

# A Cheia do Rio Madeira Causas e Consequências na UHE Santo Antônio e Região



Delfino Luiz Gouveia Gambetti – Gerente de Engenharia da UHE Santo Antônio

## Agradecimentos

Governo Estadual  
de Rondônia



Prefeitura de  
Porto Velho



Defesa Civil de  
Rondônia



Observatoire de  
Recherche en  
Environnement



“Estudo da Cheia de 2014 na bacia do rio  
Madeira” Philippe Vauchel

Climatempo  
Meteorologia



“Avaliação do Comportamento da Chuva x  
Vazão na Bacia do rio Madeira”

PCE engenharia



“Estudo da Cheia do Rio Madeira em 2013/2014  
com base em análises meteorológicas”

UHE Santo Antônio  
Gerencia de  
Engenharia / Gerencia  
de Obras

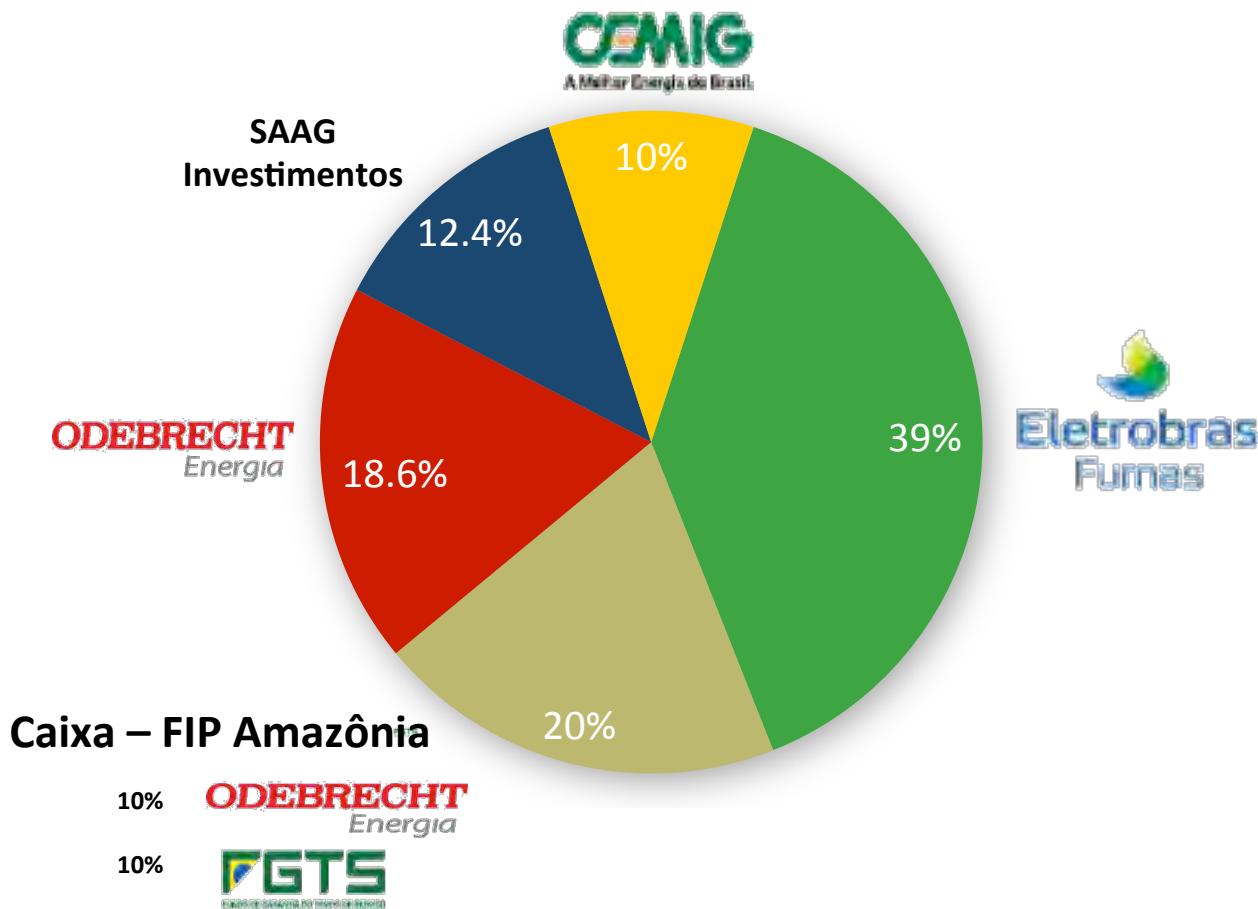


# A UHE Santo Antonio

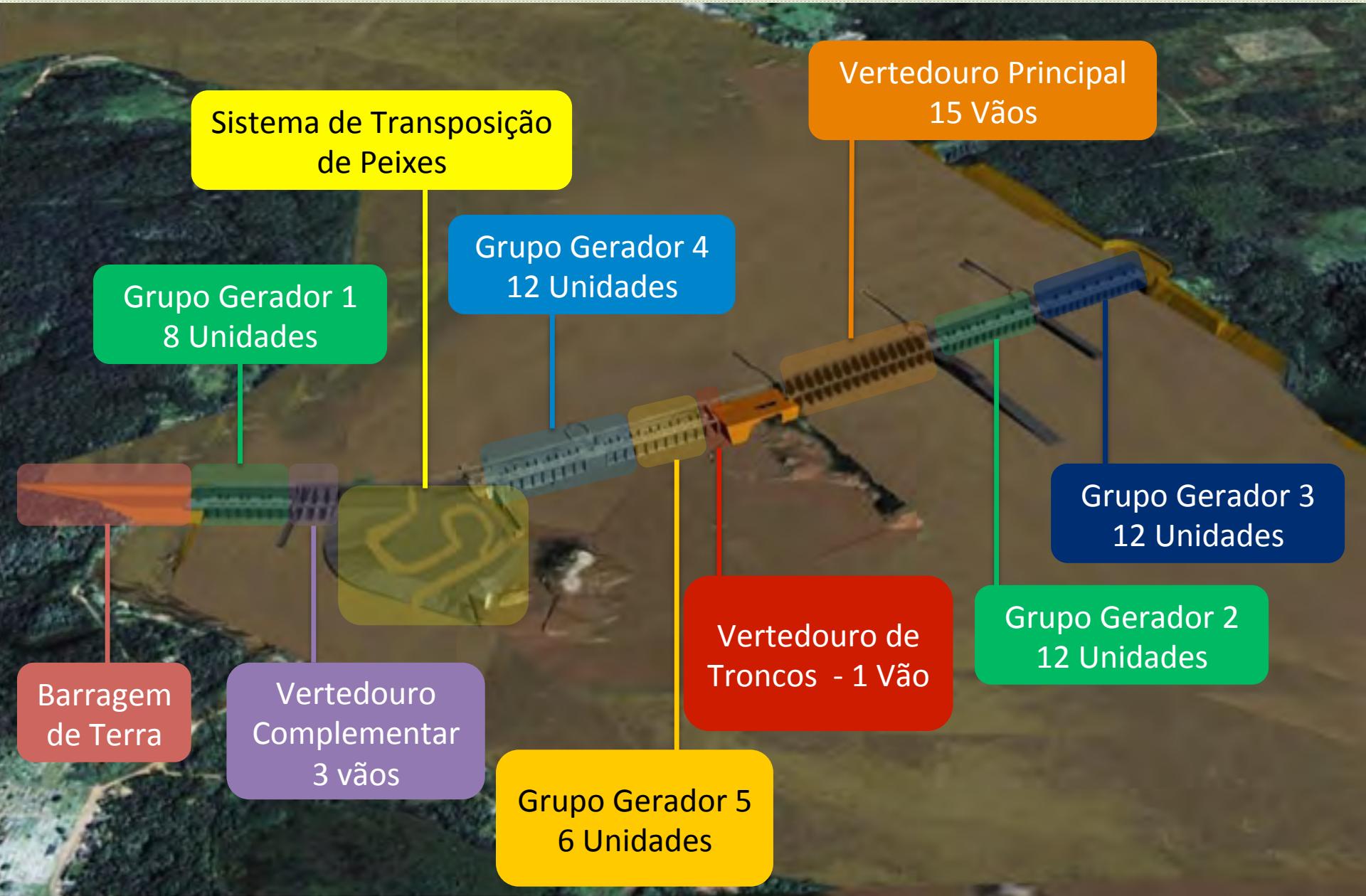


## UHE Santo Antonio Energia

**Madeira Energia S.A – MESA,  
acionista integral da Santo Antônio**  
**Composição acionária**



## UHE Santo Antonio Energia



O Rio Madeira apresentou no ano de 2014 as maiores cheias observadas em todas as estações fluviométricas da bacia.

**19,69 m**

Foi o nível máximo registrado  
17,44 m máximo histórico

**58.920 m<sup>3</sup>/s**

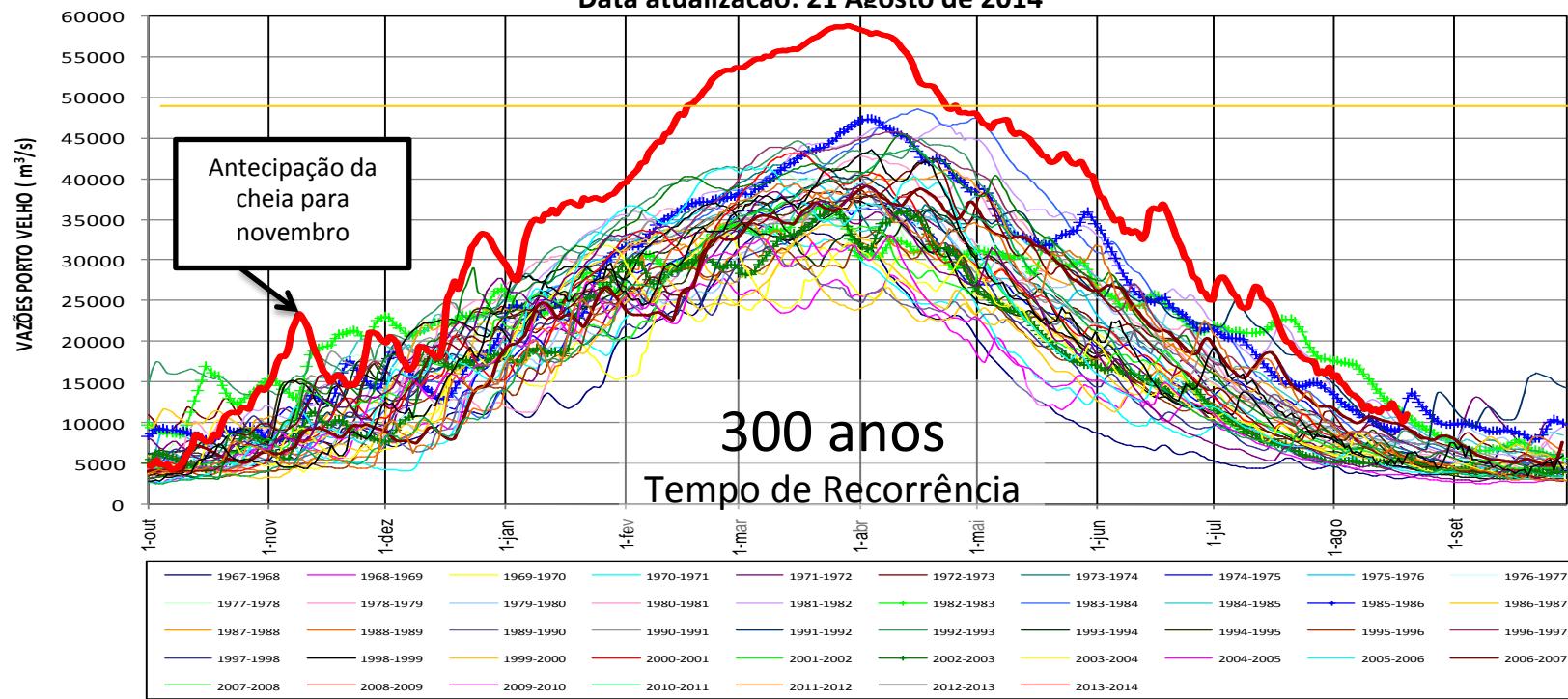
Foi a vazão máxima registrada  
48.565m<sup>3</sup>/s máxima histórica

**63 dias**

Foi a permanência de vazões iguais ou maiores a 50.000 m<sup>3</sup>/s

### COMPARAÇÃO HIDROGRAMA 2013-2014 COM HIDROGRAMAS HISTÓRICOS Posto Fluviométrico Porto Velho Período Outubro 1967 – Setembro 2014

Data atualização: 21 Agosto de 2014

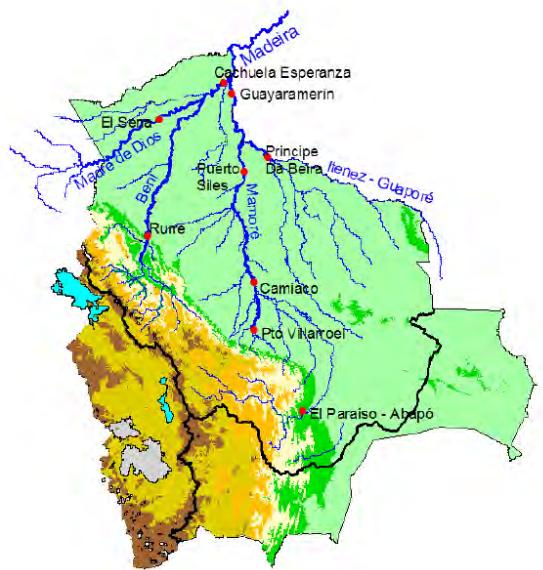


Fonte-Base: ESTUDO DA CHEIA DO RIO MADEIRA EM 2013/2014 COM BASE EM ANÁLISES METEOROLÓGICAS

**Comparação da cheia do ano 2014 com a cheia mais forte do período anterior a 2014**  
**% de excesso é o aumento de descarga entre a maior cheia disponível antes de 2014, e a cheia de 2014**

Rio	Estação	Período	Descargas máximas da Cheia de 2014, por duração			% de excesso da cheia de 2014 sobre a segunda cheia		
			Em 11 dias (m <sup>3</sup> /s)	Em 21 dias (m <sup>3</sup> /s)	Em 31 dias (m <sup>3</sup> /s)	em 11 dias	em 21 dias	em 31 dias
Rio Beni	Rurrenabaque	1967-2014	15300	13800	11200	20%	34%	23%
Rio Madre de Dios	El Sena	2004-2014	17800	17200	16300	26%	27%	23%
Rio Mamoré	Guayaramerín	1983-2014	29550	29350	28600	31%	32%	30%
Rio Beni	Cachuela Esperanza	1983-2014	30100	29800	29300	20%	22%	23%
<b>Rio Madeira</b>	<b>Porto Velho</b>	<b>1967-2014</b>	<b>57560</b>	<b>57250</b>	<b>56850</b>	<b>25%</b>	<b>26%</b>	<b>26%</b>

Mapa das Estações hidrométricas da bacia do rio Madeira na Bolívia



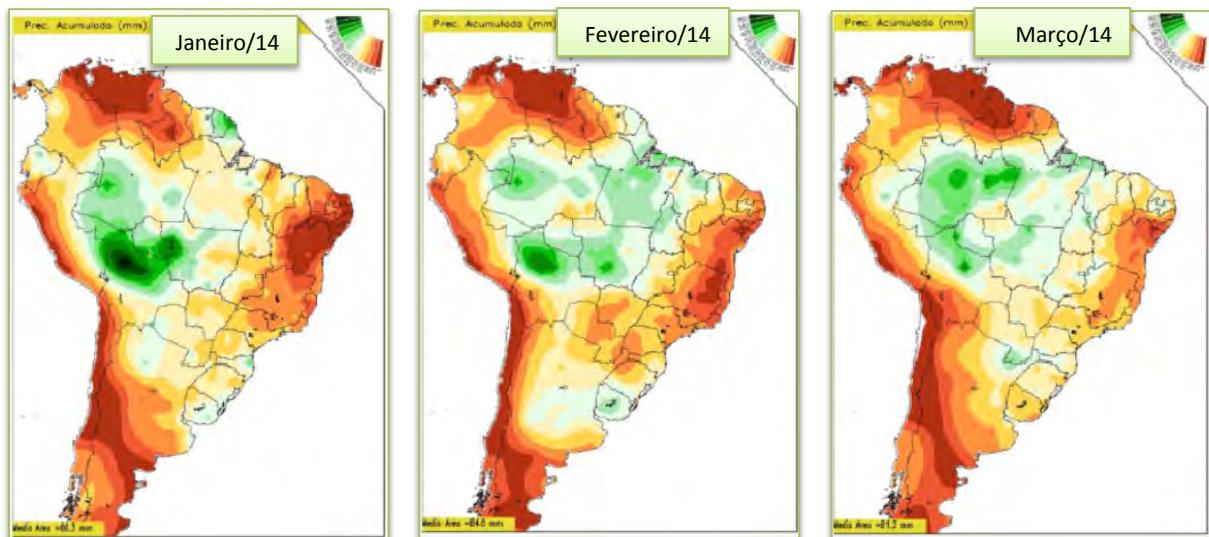
Podemos ver que na estação brasileira de Porto Velho no rio Madeira, a cheia de 2014 excede a maior cheia anterior à 2014 de maneira semelhante ao observado nas estações bolivianas. Isso mostra que as barragens brasileiras do rio Madeira não tiveram nenhum efeito regulador sobre as descargas em Porto Velho.

Fonte-Base: Estudo da cheia de 2014 - IRD – ORE HYBAM

## Área de drenagem da Bacia do Rio Madeira

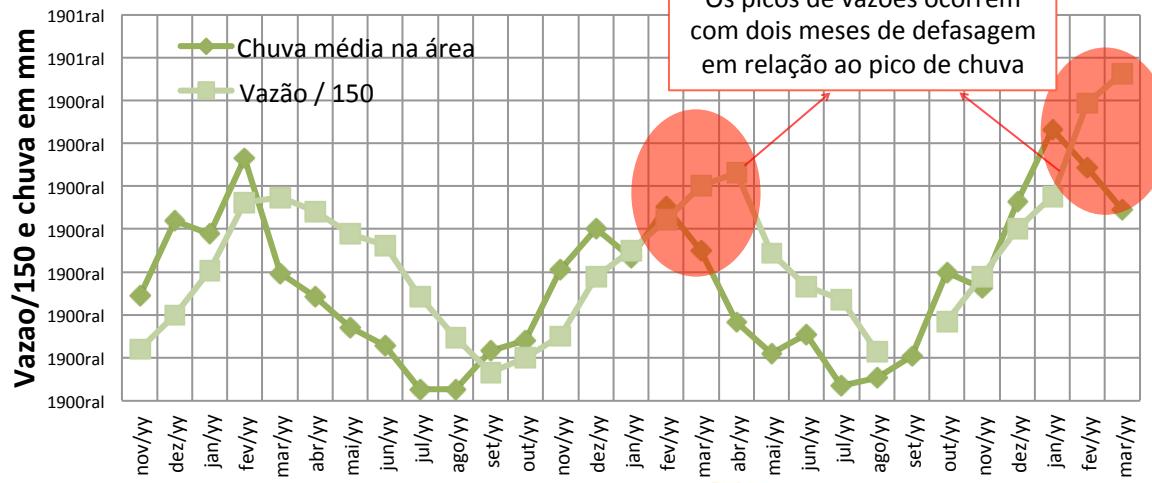


## Análise Isoietal



Fonte dos dados: CPTE/INPE

## Chuva na área de drenagem x Vazão em Porto Velho



A análise isoietal mostra que a distribuição espacial da precipitação ocorrida principalmente na territorial boliviano é muito importante para definir a vazão do rio Madeira, já que a chuva destes períodos abrange as principais bacias formadoras do rio Madeira, quais sejam Madre de Dios, rio Beni e rio Mamoré.

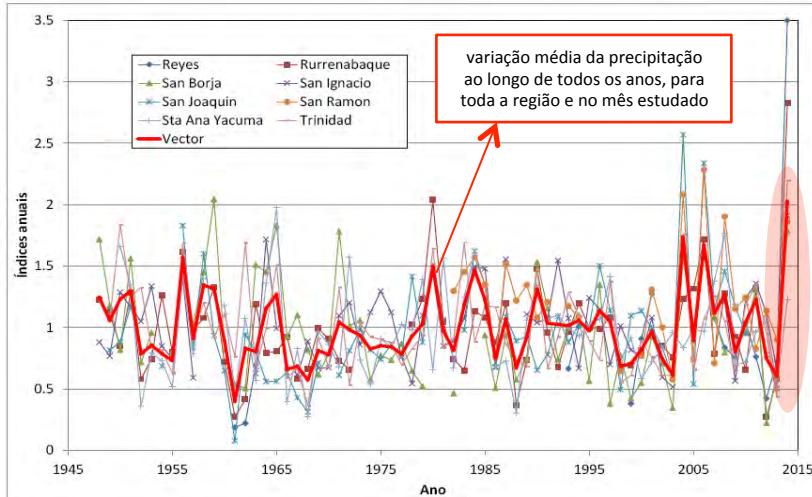
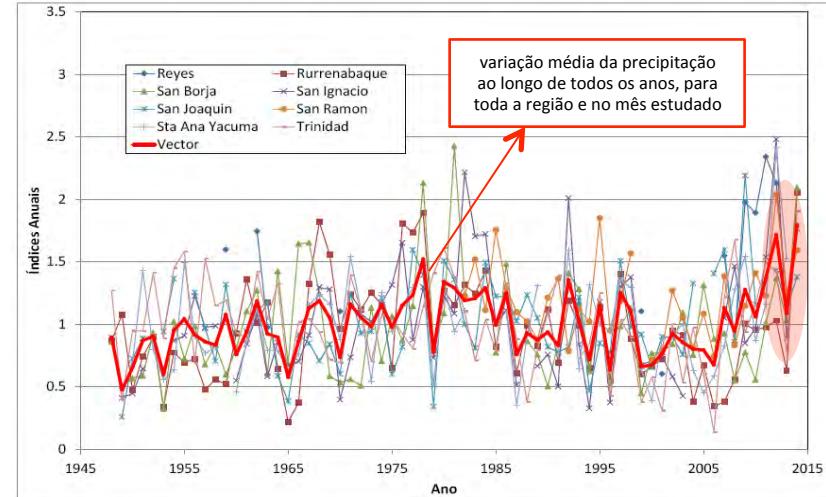
Método do Vetor Regional



Precipitação inferior a média



Precipitação excede a média

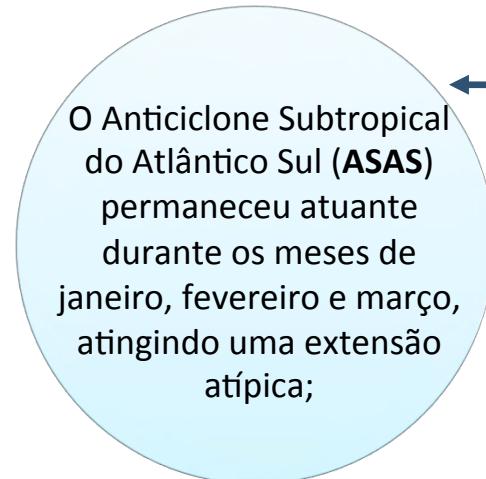
**Vetor Regional de índices dos meses de janeiro****Vetor Regional de índices dos meses de Fevereiro**

Foi o fato de ter dois meses seguidos com uma precipitação de quase duas vezes o valor médio, à nível não somente de uma estação mas de uma vasta região, que deu o seu caráter excepcional à cheia do 2014

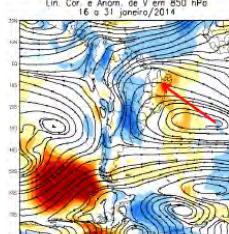
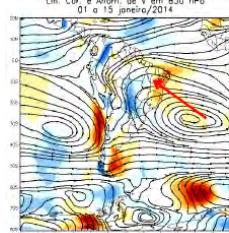


Fonte-Base: Estudo da cheia de 2014 - IRD – ORE HYBAM

As condições atmosféricas ocorridas no verão 2013/14 na América do Sul apresentaram configurações de grande escala muito fora dos padrões normais para esta época do ano no Hemisfério Sul. Em consequência observaram-se três fenômenos simultâneos:



**ASAS em Janeiro/14**

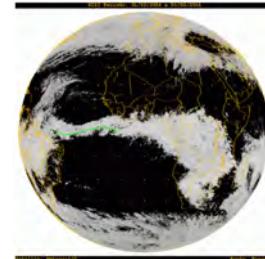
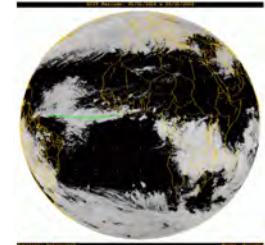


A ocorrência simultânea desses fenômenos fortaleceu as condições de formação de convecção profunda, com muita nebulosidade e precipitação bem acima da média histórica para esta época do ano.;

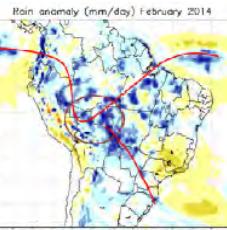
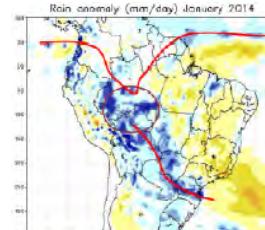
A formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (**ZCAS**), estendendo-se desde o Sul do Brasil e atravessando os territórios do Paraguai e da Bolívia em várias ocasiões.



**ZCIT em Janeiro/14 e Fevereiro/14**



**ZCAS em Janeiro/14 e Fevereiro/14**



## Vila de Jaci Paraná em Junho 1975

Sem Reservatório



## Vila de Jaci Paraná em Julho 2013

Com Reservatório



### SITUAÇÃO ANTES DA CHEIA DE 2014

Para o atendimento do que preceitua a Resolução nº 167 de 14/05/2012, o distrito de Jaci-Paraná foi **protégido até a cota 75m, correspondente a uma vazão de 52.775 m<sup>3</sup>/s e TR = 50 anos**, tendo sido indenizados os substituídos 486 imóveis, localizados na área urbana, com o **reassentamento de 1900 pessoas**.

### SITUAÇÃO DURANTE A CHEIA DE 2014

O nível d'água na Comunidade de Jaci Paraná chegou a **cota de 75,98m e vazão de máxima de 58.796 m<sup>3</sup>/s**, excedendo em um metro o limite estabelecido e determinado pela ANA.

### SITUAÇÃO APÓS A CHEIA DE 2014

Foram **afetados 210 imóveis**, compreendendo estabelecimentos comerciais, residências individuais, vilas de apartamentos, igreja, escola entre outros.

# A Cheia do Madeira – Consequências em Jaci-Paraná

2013/2014



# A Cheia do Madeira – Consequências em Jaci-Paraná

2013/2014



# A Cheia do Madeira – Consequências em Jaci-Paraná

2013/2014





## SITUAÇÃO ANTES DA CHEIA DE 2014

Para o atendimento do que preceitua a Resolução nº 167 de 14/05/2012, a BR 364 foi protegida para uma **vazão de  $55.419 \text{ m}^3/\text{s}$**  correspondente a uma **TR de 100 anos** equivalente a uma **cota de  $75,19 \text{ m}$**

## SITUAÇÃO DURANTE DA CHEIA DE 2014

**Nível máximo observado de  $75,98 \text{ m}$ ,**  
inundando a BR364, no trecho das cabeceiras  
da ponte sobre o rio Jaci-Paraná, com  **$1.702 \text{ km}$  de extensão** e com uma **lâmina d'água máxima de  $82 \text{ cm}$**  sobre a pista

Fonte: DNIT



# A Cheia do Madeira – Consequências na BR-364

2013/2014



Trecho inundado da rodovia BR-364, entre o Km-798+0,00 e 800+860,00



Trecho urbano inundado da rodovia BR 364, na entrada da cidade de Jaci-Paraná



Trecho urbano inundado da rodovia BR 364, na entrada da cidade de Jaci-Paraná



# A Cheia do Madeira - Consequências em Porto Velho



**7 km**

Distancia a jusante que  
Porto Velho esta da  
UHE santo Antonio

**19,69 m**

Nível Máximo Observado em Porto Velho

15,0 m Cota de atenção  
16,0 m Cota de alerta  
17,0 m Cota de inundação

Fonte: DNIT

**100 Mil**

É o número de famílias  
desabrigadas

Fonte: Defesa Civil -RO

**R\$ 5 bilhões**

É o volume de recursos  
estimados para a  
reconstrução em Rondônia

Fonte: Prefeitura-RO

# ESTRADA MADEIRA-MAMORÉ

SantoAntônio  
ENERGIA



# ESTRADA MADEIRA-MAMORÉ



# GALPÃO DA FEIRA MUNICIPAL – AV. ROGÉRIO WERBER

Brasil  
Energia



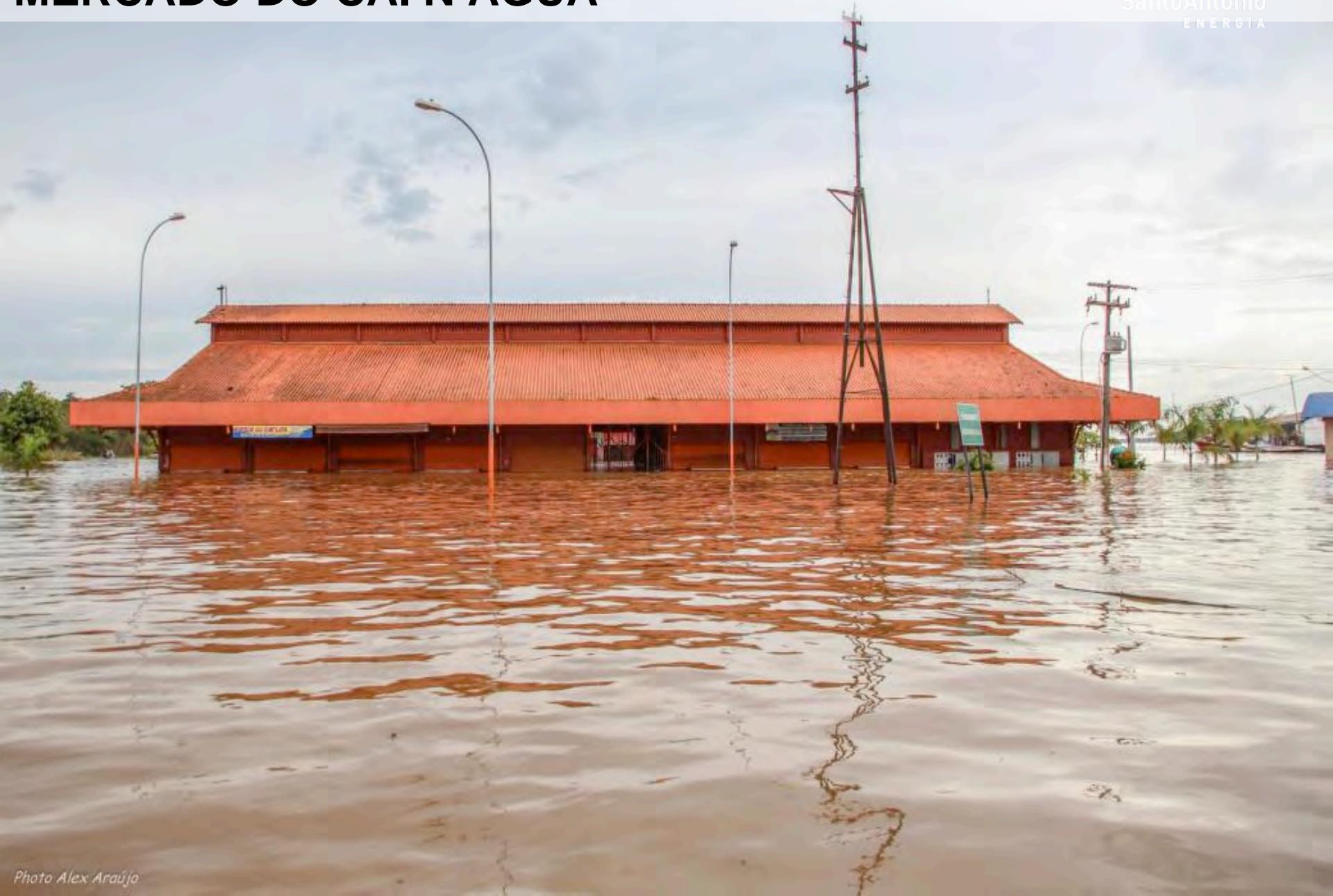
# TORRE DE DISTRIBUIÇÃO NA MD



# MERCADO DO CAI N'ÁGUA



# MERCADO DO CAI N'ÁGUA



# RUA EUCLIDES DA CUNHA – BAIRRO BAIXA UNIÃO

SantoAntônio  
ENERGIA



# JOÃO ALFREDO – BAIRRO BAIXA UNIÃO

SantoAntônio  
ENERGIA



# PÁTIO DE MANOBRA DO TERMINAL HIDROVIÁRIO



# GALPÕES DA EFMM



# PRAÇA DA EFMM



# CASAS NO BAIRRO TRIÂGULO



# CASA NA MARGEM DIREITA



# Consequências da Cheia Histórica na UHE Santo Antônio

Rebaixamento  
do Reservatório

Desligamento  
das turbinas  
por restrição  
hídrica

Alteamento de  
ensecadeiras de  
jusante

Inundação de  
parte do Canteiro

Rompimento do  
Log bom

Acumulo de  
Sedimento na  
tomada d'água

Problemas de  
Vedaçāo dos Eixos  
da Turbina

# Inundação parte do canteiro de obras “cafezódromo”





# Alteamento ensecadeira de jusante do leito do rio





## Rompimento no Log Boom



## ROMPIMENTO LOG-BOOM

Material acumulado na tomada d'água do GG2 após rompimento do log-boom



20 05 2014



## ROMPIMENTO LOG-BOOM

Material acumulado a montante da usina após rompimento do log-boom





## Falha de 3 Comportas dos Vertedouros



**Acúmulo de Sedimentação nas Comportas Ensecadeiras**





## Acúmulo de Vegetação nas Grades das UGs



# Danos na estrutura do vertedouro principal

**Tronco**



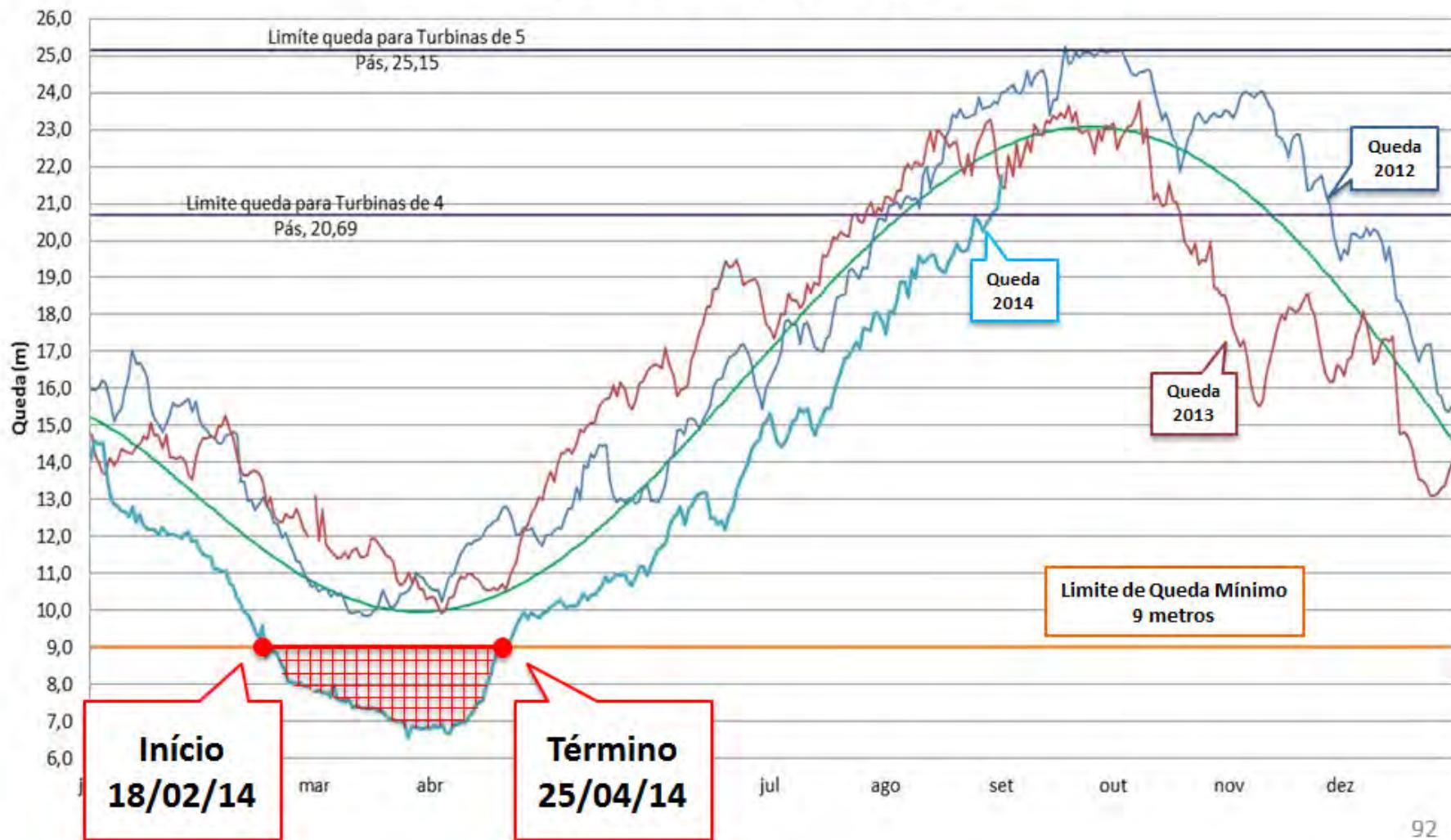
**Tronco**





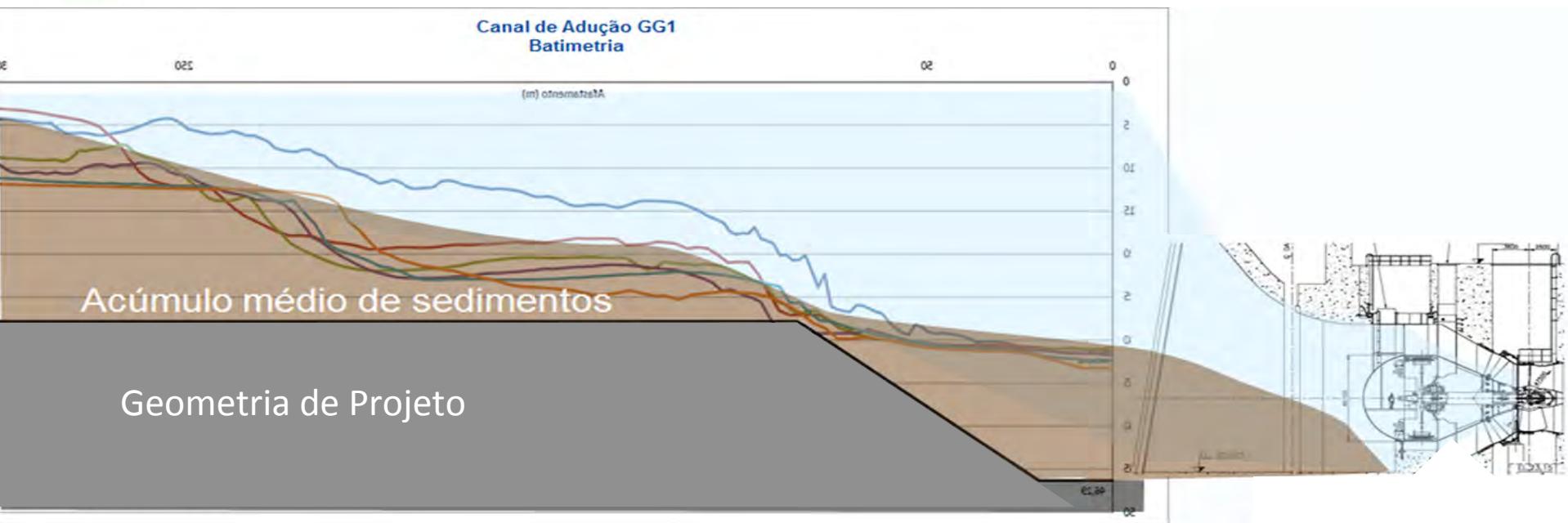
# RESTRIÇÃO HÍDRICA POR 67 DIAS

## Hidrometria SAE - Queda (m)





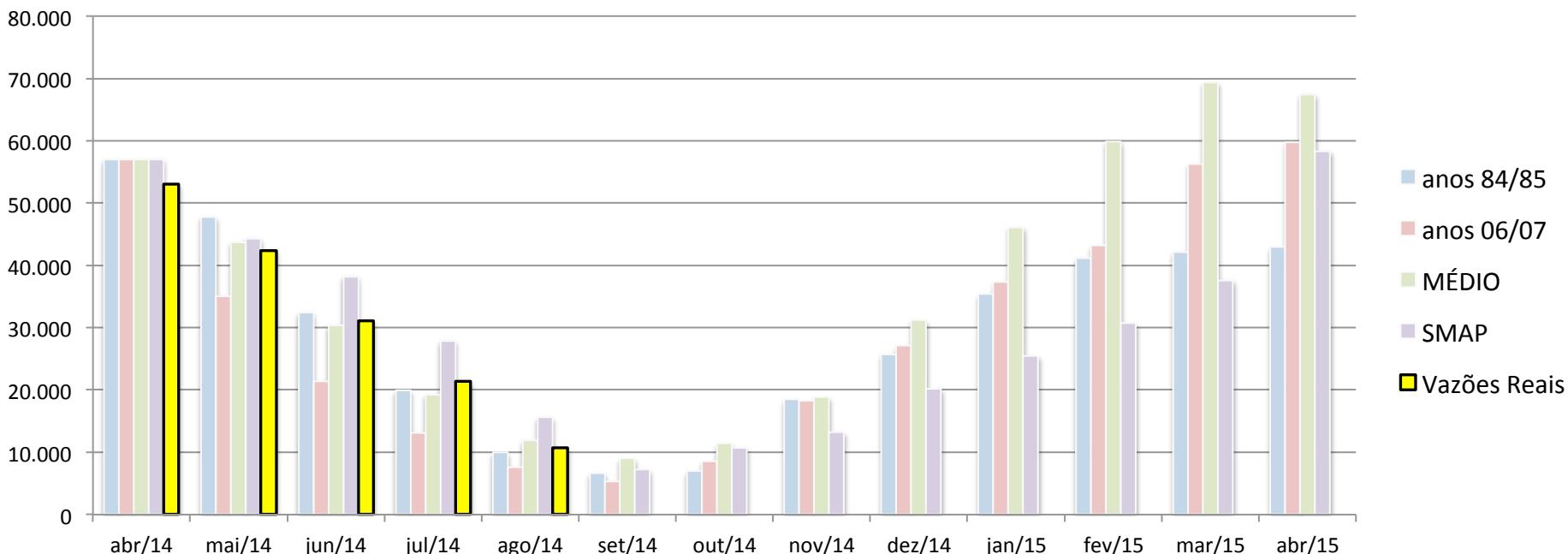
# Acumulo de sedimentos na Tomada d'Água GG1



# O que esperar do futuro?

Modelo desenvolvido pela Climatempo para estimar a próxima cheia

Vazões Reais x Cenários Clima Tempo



An aerial photograph of a wide river, likely the Amazon, showing a significant industrial or construction site on a sandbar or small island. The water is brownish-tinted. In the background, a large city with numerous buildings is visible across the river under a sky filled with scattered white and grey clouds.

Obrigado!