

# ESTUDO SOBRE OS EFEITOS DA RECARGA ARTIFICIAL (RA) SOBRE O AQUÍFERO CAUÊ, NO QUADRILÁTERO FERRÍFERO-MG

*Maurício Nicolau de Assis Bertachini*

*Co-autores:*

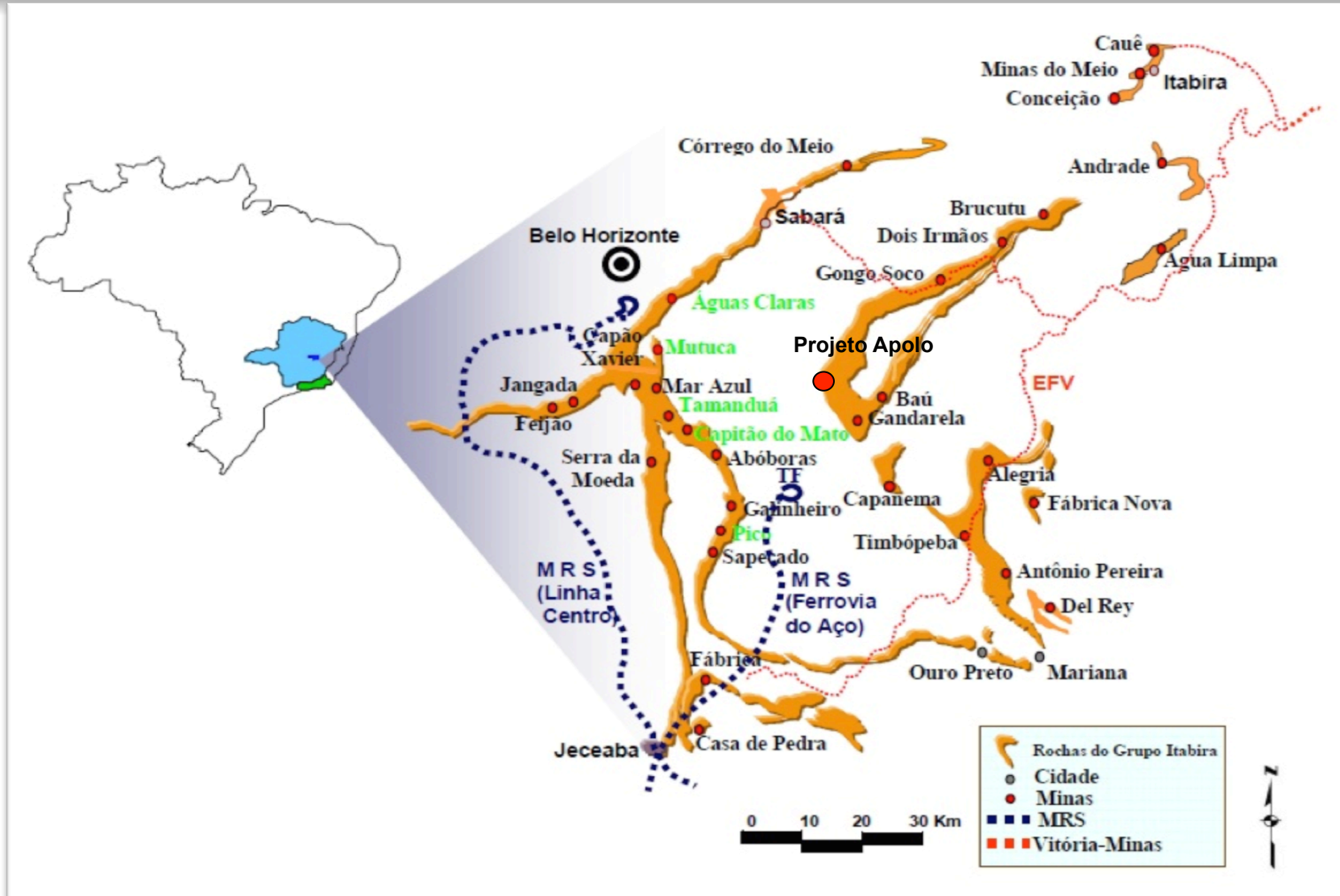
*Antônio Carlos Bertachini*

*Breno Alexandre Pereira*

*César Augusto Paulino Grandchamp*

*Flávio Soares Nunes*

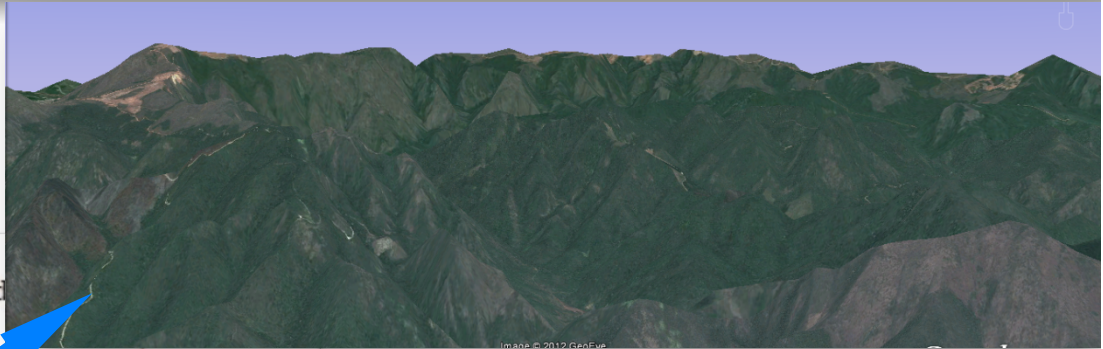
*Milton Pereira Filho*



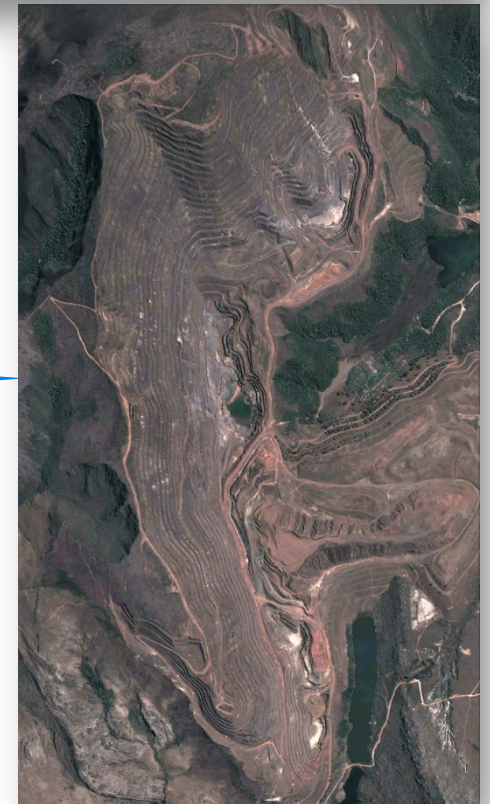
(Costa T., 2009)

**SINCLINAL GANDARELA**

UTM: 632000 e 644000 (longitude), e  
7786000 e 7770000 (latitude), Datum  
SAD69, FUSO 23.



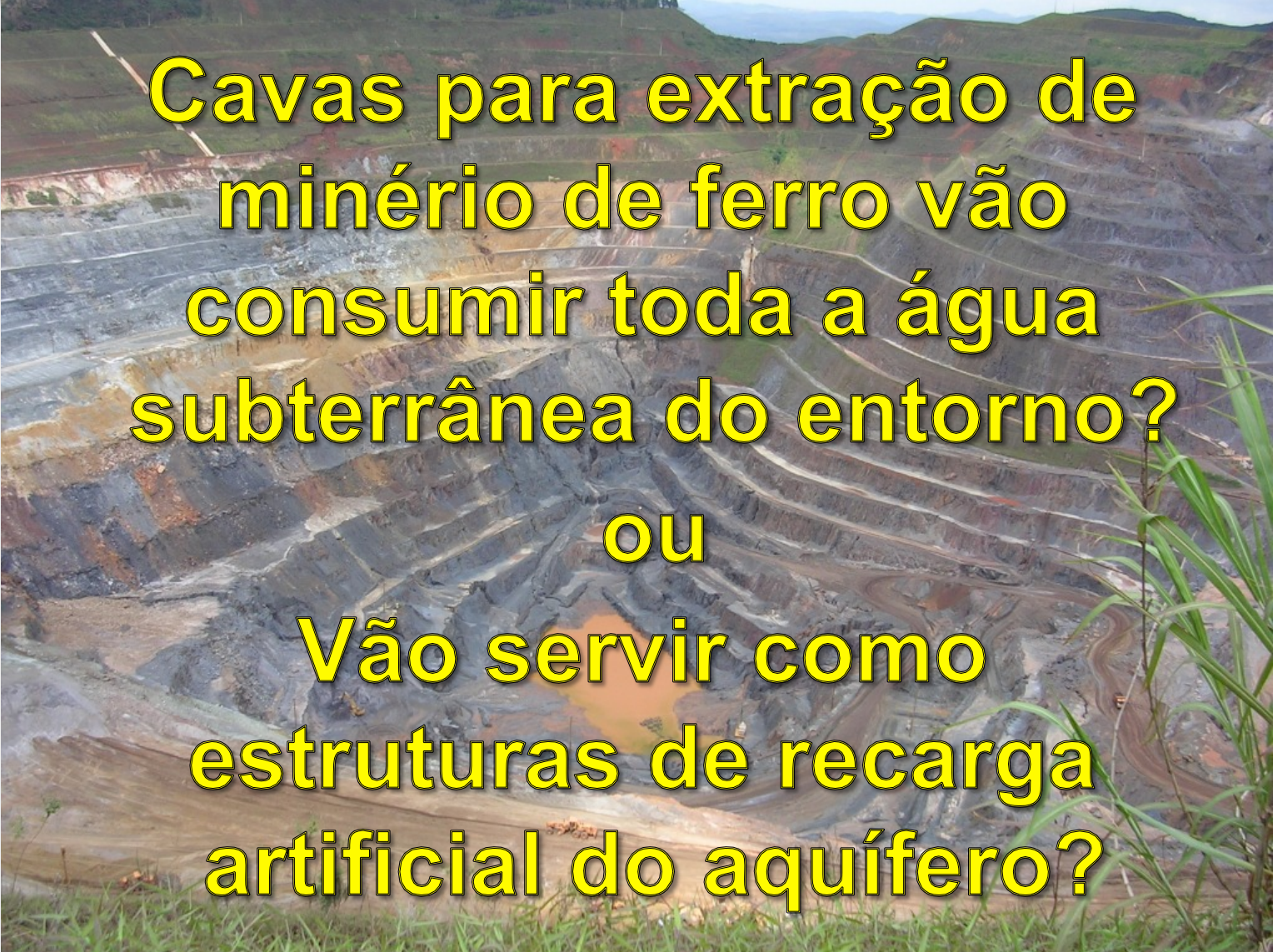
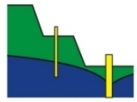
(Costa T., 2009)



**MINA DE CAPANEMA**

UTM: 643000 a 646000 (longitude)  
e 7769000 a 7765000 (latitude),  
Datum SAD69, FUSO 23.





**Cavas para extração de  
minério de ferro vão  
consumir toda a água  
subterrânea do entorno?  
ou  
Vão servir como  
estruturas de recarga  
artificial do aquífero?**

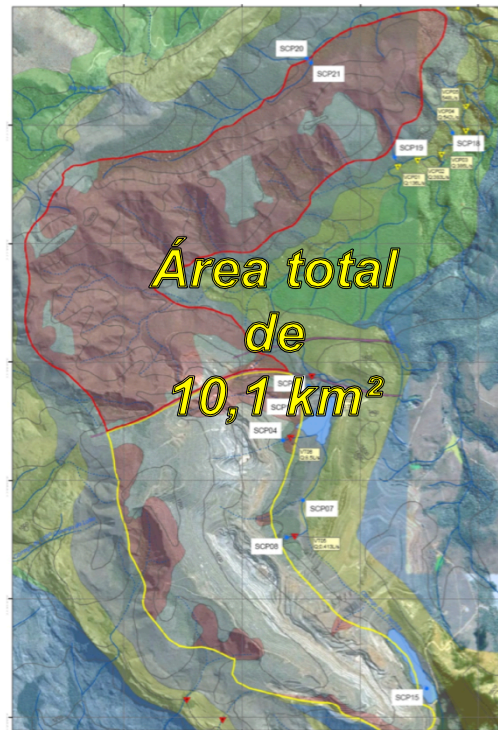


## INTRODUÇÃO

Os estudos hidrogeológicos desenvolvidos tem o objetivo de realizar o cálculo da recarga do Sistema Aquífero Cauê em duas áreas com características distintas, sendo uma o local onde ocorreu a abertura de uma cava para extração de minério de ferro nas rochas da Formação Cauê, e a outra, uma região que possui este sistema aquífero sem sofrer influência de empreendimentos mineiros.

**SINCLINAL  
OURO FINO**

**MINA DE  
CAPANEMA  
VALE**


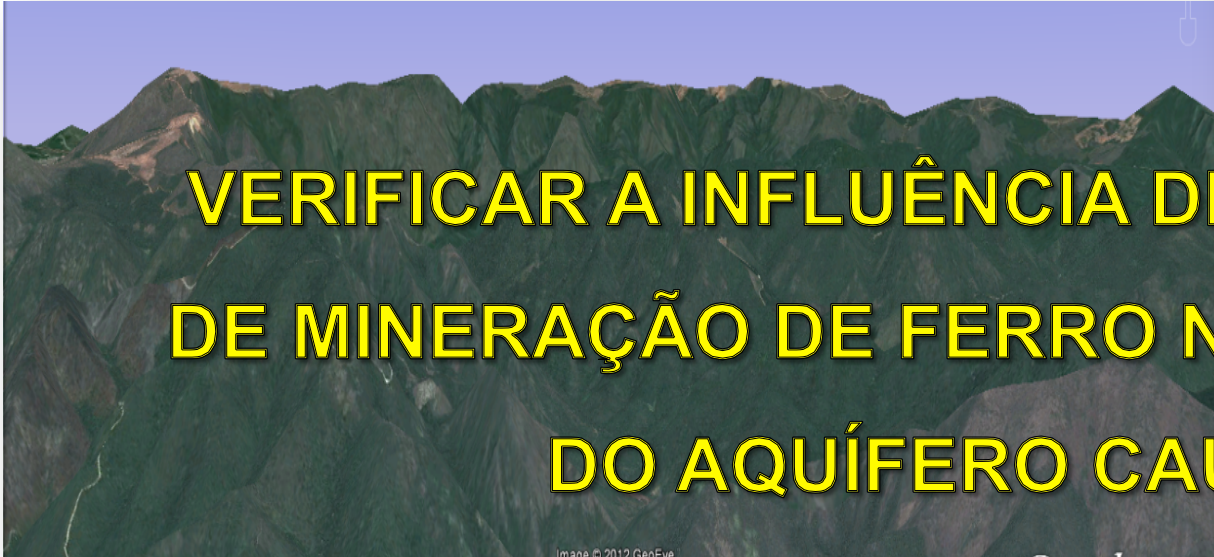


**SINCLINAL  
GANDARELA**

**PROJETO  
APOLO VALE**



## OBJETIVO



**VERIFICAR A INFLUÊNCIA DE UMA CAVA  
DE MINERAÇÃO DE FERRO NA RECARGA  
DO AQUÍFERO CAUÊ**



## – PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica compreendeu a criação de um acervo bibliográfico específico, de todos os documentos disponíveis, arquivados em bibliotecas, empresas e órgãos que lidam com o assunto tratado.

## – INVESTIGAÇÕES DE CAMPO

Foram efetuadas duas campanhas de campo visando o reconhecimento dos aspectos litológicos e estruturais das unidades geológicas, e a avaliação dos principais pontos d' água subterrânea.

## – MONITORAMENTO DE VAZÕES DAS SURGÊNCIAS CADASTRADAS

As medições de vazão ocorreram nas bacias do Ribeirão Preto (Sinclinal Gandarela) e na bacia do Córrego das Flechas (Sinclinal Ouro Fino), com aparelho portátil micromolinete e vertedouros.

## – ESTIMATIVA DA RECARGA NATURAL DO AQUÍFERO

A determinação da taxa de recarga natural do aquífero corresponde a uma atividade para a qual foi dado um enfoque especial por ser este o objetivo do projeto e um dos parâmetros menos conhecidos do Aquífero Cauê.

## RESULTADOS OBTIDOS

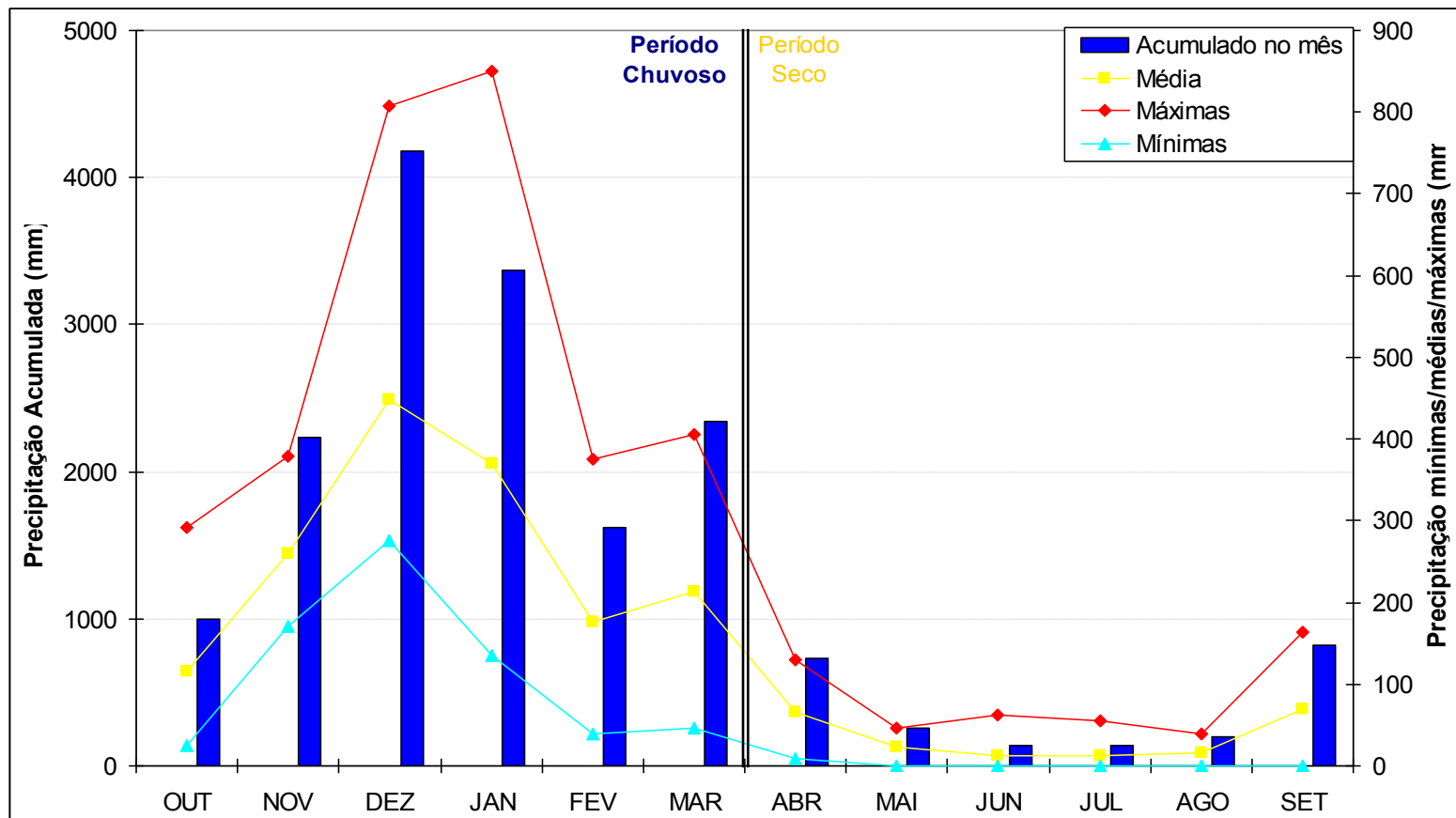
Para melhor entendimento dos dados gerados durante a realização deste trabalho, estes serão apresentados na seguinte sequência:

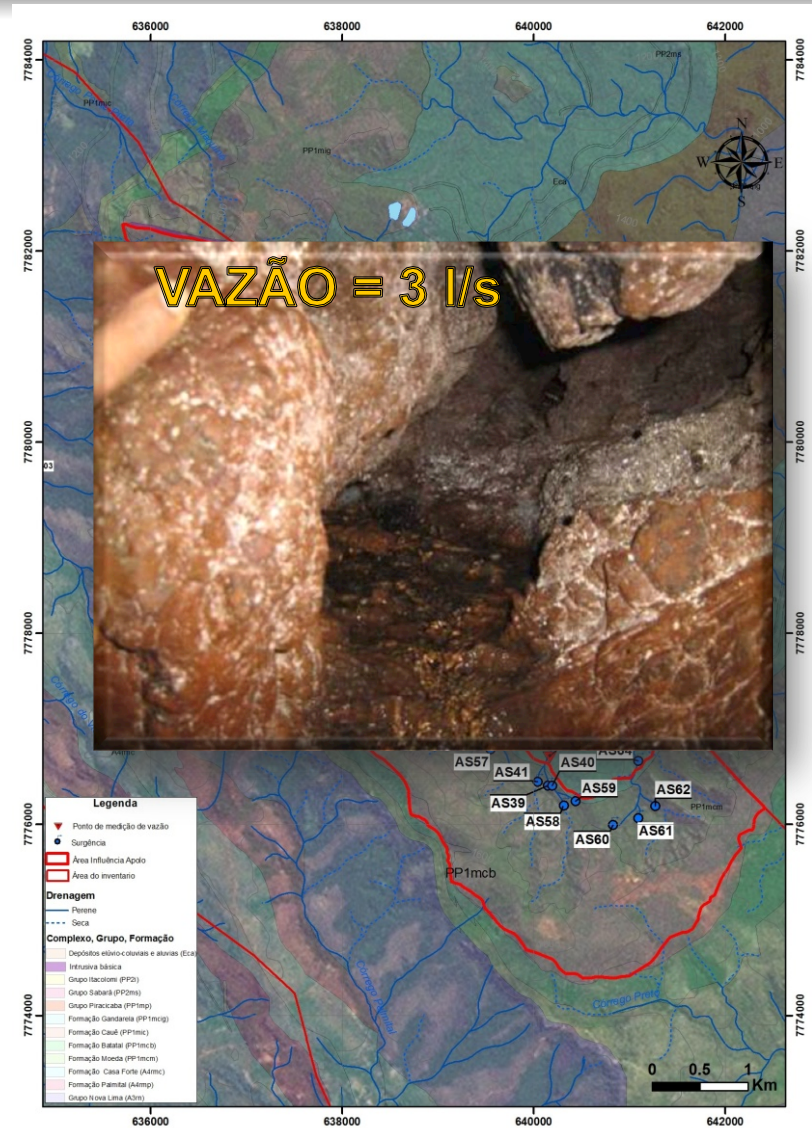
- Pluviometria
- Inventários de Ponto d' Água
- Monitoramento Hidrológico Superficial
- Cálculo de Recarga



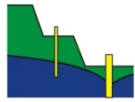
## PLUVIOMETRIA

O estudo da pluviometria da região possibilitou determinar o ano hidrológico das áreas, caracterizando os meses do ano em período seco e período chuvoso.

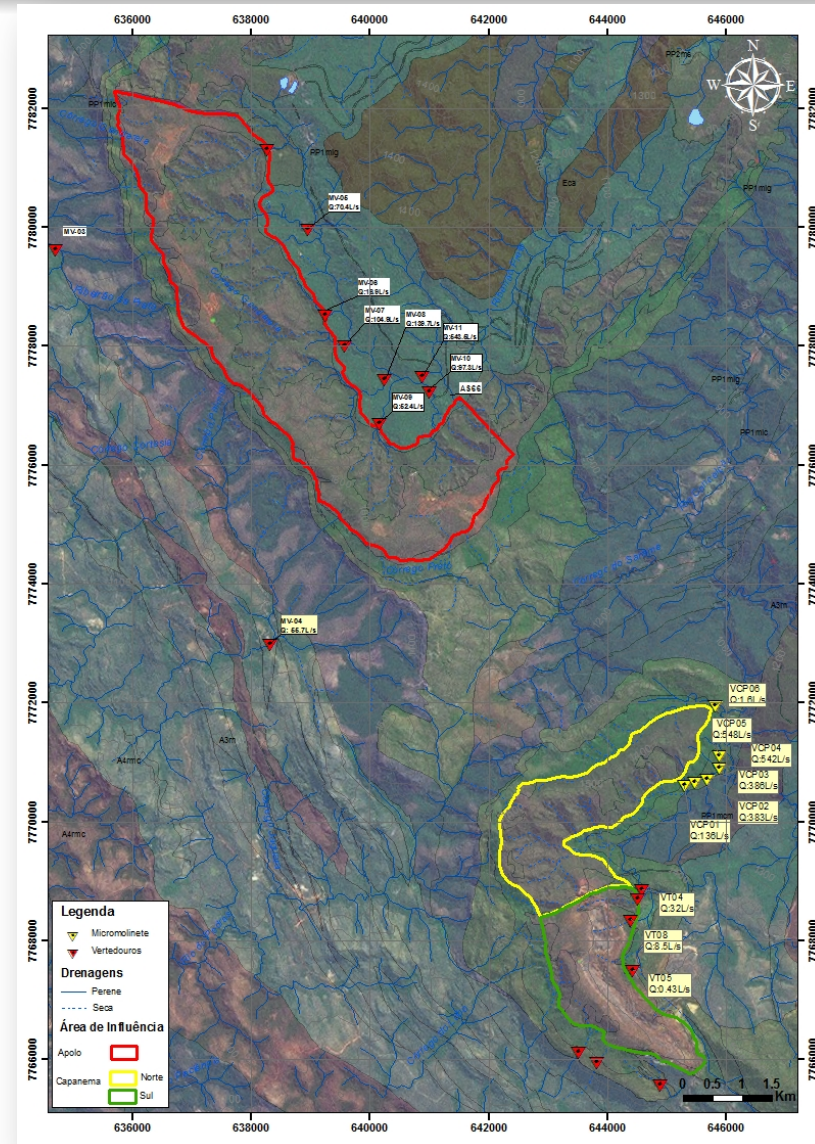








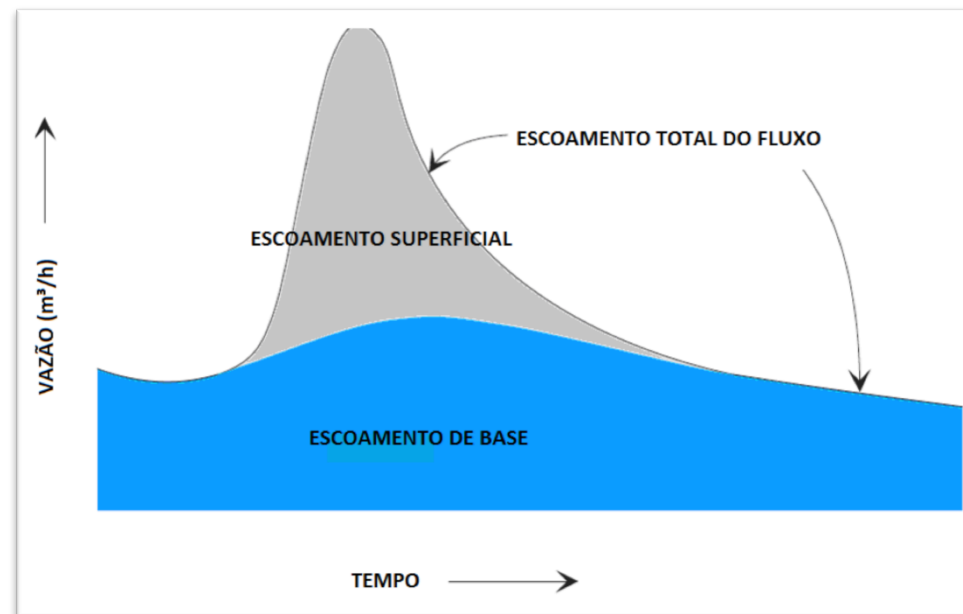
## MONITORAMENTO HÍDRICO SUPERFICIAL



## Relação do Escoamento de Base com a Vazão da Precipitação da Bacia

Este método garante que a vazão medida nos cursos superficiais é 100% mantida pelo aporte de água subterrânea, não sofrendo influência de aportes externos ao Sistema Aquífero durante o período seco do ano hidrológico. Isso é observado em um hidrograma do Método de Barnes (CUSTÓDIO & LIAMAS, 1976).

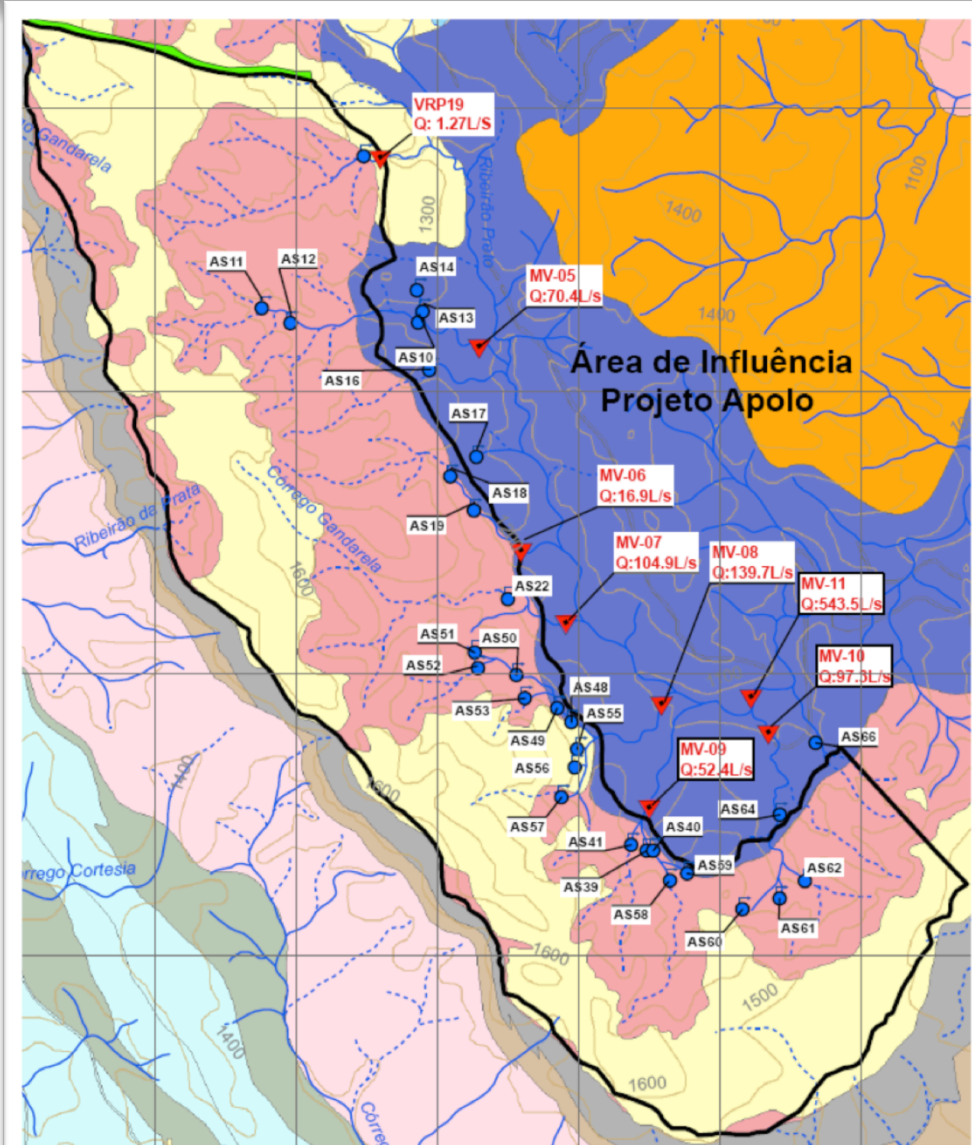
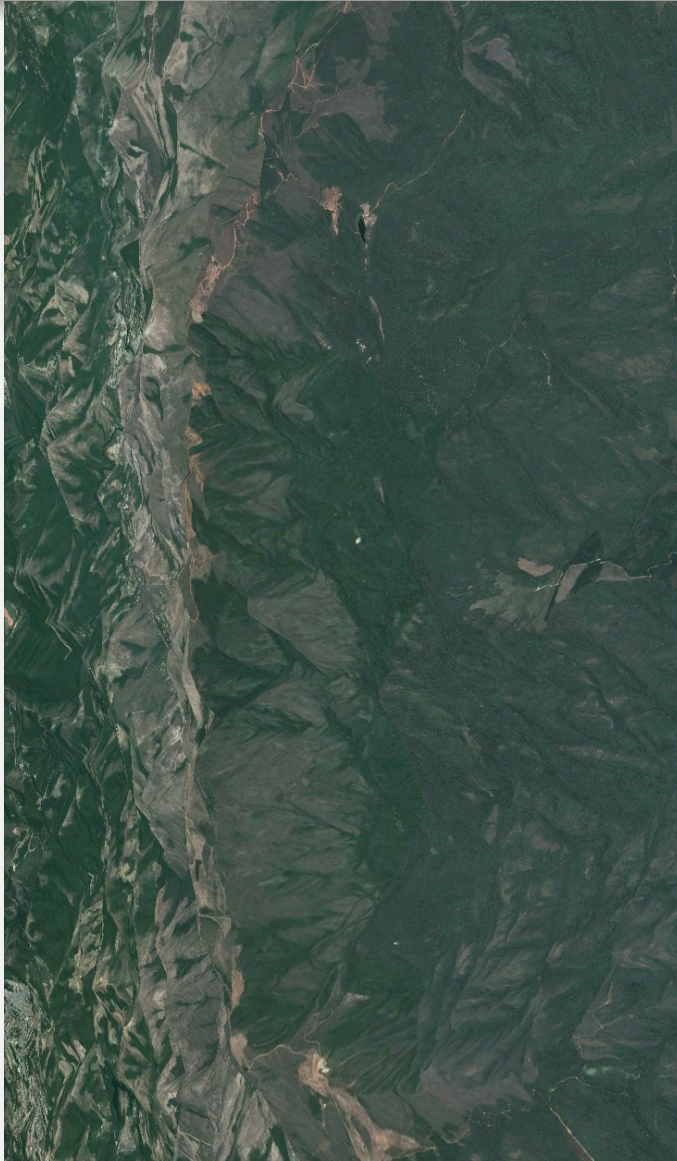
### Hidrograma referente ao Método de Barnes



## CÁLCULO DA RECARGA PROJETO APOLO

- Soma de todas as nascentes associadas a formação ferrífera (Sistema Aquífero Cauê) na bacia do Ribeirão Preto
- Medições com micro-molinete ao final do período seco de 2010 e 2011
- A pluviometria referente ao ano hidrológico de 2009/2010, 2010/2011, pluviômetro da Mina de Gongo Soco - VALE





ID		APOLO SUL
INSTRUMENTO		várias surgências
PLUVIOMETRIA	mm/ano (*)	<b>1.935</b>
ÁREA DA FORMAÇÃO FERRÍFERA	km <sup>2</sup>	23.72
	m <sup>2</sup>	23.720.000
ESCOAMENTO BASE	l/s	<b>481.66</b>
	l/s/km <sup>2</sup>	20.31
	m <sup>3</sup> /h	1.733.98
	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	73.1
RECARGA	%	<b>33%</b>
	mm/ano	<b>640</b>

**MEDIÇÃO DE VAZÃO  
 OUTUBRO 2010**

**\*PRECÍPITAÇÃO  
 2009/2010  
 PLUVIÔMETRO MINA  
 GONGO SOCO**

ID		APOLO SUL
INSTRUMENTO		várias surgências
PLUVIOMETRIA	mm/ano (*)	<b>1.714</b>
ÁREA DA FORMAÇÃO FERRÍFERA	km <sup>2</sup>	23.72
	m <sup>2</sup>	23.720.000
ESCOAMENTO BASE	l/s	<b>490.83</b>
	l/s/km <sup>2</sup>	20.69
	m <sup>3</sup> /h	1.766.99
	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	74.49
RECARGA	%	<b>38%</b>
	mm/ano	<b>653</b>

**MEDIÇÃO DE  
VAZÃO AGOSTO  
2011**

**\*PRECIPITAÇÃO  
2010/11  
PLUVIÔMETRO  
MINA GONGO  
SOCO**



# CÁLCULO DA RECARGA

## MINA DE CAPANEMA - CAVA DE EXAUSTÃO

- Soma de todas as nascentes associadas a formação ferrífera (Sistema Aquífero Cauê) na bacia do Córrego das Flechas
- Medições com micro-molinete e vertedouro ao final do período seco de 2011 e 2012
- A pluviometria referente ao ano hidrológico de 2010/2011 e 2011/2012 , pluviômetro da Mina de Timbópeba – VALE
- Região com interferência da mina que teve o encerramento das operações de lavra no ano 2000
- A lavra não atingiu o nível d' água do Aquífero Cauê, portanto, não houve rebaixamento do nível d' água

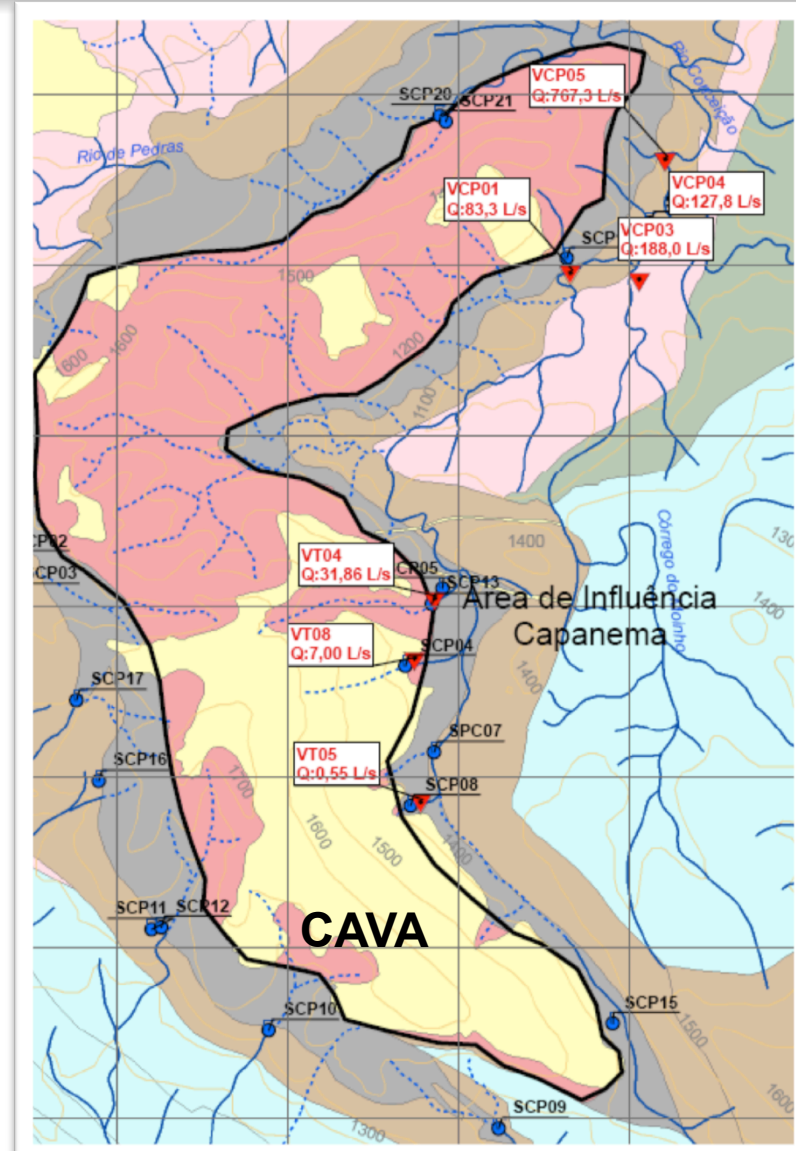
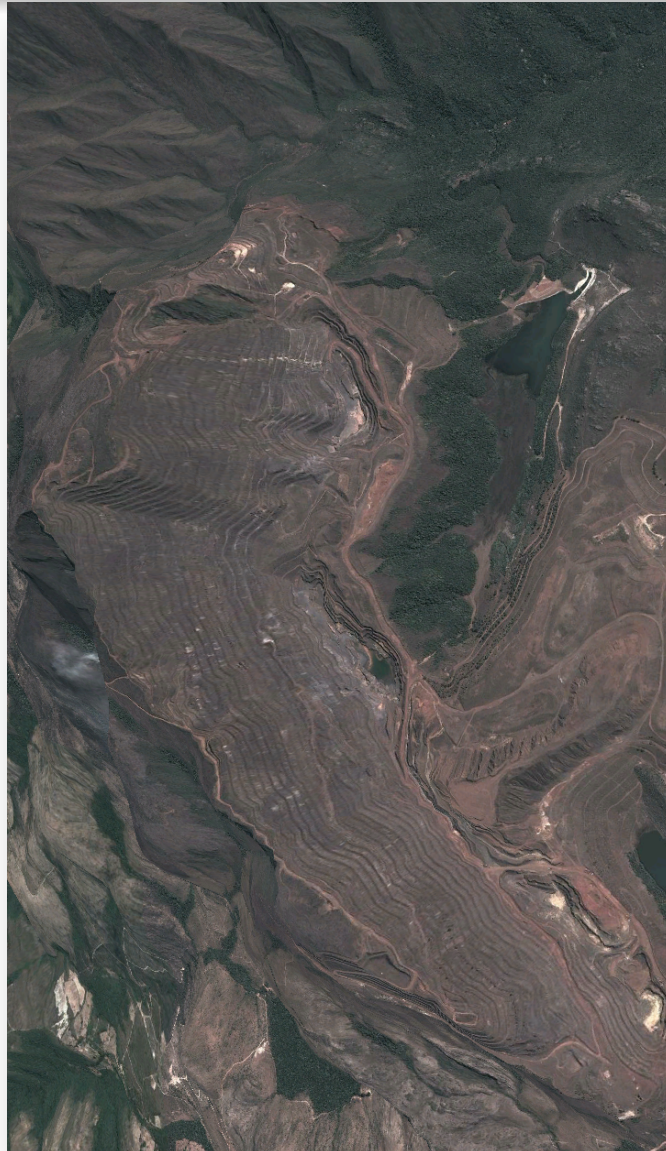
## MINA DE CAPANEMA - CAVA DE EXAUSTÃO

Toda a drenagem da mina converge para a cava fecha, que nunca verteu e tampouco foi bombeada



**EXCELENTE ESTRUTURA  
DE RECARGA ARTIFICIAL**







ID		CAPANEMA
INSTRUMENTO		várias surgências
PLUVIOMETRIA	mm/ano (*)	<b>1.807</b>
ÁREA DA FORMAÇÃO FERRÍFERA	km <sup>2</sup>	10.10
	m <sup>2</sup>	10.100.000
ESCOAMENTO BASE	l/s	<b>449.22</b>
	l/s/km <sup>2</sup>	45.75
	m <sup>3</sup> /h	1.617.19
	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	164.68
RECARGA	%	<b>78%</b>
	mm/ano	<b>1.403</b>

**MEDIÇÃO DE VAZÃO  
 EM  
 SETEMBRO DE 2011**

**\*PLUVIOMETRIA  
 2010/11  
 PLUVIÔMETRO MINA  
 TIMBÓPEBA**

ID		CAPANEMA
INSTRUMENTO		várias surgências
PLUVIOMETRIA	mm/ano (*)	<b>2.322</b>
ÁREA DA FORMAÇÃO FERRÍFERA	km <sup>2</sup>	10.10
	m <sup>2</sup>	10.100.000
ESCOAMENTO BASE	L/s	<b>548.58</b>
	l/s/km <sup>2</sup>	54.32
	m <sup>3</sup> /h	1.974.90
	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	195.53
RECARGA	%	<b>74%</b>
	mm/ano	<b>1.713</b>

**MEDIÇÃO DE VAZÃO  
 EM  
 MAIO DE 2012**

**\*PLUVIOMETRIA  
 2011/12  
 PLUVIÔMETRO MINA  
 TIMBÓPEBA**

ID		CAPANEMA
INSTRUMENTO		várias surgências
PLUVIOMETRIA	mm/ano (*)	<b>2.322</b>
ÁREA DA FORMAÇÃO FERRÍFERA	km <sup>2</sup>	10.10
	m <sup>2</sup>	10.100.000
ESCOAMENTO BASE	L/s	<b>470.05</b>
	l/s/km <sup>2</sup>	46.54
	m <sup>3</sup> /h	1.692.18
	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	167.54
RECARGA	%	<b>63%</b>
	mm/ano	<b>1.468</b>

**MEDIÇÃO DE VAZÃO  
 EM  
 JULHO DE 2012**

**\*PLUVIOMETRIA  
 2011/12  
 PLUVIÔMETRO MINA  
 TIMBÓPEBA**



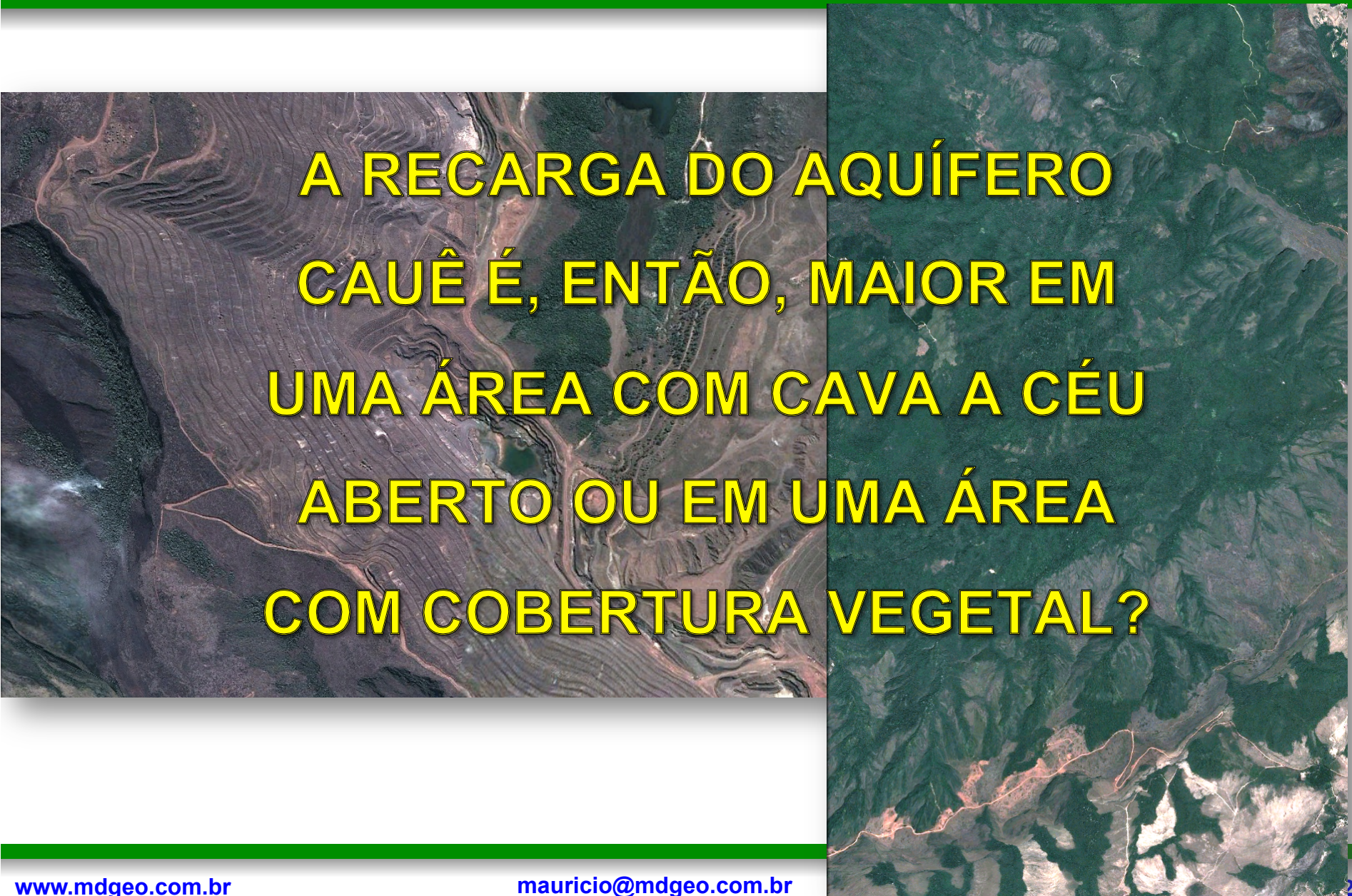
## AQUÍFERO CAUÊ

### Sem interferência de mineração

ÁREA	ANO DE REFERÊNCIA	MESES	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	mm/ano	%
PROJETO APOLO SUL	2010	OUTUBRO	20.3	73.1	640	33
	2011	AGOSTO	20.7	74.5	653	38

### Com interferência da mineração

ÁREA	ANO DE REFERÊNCIA	MESES	l/s/km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h/km <sup>2</sup>	mm/ano	%
MINA DE CAPANEMA	2011	SETEMBRO	45.8	164.7	1403	78
	2012	MAIO	54.3	195.5	1713	74
		JULHO	46.5	167.5	1468	63



**A RECARGA DO AQUÍFERO  
CAUÊ É, ENTÃO, MAIOR EM  
UMA ÁREA COM CAVA A CÉU  
ABERTO OU EM UMA ÁREA  
COM COBERTURA VEGETAL?**



## CONCLUSÃO

- A cava de exaustão propicia um aumento de até 100% sobre a recarga do aquífero Cauê;
- Os estudos devem continuar em Capanema e Apolo;
- O monitoramento de novos projetos e das minas em operação devem contemplar estudos dessa natureza;



**OBRIGADO!**