

Metodologia Integrada de Avaliação Hidrogeodinâmica dos Aquíferos: um procedimento de análise ponderada das contribuições hídricas subterrâneas

Distribuição das águas doces no Planeta

NÃO!

NÃO ADIANTA....

O QUE É NECESSÁRIO SABER É QUE AS ÁGUAS
SUBTERRÂNEAS CARECEM DE.....

MAIOR **ATENÇÃO !!!**

CNRH na Gestão Integrada de Águas superficiais e subterrâneas



O Monitoramento na Gestão Integrada de Águas Subterrâneas e Superficiais

Fernando Roberto de Oliveira
Coordenador de Águas Subterrâneas - SIP/ANA



II Simpósio Latino Americano de
Monitoramento das Águas Subterrâneas

Belo Horizonte, 09 de abril de 2018

Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9433/97

- ❑ Art. 2. Inc II. **Objetivos**... a utilização racional e **integrada** dos recursos hídricos ... com vistas ao **desenvolvimento sustentável**;
- ❑ Art. 3. Inc I. **Diretrizes** gerais de ação...”**Gestão sistêmica dos recursos hídricos**.
- ❑ Art. 4. A União **articular-se-á** com os Estados tendo em vista o **gerenciamento dos recursos hídricos** de **interesse comum**.
- ❑ **Bacia** hidrográfica é a **unidade de gestão**.

CNRH na Gestão Integrada de Águas superficiais e subterrâneas

Res CNRH	Instrumento/Tema	Pontos Chaves
13/2000	Sistema de Informações	-Coordenação/ promoção da gestão integrada -Disponibilização de dados, sistemas de avaliação e outorgas de águas superficiais e subterrâneas
15/2000	Diretrizes nacionais para gestão integrada	-Implementação dos instrumentos da PNRH, considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas. -Sistema de informações: disponibilizar dados para gerenciamento integrado das águas
16/2001	Outorga	-Avaliação integrada considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas
22/2001	Águas subterrâneas em Planos	-Planos devem promover a caracterização dos aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos
91/2008	Enquadramento	- Enquadramento deve considerar, de forma integrada e associada, as águas superficiais e subterrâneas
92/2008	Proteção das águas subterrâneas	-Os Planos devem delimitar as áreas de recarga e definir suas zonas de proteção -Informações (estudos, monitoramento, planos) incorporadas ao Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos
99/2009	Programa Nacional de águas de subterrâneas/PNRH	-Implementação do Programa Nacional de Águas Subterrâneas
107/2010	Monitoramento das águas subterrâneas	-Estabelece a Rede Nacional de Monitoramento de Águas Subterrâneas
XX/2018	Gestão Integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneas	-Estabelece diretrizes para a GIRH superficiais e subterrâneas e articulação entre União e Estados e o DF

Como praticar a Integração dos Recursos Hídricos Subterrâneos e Superficiais?

Cenário de alerta

“ O nível de conhecimento hidrogeológico no Brasil é considerado **pobre**, salvo poucas exceções em que é apenas razoável...”

Ainda que haja o esforço para coleta, armazenamento e análise de dados primários de qualidade, esse período deverá superar pelo menos um século!

O cenário de atenção atual dada ao recurso hídrico subterrâneo pode ser considerado efêmero, sendo o que existe, pulverizado e inconsistente.

O estado não consegue atender às necessidades de infraestrutura técnica e de material humano requeridos para que os sistemas aquíferos possam ser reconhecidos numa condição minimamente razoável.

Justificativas (lições aprendidas – FMA 2018)

A gestão dos recursos hídricos subterrâneos é um desafio a ser empreendido por todos, haja vista que:

- os mananciais subterrâneos são escondidos
- são difíceis e onerosos para se medir e monitorar
- o mapeamento hidrogeológico e a caracterização dos aquíferos são geralmente incompletos
- a pronta disponibilidade de água para usos futuros pode ser considerada duvidosa

Prerrogativas

- a gestão integrada dos recursos hídricos ao nível estadual é essencial para se atingir as metas necessárias à contenção dos efeitos de estiagens severas e das mudanças climáticas.
- nas escalas local e regional, seja ao nível de abrangência das comunidades, sejam os limites municipais, os sistemas aquíferos devem ser avaliados sob a ótica de um meio ambiente integrado às condições de contorno geológico, onde o processo de circulação das águas seja minimamente compreendido.

Prerrogativas (cont.)

Disso, resulta a necessidade de implementação de um novo formato de abordagem hidrogeológica quali-quantitativa, onde o aprofundamento das investigações deve partir da equivalência de sua funcionalidade natural a um modelo orgânico de gerenciamento de fluxos, onde:

- o reconhecimento dos atributos que controlam seu regime hidrogeodinâmico seja alcançado a partir de uma escala compatível à própria realidade de sua conformação geológica natural

A GEOLOGIA DEVE ESTAR NO COMANDO !

METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDROGEODINÂMICA

Base conceitual



Monitoramento dedicado

FERRAMENTAS PARA QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

MONITORAMENTO DAS ÁGUAS	FERRAMENTAS
CHUVAS	PLUVIÓGRAFOS
OSCILAÇÕES DE NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA EM POÇOS E PIEZÔMETROS EXISTENTES (PROFUNDIDADE E COTA)	SENSORES AUTOMÁTICOS (DIVERS)
DESCARGAS / VAZÃO	LINÍGRAFOS

FERRAMENTAS PARA QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)

Módulo 1 : GEOk

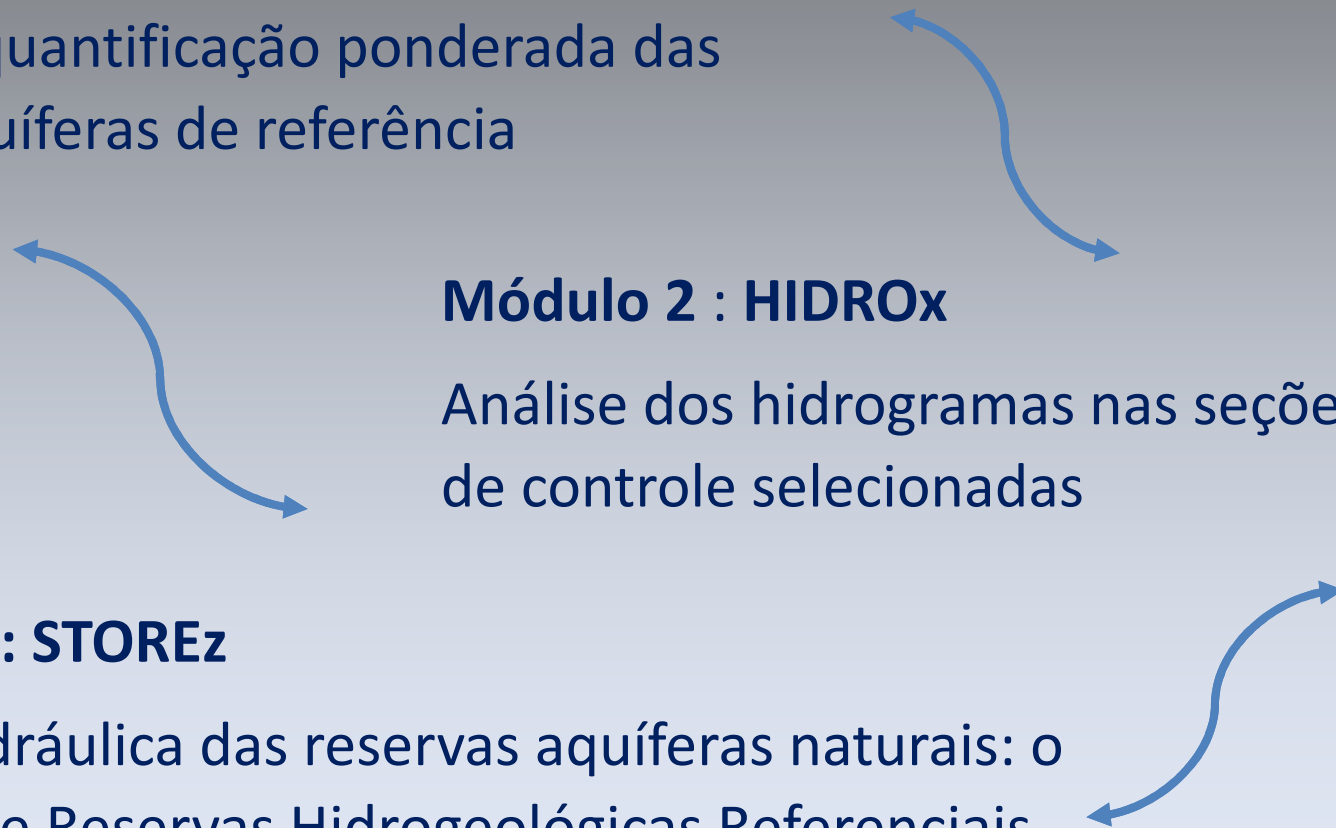
Análise de quantificação ponderada das reservas aquíferas de referência

Módulo 2 : HIDROx

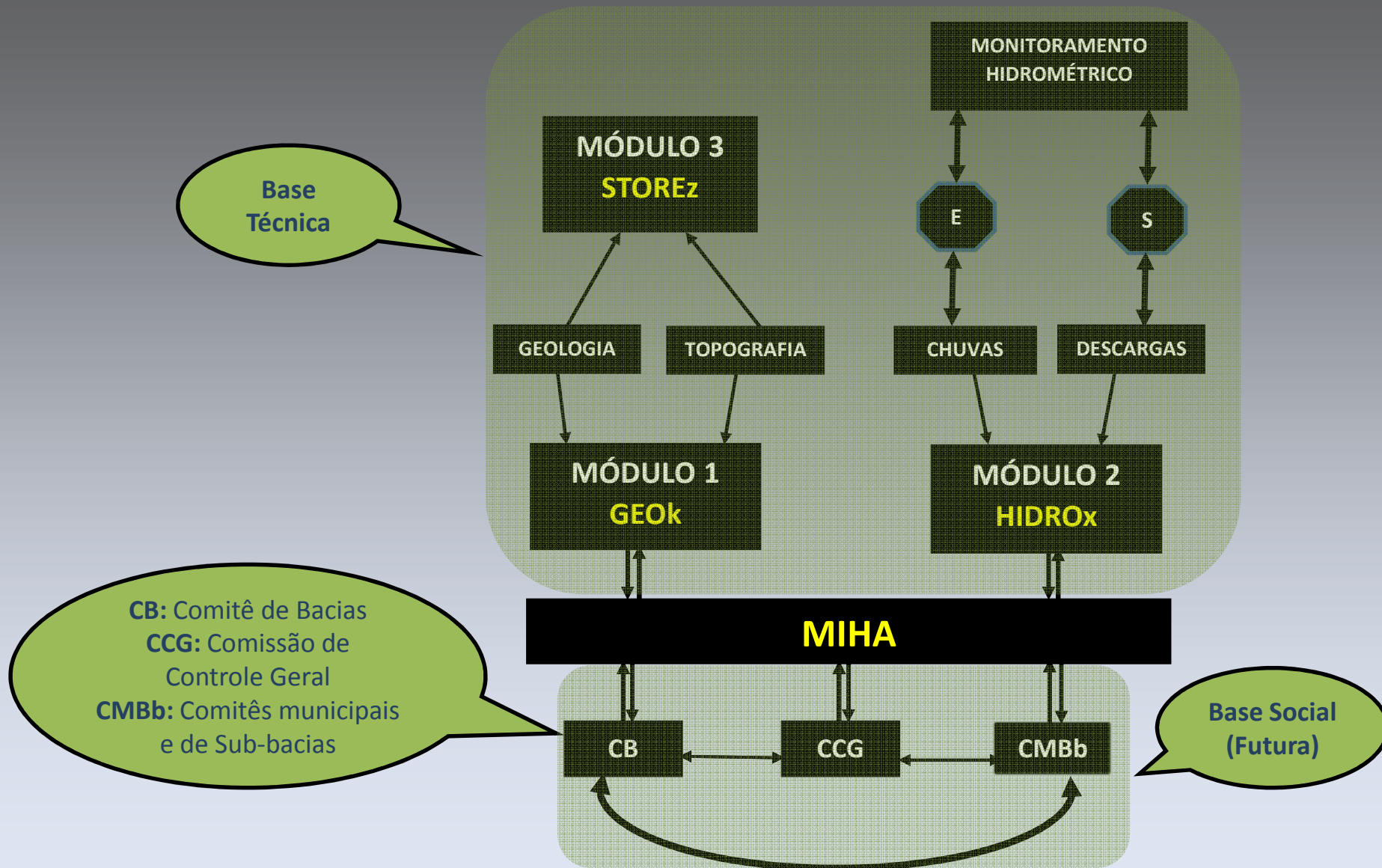
Análise dos hidrogramas nas seções de controle selecionadas

Módulo 3 : STOREz

Análise hidráulica das reservas aquíferas naturais: o conceito de Reservas Hidrogeológicas Referenciais



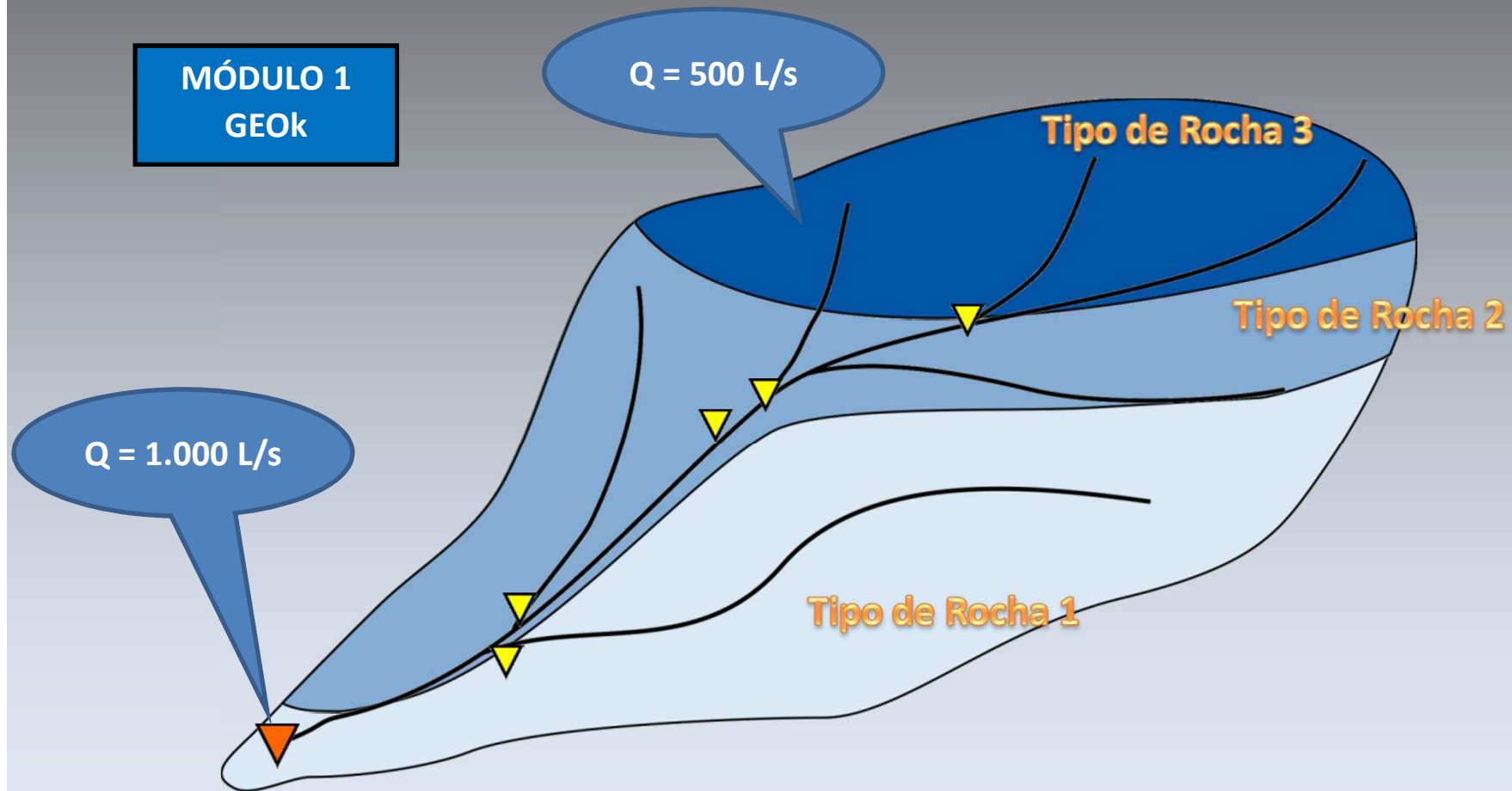
METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDROGEODINÂMICA



FERRAMENTAS PARA QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)

MÓDULO 1
GEOk



METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)

Módulo 1 : GheoK

Análise de quantificação ponderada das reservas aquíferas

Domínios Hidrogeológicos	Agrupamentos de Unidades Hidrogeológicas	Nef*
Zonas Aquíferas (ZA)	Depósitos aluvionares, coberturas detríticas, quartzitos fraturados, formações ferríferas, arenitos e carbonatos puros (cársticos), outras	> 7,5%
Zonas de Aquíferos Pobres (ZAP)	Rochas cristalinas e seus mantos de alteração, dolomitos, xistos fraturados, outras	2% a 7,5%
Zonas Não Aquíferas (ZNA)	Rochas vulcânicas em geral , filitos, diques de rochas básicas, folhelhos, metapelitos, outras	< 2%

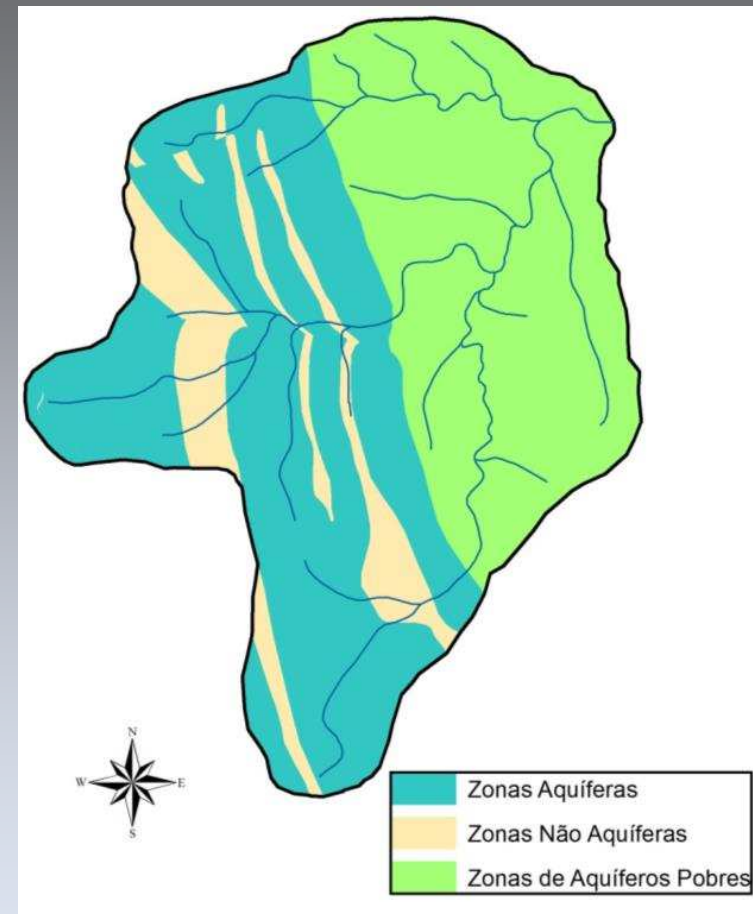
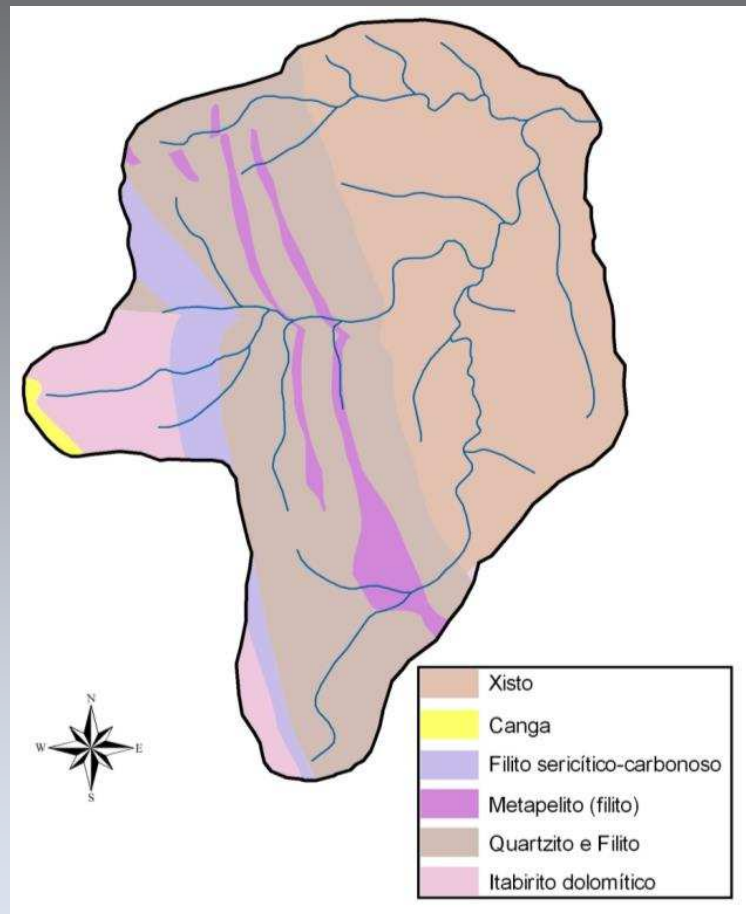
*Adaptado de Freeze & Cherry (1979); Fetter (1994) ; Domenico & Schwartz (1998)

Identificação dos tipos litológicos

=

papel diferenciado no volume final das contribuições hídricas

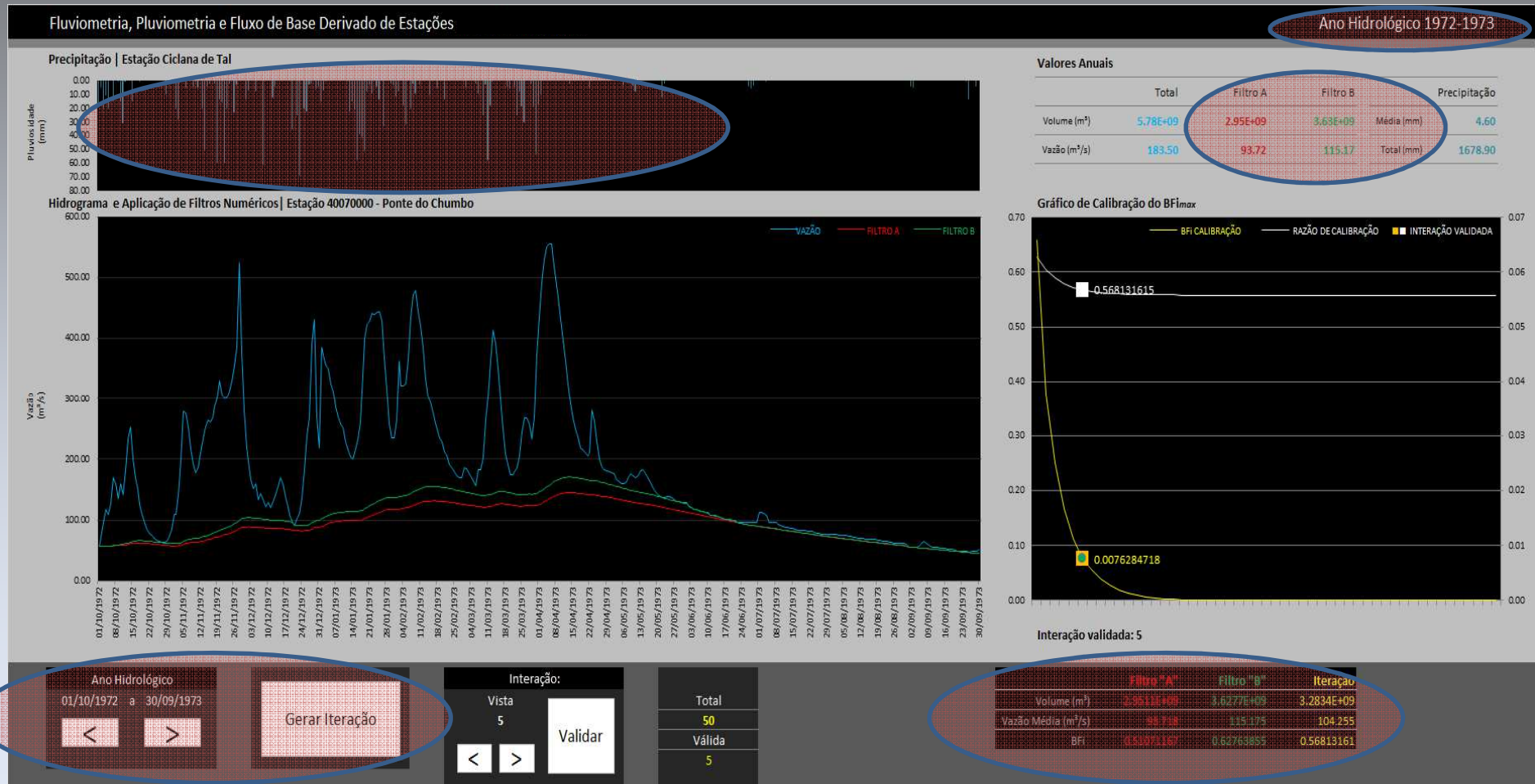
METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)



FERRAMENTAS PARA QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS REFERENCIAIS

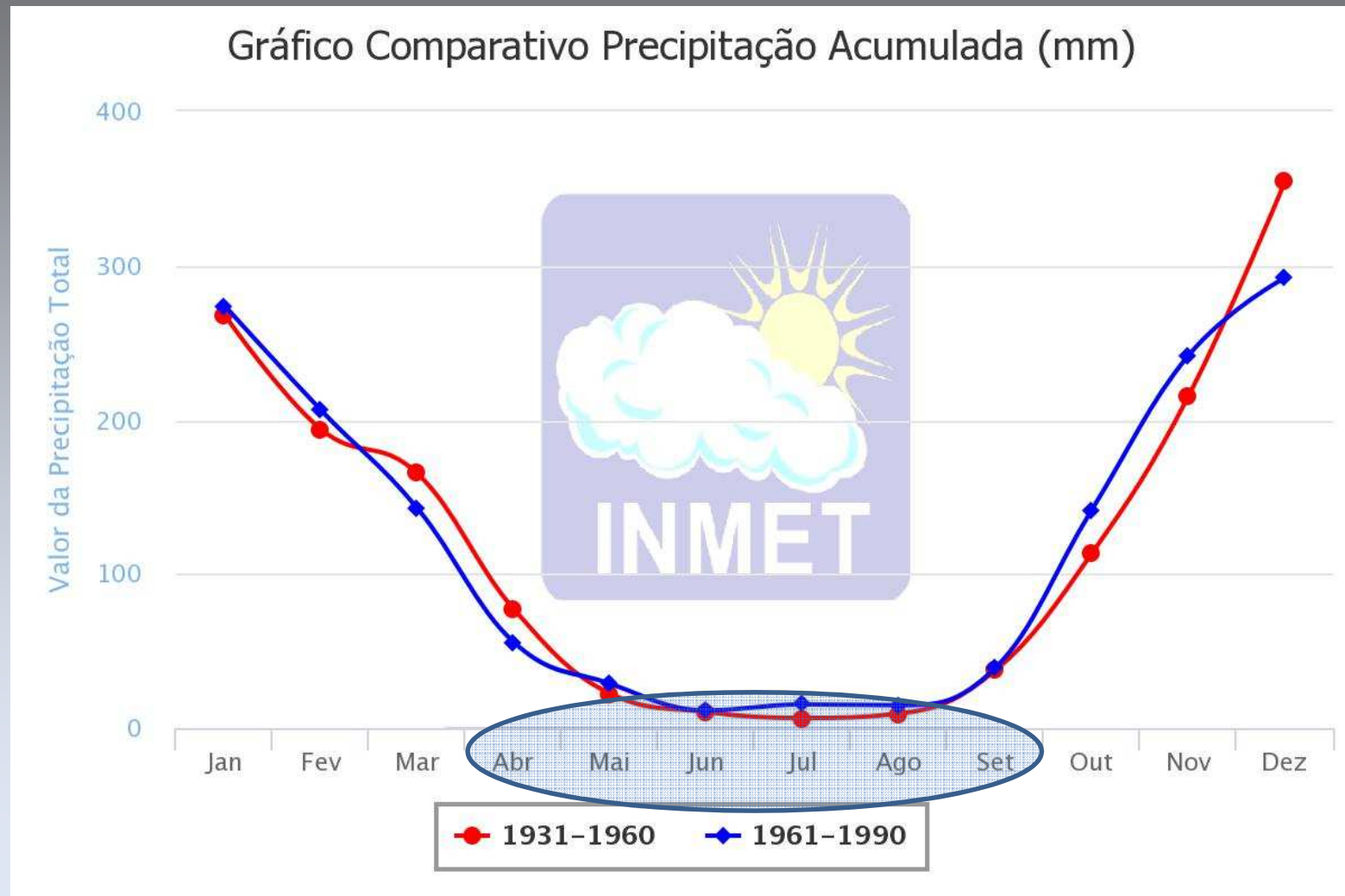
Módulo 2 : HidroX

Análise dos hidrogramas nas seções de controle selecionadas



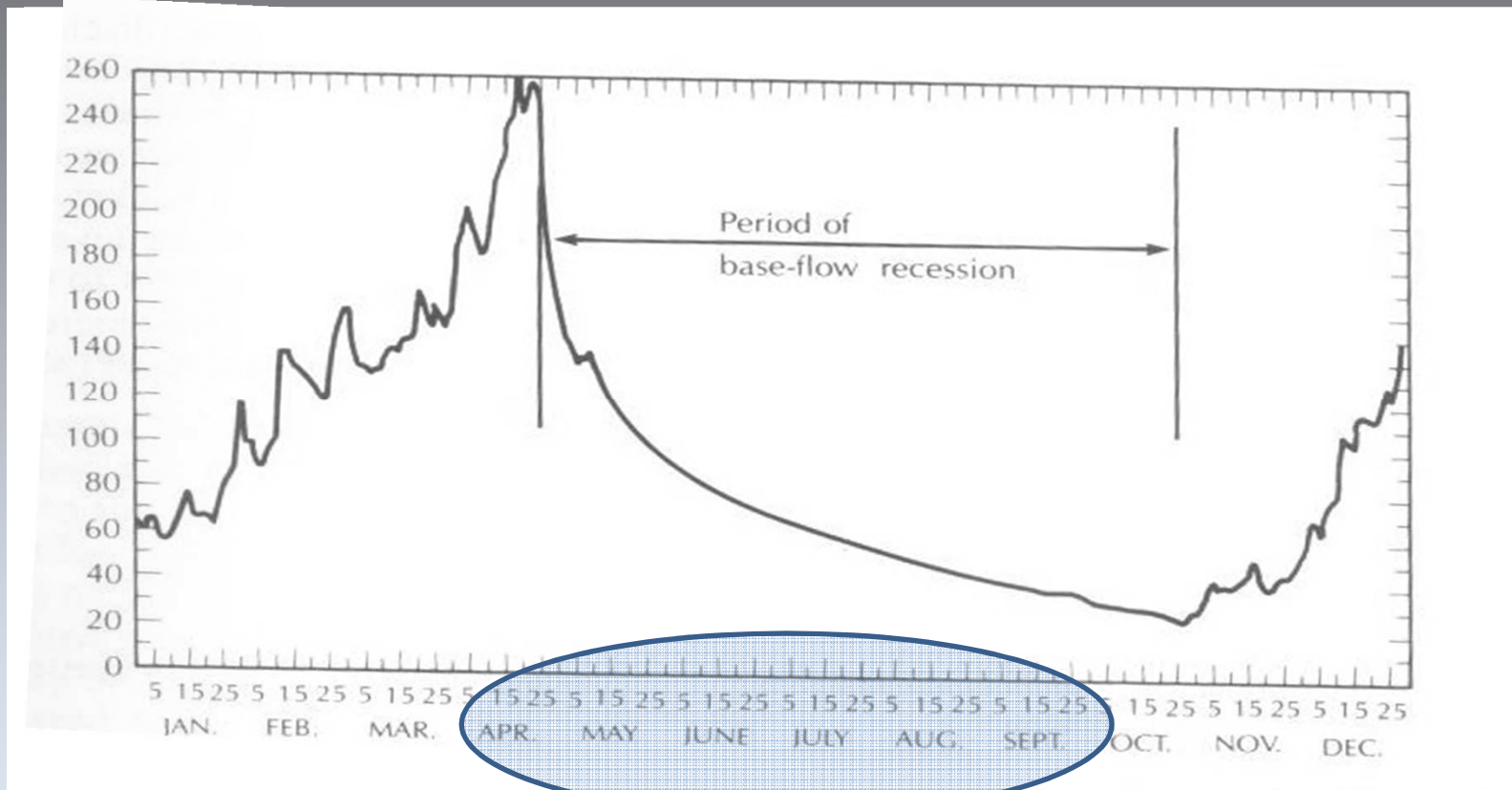
METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)

Período de Recessão = **Escoamentos de Base**
Vazões médias mínimas = **Recarga dos aquíferos**



METODOLOGIA INTEGRADA DE ANÁLISE HIDRODINÂMICA (MIHA)

Separação dos **Escoamentos de Base e Superficial** através dos dados de vazões médias mínimas = **Recarga dos aquíferos**



RECARGA é avaliada com base nas **DESCARGAS** !!

Módulo 3: STOREz

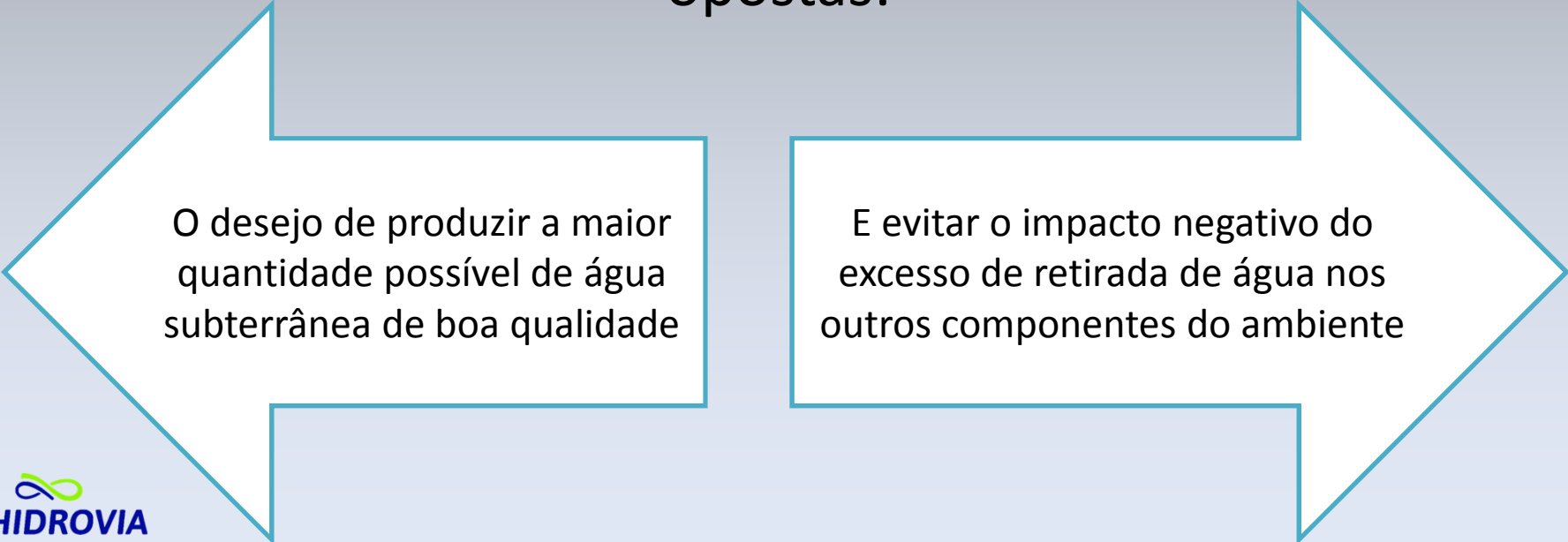


Limites de exploração da água subterrânea

Limites (?)

Determinar os limites admissíveis da exploração de águas subterrâneas é um problema significativo.

Esses limites são determinados por duas tendências opostas:



O desejo de produzir a maior quantidade possível de água subterrânea de boa qualidade

E evitar o impacto negativo do excesso de retirada de água nos outros componentes do ambiente

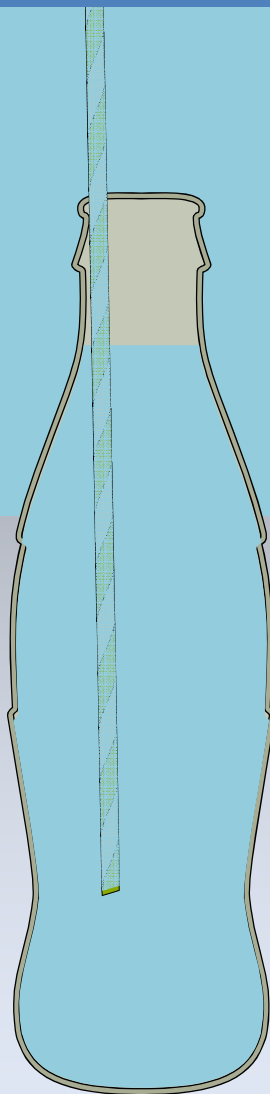
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

Módulo 3 : STOREz

Análise hidráulica das reservas aquíferas naturais - o conceito de Reservas Hidrogeológicas Referenciais

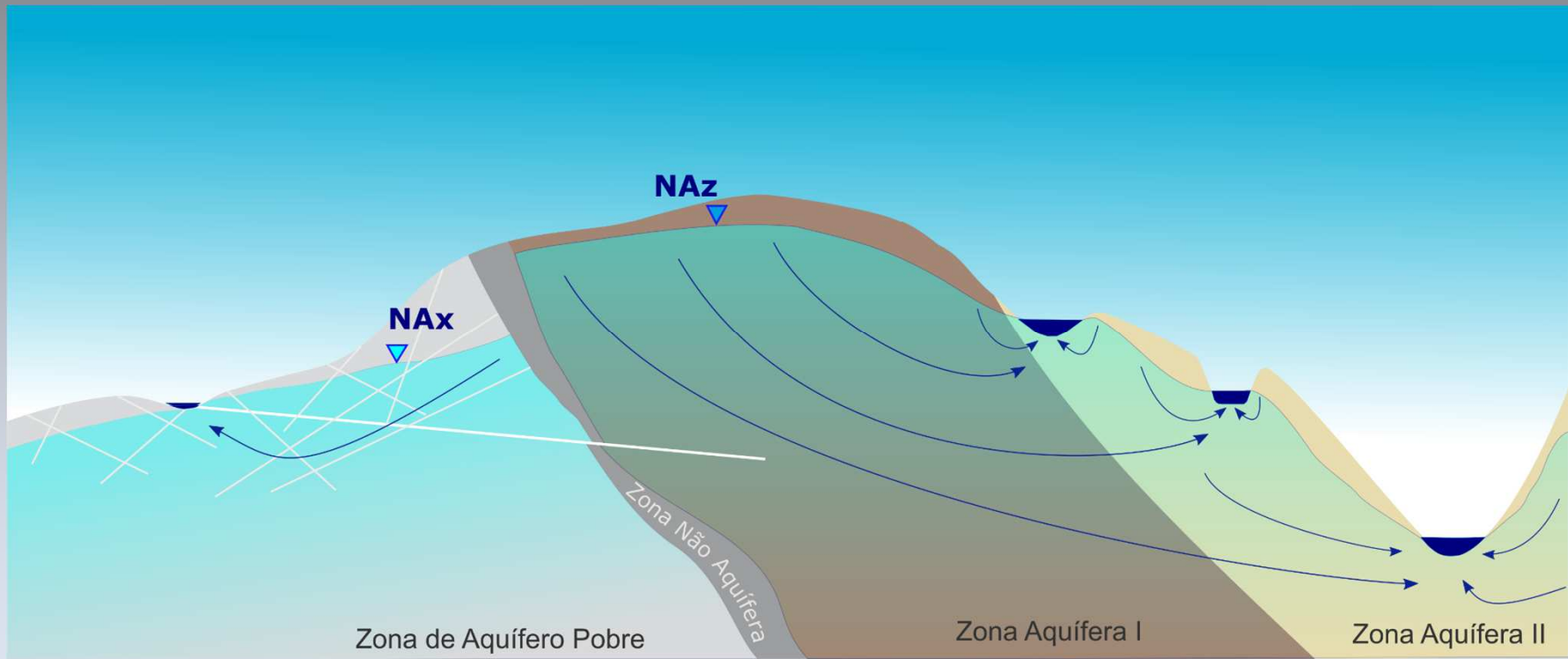
- Base altimétrica (curvas de nível) com precisão elevada
- Rede hidrográfica com nível de detalhe razoável
- Mapa geológico na escala pretendida para a quantificação
- Cota topográfica dos crivos de sucção (bombas em poços)
- Delimitação das bacias ou sub-bacias hidrográficas
- Monitoramento de descargas em seções de controle

FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS



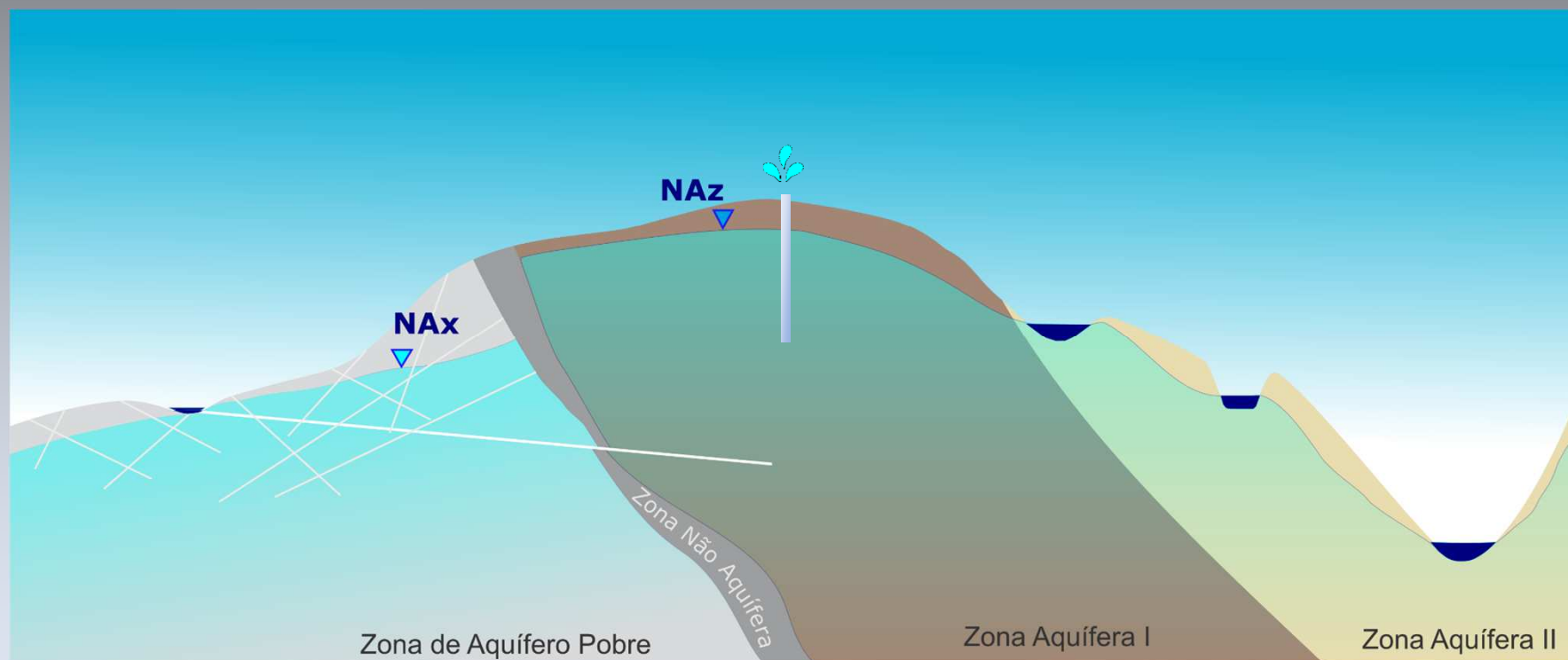
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

CONDIÇÃO ORIGINAL



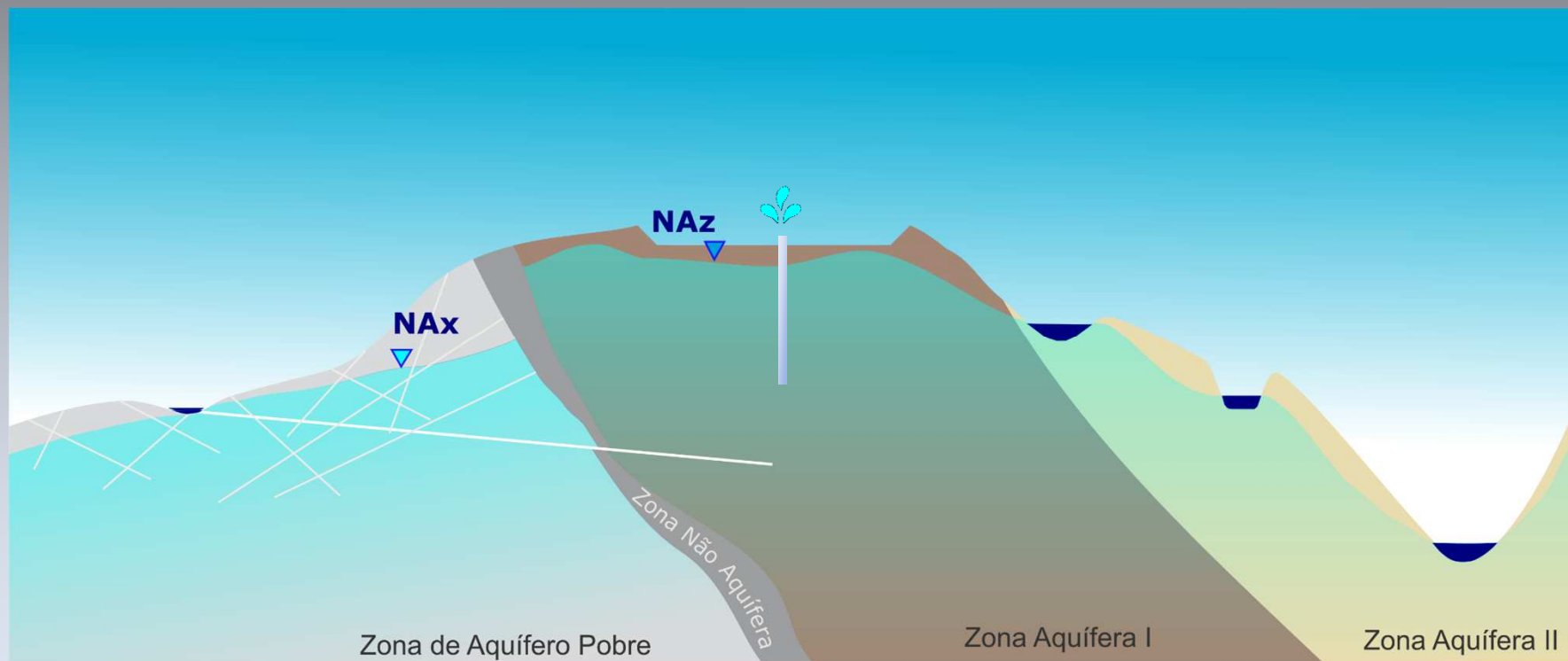
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

ETAPA 1 – Início do bombeamento



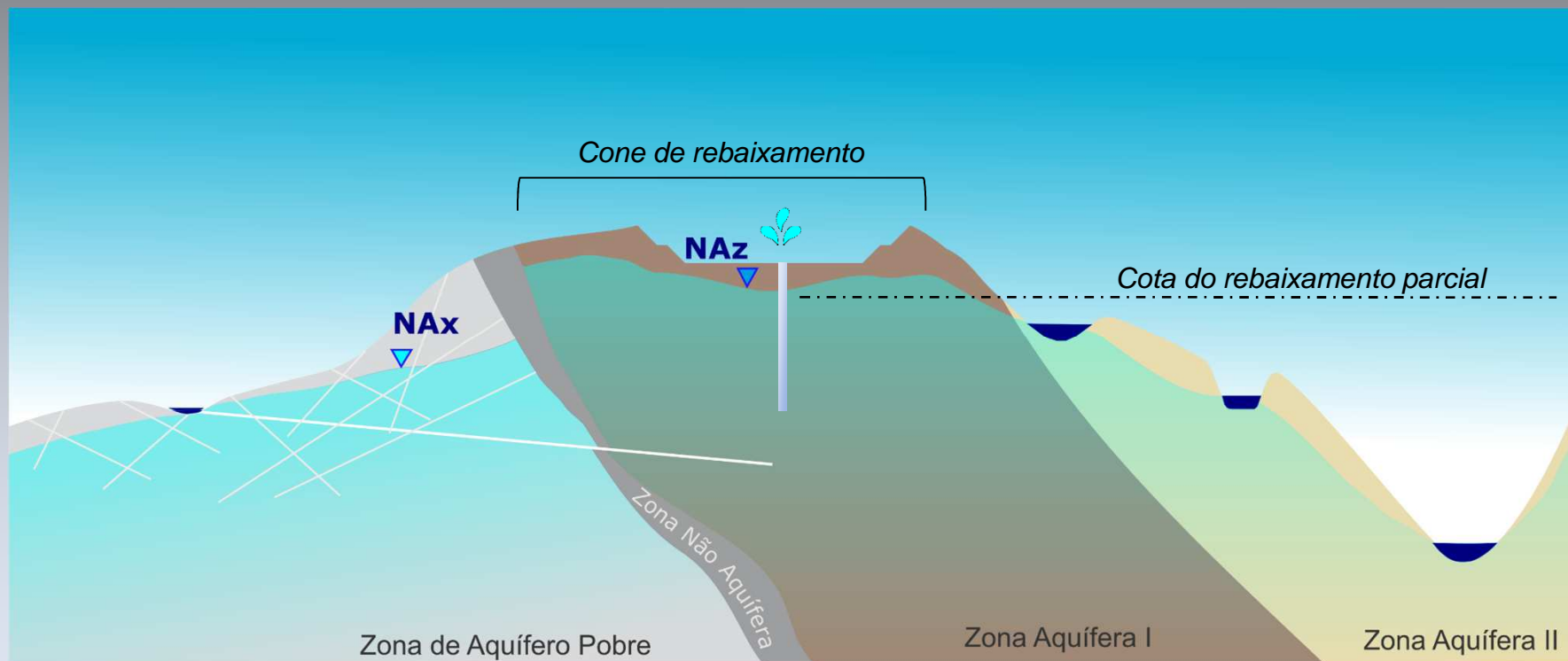
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

ETAPA 1 – Aumento do bombeamento e abertura da cava



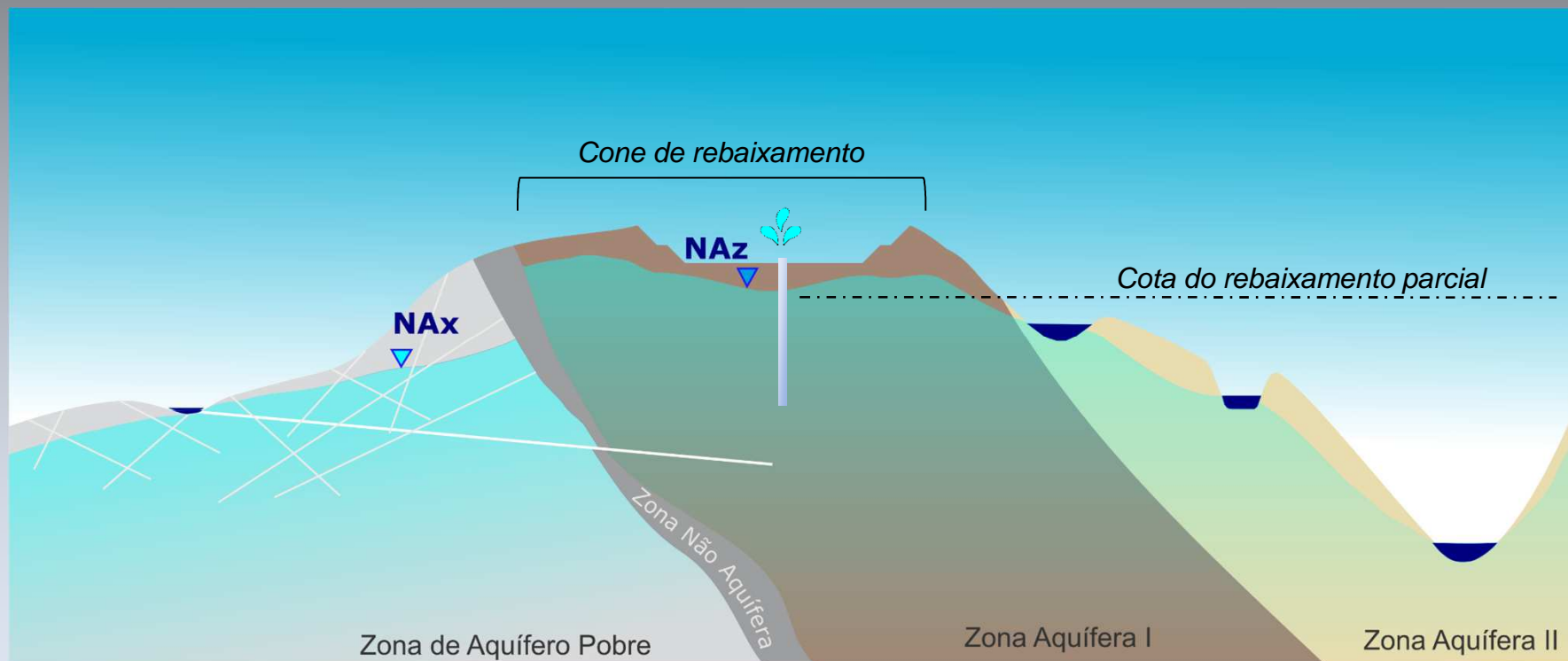
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

ETAPA 1 – Aumento do bombeamento e abertura da cava



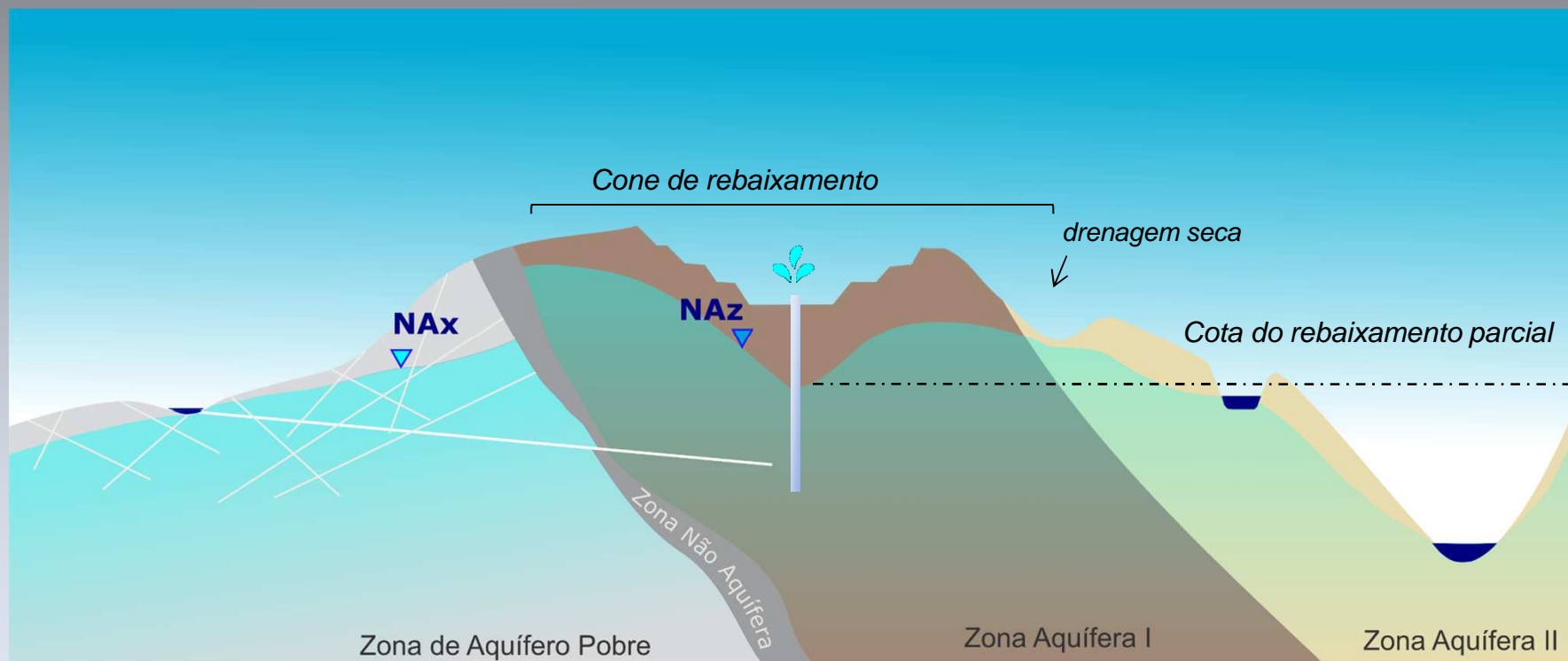
FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

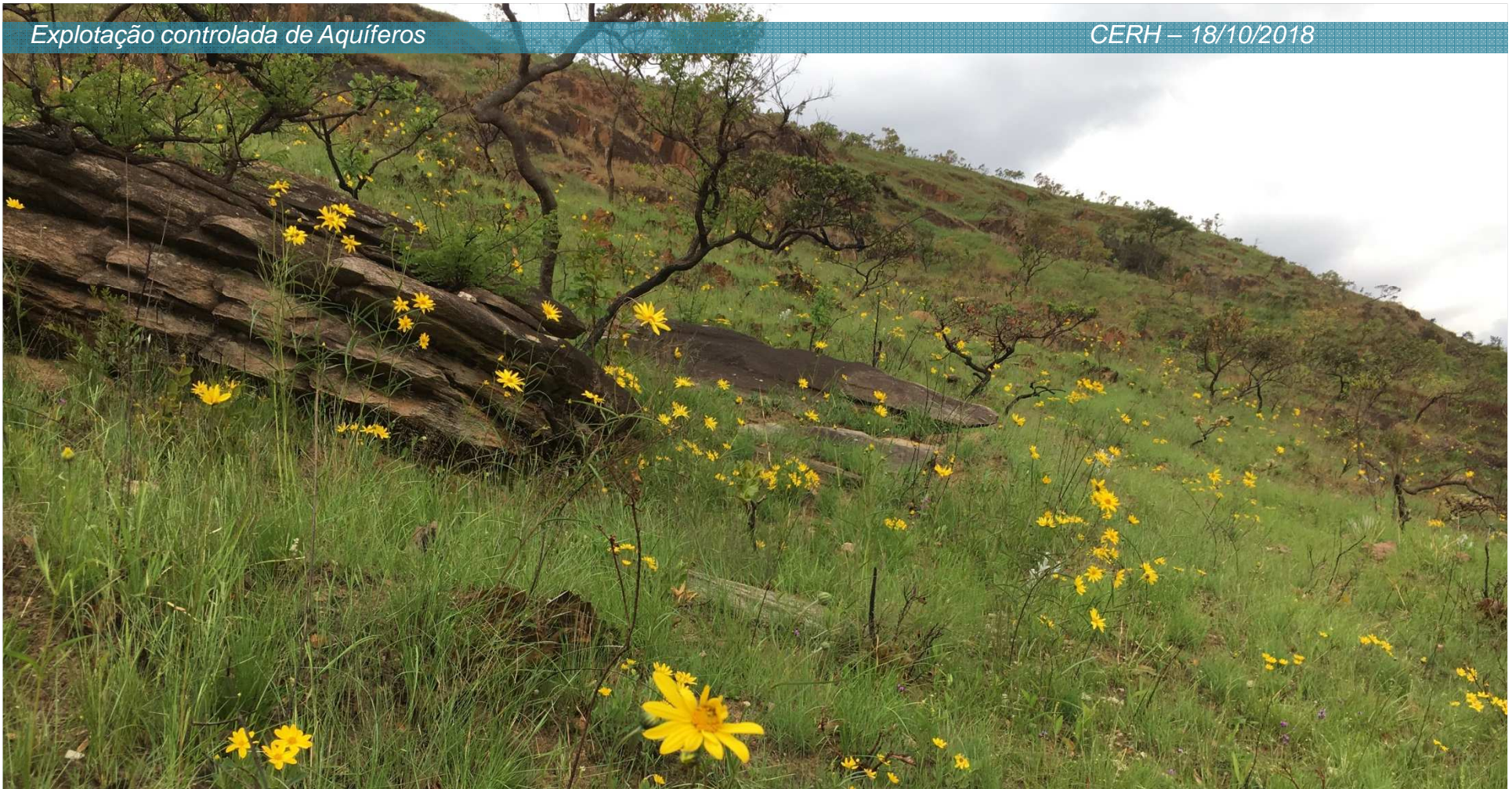
ETAPA 2 – Aprofundamento da cava e da cota de rebaixamento



FERRAMENTAS PARA MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E QUANTIFICAÇÃO DAS RESERVAS NATURAIS REFERENCIAIS

ETAPA 2 – Aprofundamento da cava e da cota de rebaixamento



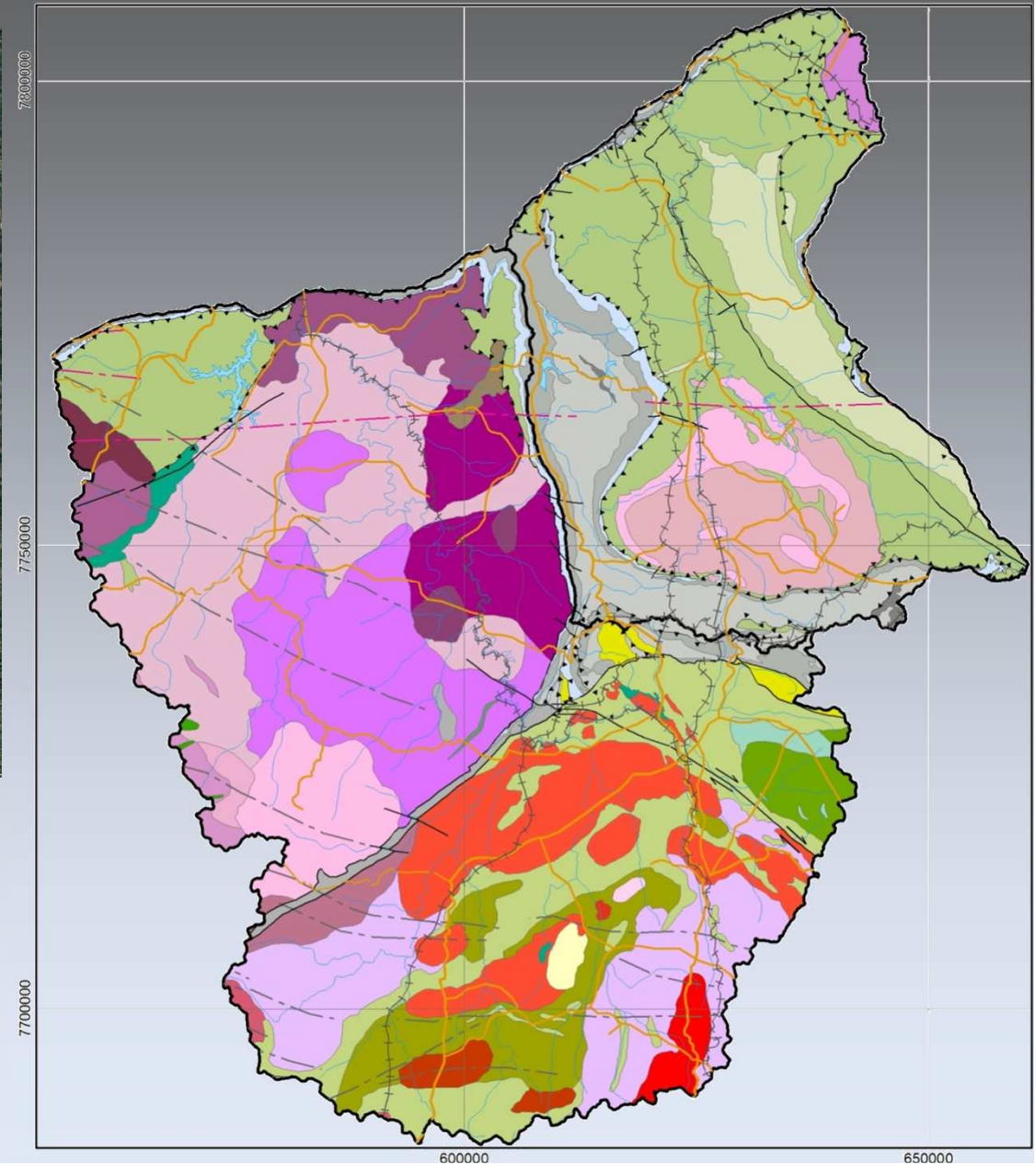
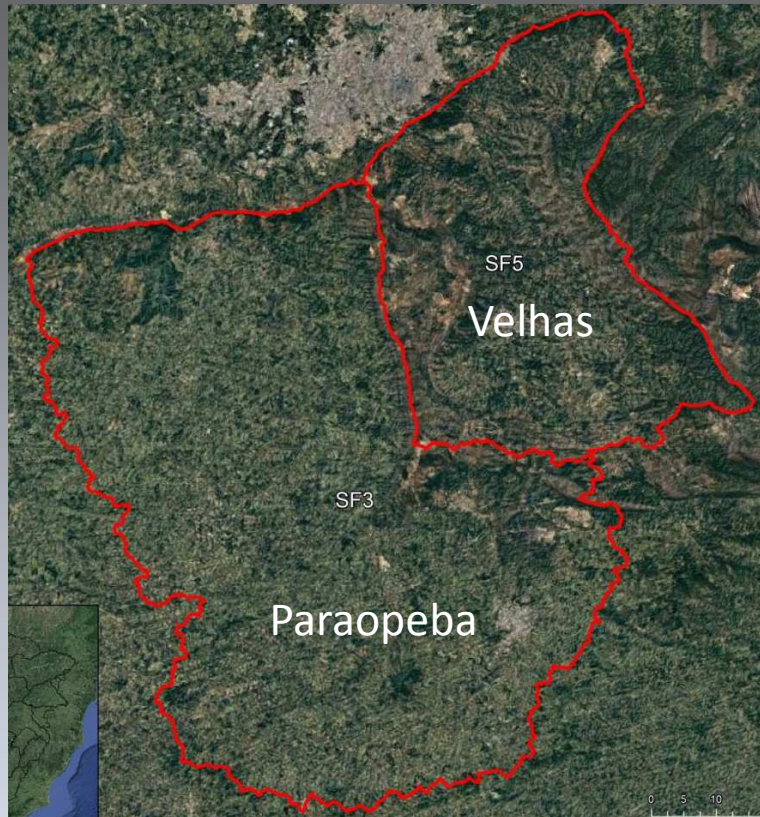


CONSIDERAÇÕES FINAIS

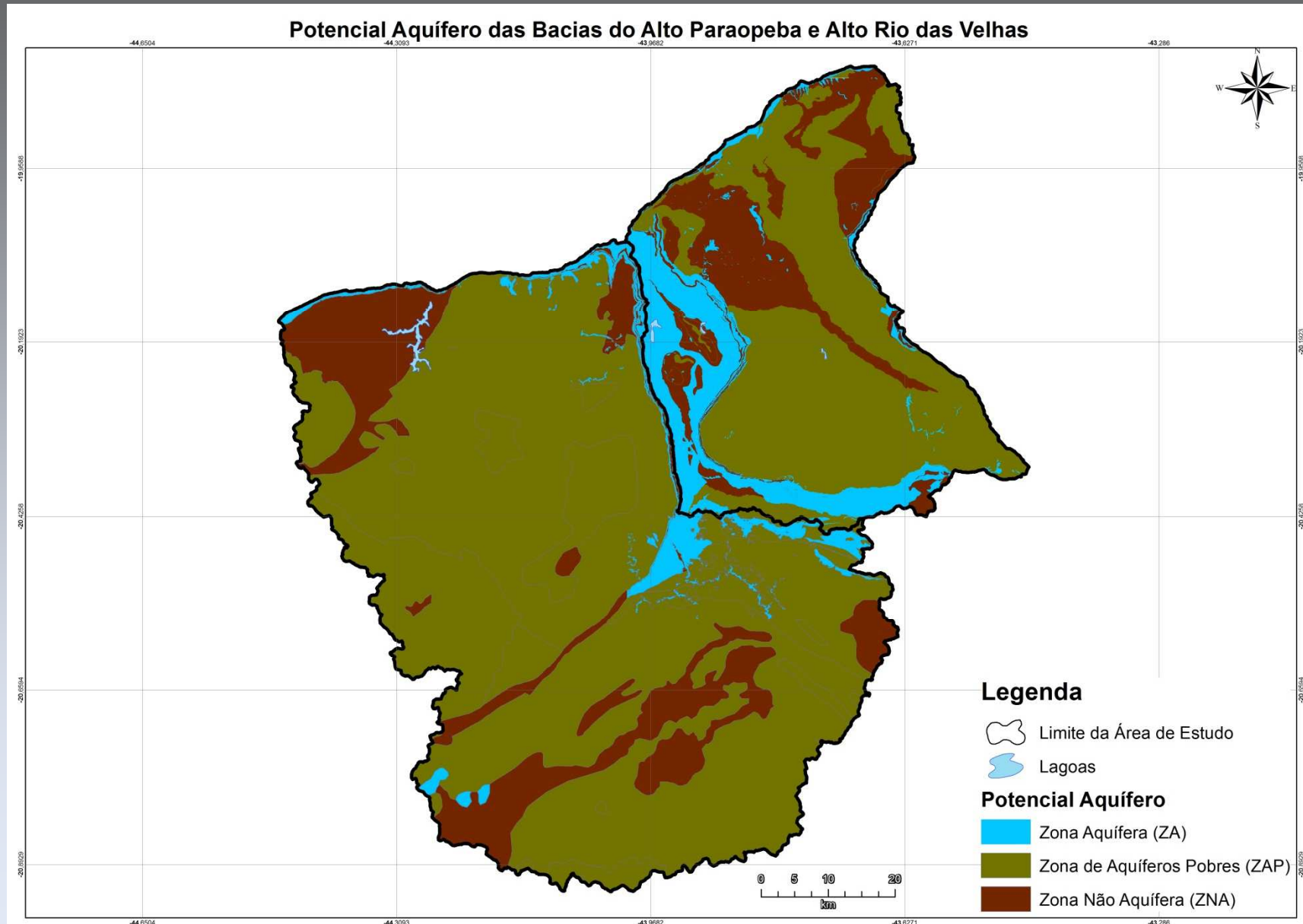
Direcionamentos para aprofundamento dos estudos



Cômputo das disponibilidade hídricas subterrâneas

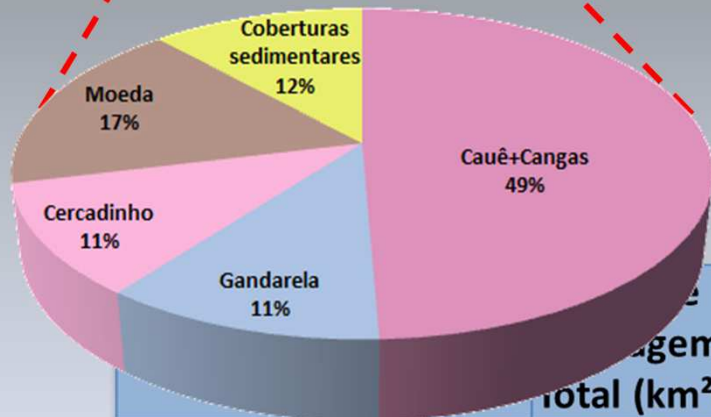
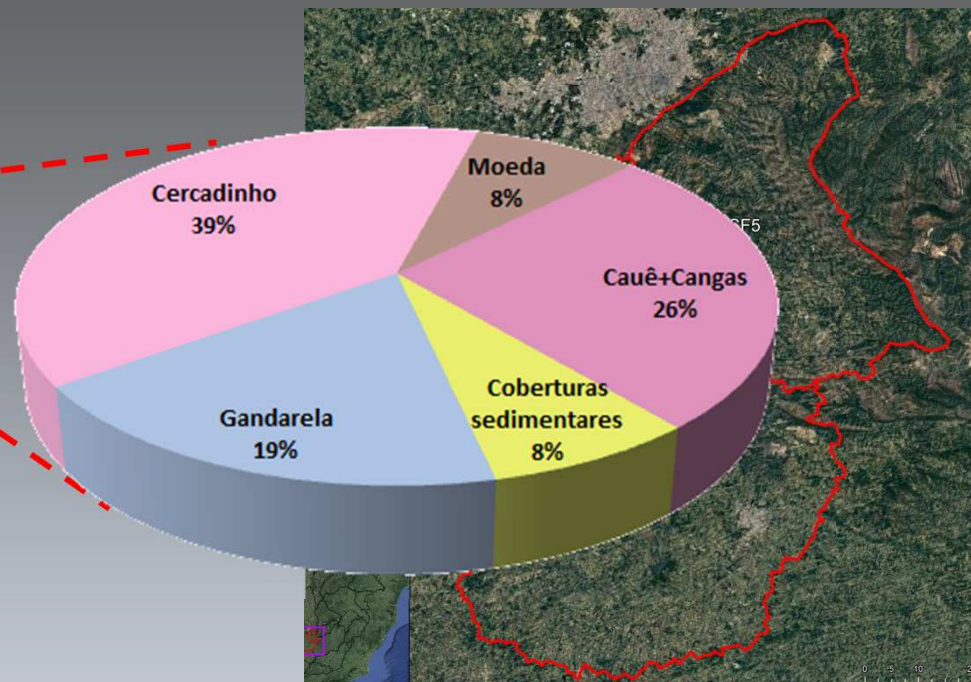


Cômputo das disponibilidade hídricas subterrâneas



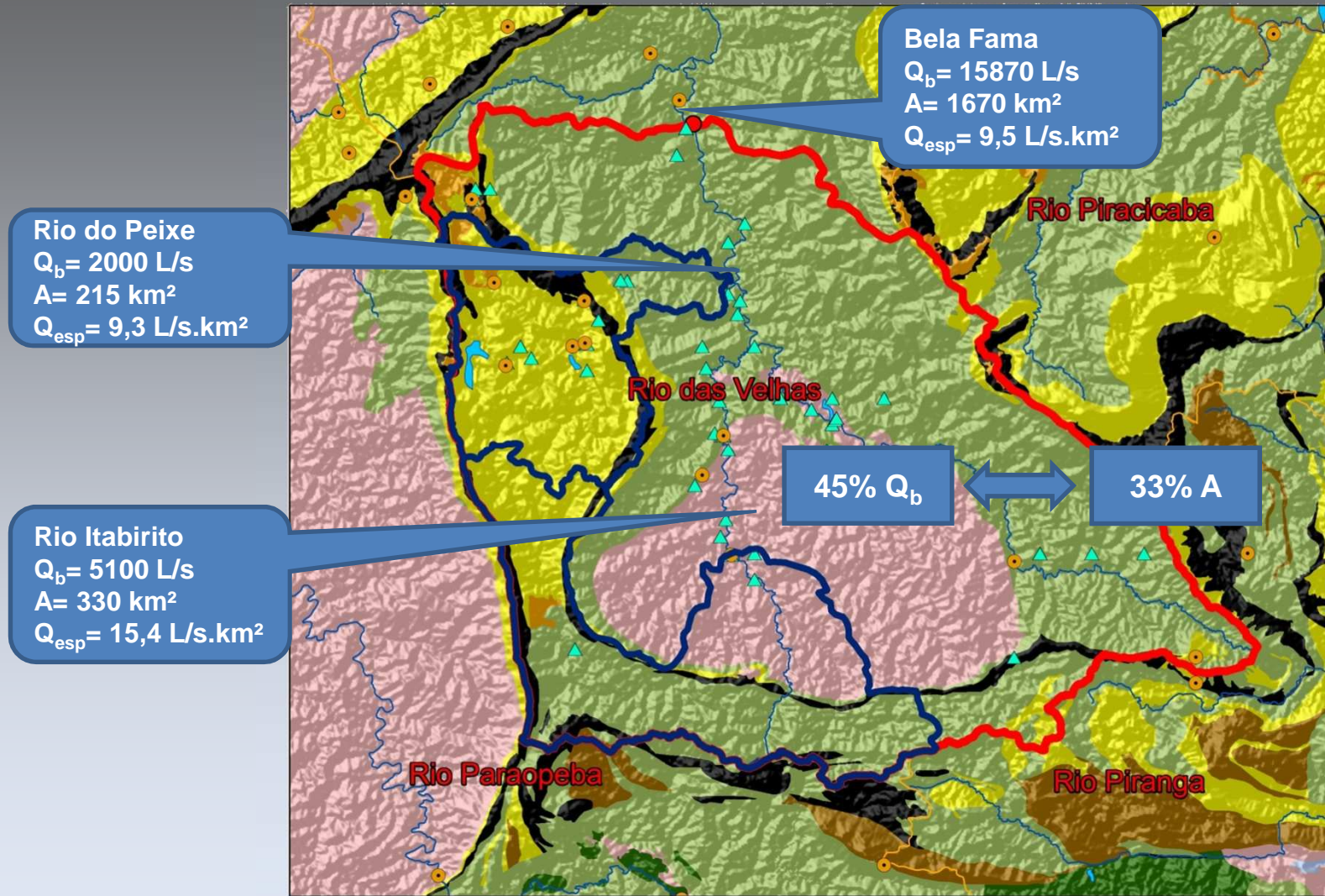
Cômputo das disponibilidade hídricas subterrâneas

	Rio Paraopeba	Rio das Velhas
	% área	% área
ZA	4%	18%
ZAP	79%	58%
ZNA	17%	24%



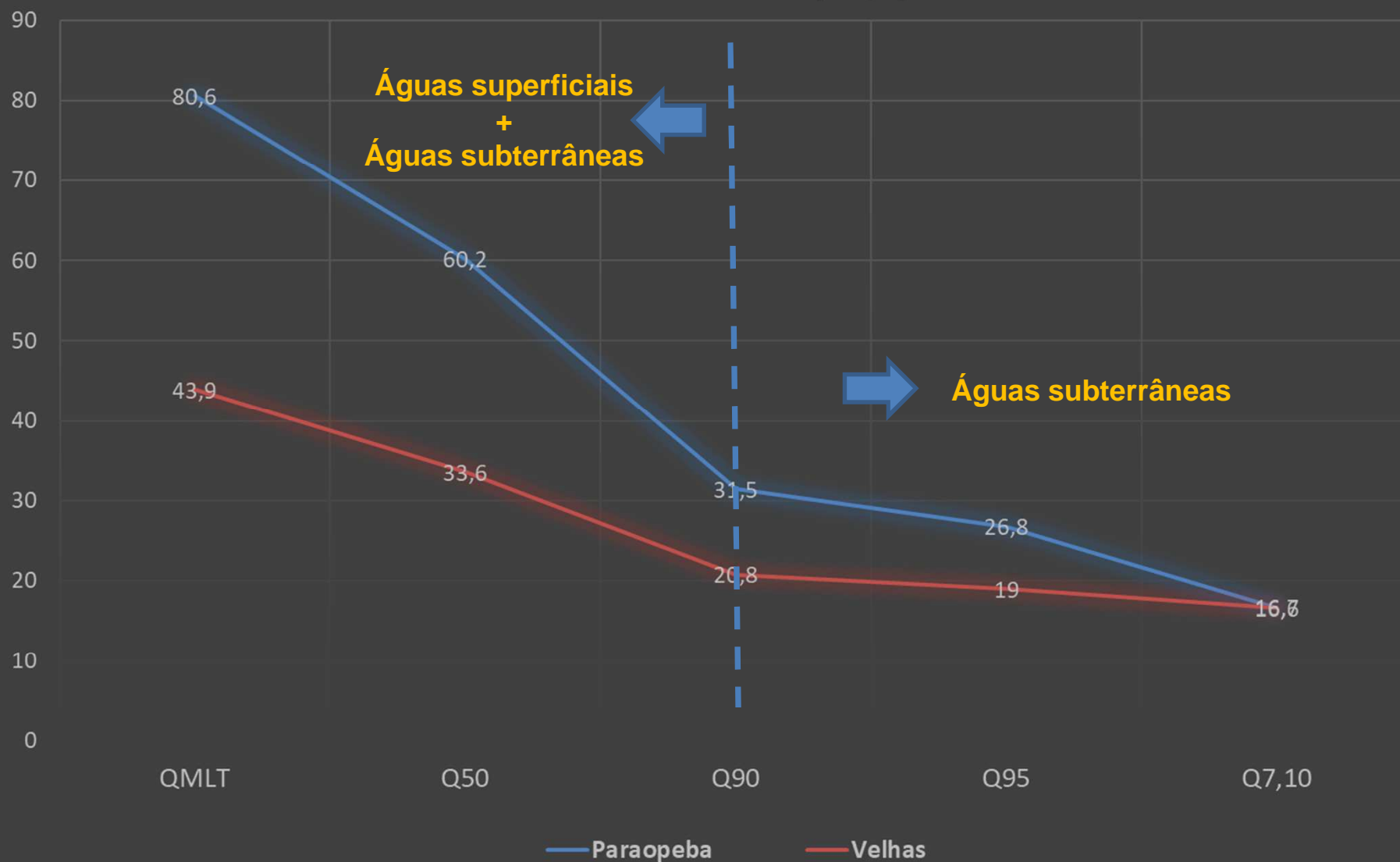
		Área (km ²)	Vazão Média de Longo Termo (m ³ /s)	Q ₅₀ (m ³ /s)	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)
Rio Paraopeba	Fecho do Funil	5019	80,6	60,2	31,5	26,8	16,7
	Sabará	1967	39,1	30,0	18,6	16,9	13,5
Rio das Velhas	Cumeeira Velhas	2250	43,9	33,6	20,8	19,0	16,6

Cômputo das disponibilidade hídricas subterrâneas



Cômputo das disponibilidade hídricas subterrâneas

Vazões de Referência (m³/s)



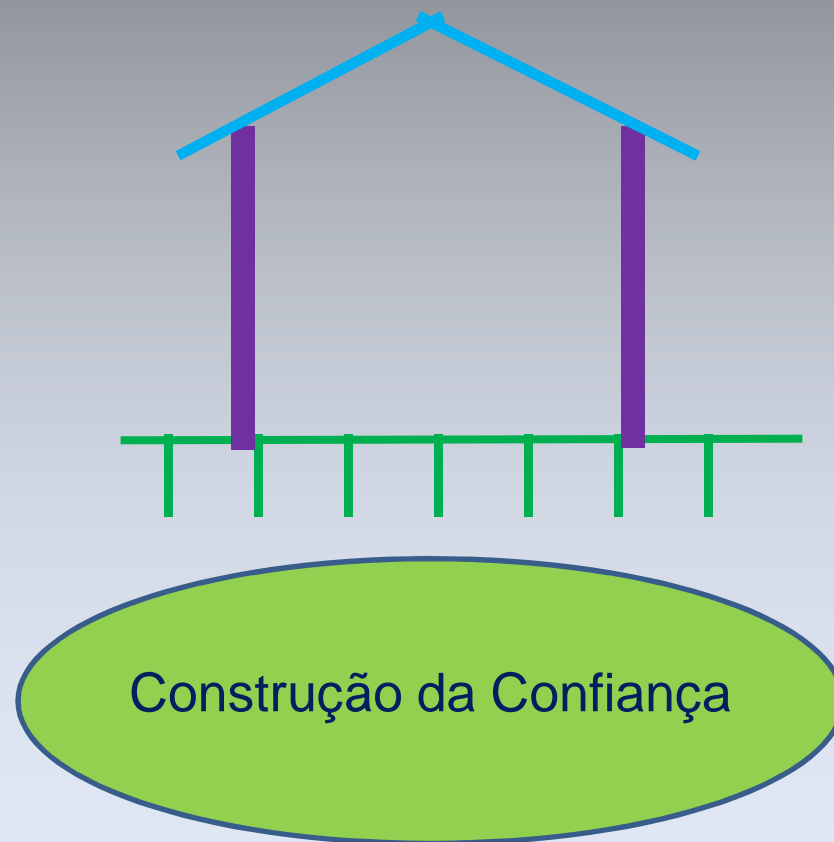
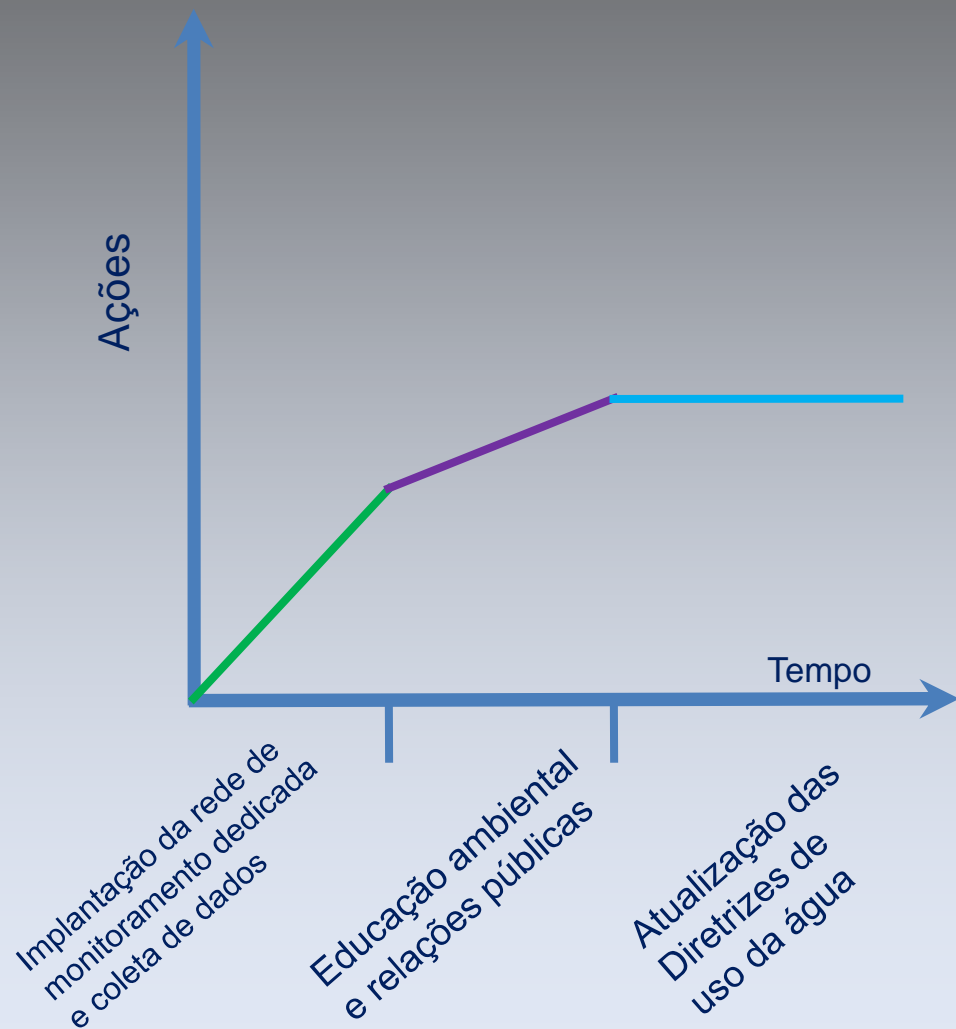
Direcionamentos para aprofundamento dos estudos

- Buscar maior entendimento sobre:
 - a implementação de procedimentos de análise da dinâmica hídrica subterrânea onde a base de dados primários (espaço e tempo) seja robusta o suficiente para sustentar os resultados pretendidos;
 - a adoção dos critérios mínimos de abordagem hidrogeológica cuja aplicação do ponto de vista físico e hidráulico seja calcada em mecanismos de observação contínuos



**REDE PERPÉTUA DE MONITORAMENTO EM
PONTOS CHAVE DOS SISTEMAS AQUÍFEROS**

Monitoramento Integrado = Gestão Compartilhada



Obrigado !!



Contato:

hidrovia@hidrovia.com.br

(31)2535-5004