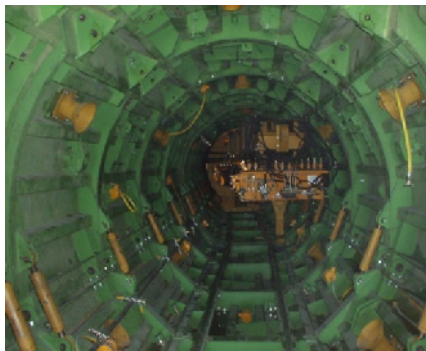


PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL DO CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

APROVEITAMENTO HIDROAGRÍCOLA DA COVA DA BEIRA



**A ENGENHARIA DOS APROVEITAMENTOS
HIDROAGRÍCOLAS: Actualidade e desafios
futuros**



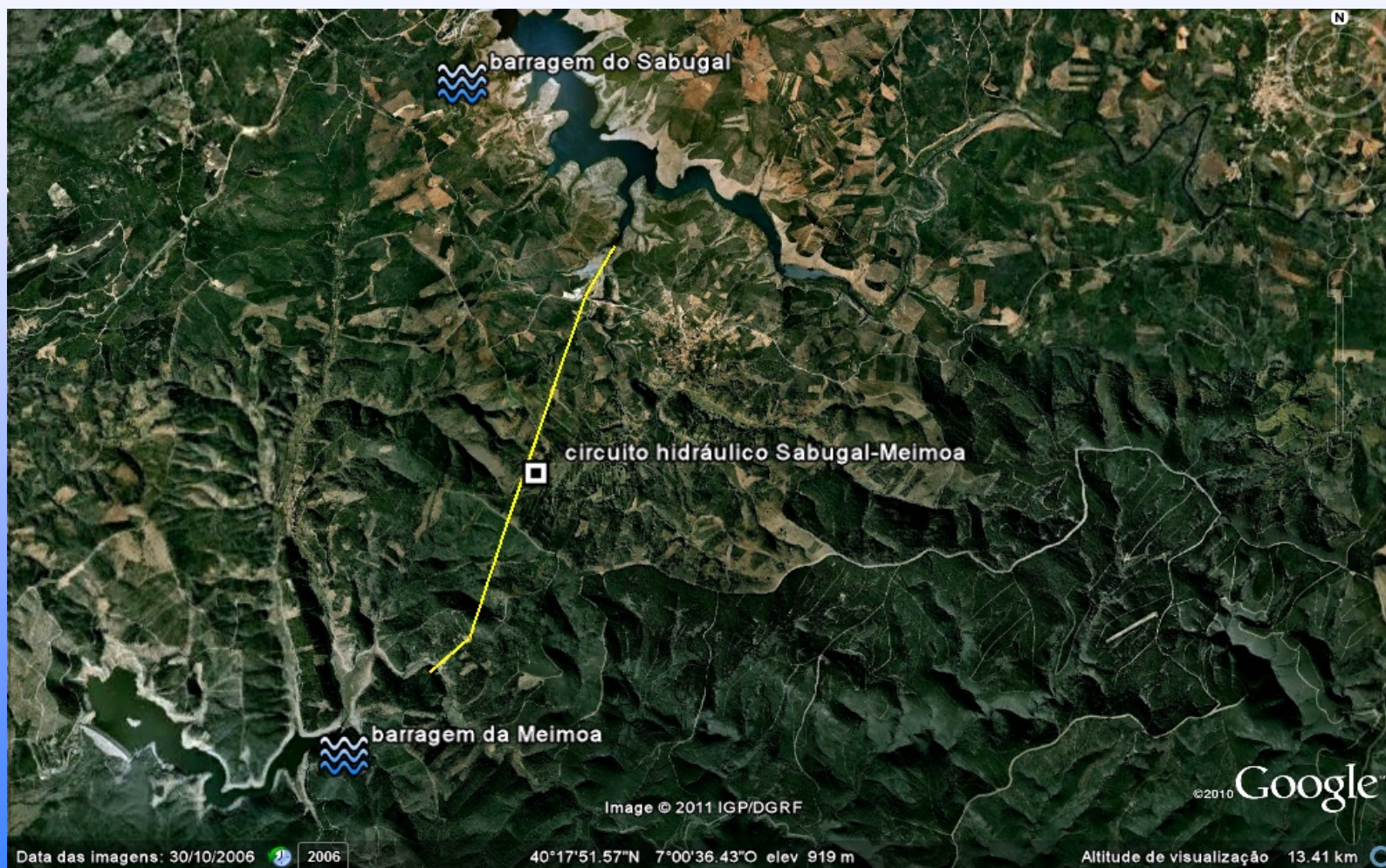
**JORNADAS DA APRH
13 a 15 de Outubro de 2011**

Manuela Matos



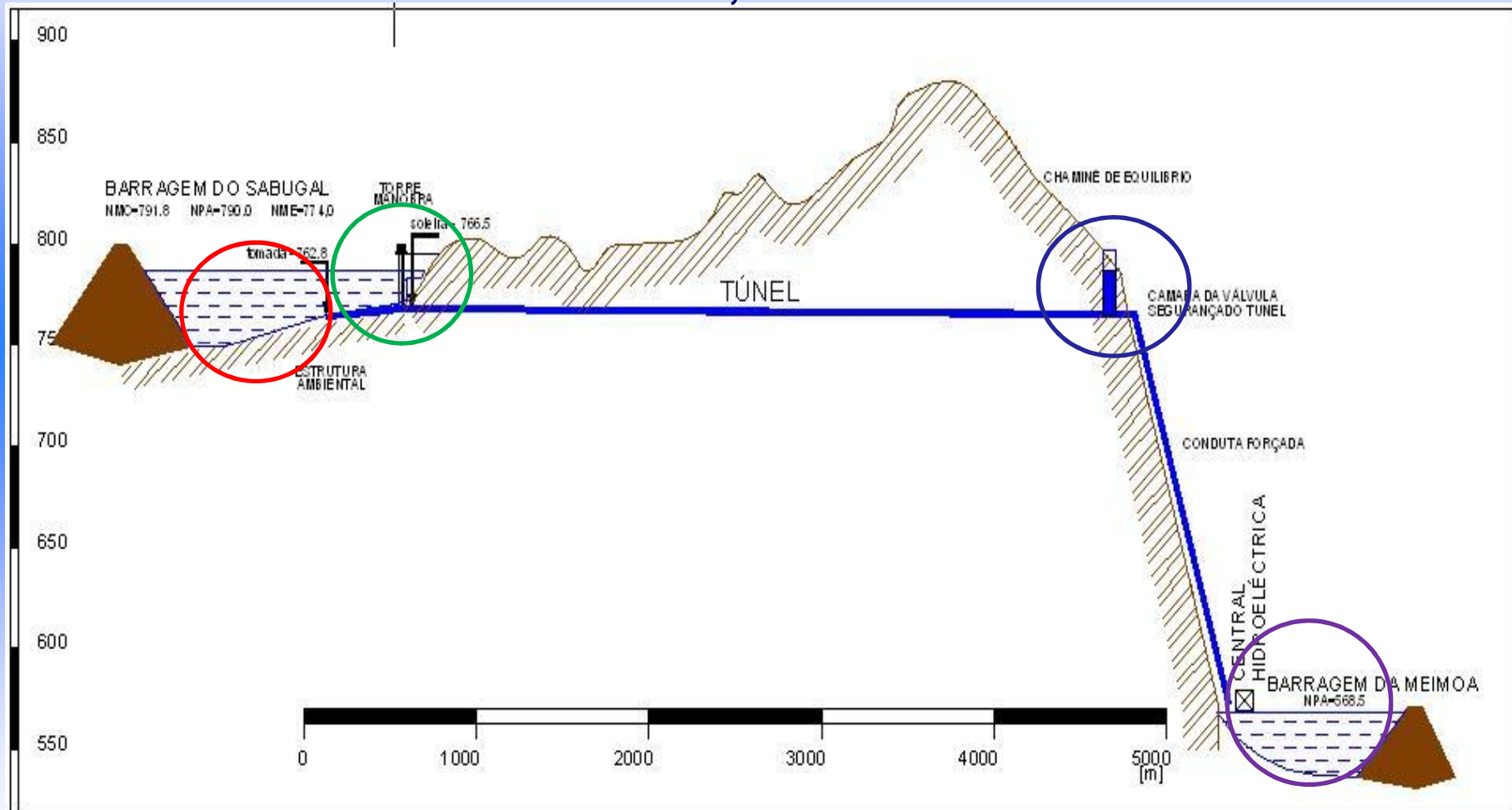
CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

Para transferir água da Barragem do Sabugal, na bacia do Douro, para a da Meimoa, na bacia do Tejo, foi construído o Circuito Hidráulico Sabugal-Meimoa



CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

Este Circuito Hidráulico tem uma extensão total de 5,1 km e vence um desnível de 211.5 m, atravessando a serra da Malcata.



CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

A obra é constituída pelas diversas infra-estruturas, indicadas de montante para jusante:

- Por razões ambientais a tomada de água foi afastada da margem e instalada a maior profundidade. É constituída por uma estrutura submersa na albufeira do Sabugal, com 12 entradas equipadas com grades finas e comportas de maré;
- A esta estrutura segue-se uma conduta de betão de 2,50 m de diâmetro com 360 m de comprimento que estabelece a ligação com a torre de manobra;



CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

- A torre de manobra tem 30 m de altura, e está equipada com uma comporta vagão, que permite efectuar o eventual fecho do circuito;
- O Túnel tem secção circular com 3,00 m de diâmetro e 4122 m de extensão, O emboquilhamento de montante situa-se junto à aldeia da Malcata e o de jusante na encosta sobre a aldeia do Meimão;



CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

- A Chaminé de equilíbrio, fica a cerca de 93 m a montante do emboquilhamento de jusante, com 5,00 m de diâmetro e 47,75 m de altura;
- Na zona terminal, para ligação à albufeira da Meimoa foi instalada uma conduta forçada em aço, com diâmetro variável entre 1,60 e 1,20 m e 556 m de desenvolvimento, apoiada sobre 34 berços e seis maciços de ancoragem nos vértices;



CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

- A estrutura de derivação está equipada com uma válvula dispersora de DN 700mm, que permite a transferência directa da água, para a albufeira da Meimoa;
- Em situação normal o volume transferido entre as duas albufeiras é turbinado na Central Mini-hídrica do Meimão, aproveitando-se assim o desnível natural existente.



TÚNEL SABUGAL-MEIMOA

Principais características do Túnel:

- Secção de escavação com 3,6m de diâmetro, para uma secção final de 3,0m;
- 3 troços rectos separados por curvas, com 100m de raio;
- Inclinação constante de 0,3265%, com pendente para jusante;
- Maciço a atravessar constituído por alternâncias de xistos e rochas grauvacóides, *decomposto a muito alterado* até 10m de profundidade melhorando progressivamente, apresentando-se são em profundidades de cerca de 30 a 40m .

Trabalhos a realizar:

- Escavação a céu aberto ou em galeria;
- Colocação de suportes primários;
- Revestimento final em betão com 0,3m de espessura.

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL

1ª Empreitada

A escavação do túnel começou por ser realizada por métodos tradicionais, com recurso a explosivos e duas frentes de trabalho, ou seja uma por montante e outra por jusante.(Nesta fase foram escavados cerca de 100m a montante e 50 a jusante)

Principais problemas:

- Elevado consumo de materiais no sistema de contenção primário, nomeadamente rede malhasol, betão projectado, pregagens e cambotas;
- Dificuldade em encontrar local para depósito do material resultante da escavação a distância razoável, fora do Parque Natural da Serra da Malcata;
- Necessidade de atravessar esta zona protegida, com equipamento pesado para transportar o material proveniente da zona de jusante

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL

2ª Empreitada

•Após a adjudicação da empreitada e apesar de, na proposta da empresa vencedora estar prevista a escavação com explosivos, foi decidido realizar a escavação do túnel com tuneladora, modificação que resultou da apresentação de uma variante pelo empreiteiro.

Foram factores fundamentais para esta decisão:

- A adequação da tuneladora à secção e comprimento do túnel;
- A menor perturbação do maciço rochoso
- A realização da obra numa única frente de trabalho, de montante para jusante,
- A Instalação do estaleiro, da central de betão e da fossa para descarga do material escavado, na albufeira do Sabugal ou seja fora do Parque da Malcata

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - escavação

Tuneladora

- marca Wirth, modelo TB 360H , com cerca de 135m de comprimento incluindo cabeça, grippers de apoio e back-up;



- Back-up que engloba as plataformas de apoio como a cabine de comando, os robots para perfuração e do betão projectado, os reboques eléctrico, do transformador, do compressor, do depósito de água etc, num total de 9 plataformas atingindo cerca de 100m de comprimento;



PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - escavação

- Tapetes rolantes para encaminhamento do material escavado até às vagonetas que o transportam para o exterior
- Vagonetes para transporte de materiais e de pessoal



PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - escavação

Modo de execução dos trabalhos:

- A escavação era conseguida através de uma força de empurre de 4900kN e da rotação da cabeça e dos 34 roletes com 12" e 14" de diâmetro, com velocidade regulável entre 0 e 12 rpm. Para apoio ao terreno circundante contribuíaam os 8 grippers, cada um com uma força de 2 Mpa.



- O trabalho foi realizado em contínuo, durante as 24 horas diárias e 30 dias por mês, em regime de 3 turnos, sendo cada avanço da tuneladora de 1,2m.

- Em dois turnos, o da tarde e da noite realizava-se a escavação propriamente dita. No terceiro, durante a manhã eram realizados os trabalhos complementares.

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - escavação

Modo de execução dos trabalhos (continuação):

- Nesse turno e para permitir o avanço da tuneladora era necessário acrescentar todos os equipamentos, tais como tubagens de água, de ar, instalação eléctrica bem como colocação de carris.
- O guiamento da máquina era efectuado através de raio lazer incorporado no próprio back-up;
- O material escavado era conduzido até ao exterior por um comboio com 8 vagonetas.
- O rendimento médio de escavação foi de 10,2 m/dia e no dia de melhor rendimento atingiu-se 36,2m.

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - betonagem

- Após conclusão da escavação, que terminou com a chegada da tuneladora ao emboquilhamento de jusante e pela sua desmontagem, iniciou-se o revestimento definitivo em betão com 30cm de espessura.

- A betonagem foi realizada com a utilização de uma cofragem telescópica que permitiu betonagens de 12m e foi efectuada no sentido de jusante para montante.

- A cofragem disponha de janelas a diferentes cotas e permitia uma vibração adequada para melhor aplicação do betão.



PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL - betonagem

- O betão produzido na central instalada na albufeira do Sabugal foi transportado para o interior do túnel por uma vagoneta especifica para esse efeito.



- À medida que a betonagem era realizada, eram desmontados os carris e todos os restantes equipamentos que permitiam trabalhar dentro do túnel, tais como as tubagens de ar, água e energia, ficando a secção totalmente livre.



PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL

Vantagens :

- Ausência de utilização de explosivos e conseqüentemente maior segurança no trabalho;
- Menor perturbação do maciço rochoso ;
- Escavação praticamente igual à teórica ;
- Redução significativa de revestimento provisório;
- Maior rapidez na realização da escavação com avanços de 1,20m;
- Encaminhamento de todo o material escavado para uma fossa localizada na albufeira do Sabugal;
- Elevada qualidade de escavação e de betonagem;
- Realização da obra numa única frente de trabalho, de montante para jusante minimizando os impactes na zona de jusante inserida no Parque Natural da Serra da Malcata.;
- Aproveitamento do material escavado para aplicação em caminhos agrícolas ou rurais da zona, dada a sua qualidade, dimensão e facilidade da utilização.

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL

Conclusões:

- A evolução dos equipamentos e dos processos construtivos permite assegurar maior qualidade, segurança e rapidez nas obras;
- Neste caso, o recurso à tuneladora garantiu melhores condições ambientais, bem como uma economia significativa em alguns dos materiais empregues.
- A utilização da cofragem telescópica melhorou significativamente a qualidade do revestimento final;
- Obras de maior dimensão facilitam a aplicação de processos construtivos mecanizados, pois embora correspondam a investimentos significativos, são facilmente diluídos no custo final das mesmas;

PROCESSO CONSTRUTIVO DO TÚNEL

Importa ainda referir que esta obra permitiu uma experiência muito gratificante para os técnicos nela envolvidos, por ter sido pela primeira vez utilizada uma tuneladora na escavação de um túnel inserido em obras hidroagrícolas

e que para o seu sucesso, foi fundamental o facto das decisões tomadas resultarem de discussão e troca de experiências entre todos os intervenientes, Dono de obra (DGADR), Projectista (COBA), Fiscalização (CENOR) e empreiteiro (ZAGOPE) / sub-empreiteiro (SPIE/BATIGNOLE).

CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA



Estaleiro da obra

CIRCUITO HIDRÁULICO SABUGAL-MEIMOA

OBRIGADA