O}$ e δD)
- permite a distinção entre águas de diferentes origens ou proporções de misturas ($\delta^{18}\text{O}$ - δD ; $\delta^{14}\text{C}$)
- Distinção C-org e C-carbonatos ($\delta^{14}\text{C}$).

RELAÇÕES IÔNICAS PARA OS DADOS QUÍMICOS:



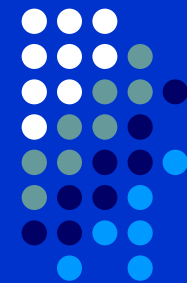
1. $\text{Na} \gg \text{K}$: feldspatos e micas. K é mais adsorvido
2. $\text{Ca} \geq \text{Mg}$: calcita, dolomita e gipso. Para os silicatos $\text{Mg} > \text{Ca}$.
3. $\text{Ca} \geq \text{SO}_4^{2-}$: anidrita, gipso, oxidação da pirita. Em águas ácidas o $\text{SO}_4^{2-} > \text{Ca}$.
4. $\text{Na} \geq \text{Cl}$: NaCl , silicatos ou troca iônica (a relação se inverte)
5. $\text{HCO}_3^- \gg \text{SiO}_2$: carbonatos.
6. $\text{Ca} > \text{Na}$: carbonatos, exceto no caso de troca iônica.

ASPECTOS A SEREM CONSIDERADOS:



- ❑ O mapa hidrogeológico é o ponto de partida para o MC e análise previsional do tipo de água.
- ❑ Considerar o quadro climáticos e a evolução química natural da água no sistema aquífero.
- ❑ Incluir a avaliação da vulnerabilidade intrínseca do aquífero.
- ❑ Considerar as condições de recarga e da ZNS (mais espessa em áreas úmidas e favorece a atenuação de constituintes das águas de infiltração)
- ❑ A presença de óxidos de Fe e Mn é expressiva em solos tropicais e podem incorporar outros metais (As). São parâmetros de suporte e controle

CRITÉRIOS PARA ELEGER OS PARÂMETROS DE CLASSIFICAÇÃO E CONTROLE DA QUALIDADE

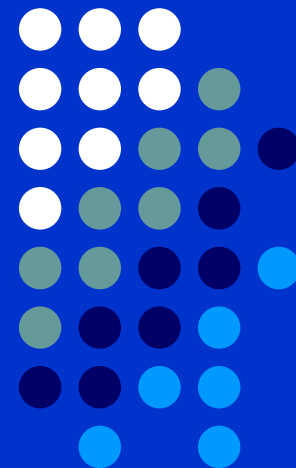


- (A) EM FUNÇÃO DO USO
- (B) PRÁTICO E ÚTIL PARA DIAGNÓSTICO, PROGNÓSTICOS E PARA AVALIAR DANOS (O_2 ; pH; CE; NO_3)
- (C) FACILIDADE ANALÍTICA

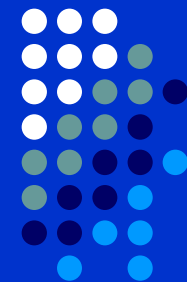
É importante o significado do parâmetro, sua abrangência e disponibilidade de referências para comparações!

Considerar a uniformidade dos métodos de coleta e analíticos!

3. CONSIDERAÇÕES GERAIS



O ESTADO DA ARTE DA HIDOGEOQUÍMICA

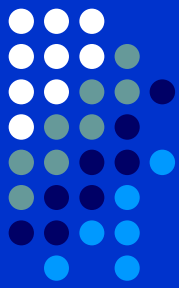


Os dados sobre hidrogeologia e hidrogeoquímica dos aquíferos são limitados. Existe uma grande lacuna de conhecimentos sobre a estrutura, funcionamento e dinâmica dos “hidroecossistemas” associados.

Os dados hidroquímicos de controle nos poços para todo sistema aquífero ou bacia são interpolados em escala regional, sem acompanhamento temporal, sem considerar os diferentes cenários físicos (espacial) e climáticos (sazonal).

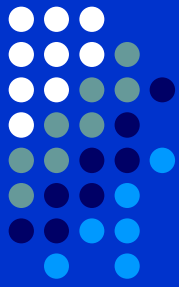
Para a gestão sustentável de um aquífero ou massa de água subterrânea é necessário ter uma referência da qualidade inicial ou natural, que constitui a linha base para a tomada de decisões na recuperação e manutenção da qualidade (ou enquadramento).

O ESTADO DA ARTE DA HIDROGEOQUÍMICA NO BRASIL



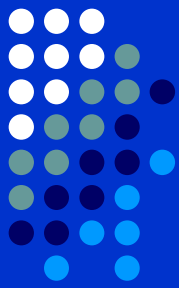
- ❑ Quando se consideram os eventos de infiltração, recarga, evapotranspiração e escoamento, o balanço hídrico é caracterizado de forma teórica.
- ❑ É freqüente desconsiderar a capacidade de atenuação natural da ZNS, mistura de fluxo ascendente, induzido pela extração nos poços, com constituintes naturais até mais tóxicos
- ❑ O estado de reconhecimento da qualidade da água nos aquíferos se limita a alguns estados brasileiros e não a totalidade do país. Falta políticas para o setor, priorizando áreas críticas, o que é urgente!

ETAPAS RECOMENDADAS PARA O CONHECIMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS



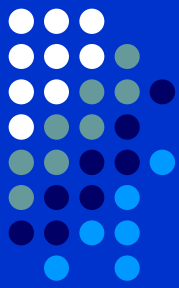
- 1. Estabelecer o modelo conceitual do sistema:** identificar os sistema de fluxo, avaliar dados que independem do tempo (geologia, propriedades hidráulicas, condições de contorno) ou não (hidroquímica)
- 2. Monitorar as condições do *background*** (antes do desenvolvimento da água subterrânea) para caracterizar o estágio inicial físico e químico da água no fluxo, através de medidas padronizadas numa região com fluxo particular
- 3. Monitorar as áreas de risco** para acompanhar o sistema num cenário particular, onde se espera conseqüências da exploração significativa do fluxo e se busca subsídios para medidas mitigadoras

DEMANDAS PARA CLASSIFICAÇÃO/ENQUADRAMENTO



- ❑ Implantação de uma política voltada para a caracterização dos aquíferos com ou sem risco de contaminação.
- ❑ Promover iniciativas para avaliação dos pontos de captação e sistemas aquíferos considerados mananciais expressivos, incluindo a construção de mapas hidrogeológicos, hidrogeoquímicos e de vulnerabilidade intrínseca em níveis de semi-detalhe.
- ❑ Nas áreas de grande risco de contaminação acompanhar as inter-relações entre as ZNS e ZS, para avaliar a capacidade de atenuação de poluentes para o aquífero.

FERRAMENTAS DE GESTÃO PARA CONTROLE E PROTEÇÃO



- Avaliação da vulnerabilidade
- Avaliação do risco
- Áreas de proteção
- Ferramentas auxiliares para acompanhamento
 - GIS
 - Modelagem matemática
 - Seminários e workshops envolvendo a comunidade
 - Programas educacionais

DESAFIOS

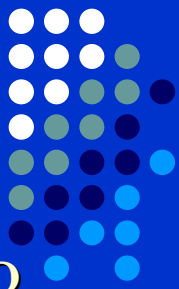


✓ AMPLIAR CONHECIMENTOS SOBRE OS AQUÍFEROS, AS ZONAS DE RECARGA E DE CIRCULAÇÃO DA ÁGUA, VALENDO-SE DE ESTUDOS HIDROGEOQUÍMICOS E ISOTÓPICOS E DOS CONDICIONAMENTOS CLIMÁTICOS

✓ DIFERENCIAR AS CAUSAS DA ALTERAÇÃO NATURAL E ANTRÓPICA, PARA SUBSIDIAR O MONITORAMENTO E MODELO DE GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

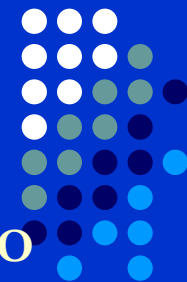
✓ FORTALECER O TRABALHO INTERATIVO E MULTIDISCIPLINAR, ENVOLVENDO PESQUISADORES DE DIFERENTES ESPECIALIDADES PARA O ADEQUADO PLANEJAMENTO DO MONITORAMENTO E DO CONTROLE DOS VALORES DE FUNDO OU DE BACKGROUND

SUGESTÕES PARA O FORUM DE DEBATE



- ✓ **NOVOS CONCEITOS DEVEM SER INCLUÍDOS E O QUADRO CLIMÁTICO DEVE SER CONSIDERADO**
- ✓ **AS DIRETRIZES DEVEM SER AJUSTADAS A DIFERENTES ESCALAS LOCAL OU REGIONAL (POTENCIALIZA A TOMADA DE DECISÃO CONFORME O USO DA ÁGUA)**
- ✓ **AS CLASSES PODEM SER DEFINIDAS EM FUNÇÃO DO BOM OU MAL ESTADO QUÍMICO, ASSOCIADO AO ASPECTO QUANTITATIVO, QUE INFLUI TAMBÉM NO ESTADO QUÍMICO DA ÁGUA E ECOSSISTEMAS ASSOCIADOS (RIOS, ÁREAS ÚMIDAS, ETC)**
- ✓ **AS DIRETRIZES DEVEM CONSIDERAR A AVALIAÇÃO DE ETAPAS DISTINTAS: DIAGNÓSTICO ATUAL (DADOS SECUNDÁRIOS MAIS RECENTES OU ATUAL SE EXIGIR A CARACTERIZAÇÃO ADICIONAL); PROGRAMAS DE MONITORAMENTO; AVALIAÇÃO DAS TENDÊNCIAS;**

CONTRIBUIÇÕES PARA O FORUM DE DEBATE



✓ CONSIDERANDO O ESTADO DA ARTE DO CONHECIMENTO DO ESTADO QUÍMICO DAS AS NO BRASIL, AS CLASSES PODEM SER DEFINIDAS INICIALMENTE DE FORMA SIMPLIFICADA.

✓ EXEMPLO: ESTADO ECOLÓGICO; BOM ESTADO E ALTERADO, AVALIADAS POR ÍNDICES ESPECÍFICOS DE QUALIDADE

✓ PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DO AQUÍFERO OU UH TORNA-SE NECESSÁRIO O IQN QUE CONSTITUI A LINHA DE BASE PARA O “ENQUADRAMENTO”.

✓ A ANÁLISE PREVISIONAL DE ÁREAS RELACIONADAS ASSOCIADAS AOS TIPOS DE ÁGUAS PODE SER INICIADA PELO MAPA HIDROGELÓGICO, MAS PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE OS DADOS HIDROQUÍMICOS PRECISAM SER INTERPRETADOS DENTRO DE UMA VISÃO SISTÊMICA E DINÂMICA

***OBRI GADA PELA
ATENÇÃO!***

suelyspm@uol.com.br

