XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

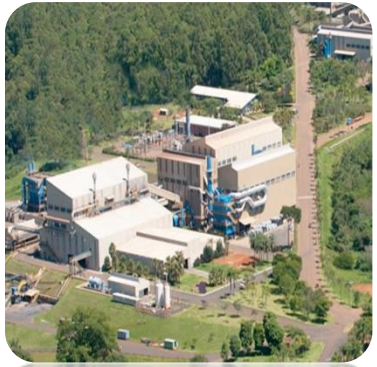
Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

9725 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DA JAZIDA DE NIÓBIO ASSOCIADA AO COMPLEXO ALCALINO CARBONATÍTICO DO BARREIRO (CACB). ARAXÁ - MG

Tiago Antônio Torres Gomes
Estevão de Tarço Abdanur Porfírio Rios
CBMM – Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração
tiago.gomes@cbmm.com

O CAMPO EMPÍRICO

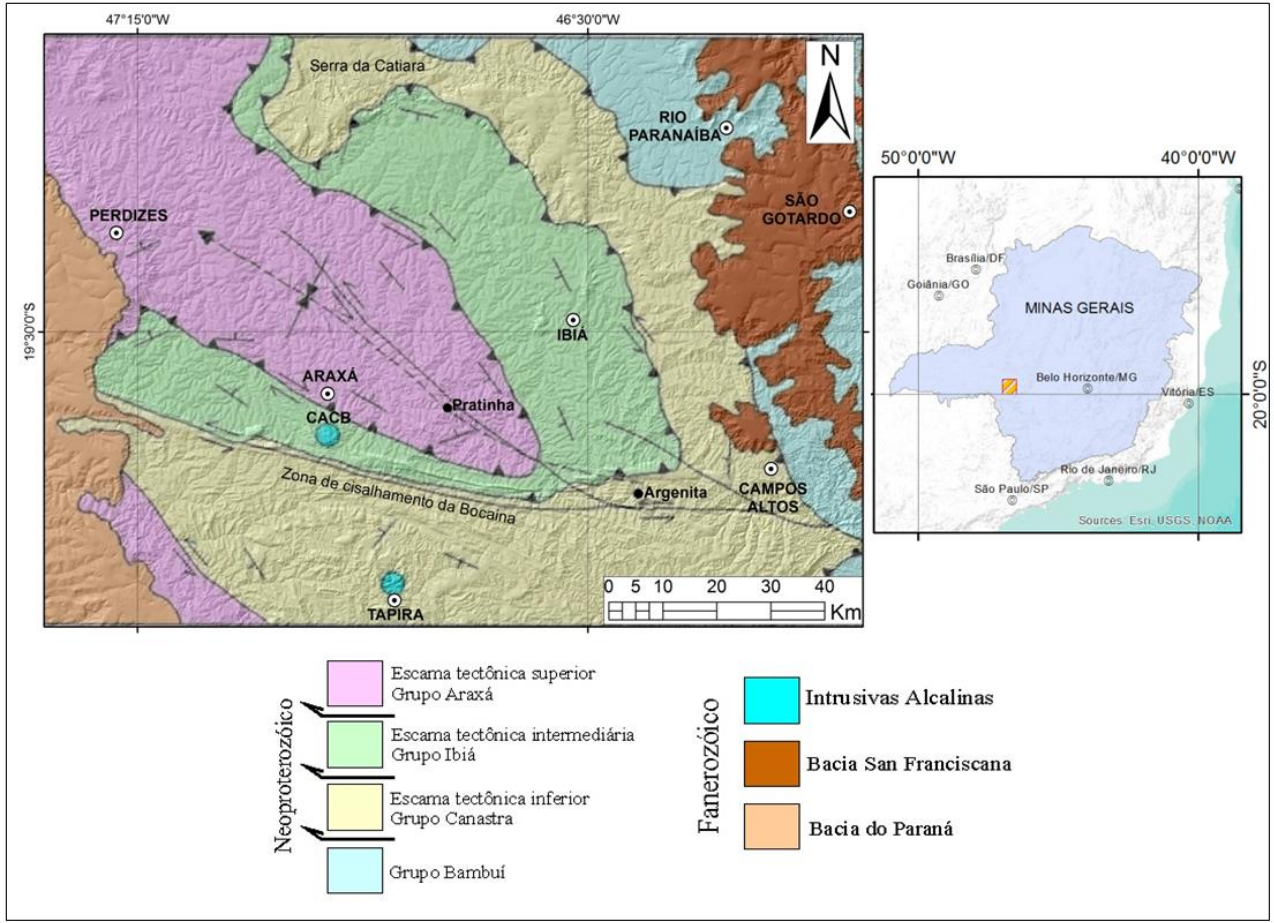
Mina de Nióbio → Concentração e refino (Processos minero-metalúrgicos) → Produtos de Nióbio (Ligas e química)



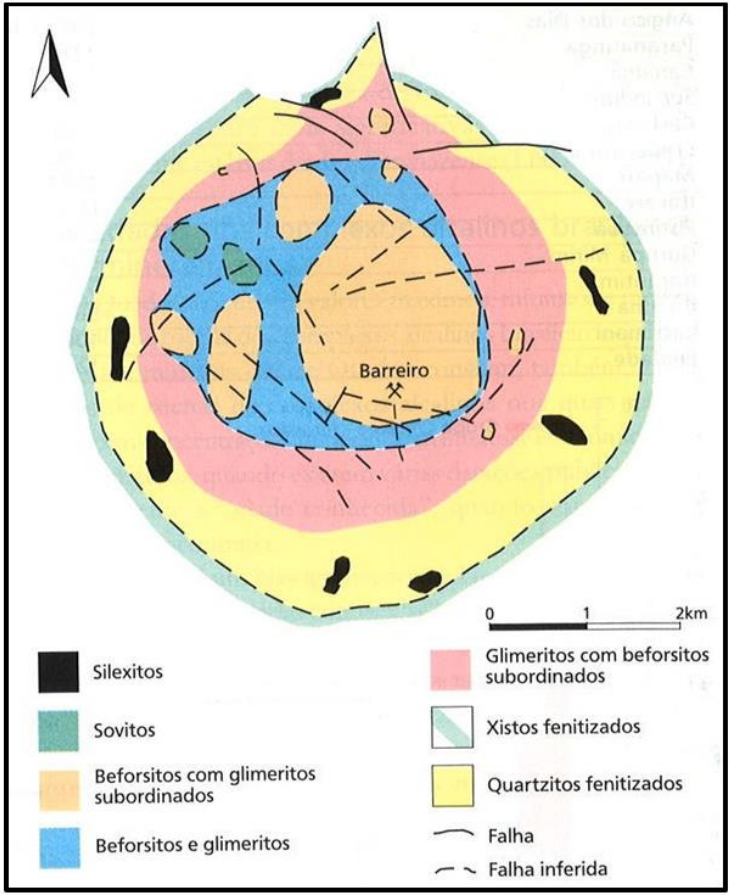
- Principal produtora mundial de Nióbio (85% do mercado)
- Operações iniciadas na década de 70

LOCALIZAÇÃO

GEOLOGIA REGIONAL



GEOLOGIA LOCAL – O COMPLEXO ALCALINO CARBONATÍTICO DO BARREIRO



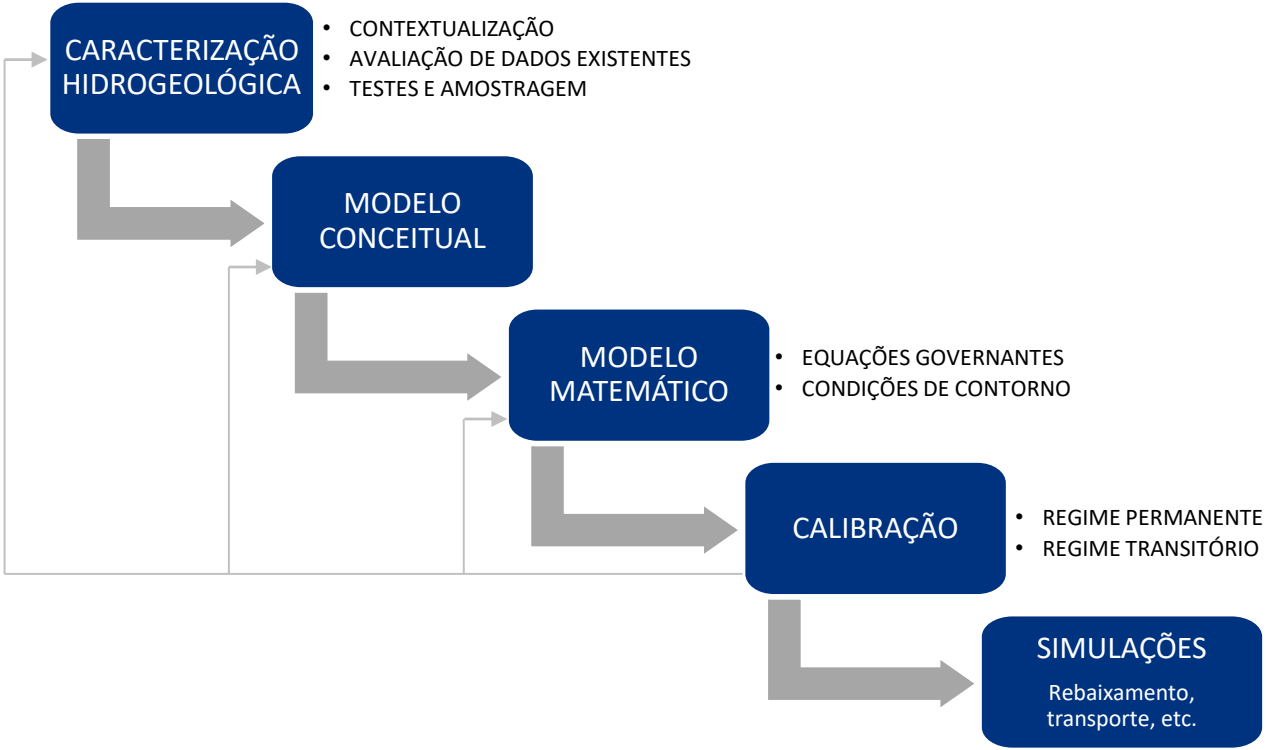
OBJETIVOS – A MOTIVAÇÃO

OPERAÇÃO DE MINA → INTERFERÊNCIAS NO SISTEMA HÍDRICO LOCAL

CONHECIMENTO PRÉVIO DAS INTERFERÊNCIAS → PLANEJAMENTO DAS ATIVIDADES DE REBAIXAMENTO

CONTROLE DAS INTERFERÊNCIAS

METODOLOGIA: O FLUXO DE TRABALHO



METODOLOGIA: O REFERENCIAL TEÓRICO

Viana *et al*. (1998)

Estudo Geoambiental do Barreiro

Realizado pela CPRM

Raposo (2011)

Dissertação de Mestrado

UNICAMP

METODOLOGIA: AVALIAÇÃO DOS DADOS EXISTENTES

Nível de Água Subterrânea

183 Poços

Leituras automáticas

Leituras manuais

Pluviometria

1971 - 2016

Vazão em nascentes

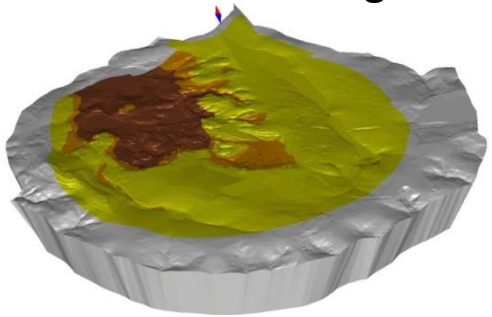
16 Vertedouros

METODOLOGIA: A MODELAGEM GEOLÓGICA

500 Furos de Sonda

Descrição geológica

Software Minesight



METODOLOGIA: A CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

280 TESTES

Testes de Slug

Permeâmetro de Guelph

Testes hidráulicos: carga ascendente e descendente

METODOLOGIA: HIDROQUÍMICA E ISÓTOPOS AMBIENTAIS

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

Águas de Nascentes

26 amostras

Águas subterrâneas

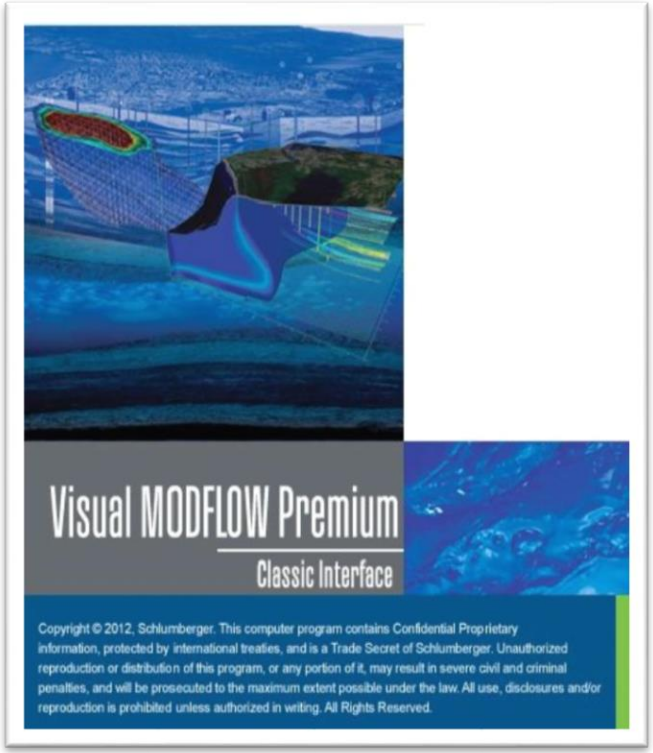
10 amostras

EIL ENVIRONMENTAL ISOTOPE LABORATORY

University of Waterloo

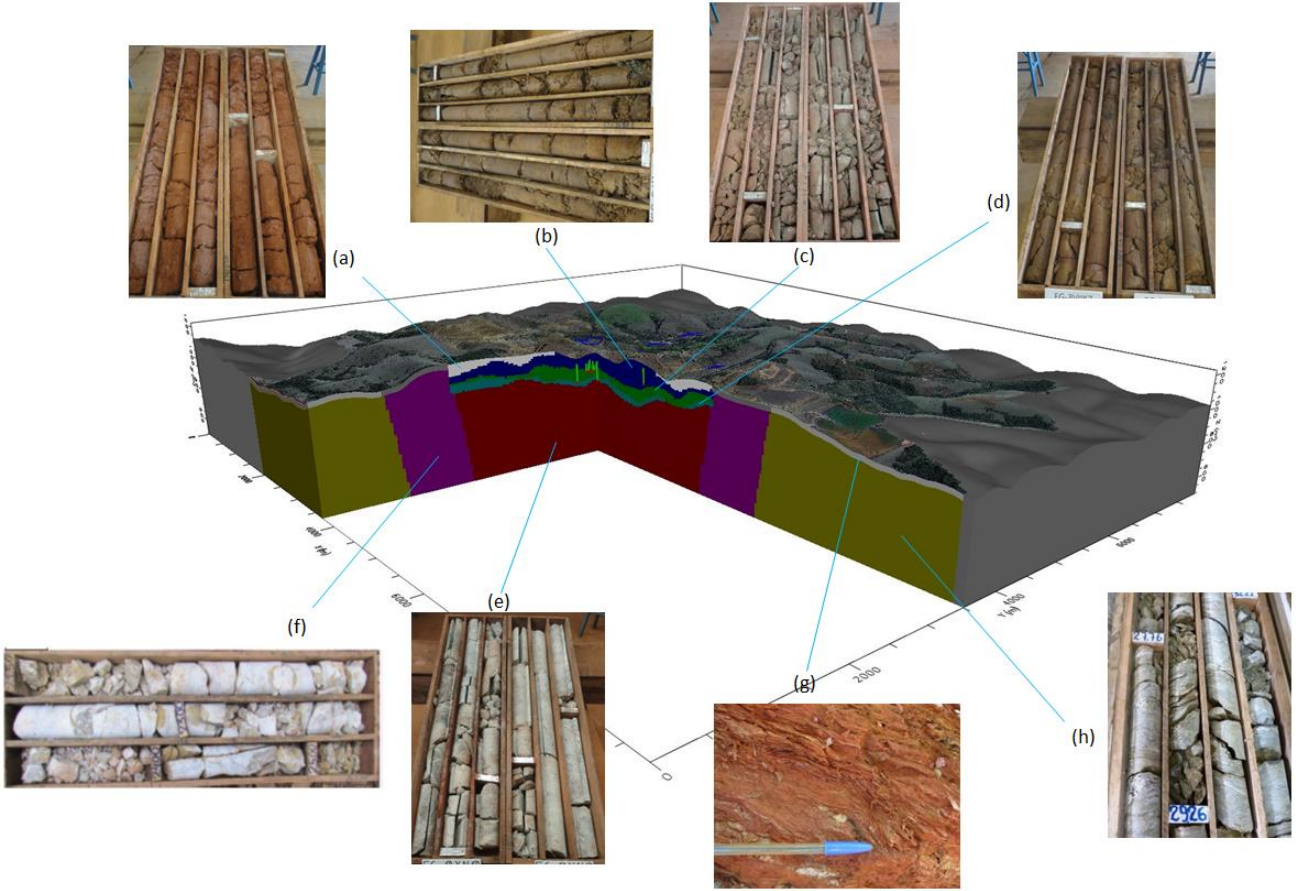
^{18}O, Deutério, Trítio, ^{13}C e ^{14}C

METODOLOGIA: O MODELO NUMÉRICO

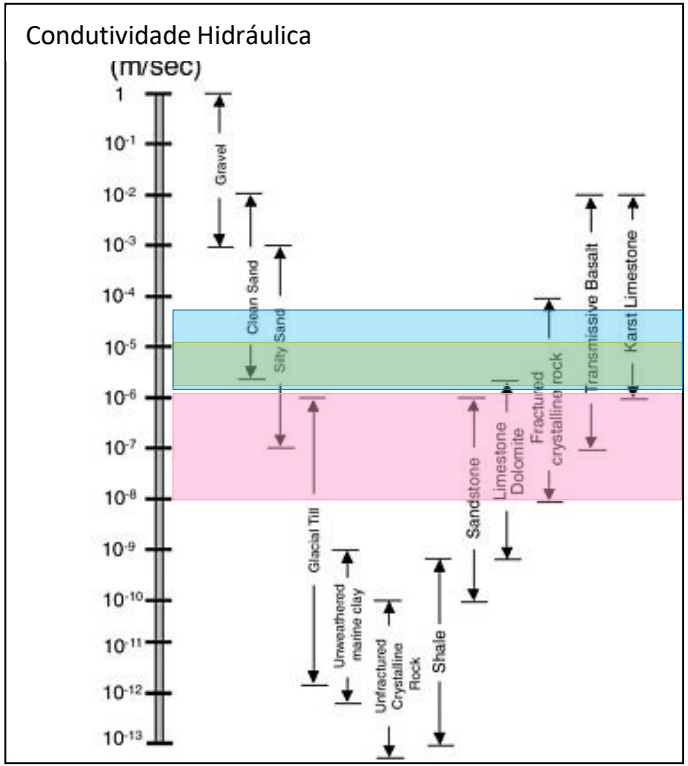


- Representação da geologia
- Condições de contorno:
  - Recharge
  - Rivers
  - Drains
  - Constant Heads
- Calibração do modelo:
  - Head
  - Mass Balance

RESULTADOS: O MODELAMENTO GEOLÓGICO



RESULTADOS: A CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA



Freeze & Cherry, 1979

Alteritos

Solos/Materiais alterados

Xistos/Anel de quartzitos/Rocha carbonatítica sã

RESULTADOS: FÁCIES HIDROQUÍMICAS

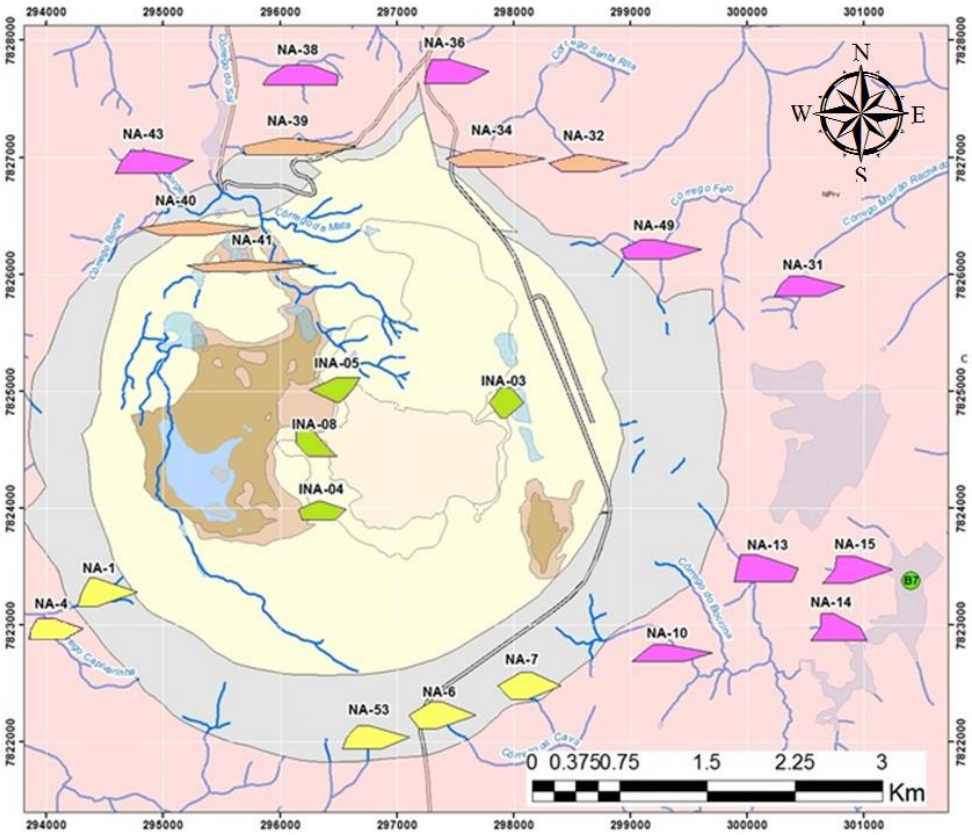
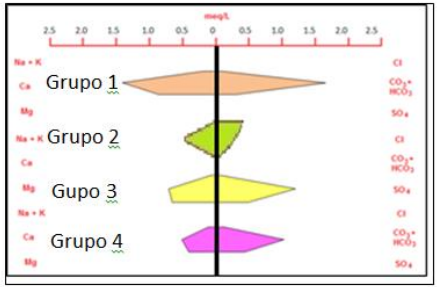


Diagrama de Stiff



Rodovias

Drenagem

Lago/barragem

Alterito Laranja Mineralizado em Nióbio

Alterito Laranja não Mineralizado

Alterito Marrom não Mineralizado

Rocha Sã não Mineralizada

Saprolito não Mineralizado

Solo Argiloso Mineralizado em Nióbio

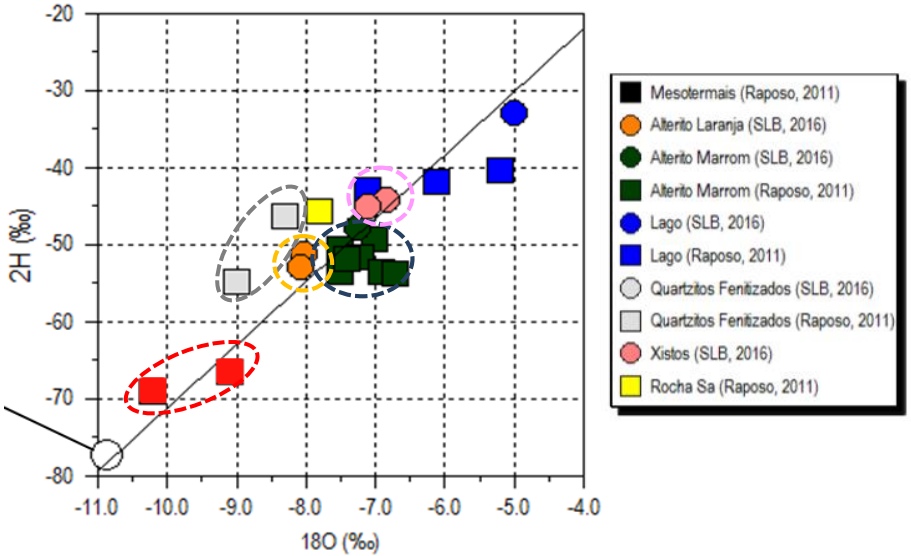
Grupo Ibiá

RESULTADOS: OS ISÓTOPOS AMBIENTAIS

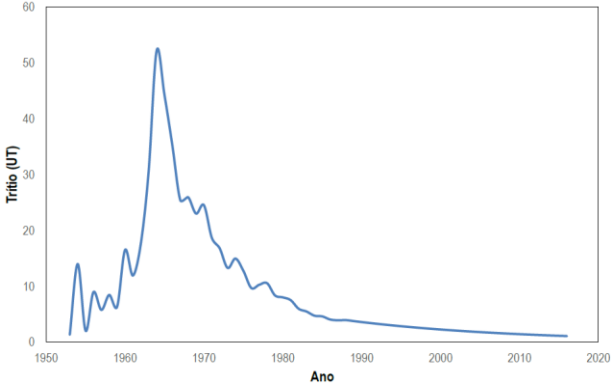
XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

Oxigênio 18 e deutério

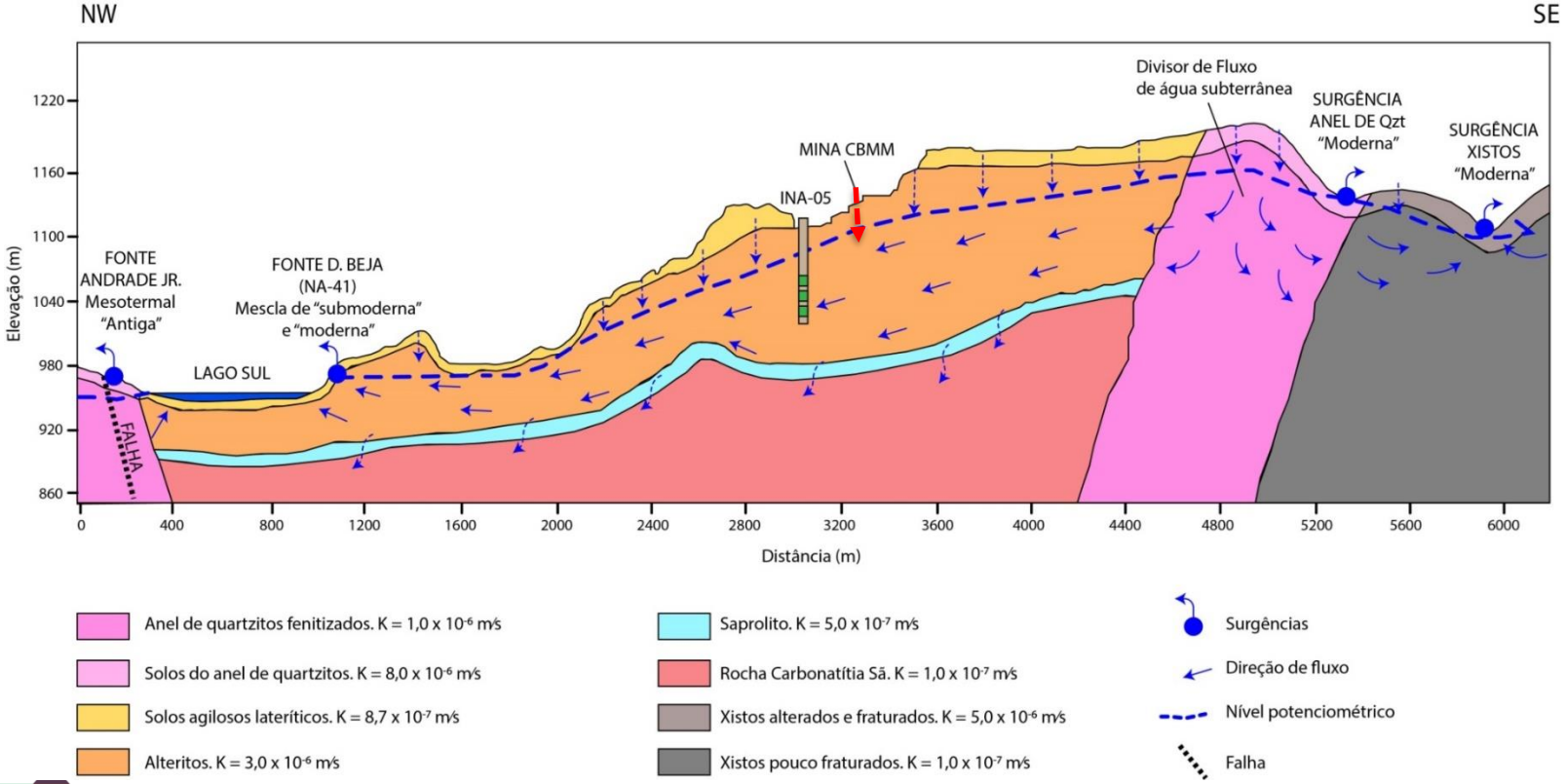


Trítio

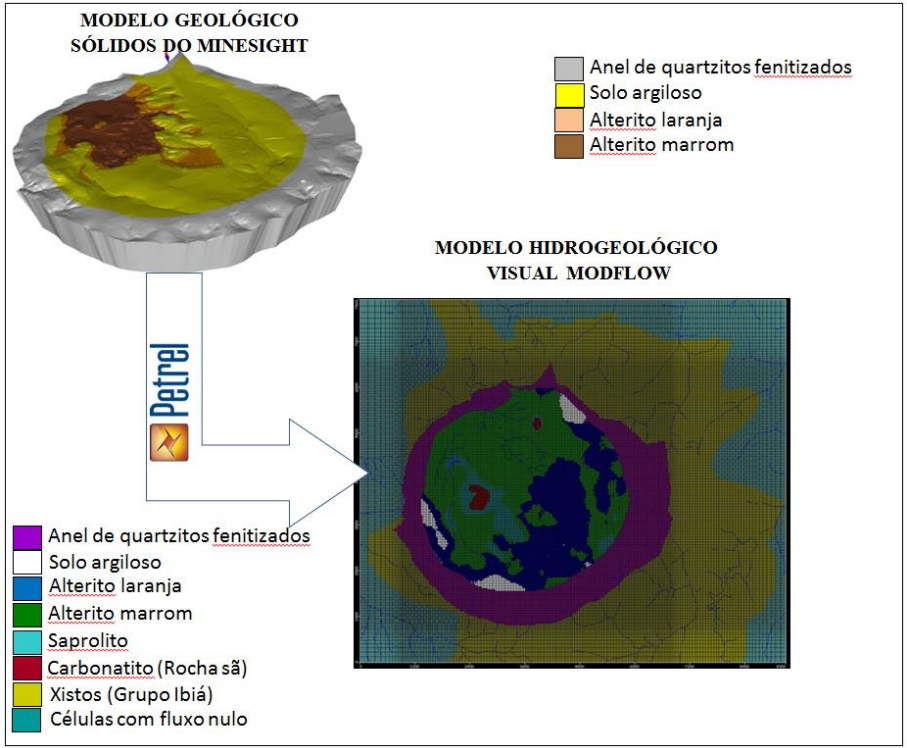


Tipo de ponto	Idade (qualitativo)
Nascentes aflorando na parte externa do CACB	"Moderna"
Nascentes aflorando em alterito na porção norte do CACB	"Submoderna"
Águas mesotermais	"Antiga"

RESULTADOS: O MODELO CONCEITUAL



RESULTADOS: A SIMULAÇÃO NUMÉRICA



O modelo numérico possui:

- 221 linhas,
- 250 colunas
- 33 camadas

~ 1.800.000 células

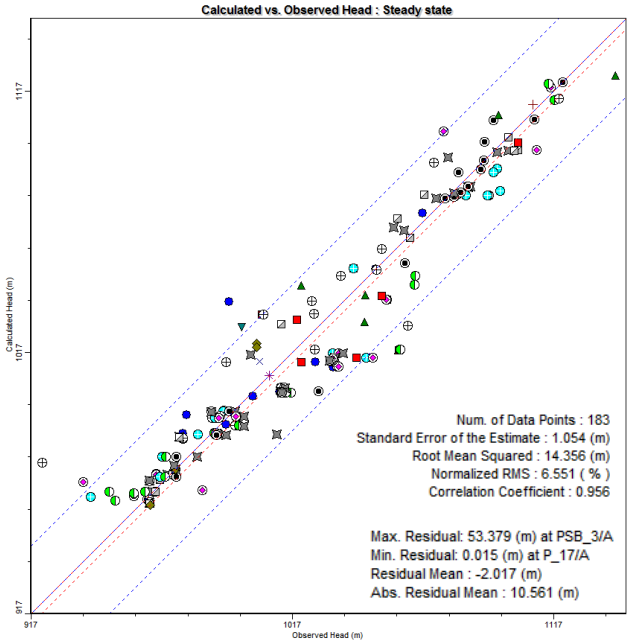
Área: 75.2 Km²

RESULTADOS: A CALIBRAÇÃO

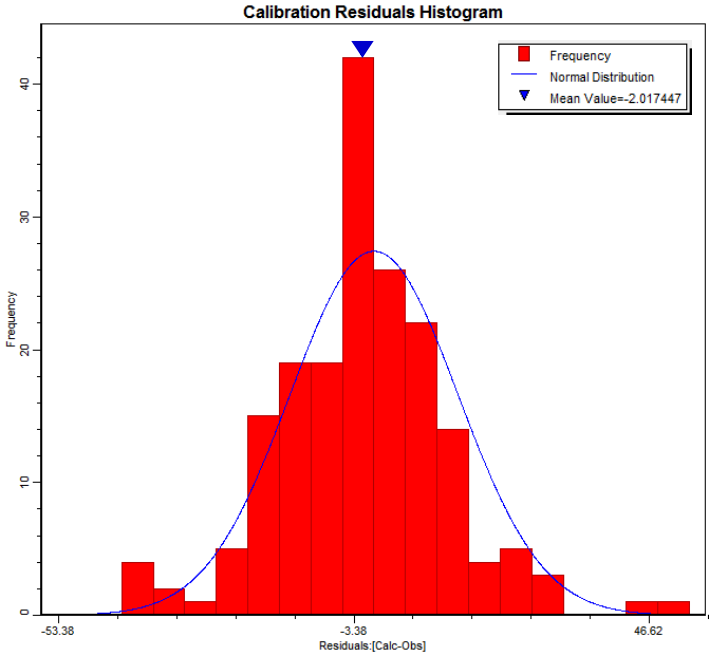
XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

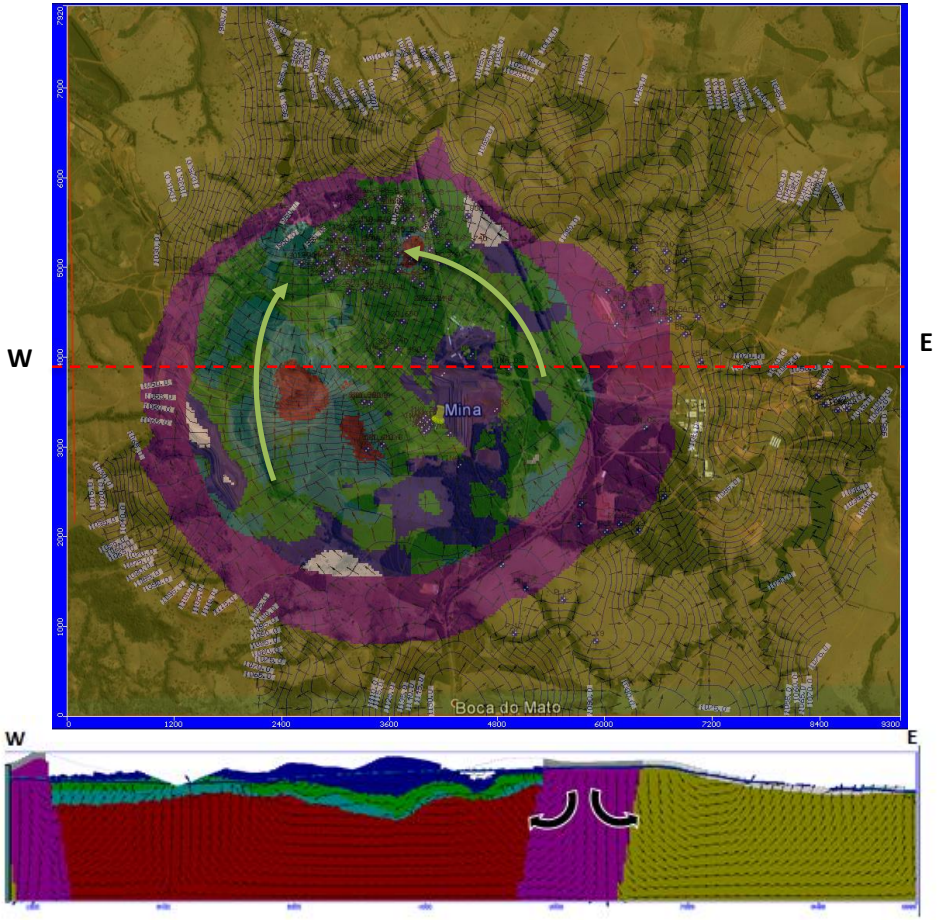
Carga hidráulica



Histograma de diferenças residuais



RESULTADOS: O FLUXO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA



CONCLUSÕES

- ✓ **Oito unidades hidroestratigráficas na área de estudo**
  - Solos argilosos
  - Alteritos laranja e marrom
  - Saprolito
  - Rocha carbonatítica sã
  - Anel de quartizitos fenitizados
  - Xistos do Grupo Ibiá
  - Xistos e quartzitos alterados

- ✓ **A condutividade hidráulica**
  - Os valores de condutividade hidráulica variam desde valores da ordem de 10^{-5} m/s, nos alteritos, até 10^{-8} m/s nos xistos pouco fraturados do grupo Ibiá.

- ✓ **Três fácies hidroquímicas**
  - Águas interiores ao CACB – 1 grupo representado pelos poços outro formado pelas nascentes localizadas dentro dos limites do domo (ao norte);
  - Águas do anel de quartzitos fenitizados – representadas pelas nascentes posicionadas neste domínio litológico e
  - Águas exteriores ao CACB – representadas pelas nascentes que ocorrem fora dos domínios do domo.

CONCLUSÕES

- ✓ **Os resultados de oxigênio-18 e deutério apontam que:**
  - o sistema de fluxo de água subterrânea no manto de intemperismo do CACB não possui uma significativa interconexão com as águas externas ao domo

- ✓ **A calibração do modelo**
  - os índices utilizados para medir a acurácia da calibração **(NRMS =6.55% e Coeficiente de Correlação = 95.6%)** do modelo podem ser considerados satisfatórios.
  - os baixos níveis de erro do balanço de massa, aliados à boa correlação nas descargas nos cursos de água **(1.28% e 91.7%, respectivamente)** corroboram a proposição de que o nível de calibração alcançado é satisfatório

- ✓ **O fluxo de água subterrânea**
  - o modelo apresenta-se bem ajustado às interpretações realizadas durante a fase conceitual.
  - A partir da região sudeste da área de estudo, o fluxo da água, que flui para o interior do CACB, assume a direção SE-NW.
  - A região da estância hidromineral do Barreiro pode ser considerada como a principal zona de descarga da região e possui as cargas hidráulicas mais baixas
  - As águas que fluem para fora do CACB, a partir do anel de quartzitos, assumem direção oposta e vão constituir as nascentes que ocorrem nos xistos do grupo Ibiá.

ДЗЯКУЙ
ESKERRIK ASKO
KOSZONOM
БЛАГОДАРЯ
谢谢
OBRIGADO
THANK YOU
DANKIE
CẢM ƠN BẠN
GRACIAS
MERCI
KIITOS
GRAZIE
TAKK
GRÀCIES
DIOLCH
GRATIAS AGIMUS TIBI
DZIęKUJę
DANKE
TAK
FALEMINDERIT
спасибо
ДЯКА ВЕЛИКА
ありがとう
شكرا
DěKUJI
виблагодарим
நன்றி