

### ESTUDOS DE RECONVERSÃO DO SISTEMA DE REGA POR ASPERSÃO PARA REGA LOCALIZADA NO PERÍMETRO DO GHARB EM MARROCOS

### O CASO DO SECTOR N5.



José Honrado

*Eng.º Agrónomo; Chefe do Núcleo de Hidráulica  
Internacional*



Manuel Valadas

*Eng.º Agrónomo; Chefe de Projeto*



Abdelaziz El Bayed

*Eng.º Agrónomo; Chefe do Núcleo  
Aproveitamentos Hidroagrícolas e Hidroeléctricos*

Amine Chbani

*Eng.º Agrónomo*



## OBJECTIVOS DO ESTUDO:

• Verificar a possibilidade de reconversão das condições de serviço do sistema de rega por aspersão para o sistema de rega localizada.

• Avaliar o sistema elevatório existente e estudar soluções para adaptação às modificações definidas para a rede de rega.

• *Elaboração de diagnóstico físico das infraestruturas existentes.*

• *Elaboração de diagnóstico hidráulico da rede de rega e do sistema elevatório.*



• Análise dos caudais de dimensionamento da rede de rega.

• Avaliação do desempenho hidráulico da rede de rega (utilização do software COPAM).

• Avaliação da necessidade de adaptação da estação elevatória existente.



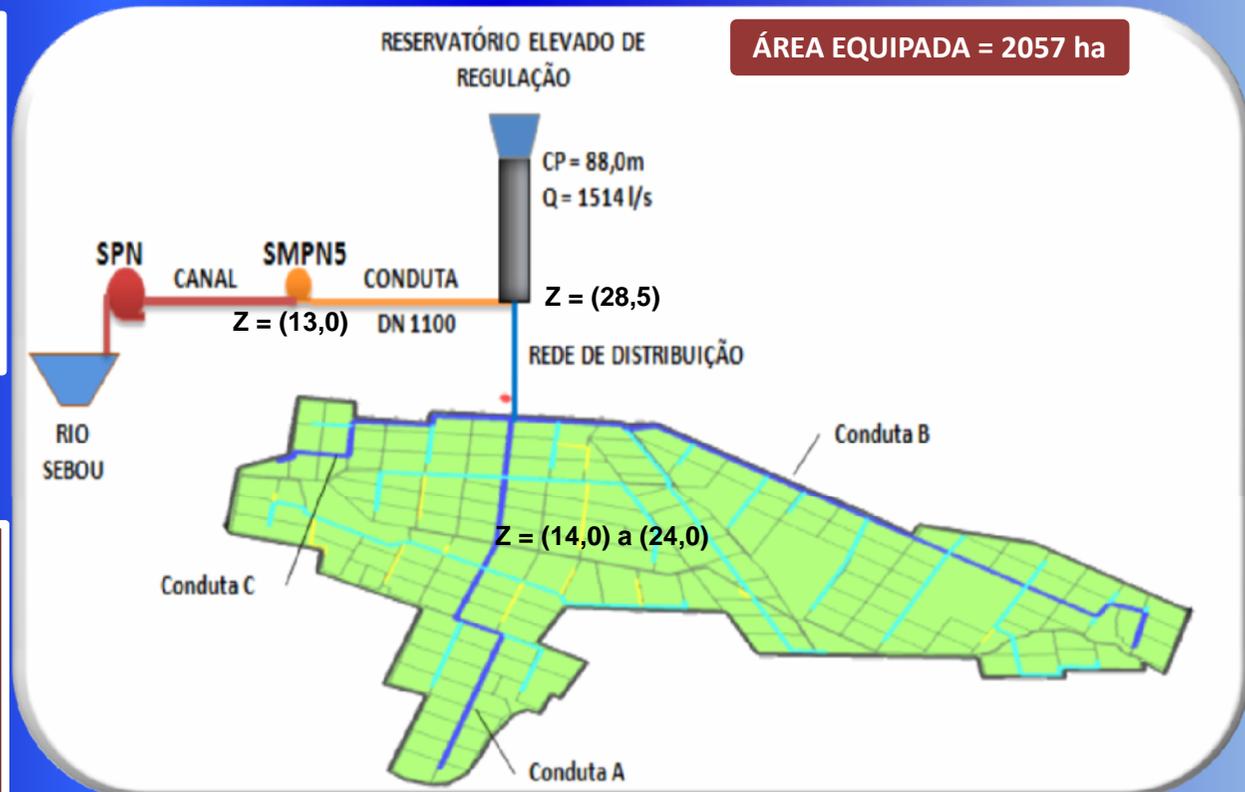
## SECTOR DE REGA NORD 5 (N5)

### Principais Características:

- 202 unidades de rega;
- área mínima da unidade de rega = 0,95 ha;
- área máxima da unidade de rega = 16,9 ha;
- área média da unidade de rega = 10,2 ha;
- 1559 parcelas de rega.

### Rede de Rega:

- 51,7 km de condutas, com DN entre 100mm e 1100mm;
- Condutas em betão - DN > 500mm – 8910m de condutas;
- Condutas em fibrocimento - DN ≤ 500mm – 42817m de condutas.



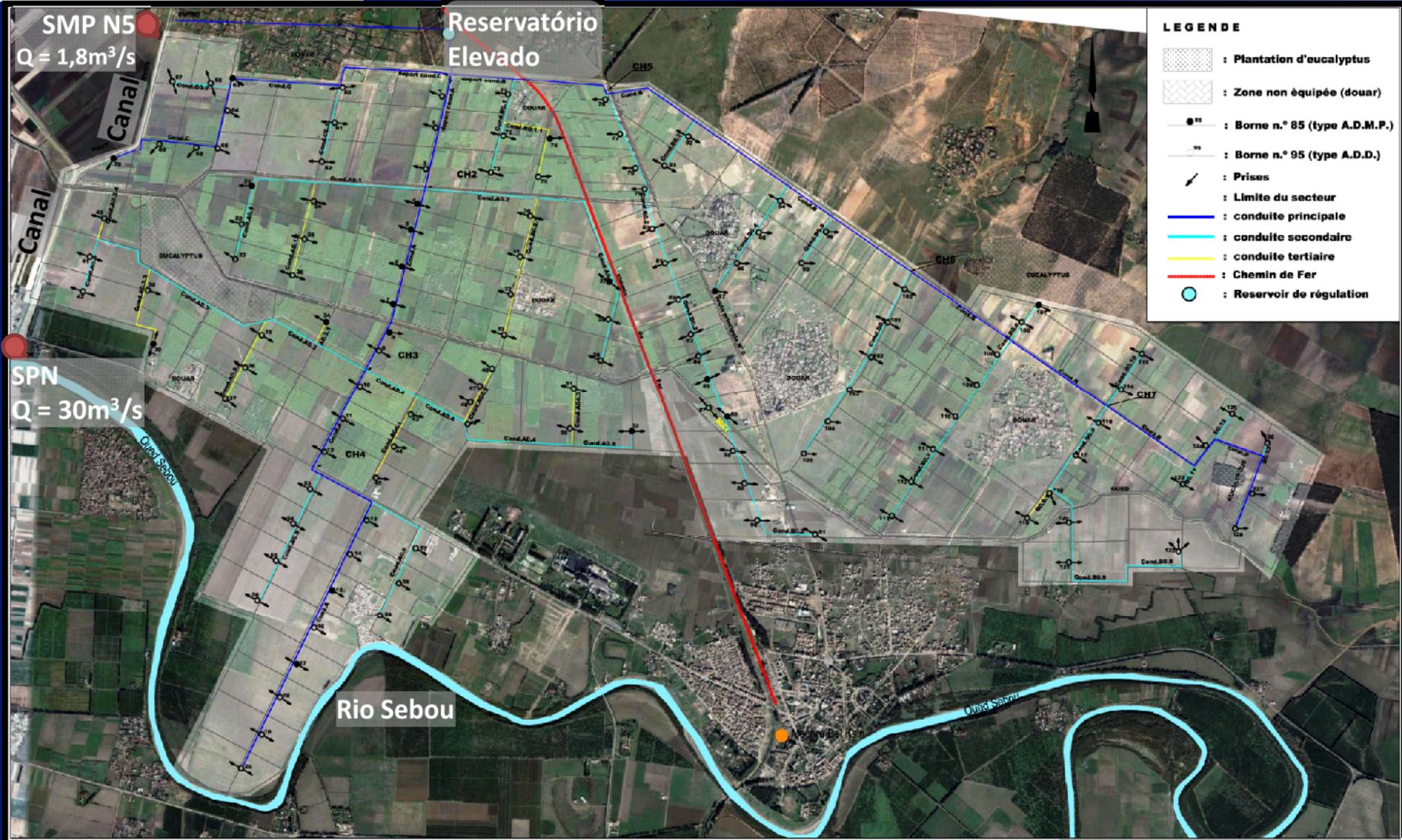
### Estação Elevatória SMPN5:

- 3 grupos principais + 2 auxiliares;
- caudal total = 1775 l/s.

### Reservatório Elevado:

- Nível mínimo de exploração = 88 m;
- Diâmetro = 12,5 m

## SECTOR DE REGA N5



Fonte: Imagem retirada do Google Earth.

## DEFINIÇÃO DOS CENÁRIOS DE ESTUDO

- Cenário A – Rede de rega a funcionar com as condições mínimas necessárias para utilização do método de rega por aspersão.

Pressão mínima a montante dos hidrantes = 53m

- Cenário B – Rede de rega a funcionar com as condições mínimas necessárias para utilização do método de rega localizada, com a instalação de uma estação de filtração no início do sistema.

Pressão mínima a montante dos hidrantes = 28m

Ambos os cenários foram estudados considerando a manutenção da rede de rega existente.



## ANÁLISE DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO

### NECESSIDADES DE ÁGUA PARA REGA

SISTEMA DE REGA POR ASPERSÃO					
Cultura	Representatividade no cenário de ocupação cultural (%)	Necessidades em água para o mês de ponta (mm)		Eficiências	
		Líquidas	Brutas	Global	
Cana de açúcar	50%	228	282	Distribuição	0.95
Rotação quadrienal	50%	198	245	Aplicação	0.85
SISTEMA DE REGA LOCALIZADA					
Cultura	Representatividade no cenário de ocupação cultural (%)	Necessidades em água para o mês de ponta (mm)		Eficiências	
		Líquidas	Brutas	Global	
Cana de açúcar	50%	228	267	Distribuição	0.95
Rotação quadrienal	50%	198	232	Aplicação	0.90

#### Dotações Brutas de Água :

- Sistema de rega por aspersão = 2638 m<sup>3</sup>/ha
- Sistema de rega localizada = 2491 m<sup>3</sup>/ha

#### Caudal Fictício Contínuo :

- Sistema de rega por aspersão = 0,985 l/s.ha
- Sistema de rega localizada = 0,930 l/s.ha

## ANÁLISE DOS CAUDAIS DE DIMENSIONAMENTO

• Situação de projecto – caudal de 1514 l/s no início da rede de rega.

- Coeficiente de utilização da rede de rega = 1 (duração diária de rega = 24h);
- Grau de liberdade do agricultor muito reduzido, para a organização da prática da rega;
- Caudal insuficiente para regar toda a área prevista, tendo apenas capacidade para regar cerca de 70 % da área.

• Cenário A – caudal de 2325 l/s no início da rede de rega.

- Coeficiente de utilização da rede de rega = 0,935 (duração diária de rega = 22,4h);
- Grau de liberdade do agricultor reduzido, para a organização da prática da rega;
- Caudais de dimensionamento da rede de rega muito superiores aos definidos no projecto inicial, implicando a necessidade de reforço dos diâmetros de alguns troços de condutas (17,7 km – cerca de 34% da extensão total da rede de rega).

• Cenário B – caudal de 1880 l/s no início da rede de rega.

- Coeficiente de utilização da rede de rega = 0,917 (duração diária de rega = 22h);
- Caudais de dimensionamento da rede de rega muito superiores aos definidos no projecto inicial;
- Verifica-se que a rede de rega existente tem capacidade para transportar os caudais determinados para o cenário B, sem necessidade de reforço dos diâmetros das condutas.

Aplicação da 1.ª Fórmula de Clément

## ANÁLISE DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DA REDE

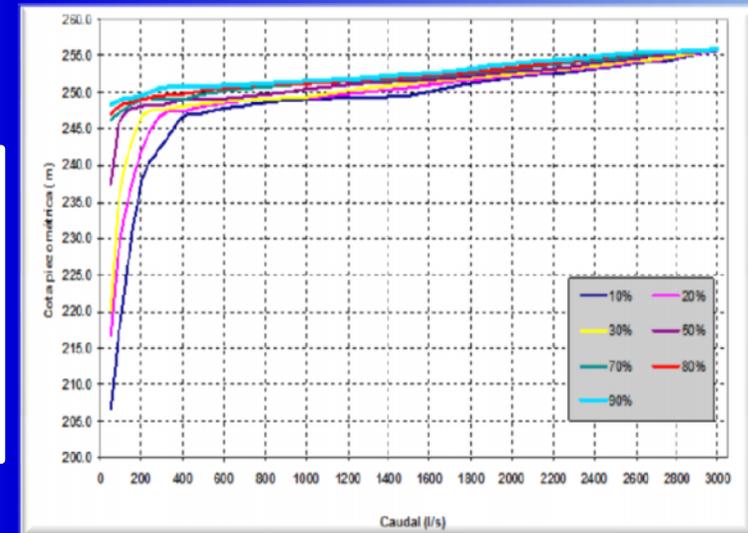
### Utilização do Software COPAM

#### Regimes de caudal

- As condições de serviço (pressão e caudal) numa boca de rega, para uma determinada capacidade hidráulica da rede, dependem do caudal no início da rede e da localização dos bocas de rega em funcionamento simultâneo.
- Para um determinado caudal pedido no início da rede podem registar-se muitas combinações de bocas de rega em funcionamento simultâneo.
- Na presente análise do desempenho hidráulico da rede de rega, foi solicitado ao modelo a elaboração de 900 configurações aleatórias.

#### Curvas características indexadas

As curvas características indexadas permitem avaliar o desempenho global da rede, indicando qual a percentagem de configurações que não são satisfeitas para uma determinada condição no início da rede, isto é, para cada par caudal,  $Q_0$ , e cota piezométrica,  $Z_0$ .



## ANÁLISE DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DA REDE

### Utilização do modelo de cálculo AKLA do Software COPAM

O modelo AKLA calcula, para o ponto de funcionamento da rede, a pressão de cada boca de rega em funcionamento,  $H$ . Este cálculo é feito para vários regimes de caudal. A partir dos valores de  $H$ , o modelo calcula os seguintes indicadores de desempenho:

#### Diferenças relativas de pressão

$$\Delta H_i = \frac{(H_{i, \text{máx}} - H_{i, \text{mín}})}{H_{i, \text{nom}}}$$

A análise das diferenças relativas de pressão permite avaliar os limites de funcionamento dos hidrantes assim como identificar quais são as bocas de rega que apresentam diferenças relativas de pressão negativas ( $\Delta H$ ).

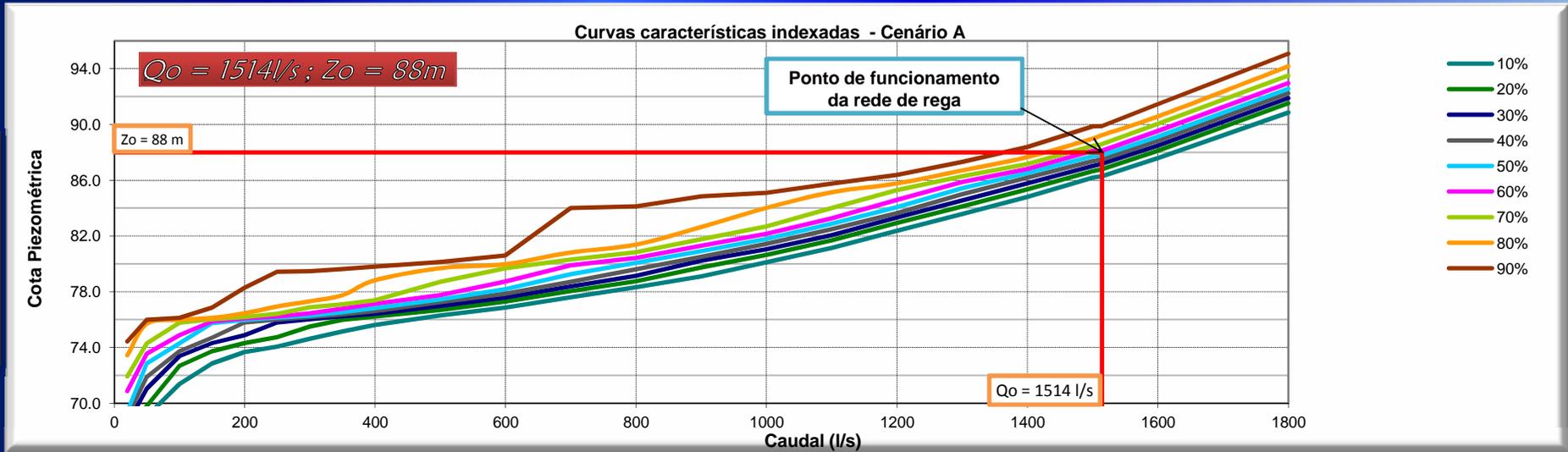
#### Fiabilidade

$$F_i = \frac{\sum_{t=1}^{T_i} \mathbb{1}_{\{H_{i,t} \geq H_{\text{mín}}\}}}{\sum_{t=1}^{T_i} \mathbb{1}_{\{H_{i,t} > 0\}}}$$

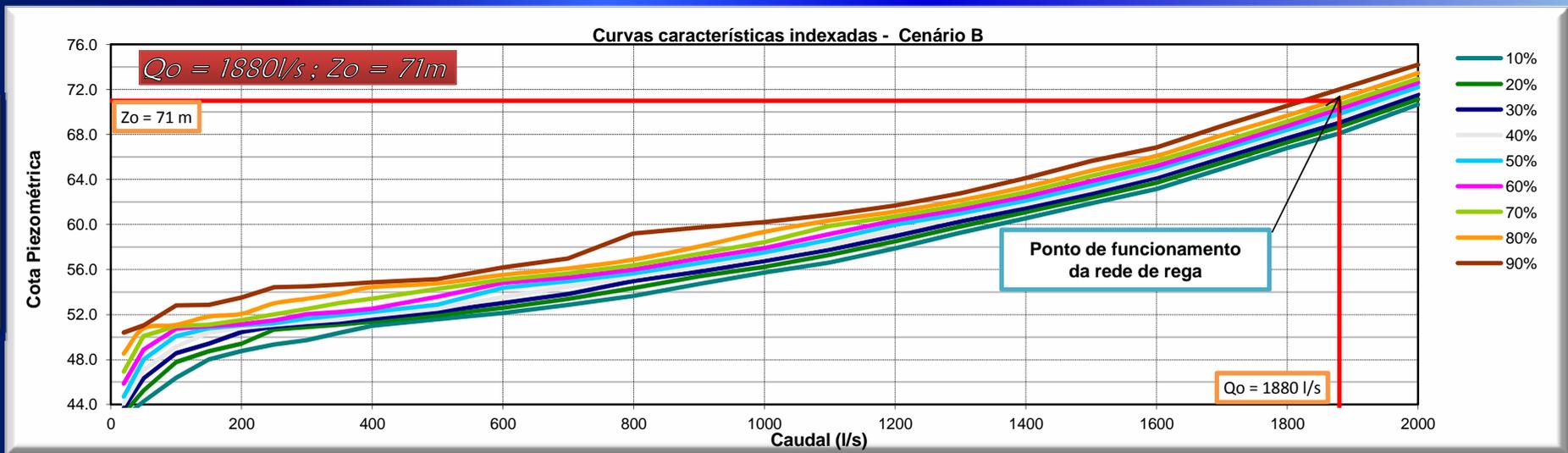
O indicador fiabilidade é calculado para cada boca de rega e procura traduzir qual é a probabilidade da pressão na boca de rega ser igual ou maior ao valor  $H_{\text{mín}}$  para as condições de funcionamento da rede no período de ponta.

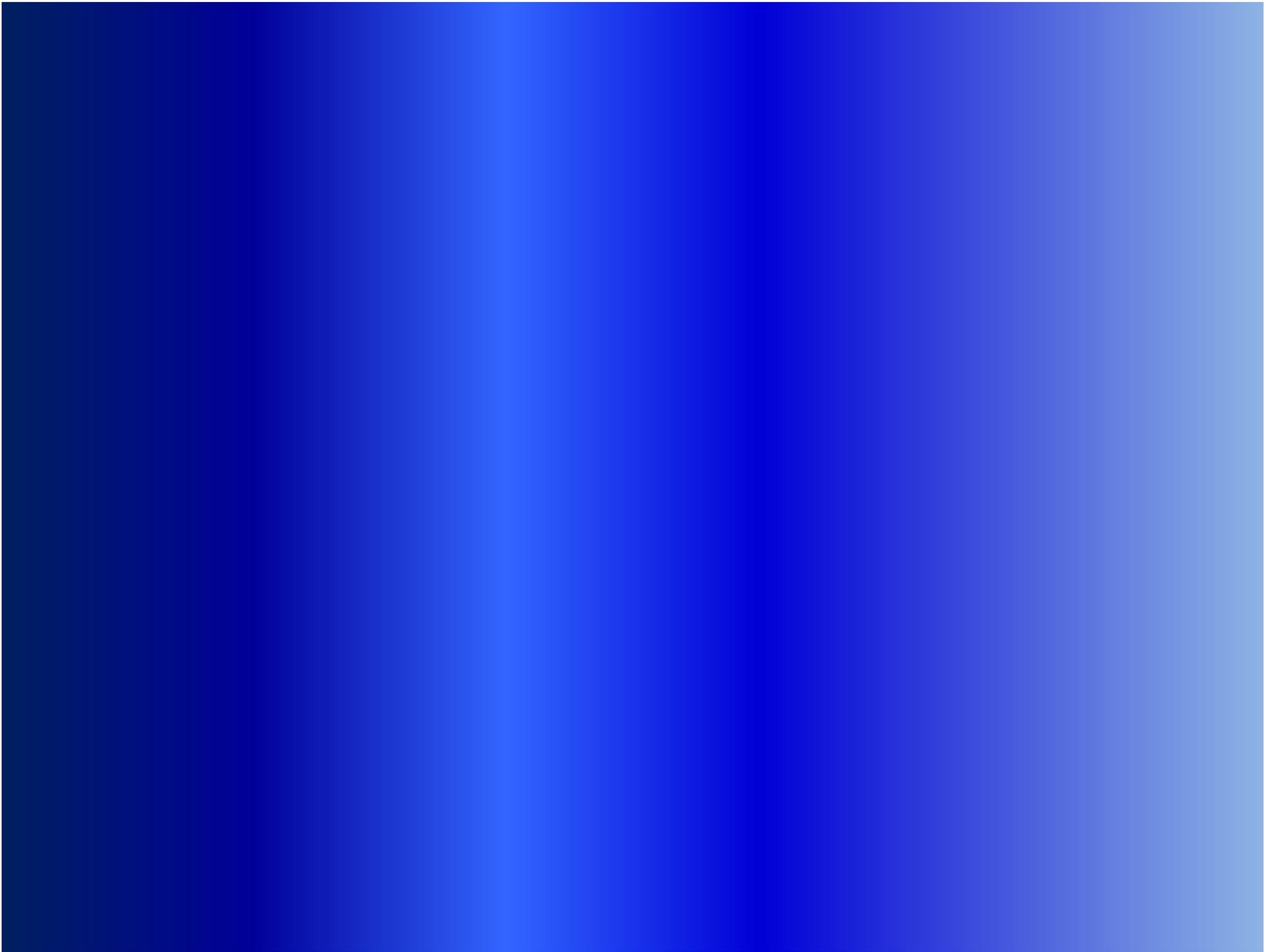
ANÁLISE DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DA REDE – Curvas Características indexadas

CENÁRIO A



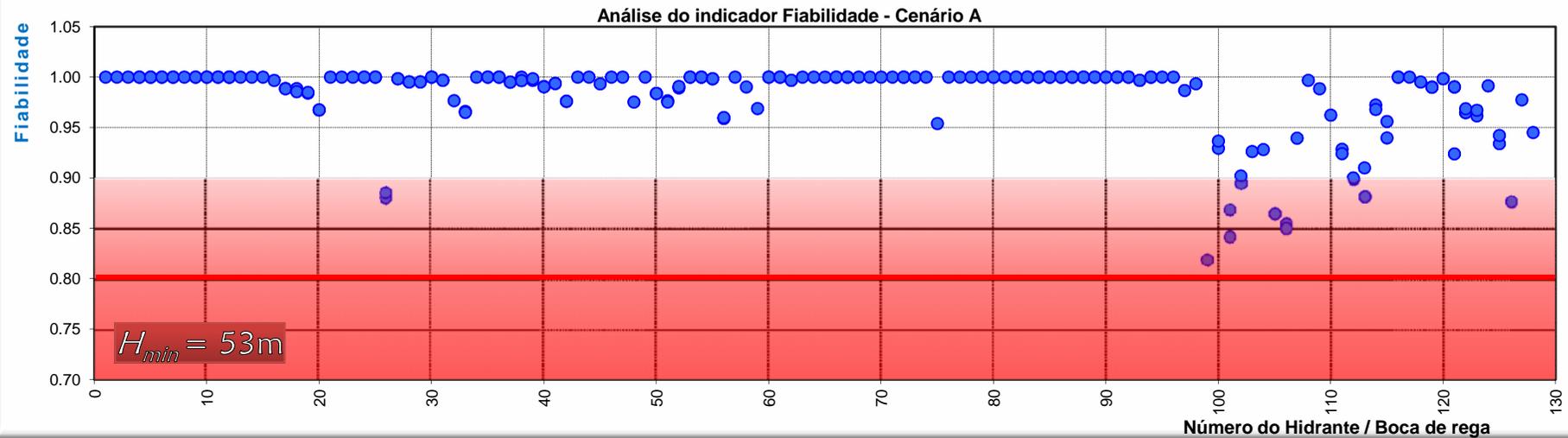
CENÁRIO B



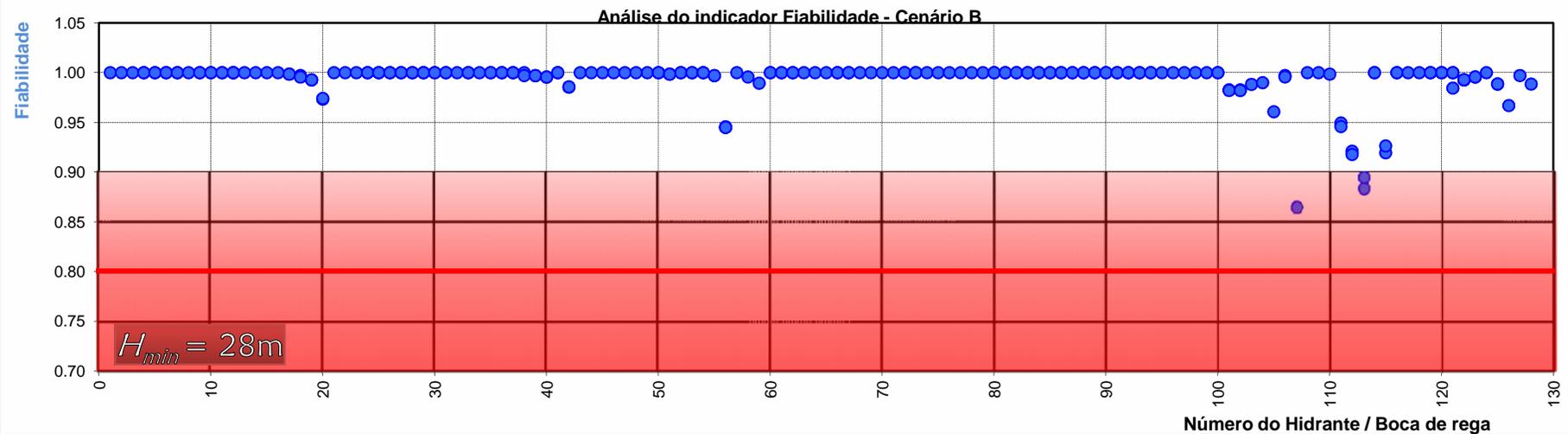


## ANÁLISE DO DESEMPENHO HIDRÁULICO DA REDE – Fiabilidade

CENÁRIO A



CENÁRIO B



**COBA**  
CONSULTORES DE  
ENGENHARIA  
E AMBIENTE



## ESTUDO DO SISTEMA ELEVATÓRIO – Estação Elevatória SMP N5

### Sistema de regulação existente.

•  $Q_{\text{total}} = 1775 \text{ l/s}$  | Altura manométrica = 80,5 m

• 3 grupos principais (425l/s cada) + 2 grupos auxiliares (250l/s cada);

No sistema de regulação existente os arranques e paragens dos grupos são determinados pela detecção do nível de água no reservatório elevado. O reservatório compensa, de uma forma automática, o diferencial de caudal entre o que a rede consome e o que a estação elevatória fornece.

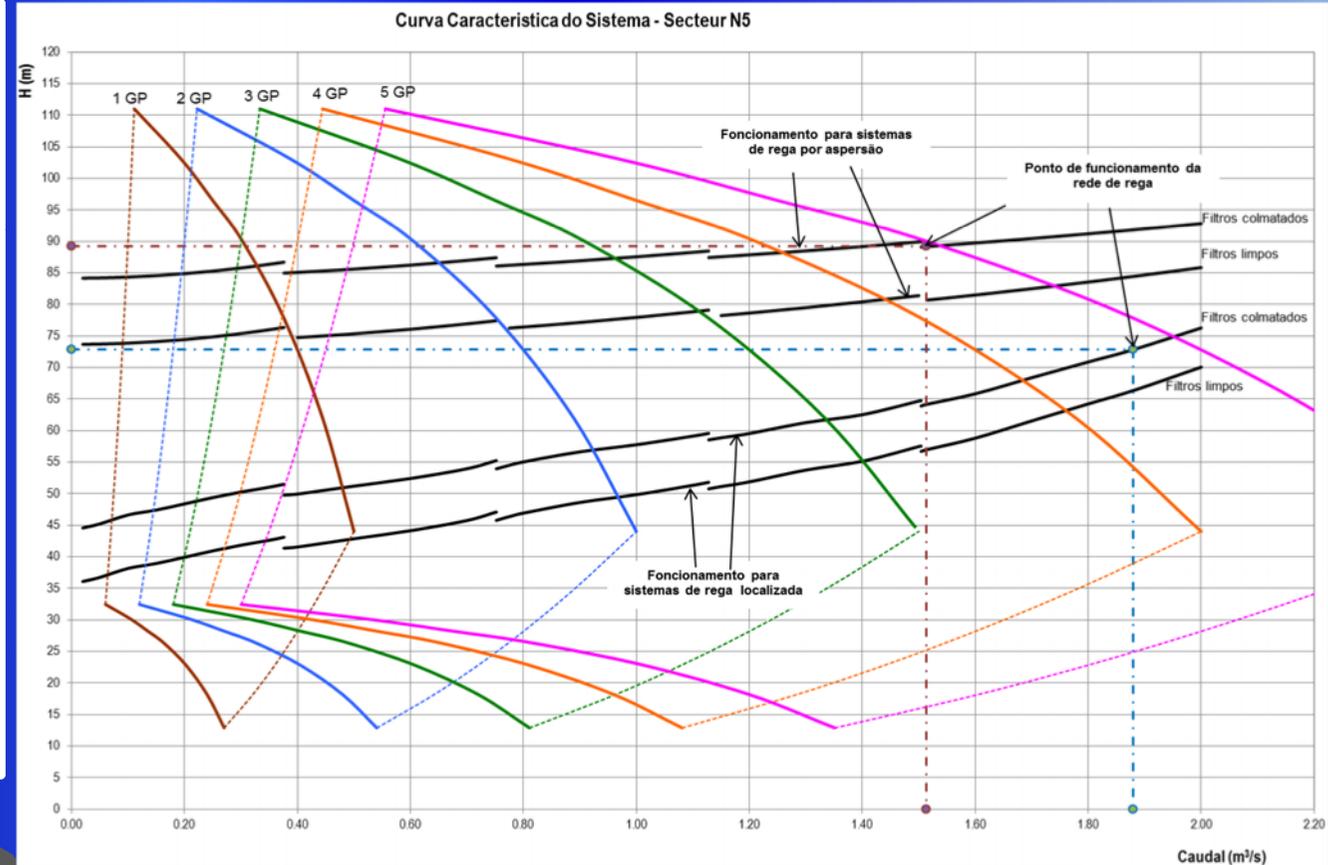
Com a reconversão dos sistemas de rega a cota piezométrica vai ser significativamente inferior (71) ao nível mínimo do reservatório (88), esta solução de regulação não é adequada.

## ESTUDO DO SISTEMA ELEVATÓRIO – Estação Elevatória SMP N5

### Sistema de regulação proposto

Uma solução com 5 grupos de velocidade variável, resultou como sendo a mais adequada, para cumprir as condições de serviço do cenário A e do cenário B.

A grande vantagem desta solução de regulação manobitométrica, com grupos de velocidade variável, em comparação com as restantes, está associada à significativa economia de energia que se obtém pelo facto de, em cada situação de solicitação da rede, o caudal ser fornecido com a pressão estritamente necessária e não em excesso como as outras soluções estudadas.



## PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO ESTUDO

- A aplicação da metodologia proposta pela FAO para o dimensionamento e avaliação de sistemas de rega em pressão, permitiu realizar uma correcta avaliação da possibilidade de reconversão da rede de rega do sector N5 do perímetro do Gharb;
- Os resultados obtidos permitiram demonstrar que o processo de reconversão é viável, sem que para tal seja necessário recorrer a alterações na rede de distribuição existente;
- Para além do ganho energético obtido com a redução da cota piezométrica no início da rede de distribuição, consegue-se obter uma melhoria da qualidade do serviço fornecido aos agricultores;

## PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO ESTUDO

- O desempenho hidráulico da rede existente apresenta melhores indicadores no cenário B de reconversão para sistemas de rega localizada;

A informação obtida com a análise do desempenho hidráulico da rede de distribuição foi essencial para a avaliação, concepção e dimensionamento optimizado da solução de reabilitação/modernização do sistema elevatório, conseguindo-se obter uma solução global flexível, equilibrada e vantajosa em termos de economia de consumo energético, ao ter-se optado por um sistema de regulação mano-debitimétrica, com a instalação de 5 grupos electrobomba de velocidade variável associados a 3 reservatórios hidropneumáticos, cada um com com 40 m<sup>3</sup> de volume.

**Obrigado pela vossa atenção**