

**CPPE – COMPANHIA PORTUGUESA DE PRODUÇÃO DE
ELECTRICIDADE, S. A.**

**AVALIAÇÃO COMPARADA DOS APROVEITAMENTOS DO BAIXO SABOR E
DO ALTO CÔA**

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

**VOLUME II – IDENTIFICAÇÃO, JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS:
BAIXO SABOR E ALTO CÔA**

NOTA INTRODUTÓRIA

O presente volume é composto por três capítulos, onde se apresentam, respectivamente:

- Uma introdução aos projectos em avaliação onde se faz a sua identificação, se descreve o proponente e a entidade licenciadora, bem como os responsáveis pelos estudos. É também descrita a metodologia geral do estudo e a estrutura do mesmo (Capítulo II.1);
- A justificação dos projectos e o seu enquadramento no âmbito das políticas energéticas e ambientais (Capítulo II.2);
- A descrição dos projectos, em que no caso do Baixo Sabor corresponde a uma síntese dos desenvolvimentos apresentados no respectivo EIA de 1999, com as actualizações decorrentes das alterações aos estudos técnicos de 1996, e no caso do Alto Côa, à sua apresentação em termos mais detalhados, tendo por base os estudos de 1977 e de 1988 (Capítulo II.3).

II.1 – INTRODUÇÃO

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO E DO PROPONENTE

O presente Estudo de Impacte Ambiental (EIA) tem como objecto proceder à avaliação comparada dos impactes ambientais do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor e do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa, cujas localizações se apresentam na FIG. II.1.1.

O empreendimento do Baixo Sabor foi já objecto de um Estudo de Impacte Ambiental, em fase de Estudo Prévio, bastante exaustivo (desenvolvido entre 1996-1999), tendo o respectivo processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) sido concluído no início de 2000.

Nesse âmbito, o Senhor Secretário de Estado do Ambiente emanou em 19 de Abril de 2000 um despacho relativo à AIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor que refere a necessidade de se avaliar a alternativa considerada no *Plano de Expansão do Sistema Eléctrico*, tendo em atenção a sensibilidade ecológica da área em análise no Baixo Sabor.

Nessa sequência tornou-se necessário reformular o EIA efectuado, de modo a considerar a variante equacionada nos estudos de apoio ao Plano de Expansão do Sistema Eléctrico de Serviço Público (SEP), correspondente à constituição de uma importante reserva de água no troço médio/superior do rio Côa.

Assim, o estudo em referência tem como objectivo proceder à avaliação comparada dos impactes ambientais do aproveitamento hidroeléctrico do Baixo Sabor e do aproveitamento hidroeléctrico do Alto Côa, incluindo a identificação do mais vantajoso do ponto de vista ambiental.

Nesta análise comparativa distinguem-se desde logo:

- a) A **localização dos empreendimentos**, e consequentemente, as características ambientais e socioeconómicas dos locais de implantação: Baixo Sabor e Alto Côa;

- b) As **características dos projectos**, em ambos os casos em fase de Estudo Prévio, mas que implicam elementos e estruturas diferentes, com os **seguintes conjuntos de alternativas** em estudo para cada uma das localizações:
- No Baixo Sabor: a localização do escalão principal, o equipamento do contra-embalse, as cotas da albufeira principal e o tipo de barragem;
 - No Alto Côa: o esquema técnico do circuito hidráulico de Pero Martins, com alternativas de restituição na albufeira do Pocinho ou num contra-embalse, para além de uma derivação complementar alternativa num dos esquemas de funcionamento.

O proponente dos estudos relativos aos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa é a CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, S.A., mandatada pela Direcção-Geral de Energia, na sequência do despacho exarado pelo Senhor Secretário de Estado do Ambiente ao parecer da Comissão de Avaliação do Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

2. ENTIDADE LICENCIADORA

A entidade licenciadora é a Direcção-Geral de Energia (DGE).

3. RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS E SUA DURAÇÃO

Tal como já tinha sucedido com o Estudo Prévio do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, o Estudo Prévio do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa foi desenvolvido pela actual EDP PRODUÇÃO EM – Engenharia e Manutenção, S.A. (empresa na qual se integrou a então HIDRORUMO – Projecto e Gestão, S.A.). Esta empresa também acompanhou a elaboração do Estudo de Impacte Ambiental elaborado pelo consórcio das empresas AGRI-PRO AMBIENTE Consultores, S.A. e ECOSSISTEMA, Consultores em Engenharia do Ambiente, Lda.

Os estudos desenvolvidos no quadro do EIA iniciaram-se com a realização da Proposta de Definição do Âmbito (PDA), no quadro do novo regime de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), que decorreu entre Julho e Outubro de 2000, tendo sido os estudos concluídos em Setembro de 2002.

O consórcio reuniu para o efeito uma equipa técnica multidisciplinar com grande experiência na elaboração deste tipo de estudos, tendo estado já envolvida na realização do EIA do Aproveitamento do Baixo Sabor.

FIG. II. 1. 1 – Localização dos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa

A sua constituição e organização é a que se apresenta no quadro seguinte:

| Nome | Formação | Área de Intervenção |
|---|---|---|
| Coordenação Geral | | |
| Rui Coelho | Engenheiro Químico especializado em Estudos de Impacte Ambiental, com vasta experiência de direcção e coordenação de projectos. | Director Técnico Coordenação Geral |
| Júlio de Jesus | Engenheiro do Ambiente especializado em Estudos de Impacte Ambiental, com vasta experiência de direcção e coordenação de projectos. | Coordenação Geral |
| Coordenação Técnica | | |
| Fátima Teixeira | Geógrafa com vasta experiência em coordenação de projectos, especialista em factores físicos e humanos e em avaliação de impactes. | Coordenação e Integração das Áreas Temáticas |
| Carlos Nuno | Antropólogo, Mestre em Planeamento Regional e Urbano com vasta experiência em coordenação de projecto. | Coordenação e Integração das Áreas Temáticas |
| Justificação e Descrição do Projecto | | |
| Rui Coelho | --- | Justificação do Projecto |
| Fátima Teixeira | --- | Descrição do Projecto |
| António Guedes de Campos | Engenheiro Civil especialista em infraestruturas hidráulicas. | Detalhes de Projecto |
| Factores Físicos | | |
| Fátima Teixeira | --- | Coordenação |
| Carlos Costa | Geólogo doutorado em Geotecnia com grande experiência em estudos geológicos e hidrogeológicos. | Geologia e Hidrogeologia |
| José Saldanha Matos António Pinheiro | Doutores em Engenharia Civil, especializados em hidrologia e recursos hídricos. | Hidrologia e Hidráulica |
| Maria José Morais | Engenheira Florestal com experiência na identificação e na caracterização dos solos. | Solos |
| Margarida Sousa e Silva | Licenciada em Geografia e Planeamento Regional e em Arquitectura. | Climatologia |

(Cont.)

| Nome | Formação | Área de Intervenção |
|---|---|--|
| Factores Biológicos | | |
| Rui Coelho Fátima Teixeira | --- | Coordenação |
| Sofia Costa | Engenheira Biofísica. | Enquadramento Ecológico Regional |
| Carlos Souto Cruz e equipa | Engenheiro Florestal com vasta experiência em estudos da flora e vegetação e metodologias de avaliação. | Flora e Vegetação |
| Nuno Formigo e equipa | Biólogo, Doutoramento em biologia aquática e dinâmica populacional. | Ecosistemas Aquáticos e Macroinvertebrados e Qualidade Biológica da Água |
| Paulo Cortez e equipa | Engenheiro Zootécnico, Mestre em Gestão de Recursos Naturais. | Avifauna |
| Lúcio Pires do Rosário e equipa | Engenheiro Técnico Agrário, licenciado em Gestão de Informação, especialista com profundo conhecimento da fauna nacional. | Fauna Terrestre |
| Factores de Qualidade do Ambiente | | |
| Júlio de Jesus | --- | Coordenação |
| Leonor Pinto | Engenheira do Ambiente. | Qualidade da Água |
| Factores Humanos | | |
| Júlio de Jesus | --- | Coordenação |
| João José Martins Carlos Nuno | Sociólogo, especializado em impactes sociais. --- | Socioeconomia |
| Carlos Rio Carvalho e António Barreto | Engenheiros Florestais. | Economia Agrária |
| Nuno Cruz de Carvalho Adalgisa Cruz de Carvalho e equipa | Arquitecto Paisagista. Arquitecta Paisagista, doutora em Artes técnicas da Paisagem. | Paisagem |
| Maria do Rosário Partidário e equipa | Engenheira do Ambiente, Mestre em Planeamento Regional e Urbano, Doutora em Avaliação Ambiental. | Turismo |
| Carlos Nuno | Antropólogo, Mestre em Planeamento Regional e Urbano. | Património Cultural |
| Fernando Rodrigues Ferreira Marcos Garcia Diez e equipa | Licenciado em História, Arqueólogo. Licenciado em Arqueologia. | Arqueologia |
| Maria do Rosário Partidário Sofia Antunes e equipa | --- Engenheira do Ambiente. | Ordenamento do Território |

(Cont.)

| Nome | Formação | Área de Intervenção |
|---|---|---|
| Avaliação Comparada do Baixo Sabor e do Alto Côa | | |
| Rui Coelho Fátima Teixeira | --- | Coordenação |
| Rui Coelho Júlio de Jesus Fátima Teixeira Carlos Nuno Painel de Especialistas | --- | Avaliação Comparada dos Empreendimentos |
| Larry Canter Júlio de Jesus | Engenheiro Civil, Mestre em Engenharia Sanitária, Doutor em Avaliação de Impactes Ambientais. --- | Impactes Cumulativos |
| | | Impactes Cumulativos |
| Cartografia | | |
| Eduardo Rayagra | Especialista em Sistemas de Informação Geográfica. | Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia |
| Inês Lopes | Engenheira Agrónoma especialista em Sistemas de Informação Geográfica. | Sistemas de Informação Geográfica e cartografia |
| Ricardo Rodrigues | Designer. | Desenhos e Figuras |

4. ENQUADRAMENTO LEGAL

Os estudos ambientais foram desenvolvidos nos termos da legislação em vigor, correspondente ao novo regime jurídico de Avaliação de Impacte Ambiental, aprovado pelo Decreto-Lei 69/2000, de 3 de Maio, com a Declaração da rectificação n.º 7-D/2000, de 30 de Junho, e à Portaria n.º 330/2001, de 2 de Abril, que estabelece as normas técnicas para a estrutura dos estudos de impactes ambientais.

5. ANTECEDENTES DO ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

Como referido anteriormente, o empreendimento do Baixo Sabor foi objecto de um Estudo de Impacte Ambiental (EIA), em fase de Estudo Prévio, bastante exaustivo (1996-1999), elaborado, na sequência de concurso público, pelo consórcio AGRI-PRO AMBIENTE / ECOSSISTEMA, tendo o respectivo processo de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA) sido concluído no início de 2000.

Nesse âmbito, o Senhor Secretário de Estado emanou, em 19 de Abril de 2000, o seguinte despacho relativo à AIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor:

“Considerando que os objectivos do presente empreendimento, o qual representa um reforço das potencialidades energéticas do país em matéria de recursos renováveis e visa constituir uma importante reserva estratégica de água e tendo também em atenção a sensibilidade ecológica da área em análise, cuja classificação como ZPE e como Sítio proposto para integrar a Rede Natura implica o estudo de possíveis alternativas de projecto, e dado que o Plano de Expansão do Sistema Eléctrico prevê uma solução alternativa ao Baixo Sabor, a qual não foi considerada neste estudo, determino a reformulação do EIA.

O EIA reformulado deverá, assim, apresentar uma adequada análise comparativa das soluções alternativas de projecto, tendo presente a prossecução dos objectivos mencionados. Os estudos complementares agora requeridos, aos quais deverá ser atribuído carácter urgente, deverão permitir sustentar a decisão do Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território relativamente à alternativa mais adequada.”

Tornou-se, portanto, necessário reformular o EIA efectuado, de modo a considerar a variante equacionada nos estudos de apoio ao Plano de Expansão do SEP elaborados pela Entidade Concessionária da Rede Nacional de Transporte que, no que concerne à constituição de uma importante reserva de água, se apoia no desenvolvimento dos recursos hídricos do troço médio/superior do rio Côa.

Entre Julho e Outubro de 2000, o consórcio das empresas AGRI-PRO AMBIENTE e ECOSSISTEMA, elaborou para a CPPE – Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade, S.A., mandatada pela Direcção-Geral de Energia, uma Proposta de Definição do Âmbito (PDA) deste novo EIA, no âmbito do novo regime legal de AIA, instituído pelo Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de Maio.

Na sequência da apresentação desta PDA, em Novembro de 2000, foi nomeada pela Direcção-Geral do Ambiente, enquanto Autoridade de AIA, a Comissão de Avaliação. Esta Comissão é presidida pelo Prof. Paulo Pinho, na qualidade de personalidade de reconhecido mérito, e constituída por representantes das entidades competentes e técnicos especializados. A PDA foi objecto de deliberação favorável, ainda em Dezembro de 2000.

6. METODOLOGIA GERAL DO ESTUDO

A metodologia geral adoptada no EIA envolveu as seguintes etapas:

- a) Definição do âmbito do estudo, formalizada em documento entregue no Ministério do Ambiente e cuja aprovação ocorreu em Dezembro de 2000;
- b) Reuniões com o proponente e projectistas; reuniões gerais envolvendo todos os elementos integrantes da equipa do EIA e reuniões sectoriais;
- c) Análise dos elementos de projecto;
- d) Caracterização da situação actual relativa ao ambiente afectado, (correspondendo no caso do Baixo Sabor à sua actualização), envolvendo levantamentos de campo, recolha e análise de informação documental e gráfica e consulta a entidades locais, regionais e nacionais;
- e) Determinação e avaliação de impactes com avaliação comparativa de alternativas em cada um dos empreendimentos;
- f) Análise de impactes cumulativos associados aos empreendimentos;
- g) Identificação de medidas para evitar, reduzir ou compensar os impactes negativos e definição do plano geral de monitorização ambiental;
- h) Análise comparada dos impactes dos dois empreendimentos, tendo em conta as alternativas consideradas globalmente mais favoráveis em cada um deles;
- i) Elaboração do relatório final, previamente analisado e revisto pelo proponente.

Os objectivos, actividades e métodos associados a estas etapas, bem como a descrição pormenorizada das metodologias específicas correspondentes aos diversos aspectos ambientais analisados (biofísicos, de qualidade do ambiente e humanos) são sintetizados nos pontos específicos.

Importa ainda referir que este Estudo envolveu o trabalho conjunto e integrado de uma equipa pluridisciplinar, de modo a que o documento final, agora apresentado, é o resultado dessa integração.

Definição do Âmbito do Estudo

Na fase inicial do EIA foi efectuada uma Proposta de Definição do Âmbito do estudo, onde se enquadraram os projectos e se identificaram as áreas e aspectos ambientais mais sensíveis, com base nos estudos anteriormente realizados para o Baixo Sabor e num reconhecimento prévio da área envolvida no empreendimento do Alto Côa e respectivo projecto.

Em todo este processo foram ainda importantes as informações recolhidas junto de entidades locais e regionais sobre condicionantes existentes, nomeadamente na zona afectada ao empreendimento do Alto Côa, pela primeira vez em processo de avaliação de impacte ambiental.

A Proposta de Definição do Âmbito da Avaliação Comparada dos Aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa foi apresentada pela CPPE ao Ministério do Ambiente em Outubro de 2000, contendo a metodologia a adoptar no desenvolvimento dos estudos. Essa Proposta foi aceite pela Comissão de Avaliação nomeada para o efeito pela ex-Direcção Geral do Ambiente (actual Instituto do Ambiente), em Dezembro de 2000.

Caracterização da Situação Actual do Ambiente Potencialmente Afectado

A caracterização da situação do ambiente potencialmente afectado foi fundamentada no levantamento, análise e interpretação de informações disponíveis relativamente aos aspectos biofísicos, de qualidade do ambiente e humanos. As informações foram obtidas através de pesquisa bibliográfica (incluindo a cartografia), levantamentos de campo e contactos com entidades locais, regionais e nacionais.

O objectivo principal desta etapa foi estabelecer um quadro de referência das condições ambientais das regiões interessadas, com particular relevo para a análise e descrição do local afectado pelos projectos, de modo a fornecer um diagnóstico do estado do ambiente e permitir a análise dos impactes do projecto e suas alternativas.

As caracterizações são desenvolvidas em função da importância dos potenciais impactes, sendo as descrições limitadas às áreas temáticas relevantes identificadas na Proposta de Definição de Âmbito.

No caso do Baixo Sabor, procedeu-se a uma actualização das caracterizações efectuadas no EIA de 1999.

Avaliação de Impactes

Face às diferenças entre os empreendimentos do Baixo Sabor e do Alto Côa e aos estudos já efectuados para o Baixo Sabor e respectiva metodologia de avaliação de impactes, o estudo comparado entre os empreendimentos do Baixo Sabor e do Alto Côa seguirá uma abordagem dirigida à comparação dos dois locais alternativos e tri-faseada, compreendendo:

- A avaliação global dos impactes dos empreendimentos na bacia hidrográfica em que se localizam;
- A avaliação dos impactes específicos dos conjuntos de alternativas em estudo em cada empreendimento;
- A análise comparada dos dois empreendimentos.

Serão considerados os estudos realizados para o Baixo Sabor, com actualização e verificação de determinados aspectos que se venham a demonstrar relevantes e feita uma síntese dos vários descritores para a avaliação comparada com o Alto Côa.

i) Avaliação Global dos Empreendimentos

A avaliação global dos impactes do empreendimento do Alto Côa deverá obedecer a critérios que permitam a comparação com os estudos já realizados para o Baixo Sabor, designadamente:

- a) apreciar o impacte global do empreendimento na bacia do Côa, ou seja, quais as consequências da localização de um empreendimento como o proposto na dinâmica ecológica e socioeconómica da área de influência local do empreendimento (ou seja, nas freguesias e concelhos afectados por acções de construção e/ou inundação, bem como na sub-região da Beira Alta onde se faça sentir a acção do empreendimento), independentemente das alternativas que estão em estudo;
- b) apreciar o impacte global do empreendimento ao nível da bacia do Douro, e as consequências sobre a cascata do Douro.

Embora tenham sido estudadas para o Baixo sabor, as consequências ao nível local e regional (Beira Alta no caso do Alto Côa) da não realização do empreendimento, não se afiguram de grande importância, uma vez que o empreendimento não é justificado por motivações regionais ou locais mas sim por motivações nacionais.

Na análise de impactes serão determinados, sempre que possível, de modo quantitativo e qualitativo os efeitos mais significativos do projecto no ambiente e a sua associação às alternativas existentes, tanto na fase de construção como de enchimento e de exploração.

De modo a permitir estabelecer comparações relativas e proporcionar uma noção da importância do impacte, procedeu-se à sua classificação através de um conjunto de parâmetros:

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Classificação do Impacte | Positivo |
| | Negativo |
| Magnitude do Impacte | Reduzido |
| | Moderado |
| | Elevado |
| Probabilidade do Impacte | Certa |
| | Provável |
| | Improvável |
| Duração do impacte | Temporários |
| | Permanentes |
| Diferimento no Tempo | Imediato |
| | Médio Prazo |
| | Longo Prazo |
| Reversibilidade do Impacte | Reversível |
| | Irreversível |

Do ponto de vista quantitativo é ainda feita uma avaliação ponderada do grau de **importância** do impacte com a mesma escala da magnitude do impacte (reduzida, moderada, elevada), o que permite relacionar a magnitude com a importância, dando uma ideia mais correcta da avaliação.

De referir ainda que a avaliação de impactes se realiza após a consideração da integração de medidas que permitem evitar ou minimizar os impactes identificados.

A síntese do Baixo Sabor deverá ser elaborada de modo a ser comparada com os estudos do Alto Côa.

ii) Avaliação de Alternativas de Projecto

A avaliação de alternativas de projecto foi já realizada para o Baixo Sabor no respectivo EIA, de Maio de 1999, aplicando-se agora a mesma metodologia para o caso do Alto Côa.

Deverá assim seleccionar-se também a alternativa que melhor satisfaz os objectivos deste empreendimento em termos económicos e tecnológicos e com o menor impacte ambiental.

Os critérios de avaliação dos impactes das alternativas serão definidos em função dos impactes identificados para cada descritor ambiental e das acções do empreendimento nas fases de construção, enchimento e exploração.

Para a avaliação comparada de alternativas será utilizada a seguinte classificação:

- muito mais favorável;
- mais favorável;
- medianamente mais favorável;
- pouco mais favorável;
- indiferente.

iii) Comparação dos Empreendimentos

Esta fase de avaliação de impactes é a conclusiva no contexto do EIA, sendo o seu objectivo permitir decidir sobre a opção mais favorável ambientalmente.

Esta análise deverá ser o mais simples possível, retendo das acções dos empreendimentos, as que de facto irão marcar a diferença, em função das alternativas, e retendo também os descritores ambientais mais relevantes.

Concretamente para a comparação dos empreendimentos realizar-se-á:

- a) a comparação em função das alternativas seleccionadas na fase anterior como mais favoráveis de um ponto de vista integrado e por descritores;

- b) a comparação global dos empreendimentos, em função das alterações que irão introduzir nos sistemas ecológicos e socioeconómicos locais tendo em consideração:
- os impactes negativos mais significativos do ponto de vista dos descritores ambientais considerados;
 - os impactes positivos de maior vantagem comparativa a nível local e regional, ou seja, em que casos é que a dinâmica nos sistemas ecológicos e socioeconómico é mais estimulada positivamente, pela existência do empreendimento;
 - o impacte ao nível da cascata do Douro, do ponto de vista de produtividade energética global, com interesse e relevância nacional;
 - o impacte económico comparativo dos empreendimentos, em termos de custo de produção da unidade energética, etc.;
 - a capacidade de armazenagem de água e a sua função como reserva estratégica de água;
 - os efeitos sinérgicos em relação ao potencial criado para desenvolvimento local e regional, bem como os impactes cumulativos sobre as tendências de desenvolvimento;
 - a razoabilidade e viabilidade das medidas de minimização, bem como de medidas de gestão do projecto, na redução dos impactes negativos.

Impactes Cumulativos

De acordo com a definição do *Council on Environmental Quality* dos EUA (1987) retomada no Guia da Comissão Europeia – DGXI (1999), impactes cumulativos são os impactes no ambiente que resultam dos impactes incrementais do projecto quando adicionados aos de outros projectos, passados, presentes ou previsíveis num futuro razoável, independentemente de quem os promove.

A apreciação de impactes cumulativos deve tipicamente (*Cumulative Effects Assessment Working Group*, 1997): apreciar os impactes numa área grande, regional; apreciar os impactes num longo período de tempo, passado e futuro; considerar os impactes de outras acções e não apenas do projecto em análise; incluir a análise de outras acções, passadas, presentes e futuras; avaliar a significância dos impactes indirectos.

No caso dos empreendimentos do Baixo Sabor e do Alto Côa propõe-se uma metodologia que assenta nos seguintes passos:

- identificação das acções (projectos que envolvam o represamento ou a derivação de caudais, que representem importantes focos de poluição das águas superficiais ou que perturbem os habitats), ocorridas nas respectivas bacias hidrográficas (Sabor e Côa) ou que constem de planos da Administração Central ou local ou de concessionárias;
- identificação dos impactes associados a esses projectos e das componentes ambientais (biofísicas, socioeconómicas e culturais) significativamente afectadas;
- análise das interacções entre os impactes dos aproveitamentos do Baixo Sabor ou do Alto Côa e os impactes dos restantes projectos identificados nas respectivas bacias hidrográficas;
- estimação da probabilidade e do significado dos impactes cumulativos identificados;
- identificação de medidas de minimização e de monitorização dos impactes cumulativos.

Para cada unidade espacial de análise (bacias hidrográficas do Sabor e do Côa) proceder-se-á a um levantamento bibliográfico cartográfico complementado com trabalho de campo e com inquérito às diversas entidades com informação sobre os projectos existentes ou previsíveis (nomeadamente INAG, IHERA, Direcções Regionais de Agricultura, Câmaras Municipais, EDP) e à listagem dos projectos considerados.

Medidas de Minimização. Plano de Monitorização Ambiental

Os impactes considerados significativos serão alvo de análise visando a definição de mecanismos e/ou acções, que possam ser implementadas para evitar, reduzir ou compensar os seus efeitos negativos ou que permitam potenciar, valorizar ou reforçar os aspectos positivos do projecto, maximizando os seus benefícios.

Em função dos impactes potenciais identificados é proposto um programa de monitorização adequado à avaliação da evolução do projecto, com diversos objectivos:

- verificar a eficiência das medidas de minimização adoptadas;
- verificar o cumprimento da legislação aplicável;
- contribuir para a melhoria dos procedimentos de gestão ambiental ligados a essa medida;
- verificar a necessidade de eventuais novas medidas de minimização.

7. ESTRUTURA DO ESTUDO

O Estudo de Impacte Ambiental é composto por peças escritas e desenhadas, num total de sete volumes, correspondendo:

- o **Volume I ao Resumo Não Técnico** que sintetiza e traduz, em linguagem não técnica o conteúdo do EIA;

- o **Volume II à Identificação, Justificação e Descrição dos Projectos do Baixo Sabor e do Alto Côa**, subdividido em três capítulos:
 - Capítulo II.1 corresponde à Introdução, onde se identificam os projectos, as entidades proponentes e licenciadora, responsáveis pelos estudos e a metodologia e estrutura do EIA.
 - Capítulo II.2 corresponde aos Objectivos e Justificação dos Projectos, onde se descreve os objectivos dos projectos e se faz a sua justificação.
 - Capítulo II.3 corresponde à Descrição dos Projectos onde se descreve os projectos e as alternativas consideradas. Identificam-se ainda os projectos associados, o planeamento de execução e a sua localização, bem como o seu enquadramento nos instrumentos de gestão territorial em vigor.

- o **Volume III à Caracterização da Situação Actual do Ambiente**, nas suas várias componentes ambientais, correspondendo o Capítulo III.1 ao projecto do Alto Côa e o Capítulo III.2 ao projecto do Baixo Sabor;

- o **Volume IV à Análise de Impactes e Medidas de Minimização**, em que se considera para cada empreendimento, a avaliação por áreas temáticas, tendo em conta as fases de construção, enchimento e exploração e a análise de alternativas de projecto.

É ainda apresentada a avaliação global de alternativas para cada empreendimento, os impactes cumulativos e o plano de monitorização;

- o **Volume V à Avaliação Comparada dos Aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa**, considerando a alternativa final seleccionada em cada uma delas. Neste volume apresentam-se ainda as lacunas de conhecimento e as conclusões do estudo;

- o **Volume VI aos Anexos**, onde se incluem anexos técnicos e outra informação relevante para o estudo;

- o **Volume VII às Peças Desenhadas**.

II.2 – OBJECTIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJECTO

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo desenvolve-se de forma sintética a informação essencial para a justificação do projecto. No ponto anterior foram já apresentados os antecedentes do Estudo de Impacte Ambiental que se retomam no primeiro ponto deste capítulo.

Como é nele referido o Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, concluído em 1999 e avaliado no ano 2000, faz parte integrante deste estudo comparado, pelo que constitui elemento de consulta e tudo aquilo que não vem explicitamente referido neste documento mantém-se actual.

Nos pontos seguintes deste capítulo, procura-se fornecer, de uma forma estruturada, um conjunto de dados e síntese de documentos e estudos de diversas origens que enquadram e justifiquem os empreendimentos.

Deste modo, a sua estrutura é a seguinte:

- No ponto 2 é feita uma síntese das perspectivas energéticas globais a nível mundial e europeia e das suas implicações ambientais, de modo a enquadrar a problemática da energia nacional num contexto mais global.

No ponto 2.1 é apresentada uma síntese das perspectivas mundiais, baseadas nos últimos estudos desenvolvidos pelo *Conselho Mundial de Energia* (WEC) para o horizonte do ano de 2100. Este estudo já tinha sido apresentado no EIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor e mantém-se actual. Pela sua importância optou-se por transcrever os pontos 4 e 5 do Capítulo I do EIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor no **Anexo 1.B** (Volume VI).

No ponto 2.2 é apresentada uma síntese da evolução da situação energética e ambiental na União Europeia, baseada no primeiro relatório de avaliação publicado em 2002.

No ponto 3 é feita uma breve análise de algumas conclusões de interesse de um estudo recentemente publicado por uma vasta equipa de cientistas portugueses sobre as perspectivas das mudanças climáticas em Portugal.

No ponto 4 é feita uma síntese da evolução da produção da electricidade em Portugal e das suas perspectivas, que é completada pelos elementos que podem ser consultados num estudo da REN que se transcreve no **Anexo 8**.

- No ponto 5 são apresentados os antecedentes deste processo bem como as principais contribuições específicas dos projectos em avaliação para os objectivos nacionais de produção de energia e destacados os principais aspectos complementares que determinam a sua importância e interesse.

Como se referiu, constituem elementos de interesse para esta justificação os **Anexos 1.B e 8.**

2. PERSPECTIVAS ENERGÉTICAS GLOBAIS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

2.1 Enquadramento Global

No Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento do Baixo Sabor, de Maio de 1999, foi feita uma síntese das perspectivas energéticas globais, com base em estudos concluídos nesse ano e onde se envolveram grandes esforços para ser possível perspectivar as estratégias mundiais para o séc. XXI.

Com base num estudo que envolveu centenas de peritos durante vários anos, patrocinado pelo *International Institute of Applied Systems Analysis* (II ASA) e o *World Energy Council* (WEC), foi possível desenvolver a primeira perspectiva de evolução Mundial num horizonte até ao ano 2100.

Esses estudos e a síntese então feita podem-se considerar actuais.

No **Anexo 1.B** do presente EIA, optou-se assim por transcrever os pontos 4 e 5 do Capítulo I do EIA do Baixo Sabor, facilitando assim o enquadramento mundial das perspectivas energéticas.

Essa análise fornece dados de grande interesse para a compreensão das necessidades e produção mundial de energia, desenvolvendo-as em modelos e cenários que permitem entender os limites e condicionamentos existentes tendo em conta as alternativas possíveis.

Assim, a síntese feita no ponto 4.2 desse anexo permite, de uma forma necessariamente resumida, descrever os três cenários fundamentais desenvolvidos para as projecções futuras designados de “**Grande Crescimento**”, “**Cenário Base**” e “**Perspectiva Ecológica**” e os factores que os determinam e condicionam.

As necessidades energéticas e os limites das diferentes fontes de energia mostram que, em qualquer dos cenários, a hidroelectricidade desempenha um papel essencial na produção de energia renovável e na sustentabilidade ambiental. O crescimento sustentado de hidroelectricidade é uma componente essencial em qualquer dos cenários estudados, não sendo possível substituí-lo por outro de igual valor.

O protocolo de Quioto, que constitui uma referência importante tendo em conta as metas que propõe para a estabilização e eventual redução de emissões poluentes, procura incentivar a redução de emissões atmosféricas de carbono e outros poluentes, fundamentalmente com origem na queima de combustíveis fósseis. Sendo inevitável o aumento da produção de energia em todo o mundo, para se atingirem estes objectivos é necessário que o contributo das energias renováveis e limpas seja maior, não só cobrindo esse aumento, mas também substituindo os meios de produção mais poluentes.

A análise dos diferentes cenários mostra as dificuldades de cumprimento dessas metas, tanto mais que alguns países desenvolvidos e a maioria dos países em desenvolvimento não aderiram ao protocolo (ponto 4.5 do **Anexo 1.B**).

As energias renováveis assumem assim um valor e importância estratégica fundamental nas perspectivas de evolução sustentável.

No EIA do Baixo Sabor foi igualmente feita uma síntese da situação das energias alternativas e renováveis a nível mundial que se transcreve igualmente no **Anexo 1.B**.

Nesse ponto, com base em estudos actuais da WEC, fez-se a avaliação do potencial das outras energias renováveis emergentes, onde se mostra que apesar dos esforços previstos e **mesmo no cenário mais optimista**, o contributo para as várias alternativas é muito limitado continuando a **energia hidroeléctrica** a constituir um dos mais importantes contributos para os objectivos quer de substituição de energias fósseis quer de redução de emissões totais.

Por outro lado, a energia hidroeléctrica tem potencialidades que a tornam também muito importante na complementaridade e melhor gestão de outras fontes renováveis, como a **energia eólica**, sem as quais o potencial de crescimento desta fonte poderá ficar comprometido.

2.2 A Evolução e Perspectivas Europeias

A União Europeia (UE) definiu a política energética como um dos elementos fundamentais para um desenvolvimento sustentado (Artigo 2.º e 6.º do Tratado da União Europeia).

Dentro de orientações para a integração de políticas ambientais definidas pelo Conselho Europeu de Cardiff em 1998, a política energética da UE está no centro das preocupações ambientais, sendo objecto de permanente avaliação.

Como resultado dessa avaliação foi publicado em 2002 o primeiro relatório de avaliação (*Energy and Environment in the European Union*, n.º 31).

A energia constitui um elemento central para o bem estar social e económico. No entanto, a sua produção e consumo dão origem a uma significativa pressão sobre o ambiente, contribuindo para as alterações climáticas, afectando os ecossistemas e causando efeitos nocivos na saúde.

A política da UE procura assegurar e compatibilizar três grandes objectivos:

- Segurança no abastecimento;
- Competitividade;
- Protecção ambiental.

Para atingir estes objectivos a política ambiental para a energia definiu três grandes linhas de orientação para as acções a implementar (1998):

- Redução do impacte ambiental do uso e produção de energia;
- Promoção da eficiência e poupança de energia;
- Aumento das percentagens da produção e uso de energias limpas.

Para a política energética a segurança de abastecimento é um objectivo central cuja importância é cada vez mais posta em evidência pela dependência de flutuações dos preços do petróleo e pela vulnerabilidade da opção de energia nuclear.

Surge assim como fundamental o aumento de produção interna a partir de recursos endógenos e renováveis que permitem reduzir a pressão sobre o ambiente, ao mesmo tempo que asseguram a resposta à crescente procura.

O relatório analisa a evolução de um conjunto de indicadores no período 1990 – 1999 e compara-os com projecções indicativas para 2010.

As conclusões desse estudo nos aspectos mais relevantes podem resumir-se em quatro aspectos:

a) Crescimento das emissões de gases com efeito de estufa

Entre 1990 e 1999 o total de emissões de gases com efeito de estufa pela Europa decresceu, mas sem medidas adicionais é pouco provável que se reduzam mais até 2010 e mesmo após essa data, devido às necessidades energéticas continuarem em crescimento.

A União Europeia tem como objectivo reduzir em 8% o total de emissões em 2008-12 (quando comparada com o nível existente em 1990), e continuar essa redução em cerca de 1% até 2020 atingindo 20-40% de redução em 2020, também em relação a 1990.

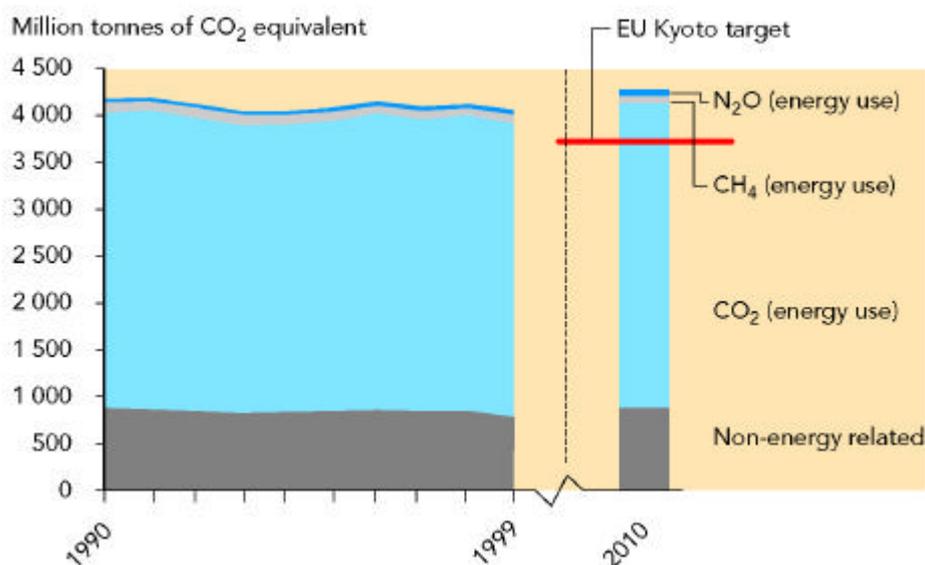
Apesar do relativo êxito de se ter conseguido estabilizar os valores de 2000 ao nível dos de 1990, isso não significa que os objectivos propostos estejam na eminência de serem atingidos.

Os relativos sucessos da última década tiveram origem em três razões principais cuja continuidade não parece possível, e que são:

- Em primeiro lugar, uma redução de 13,9% de emissões baseou-se em origens não energéticas. Estas, na verdade, tiveram apenas uma redução de 1,9%. Os dados actuais mostram que esta tendência se está a inverter, com crescimentos das emissões da ordem de 0,3% no último ano, enquanto teria que haver uma redução muito mais forte que anteriormente;

- Em segundo lugar, a estabilização dos níveis de CO₂ teve essencialmente origem na Alemanha e no Reino Unido, devido à modificação para gás natural de algumas unidades a carvão e linhite, que incluíram o fecho de algumas unidades de baixa eficiência. Os dados actuais apontam para que esta situação se alterou, com a Alemanha a não conseguir já reduzir emissões em 2000 e o Reino Unido a aumentar já 1,2%;
- Em terceiro lugar, todas as projecções apontam para que, no máximo, as emissões em 2010 sejam, na melhor das perspectivas, as mesmas de 1990, devido às maiores necessidades de energia que apenas poderão ser compensadas pelas reduções esperadas.

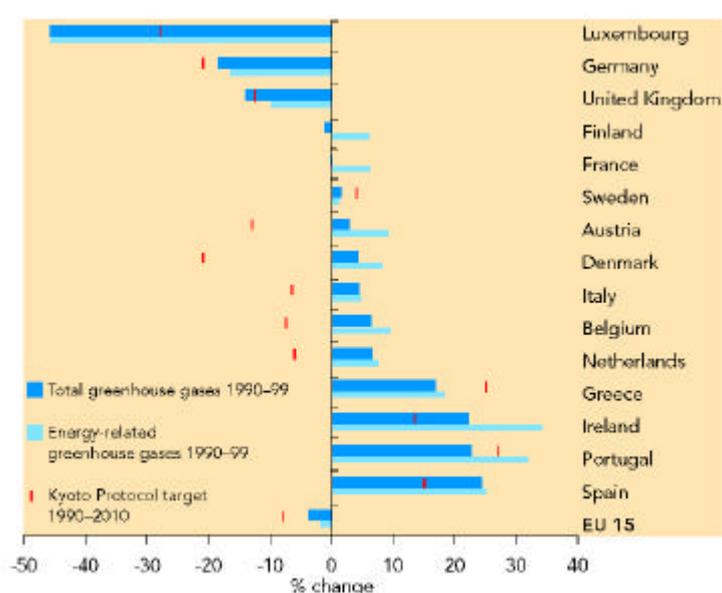
Na figura seguinte (FIG. II. 2. 1) mostra-se a evolução verificada até 1999 e a evolução esperada até 2010, onde não se prevê que sejam atingidos os objectivos de redução propostos.



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

FIG. II. 2. 1 – Emissões de Gases com Efeito de Estufa (1990 – 2010)

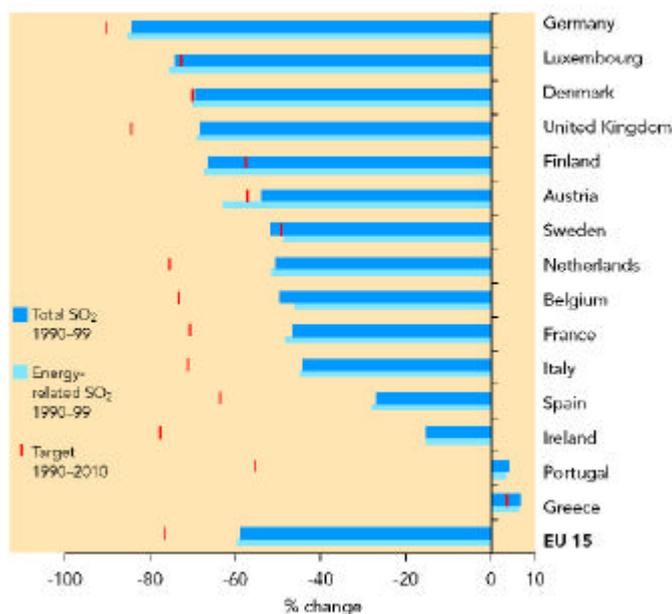
No conjunto dos países europeus onde se inclui Portugal, os objectivos propostos para a redução de gases com efeito de estufa têm-se revelado difíceis de atingir (FIG. II. 2. 2).



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

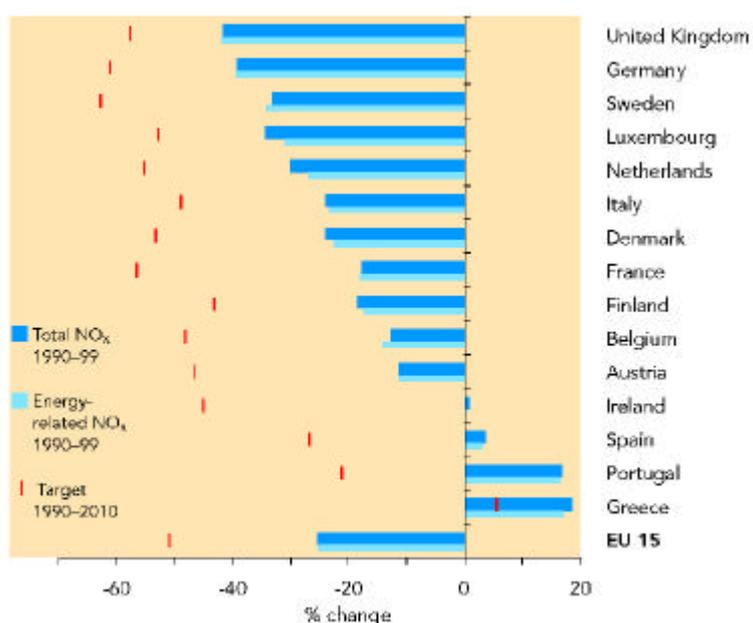
FIG. II. 2. 2 – Redução de Emissões de Gases com Efeito de Estufa

Portugal é também um dos países europeus que mostra uma maior distância do objectivo definido para 2010 na mudança de emissões de SO₂ e NO_x em relação ao total de emissões (FIG. II. 2. 3 e II. 2. 4).



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

FIG. II. 2. 3 – Redução de Emissões de Óxidos de Enxofre



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

FIG. II. 2. 4 – Redução de Emissões de Óxidos de Azoto

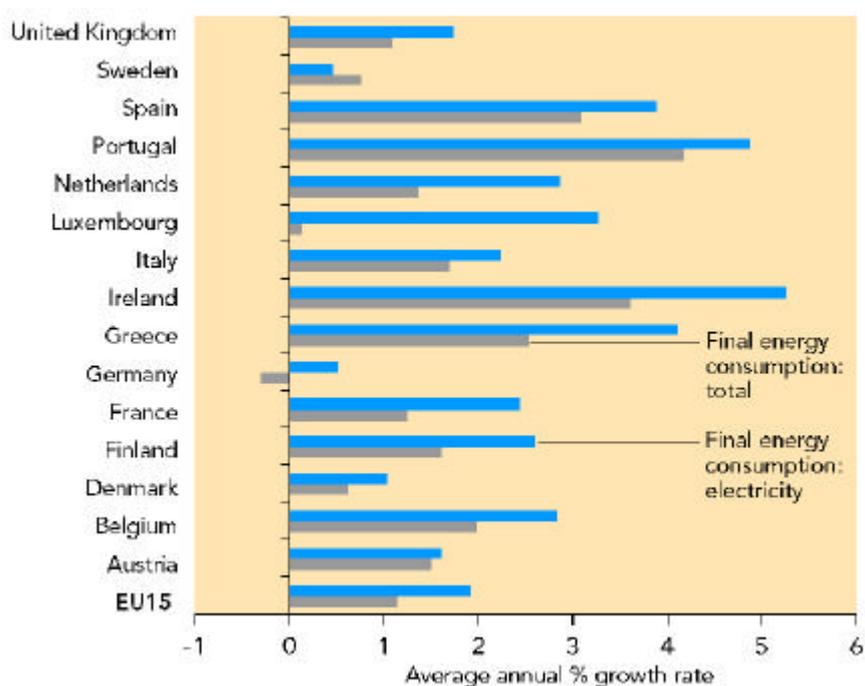
b) O consumo de energia continua a crescer na Europa

O consumo final de energia cresceu no conjunto da União Europeia numa média de 1,1% por ano entre 1990 e 1999. As projecções até 2010 apontam para a continuação do crescimento, mas a um ritmo menor.

O consumo de electricidade cresceu por sua vez a uma taxa de 1,9%, o que é mais consistente com a taxa de crescimento económico (2,1% ao ano).

Assume assim grande importância o contributo da redução que se faça neste sector com o reforço de energias renováveis.

Portugal, apresenta-se com um crescimento muito superior à média europeia (FIG. II. 2 .5), com ritmos de crescimento entre 4,5% e 5%.



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

FIG. II. 2. 5 – Crescimento do Consumo Global de Energia e do Consumo de Electricidade

c) As perspectivas de substituição de fontes de energia concentram-se agora nas fontes renováveis

Na última década a substituição significativa de fontes mais poluentes por gás natural deu um contributo significativo para os objectivos de controle de emissões. Mas a partir de 2010 não é expectável que este factor de mudança tenha tanto significado.

As energias renováveis como a biomassa, a eólica e a hidroeléctrica surgem assim como as que poderão dar um contributo mais significativo na redução da poluição. A produção de electricidade subiu entre 1990 e 1999 a um ritmo anual de 2,3%, com os combustíveis fósseis a manterem uma cota de cerca de 50%.

Para além da energia nuclear são as energias renováveis que dão um maior contributo com cerca de 15,5% em 1999 (contra 14,7% em 1990). A hidroelectricidade é de longe a fonte renovável mais importante com cerca de 85% do conjunto das energias renováveis, tendo cerca de 74% origem em grandes barragens.

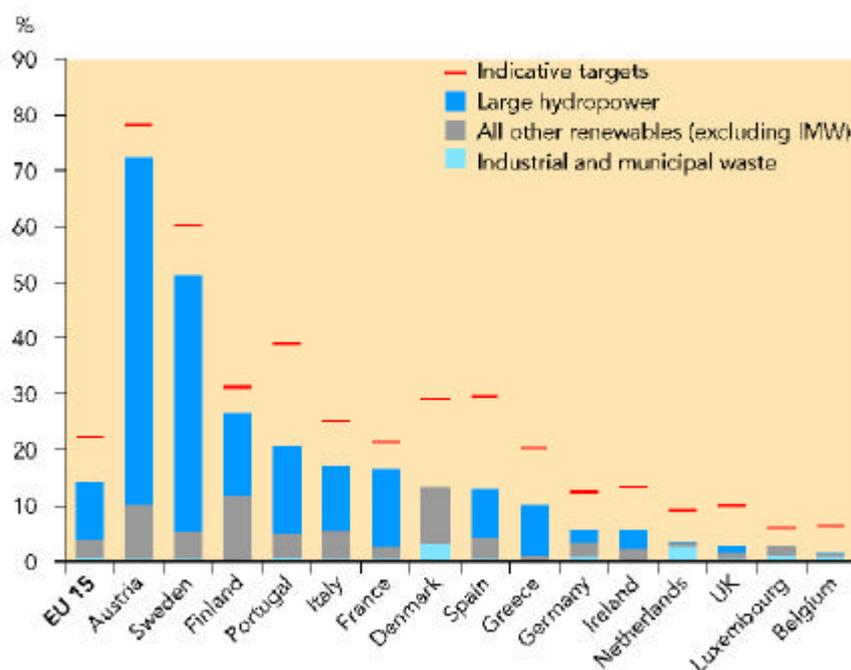
O fraco crescimento das energias renováveis é motivo de preocupação, pelo que a inversão desta tendência é um objectivo essencial da política energética, já que com a substituição da energia fóssil o contributo das melhorias de eficiência tem tendência a ser menos significativo, o que associado à eliminação de alguma produção nuclear exige um crescimento muito maior da fracção de energias renováveis.

d) As energias renováveis dificilmente darão contributos muito significativos na actual fase mas constituem um elemento essencial para cumprir os objectivos ambientais

Os consumos de energia na Europa com origem nas energias renováveis corresponderam em 1999, a apenas cerca de 5,9%.

A UE definiu como objectivo para 2010 atingir-se uma cota de 12% de contributo das energias renováveis em relação ao consumo total de energia primária. A contribuição da electricidade para este propósito global traduz-se no objectivo de 22,1% da electricidade consumida em 2010 ser de origem renovável.

Na FIG. II. 2. 6 apresentam-se por países as percentagens das cotas do contributo das energias renováveis no consumo de electricidade em 1999, e os objectivos indicativos a atingir em 2010. Nele se pode verificar que Portugal está bem longe dos objectivos propostos.



(Fonte: *Energy and Environmental in the European Union, Environmental Issue Report*, n.º 31, 2002)

FIG. II. 2. 6 – Contributo das Energias Renováveis no Consumo de Electricidade (1999)

3. PERSPECTIVAS E CONSEQUÊNCIAS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL

3.1 Introdução

Tendo em conta as características dos projectos em estudo é de interesse verificar quais os impactes que as alterações climáticas poderão ter em relação a determinados aspectos dos aproveitamentos em estudo.

Nesse sentido, sintetizam-se nos pontos seguintes algumas das conclusões a que chegou o estudo concluído em 2002, no âmbito do projecto SIAM (*“Mudança Climática em Portugal – Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação”*).

Nesse estudo, desenvolvido por uma vasta equipa de cientistas, fez-se uma avaliação dos cenários de evolução e das respectivas consequências em várias componentes onde se incluem os recursos hídricos e a energia e cujas conclusões devem ter-se em consideração.

Nos pontos seguintes sintetizam-se as principais conclusões sobre a evolução climática, nomeadamente, temperatura e precipitações, e sua influência sobre os recursos hídricos e produção de energia.

3.2 A evolução climática

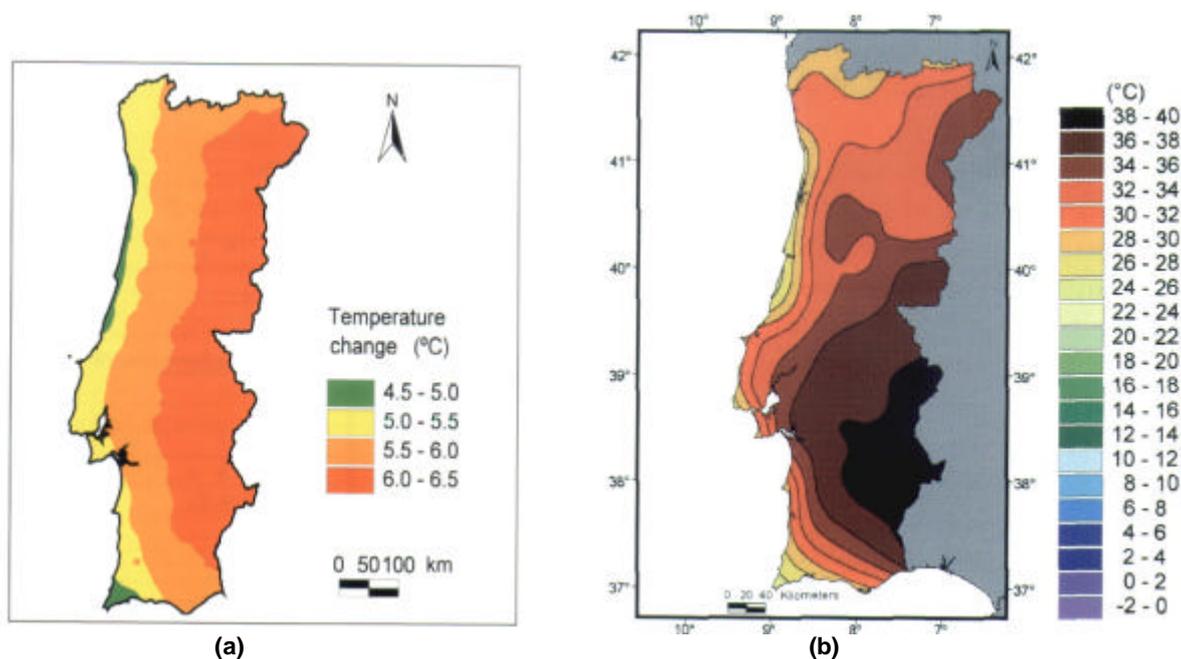
O estudo concluiu que até 2100 o clima em Portugal registará um aumento substancial da temperatura média, mais especialmente no Verão e nas zonas mais interiores. O agravamento será mais significativo nas temperaturas máximas do que nas mínimas, dando origem a maiores amplitudes térmicas.

A precipitação média terá uma significativa redução, havendo, no entanto, um aumento da precipitação no Inverno enquanto nas outras estações haverá reduções muito sensíveis.

a) Temperatura

Os diversos cenários analisados mostram claramente uma tendência crescente para um aquecimento significativo durante o século XXI. Até 2050 é provável que a temperatura aumente entre 3°C e 5°C no Verão e cerca de 2°C no Inverno.

No período 2080 – 2100 a média de temperaturas mínimas no Inverno varia entre 6°C e 16°C, enquanto as temperaturas máximas no Verão poderão sofrer um aumento que pode ultrapassar os 9°C em certas regiões do interior centro, atingindo-se temperaturas superiores a 38°C no Alentejo (FIG. II. 2. 7).



(Fonte: "Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação", 2001)

FIG. II. 2. 7 – Estimativa de Alteração nas Temperaturas Médias Anuais (a) e máxima no Verão (Junho, Julho e Agosto) (b) para o período (2080 – 2100)

O número de dias com temperaturas máximas (acima dos 35°C) aumentará significativamente passando na região Sudeste, de cerca de 20 dias actuais para 90 dias anuais no futuro.

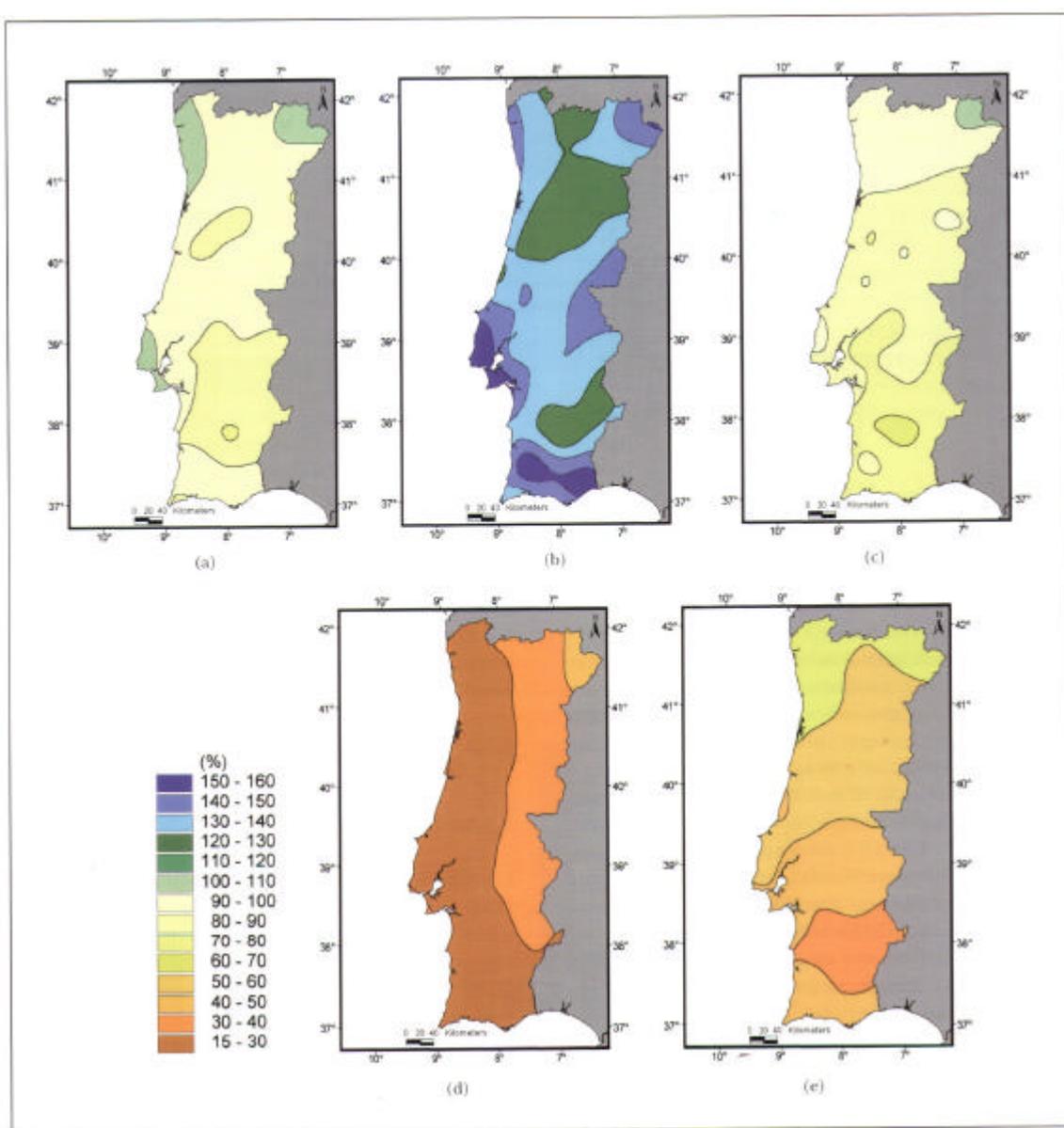
Até 2100 as projecções concluem por um aumento da temperatura média, num intervalo entre 4°C e 7°C. As temperaturas médias previstas para esta altura pelo modelo apresentam uma tendência clara de aumentos muito significativos, principalmente no interior, concluindo-se também que o agravamento será mais significativo nas temperaturas máximas do que nas mínimas, dando origem a maiores amplitudes térmicas.

b) Precipitação

Na FIG. II. 2. 8 apresentam-se as previsões em percentagem para as diferentes estações e períodos anuais.

A precipitação anual média terá um decréscimo praticamente em todo o país, verificando-se uma maior diminuição no Alentejo. Mas o aspecto mais significativo será o forte aumento da precipitação no Inverno, enquanto nas outras estações haverá diminuições muito sensíveis.

De referir ainda que a precipitação acumulada em dias de precipitação intensa (>10 mm/dia) tende a aumentar e estes dias tendem a concentrar-se no Inverno, podendo este padrão de alteração aumentar significativamente o risco de episódios de cheia.



Fonte: "Mudança Climática em Portugal. Cenários, Impactes e Medidas de Adaptação", 2001)

FIG. II. 2. 8 – Estimativa da Precipitação anual e sazonal em Percentagem (%) (a) Anual; (b) Inverno; (c) Primavera; (d) Verão; (e) Outono

3.3 Recursos Hídricos

As alterações previstas terão consequências profundas na situação dos recursos hídricos. Em geral, darão origem a uma progressiva redução dos caudais anuais dos rios durante o século XXI. Esta redução poderá ser pequena na região Norte mas progressivamente maior de Norte para Sul dando origem ao acentuar das assimetrias nas disponibilidades hídricas.

O aspecto mais significativo para os actuais projectos será o de haver uma maior concentração de aflúências nos rios no Inverno, resultante da alteração da distribuição da precipitação. Haverá assim, tendência também para o aumento das assimetrias sazonais com períodos secos mais longos e maior concentração de chuva em períodos curtos.

Esta situação dará origem a um previsível aumento da magnitude e frequência de cheias, particularmente na parte Norte do país.

Produzir-se-ão igualmente alterações muito sensíveis na qualidade das águas, sedimentação, secas e humidade dos solos, assim como, na procura de água.

Na região a Norte do rio Douro, os modelos aplicados concluem que, progressivamente até 2100, poderá haver uma variação entre um crescimento de 10% de aflúências e um decréscimo de 10%, em termos médios anuais, mas com uma redução clara no Verão e Outono entre 10% a 80%, concentrando-se assim a precipitação e aflúências no Inverno.

Nas bacias a Sul do Douro, estas alterações são progressivamente mais acentuadas com possíveis crescimentos em curtos períodos de Inverno e drásticas reduções nos meses de Verão e Outono.

A concentração da precipitação nos meses de Inverno e a tendência de aumento da ocorrência de chuvadas intensas conduzirá a um maior risco de cheias, quer em magnitude quer em frequência, em particular nas bacias do norte do país, onde se inclui a do rio Douro.

Estas tendências acompanham as alterações previstas quanto às precipitações, sintetizadas na FIG. II.2.8.

Os problemas de qualidade da água acentuar-se-ão em todo o país, mas em particular no Sul, nos períodos de Verão quando a disponibilidade de água é menor e as temperaturas aumentam.

O estudo referido, conclui que a profundidade e importância das alterações previstas acentuam a necessidade de estas serem consideradas nas políticas de planeamento e de gestão da água, explorando a complementaridade dos recursos existentes e previstos a adoptando medidas adequadas para a minimização dos impactes e correcções das assimetrias.

3.4 Produção de Energia

As alterações climáticas terão um maior significado em termos das energias renováveis e dos recursos endógenos, com particular importância nos aproveitamentos hidroeléctricos.

Terão igualmente importância nas relações entre a procura e oferta de energia, cujos impactes se podem traduzir nalguma disputa de água para vários fins, estimulada pelos maiores períodos de seca e aumento da evaporação devido à subida da temperatura, que tornarão mais premente a gestão da água entre fins energéticos, de irrigação e municipais.

Neste âmbito, o impacte será maior nos pequenos aproveitamentos do que nas grandes barragens, traduzindo-se em.

- Maior consumo de energia em bombagens (irrigação, abastecimento, condicionamento de ar, etc.);
- Dificuldade com águas para refrigeração de centrais termoeléctricas;
- Alterações na biomassa disponível quer devido ao acentuar da desertificação, quer ao aumento de incêndios e redução de produção agrícola;
- Maiores perdas no transporte de energia.

O estudo conclui que apesar de se prever uma redução geral de disponibilidades da água, o sistema de produção hidroeléctrica do norte do país, em particular nas barragens situadas na bacia do rio Douro poderão beneficiar do possível aumento de afluências no Inverno, enquanto as localizadas no Centro e Sul do país serão muito afectadas pela redução de afluências, aumento da evapotranspiração e redução da qualidade da água.

Em contraste, as outras grandes centrais do Centro e Sul do país, e em geral as mini-hídricas, deverão ver diminuídas as suas produções devido à diminuição dos caudais dos rios e à evaporação mais acentuada.

No mesmo sentido, o acentuar de assimetrias de afluências durante o ano e o previsível aumento dos períodos secos, reforça a importância das reservas de água que permitem fazer uma melhor distribuição durante o ano.

Do mesmo modo, a previsível maior magnitude e frequência de cheias nos períodos de Inverno realça a importância do uso de barragens para a sua laminação, em particular no Norte do país.

O facto da maioria dos aproveitamentos hidroeléctricos estarem situados no norte e na bacia do rio Douro mostra que, caso sejam tomadas as medidas adequadas, existem condições para obter resultados positivos e minimizadores, de interesse para o conjunto do país.

4. A PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE EM PORTUGAL

4.1 Enquadramento Actual

No EIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, concluído em 1999, fez-se uma caracterização sintética da evolução da produção e dos consumos de electricidade e da distribuição das diferentes contribuições para a produção bruta.

Os dados na altura disponíveis verificavam um crescimento sustentado de consumo durante a década anterior na ordem dos 5% anuais, com uma distribuição de origem da energia de cerca de 2/3 pelos combustíveis fósseis e 1/3 pela energia hidroeléctrica (1994).

Estes valores correspondiam na altura a um conjunto de anos relativamente secos, que penalizaram a energia hidroeléctrica, mas que em anos médios permitiria atingir uma cota de cerca de 43% de produção bruta de energia eléctrica.

Desde essa altura a propensão de crescimento tem-se mantido com a procura global energética a atingir mesmo valores entre 5-6%. Esta evolução dá origem a uma crescente dependência de combustíveis importados, com o gás natural a ganhar uma cota significativa e crescente desde 1997.

Um elemento também significativo é o facto de haver um crescimento sensível entre 1998 e 2000 de energia directamente importada, passando de 5,8% em 1998 para 10,7% em 2000.

Neste período, e apesar de alguma evolução na energia eólica, a energia hidroeléctrica mantém, no essencial, a cota próxima de 90% da produção de energia nacional de origem renovável.

4.2 Perspectivas de evolução do consumo da electricidade

As estimativas mais actuais para a procura da electricidade a abastecer pelo SEP, e em termos globais, confirmam, no essencial, os crescimentos previstos no EIA do Baixo Sabor para os próximos anos.

Previsões de 2001, tendo em conta dois cenários de evolução da economia portuguesa entre 2000 e 2020, confirmam as anteriores projecções da evolução dos consumos de electricidade e de produção líquida para o Sistema Eléctrico de Serviço Público (SEP).

Tendo em conta a necessidade e o objectivo de segurança de abastecimento foi adoptado o cenário de aproximação da economia portuguesa à média europeia e de menor transferência de consumos para o sistema não vinculado.

Esta perspectiva, na prática, tem em conta a evolução do sistema electroprodutor nacional independentemente da produção ser concretizada no SEP ou no SEI (Sistema Electroprodutor Independente).

As projecções a que se chegam para as taxas médias de crescimento e de ponta anual de consumo apresentam-se nos Quadros II. 2. 1 e II. 2. 2.

Quadro II. 2. 1 – Projecções de Crescimento dos Consumos da Energia Eléctrica (2002 – 2020)

| Ano | Consumo Total Continente | | Consumo Total SEP | | Produção líquida para o SEP | |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | (GWh) | Taxa Média Cresc. Anual (%) | (GWh) | Taxa Média Cresc. Anual (%) | (GWh) | Taxa Média Cresc. Anual (%) |
| Cenário 1 | 2002 | 40 340 | 36 340 | | 40 420 | |
| | 2005 | 45 485 | 40 895 | 4,0 | 45 340 | 3,9 |
| | 2010 | 54 300 | 49 050 | 3,7 | 54 080 | 3,6 |
| | 2012 | 58 335 | 53 015 | 4,0 | 58 320 | 3,8 |
| | 2015 | 64 835 | 59 415 | 3,9 | 65 290 | 3,8 |
| | 2020 | 76 825 | 71 245 | 3,7 | 78 290 | 3,7 |

Quadro II. 2. 2 – Produção Líquida e Ponta Anual do Consumo Referido à Emissão para o SEP

| Ano | Consumo | | Ponta ⁽¹⁾ (MW) |
|------|----------------------|--|---------------------------|
| | (GWh) ⁽³⁾ | Taxa Média Cresc. Anual (%) ⁽²⁾ | |
| 2000 | 37 735 | | 6 535 |
| 2002 | 40 420 | 3,5 | 7 455 |
| 2005 | 45 340 | 3,9 | 8 360 |
| 2010 | 54 080 | 3,6 | 9 970 |
| 2012 | 58 320 | 3,8 | 10 755 |
| 2015 | 65 290 | 3,8 | 12 040 |
| 2020 | 78 290 | 3,7 | 14 435 |

(1) - Assumindo um factor de carga de 61,9% a partir de 2002.

(2) - Taxa média anual de crescimento do consumo entre os anos indicados.

(3) - Valores verificados, líquidos do consumo SENV; Crescimento 1999-2000: 5,4%;

Crescimento 1999-2000 corrigido do efeito de temperatura e de número de dias úteis: 4,8%.

Fonte: REN, 2001

Verifica-se assim que as taxas de crescimento anual de consumo variam, entre 4,1% e 3,5% sendo maiores do que as que tinham sido previstas aquando da conclusão do EIA do Baixo Sabor.

Tomando como referência o mesmo ano de 1996, que foi o referido no Baixo Sabor, as novas previsões, só tendo em conta o SEP, apontam para um crescimento de consumos entre 1996 e 2020 de 155,68%.

Em relação aos valores globais de consumo e tendo agora como referência o ano de 2000 onde o consumo foi de 37,735 TWh, o crescimento estimado será superior a 100% (2000-2020).

4.3 Perspectivas da Evolução da Produção de Electricidade

4.3.1 Expansão do Sistema Eléctrico de Serviço Público (SEP)

No ponto 5 do documento produzido pela REN que constitui o **Anexo 8** do presente EIA (*"Avaliação Económica Comparada dos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa"*), estão detalhadamente descritas as evoluções previstas para os próximos anos nos subsistemas hidroeléctrico e termoeléctrico e quanto à desclassificação de centrais.

A desclassificação de centrais, em função dos contratos existentes e tempo de vida, prevê-se que ocorra entre 2003 e 2019 envolvendo, Alto de Mira, Tapada do Outeiro (último grupo), Tunes, Barreiro, Carregado, Setúbal e Sines (dois grupos). A potência instalada líquida acumulada ronda os 2683,5 MW o que corresponde a um valor de produção muito elevado que é necessário substituir.

Quanto à expansão, no subsistema hidroeléctrico, admitiu-se a conclusão a curto prazo dos aproveitamentos actualmente em construção, Alqueva (240 MW) e reforço de potência de Venda Nova (180 MW), que apareciam como previstos no EIA do Baixo Sabor.

Os cenários de referência são naturalmente diferentes, conforme a opção do Baixo Sabor ou do Alto Côa, com o 2.º cenário e representar um significativo atraso na evolução do subsistema hidroeléctrico. Assim no caso da opção recair sobre o Baixo Sabor, este entrará em exploração em finais de 2009 juntamente com o Picote II.

Entre 2011 e 2015 prevêem-se os novos aproveitamentos do Fridão, Alvarenga e Foz-Tua e entre 2016 e 2020, os de Vidago e Daivões.

No caso da opção recair sobre o Alto Côa, até 2010 apenas entrará em funcionamento Picote II, só sendo possível a entrada em funcionamento até 2015 do Alto Côa (Senhora de Monforte e Pero Martins) e do Fridão. Nesta opção os aproveitamentos de Alvarenga e Foz-Tua terão que ser atrasados para 2016-2020 e Vidago e Daivões para datas posteriores.

No subsistema termoelétrico, a expansão da componente de base será feita com grupos de ciclos combinados a gás natural (CCGT400), resultando num total de cerca de 5500 MW líquidos adicionais no horizonte de 2020. Por seu lado, a componente para serviço de ponta e apoio em regime seco será garantida através de grupos de turbinas de gás de ciclo simples de 160 MW e 250 MW, resultando no horizonte de 2020 num total de cerca de 1315 MW na solução com Baixo Sabor e 1630 MW na solução com Alto Côa.

4.3.2 Perspectivas de Evolução da Produção em Regime Especial

No que se refere à Produção em Regime Especial componente do Sistema Elétrico Independente que inclui as energias mini-hídrica, eólica, cogeração e outras renováveis, as respectivas projecções de crescimento sofreram algumas alterações positivas em relação ao que se apresentava ao EIA do Baixo Sabor, onde se previa que em 2020 as entregas deste tipo de centrais atingissem cerca de 5462 GWh.

De facto, durante o ano 2001, na sequência da publicação da Directiva Europeia 2001/77/CE relativa à promoção de electricidade produzida a partir de fontes de energias renováveis e do lançamento pelo governo português do programa E4, Eficiência Energética e Energias Endógenas, as perspectivas de crescimento deste tipo de produção aumentaram significativamente, prevendo-se actualmente que se atinjam 12861 GWh em 2010, o que representaria cerca de 16% no total dos consumos a abastecer.

5. CONTRIBUIÇÃO ESPECÍFICA DOS PROJECTOS EM AVALIAÇÃO

5.1 Enquadramento e Antecedentes ao Projecto

A justificação dos projectos em estudo pode ser considerada comum, pois ambos pretendem atingir fins semelhantes.

Existem, no entanto, diferenças nalguns casos significativas, entre as duas opções em comparação, não só por se localizarem em rios diferentes, mas também porque os projectos apresentam diferenças substanciais e a sua concretização também não pode realizar-se no mesmo prazo.

A justificação específica dos projectos é dificilmente dissociável da sua comparação, em particular no que se refere às suas características técnicas e relativas aos fins principais.

O desenvolvimento dos estudos e projectos agora em análise corresponde ao cumprimento de decisões governamentais, tendo em conta que, no conjunto da bacia do rio Douro, a localização do rio Sabor, ou alternativamente do rio Côa, confere aos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa um elevado valor estratégico como recurso energético e reserva de água.

Os projectos do Baixo Sabor e do Alto Côa têm como principal fundamento o aproveitamento dos recursos renováveis endógenos que se constitui como um dos princípios estruturantes da política energética nacional.

Tendo em conta os recursos disponíveis, as necessidades e carências e as metas de curto e médio prazo que enquadram as opções e condicionamentos da política energética nacional, os projectos em avaliação transcendem largamente o seu valor próprio por constituírem um elemento essencial do aproveitamento da Bacia Hidrográfica do Rio Douro que tem um importante valor estratégico no Sistema Electroprodutor Nacional.

Os Aproveitamentos Hidroeléctricos dos Rios Sabor e Côa fazem parte de todos os Estudos e Planos Gerais de Aproveitamento do Rio Douro e afluentes constituindo elementos essenciais do seu aproveitamento integrado. Desde 1960, estes dois aproveitamentos hidroeléctricos fazem assim parte dos projectos previstos.

A importância destes aproveitamentos acentuou-se com a constatação da importância crescente para o Sistema Eléctrico do Serviço Público (SEP) da constituição de uma reserva estratégica de água (para a produção hidroeléctrica e também para outros fins) localizada no troço mais a montante do Rio Douro Nacional.

Essa reserva estratégica, sendo um elemento já previsto nos Planos Gerais em que se baseou o Aproveitamento do Douro, tem vindo a assumir cada vez maior interesse, devido à contribuição que poderá dar para a garantia da alimentação da potência instalada nas centrais situadas a jusante no leito principal do rio, nos períodos críticos que, nos últimos anos, têm tendência a acentuar-se.

A reserva da água que com estes aproveitamentos se constituirá, permite assegurar em situação de carência de caudais no rio Douro, uma capacidade de resposta significativa em termos de colocação de potência na rede através dos aproveitamentos situados a jusante no rio Douro.

Sendo a bacia do rio Douro a mais importante bacia nacional em termos de aproveitamento hidroeléctrico, esta capacidade independente da gestão espanhola do rio Douro apresenta-se assim, como estrategicamente fundamental.

Este enquadramento estratégico estabeleceu como prioridade a concretização de um empreendimento no troço superior do Rio Douro que cumprisse aquelas funções tendo sido definido o Aproveitamento Hidroeléctrico de Foz Côa como prioritário.

A suspensão do Aproveitamento de Foz Côa levou à identificação de outros aproveitamentos que pudessem cumprir essas funções.

Assim, na resolução do Conselho de Ministros n.º 4/96, que determinou a reavaliação da problemática de Foz Côa, reconhece-se explicitamente como sendo um dos objectivos essenciais:

“...b) Assegurar o conveniente aproveitamento do potencial hídrico e energético do país, sendo para isso essencial o valor da água a armazenar no Douro Superior e seus afluentes”,

assim como “resolveu:

1. Acelerar os estudos relativos a outros projectos de aproveitamento hídrico e energético do Douro Superior e seus afluentes, com o objectivo de possibilitar a construção de uma barragem que possa cumprir funções hídricas e energéticas semelhantes às atribuídas à barragem de Foz Côa.”,

de que veio a resultar o lançamento dos estudos relativos ao Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

Esses estudos desenvolveram-se entre 1996 e 1999 tendo o processo de Avaliação de Impacte Ambiental deste empreendimento concluído do interesse em proceder à avaliação de uma alternativa no Alto Côa, cumprindo os mesmos objectivos, e de se fazer a uma análise comparativa das duas alternativas por forma a ser escolhida a mais favorável ambientalmente.

Deste modo, os estudos técnicos e ambientais para o desenvolvimento do aproveitamento do Alto Côa foram lançados ainda no ano de 2000, de modo a possibilitar a avaliação comparada com o Baixo Sabor em condições de rigor semelhante.

Por outro lado, tal como já referido no ponto 4.2, o crescimento da procura de electricidade que se prevê para as próximas duas décadas, representa praticamente uma duplicação dos valores actuais, a que acresce o efeito das desclassificações dos centros produtores que nesse mesmo espaço de tempo completam os respectivos períodos de vida útil, justificando-se assim, de uma forma evidente, a necessidade de construção de novos centros produtores nos próximos 20 anos.

A concretização dos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa enquadra-se dentro da resposta a estas necessidades e nas linhas gerais de orientação da política energética nacional, de onde se devem destacar, o adequado aproveitamento dos recursos renováveis endógenos, a garantia da segurança de abastecimento energético e a minimização global dos impactes sobre o ambiente.

Nos pontos seguintes sintetizam-se os aspectos mais relevantes da justificação dos projectos à luz da política energética nacional tendo como base um documento elaborado pela entidade concessionária de Rede Nacional de Transporte, a REN, S.A. e que constitui o **Anexo 8** deste estudo, designado por “*Avaliação Comparada dos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa*”.

Refira-se que os aspectos já desenvolvidos no Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento do Baixo Sabor, nomeadamente no ponto 7 do Capítulo I, podem considerar-se válidos, pelo que não se julga necessário repeti-los, pois fazem parte do actual processo.

5.2 A Importância da Reserva de Água para Fins Não Energéticos

A reserva de emergência de água que os aproveitamentos agora em estudo permitem, constitui um dos aspectos mais importantes da sua justificação, constituindo uma mais-valia não só do ponto de vista energético, mas também ambiental e como recurso estratégico tendo em conta outras necessidades de consumo.

Nas regiões do interior Norte verificam-se já dificuldades nos períodos de seca, quanto aos recursos hídricos e necessidades de água. A criação de reservas de água que permitam uma melhor distribuição dos recursos ao longo de todo o ano tem neste quadro uma importância de relevo a que acrescerá a possibilidade destas reservas poderem igualmente ser utilizadas para rega e no combate a incêndios.

Por outro lado, tendo em conta a tendência de evolução do clima a longo prazo referida no ponto 3., é de admitir uma tendência no sentido do aumento das temperaturas e da alteração do regime de pluviosidade com consequências nos recursos hídricos.

Para a região Norte, apesar de se prever um certo equilíbrio anual de precipitações, estima-se que aumentarão as precipitações no Inverno, havendo uma forte redução destas no Verão. Ou seja, as assimetrias Verão – Inverno acentuar-se-ão, aumentando os períodos de seca com elevadas temperaturas e concentrando-se os períodos de chuva no Inverno, fenómeno que reforça o interesse da constituição de reservas de água.

Deve também ser tida em conta, a tendência evidenciada em muitos estudos de planeamento para a diminuição das aflúências à albufeira de Miranda, aproveitamento mais a montante do troço internacional do rio Douro que reforça mais a necessidade de assegurar uma reserva de água que possa ser gerida de uma forma independente da parte espanhola da bacia do rio Douro.

5.3 Importância para o Controlo de Cheias e Regularização do Rio Douro

As cheias no rio Douro constituem uma ocorrência relativamente frequente que assume, nalguns casos, níveis de catástrofe, com elevados prejuízos em particular nas principais povoações ribeirinhas.

Apesar do rio Douro ter em Espanha a maior parte da sua bacia hidrográfica (78 960 km² em Espanha contra 18 643 km² em Portugal) a maior contribuição para a formação de grandes cheias têm origem no troço final da bacia, não tendo as albufeiras actualmente existentes, em particular em Portugal, possibilidade de contribuir de forma significativa para o seu amortecimento.

No quadro seguinte, onde se apresentam alguns dados das cheias mais relevantes são evidentes os enormes contributos de parte da bacia do Douro em Portugal.

Quadro II. 2. 3 – Caudais de Ponta de Cheia, Registados no Rio Douro

| Local | Área da Bacia (km ²) | Q _{máx} (m ³ /s) | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| | | 1936 | 1939 | 1947 | 1948 | 1962 | 1966 | 1989 |
| Miranda | 63 744 | 3 740 | 6 960 | 4 450 | 3 210 | 7 300 | 5 872 | 3 377 |
| Pocinho | 81 050 | 6 440 | 7 250 | 5 460 | 6 420 | 10 720 | 8 450 | 7 620 |
| Régua | 91 119 | 8 600 | 8 650 | 7 150 | 9 630 | 15 720 | 12 500 | 11 800 |
| Atães / Porto | 97 173 | 11 980 | 12 220 | 11 080 | 12 060 | 17 000 | 14 600 | 13 484* |

Fonte: Oliveira, Fernandes, Silva; "As Grandes Albufeiras e a sua importância nas Laminações das Cheias", 2002.

* valor referente à secção da barragem de Crestuma / Lever, localizada a cerca de 5 km a montante da E.H. de Atães.

No quadro é visível que os valores na secção de Miranda (à entrada de Portugal) os caudais são muito mais baixos que os registados em qualquer das outras secções. Com excepção do ano de 1939 onde o acréscimo foi apenas de 60%, todos os outros anos esse acréscimo foi sempre superior a 150%, atingindo perto de 300% em 1989.

Em 2001.03.20, em Barca d'Alva, o caudal proveniente de Espanha (que domina cerca de 80% da Bacia), registou cerca de 1 800 m³/s, enquanto em Crestuma / Lever atingiu 8500 m³/s, ou seja, a bacia do lado português (que é apenas de cerca de 20%) contribuiu em cerca de 6 700 m³/s.

Esta situação resulta da conjugação da Bacia Portuguesa ter precipitações muito mais elevadas com o facto desta zona terminal gerar escoamentos superficiais muito mais elevados, resultantes de reduzidas capacidades de retenção e maior velocidade de propagação de caudais originados pelo relevo acidentado e por vales profundos e encaixados de muito baixa permeabilidade.

Esta situação dá origem a cheias com um período de retorno muito curto e de significativa magnitude que causam grande prejuízos. A cheia de 1962, cujo período de retorno se supõe ser de 100 anos é um exemplo, tendo atingido na Régua um caudal máximo de 15 700 m³/s e cerca de 19 000 m³/s no Porto apesar de à entrada em Portugal ter apenas 7 300 m³/s.

Na actual situação não existe em Portugal qualquer possibilidade de laminar estas cheias, pois as barragens são a fio de água e portanto sem capacidade de encaixe (as únicas excepções são o Torrão, Varosa e Vilar que não tem capacidade suficiente para terem qualquer significativo).

Refira-se que as grandes cheias do Douro estão normalmente associadas a precipitações não muito elevadas, mas sim de longa duração e sobre áreas extensas, o que poderá facilitar a sua gestão caso existam barragens adequadas nos afluentes que são origem das principais contribuições.

No quadro seguinte apresentam-se os caudais de ponta de cheia dos principais afluentes do rio Douro em território português onde se pode verificar que os rio Sabor constitui um dos mais importantes contribuintes para as cheias do Douro, sendo o Côa também relativamente importante.

Quadro II. 2. 4 – Caudais de Ponta de Cheia, Calculado nos Principais Afluentes do rio Douro em Território Português

| Local | Área da Bacia (km ²) | Caudal de Ponta (m ³ /s) | | | | |
|-----------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | T = 5 anos | T = 10 anos | T = 25 anos | T = 50 anos | T = 100 anos |
| Fridão (Tâmega) | 2 567 | 1 101 | 1 586 | 2 057 | 2 739 | 3 201 |
| Foz do Tâmega | 3 309 | 1 537 | 2 161 | 2 803 | 3 666 | 4 241 |
| Foz do Tua | 3 814 | 1 331 | 1 962 | 2 652 | 3 477 | 4 298 |
| Baixo Sabor | 3 447 | 1 083 | 1 685 | 2 188 | 2 985 | 3 531 |
| Foz do Sabor | 3 868 | 1 146 | 1 784 | 2 315 | 3 180 | 3 759 |
| Sra. de Moforte (Côa) | 1 137 | 416 | 665 | 879 | 1 295 | 1 454 |
| Pero Martins (Côa) | 1 739 | 565 | 866 | 1 177 | 1 715 | 1 930 |
| Foz do Côa | 2 521 | 771 | 1 173 | 1 587 | 2 263 | 2 540 |
| Alvarenga (Paiva) | 657 | 422 | 636 | 824 | 1 158 | 1 279 |
| Foz do Paiva | 795 | 513 | 767 | 967 | 1 343 | 1 475 |

T: período de retorno da cheia

Em estudos recentes realizados (ver **Anexo 8**), as albufeiras agora em projecto foram avaliadas para verificar qual o seu contributo para o controlo de cheias no rio Douro, tendo-se verificado ser significativo.

No Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, a criação de um volume de encaixe de 90 hm³ possibilita a redução a jusante do caudal de ponta afluente de 1 200 m³/s para o caso das cheias com período de retorno de 5 anos, o que representa cerca de 75 % de diminuição do caudal máximo.

No caso extremo da cheia de período de retorno de 200 anos, a redução seria de 1 500 m³/s representando apenas 35% da diminuição o que, apesar de tudo, seria significativo.

No caso do Alto Côa, os encaixes de 35 hm³ e 15 hm³ para as albufeiras de Senhora de Monforte e Pero Martins representam para o caso de cheia do período de retorno de 5 anos, a redução do caudal de cheia de 300 m³/s correspondente a 65% do valor do caudal máximo.

Do mesmo modo, no caso da cheia do período de 200 anos a redução seria de 1 400 m³/s e assim de cerca de 55% do valor do caudal máximo.

Uma adequada gestão dos empreendimentos permitirá assim uma redução e controle de cheias que será tanto mais significativa quanto menor for o período de retorno.

Apesar disso, mesmo nos casos mais graves, não sendo possível evitar prejuízos sérios, constituiria sempre uma minimização dos impactes das cheias.

Por exemplo, tendo em consideração o caso das cheias de 1978 e de 1989, em que se verificaram caudais máximos na Régua de 4 284 m³/s e 12 315 m³/s, respectivamente, o impacto da construção do empreendimento do Baixo Sabor corresponderia a um decréscimo de cerca de 1,3 metros no nível das águas nessa zona em cada uma dessas cheias, com reduções do caudal máximo de 20,6% e 8,4%, respectivamente.

No caso do Alto Côa, os valores seriam relativamente menos importantes, com reduções do nível de 0,6 metros em cada uma das duas cheias e de caudal máximo de 7,5% e 5,0%, respectivamente.

Importa ainda referir que a importância deste contributo dos empreendimentos na salvaguarda das pessoas e bens ao longo do rio Douro será gradualmente crescente se se considerarem as tendências de evolução climática em Portugal.

Como foi já sintetizado no ponto 3., a incidência das cheias no período das chuvas tenderá a aumentar quer em intensidade quer em extensão, o que torna este factor regularizador cada vez mais importante.

5.4 Importância para a Regularização de Caudais de Estiagem

Se o controle de cheias descrito anteriormente assume uma importância muito significativa na defesa de pessoas e bens, a regularização de caudais nos períodos de carência é igualmente um factor de grande importância.

A existência de uma reserva de água a montante da Bacia Hidrográfica do Rio Douro Nacional permite um melhor aproveitamento dos caudais afluentes às bacias dos rios Sabor e Côa com consequências ambientais e socioeconómicas positivas.

Nos meses de Verão os caudais naturais do Douro decrescem de forma muito sensível e têm vindo a decrescer de forma acentuada, devido ao acréscimo de consumos a montante, em particular em Espanha.

Esta situação dá origem a que a qualidade da água tenha tendência a piorar, particularmente no Verão, com fracos níveis de renovação da água e aumento de afluições poluídas, nomeadamente devido a poluição difusa de origem agrícola, aumentando a carga de nutrientes (nitratos e fosfatos), o que aumentará a probabilidade de ocorrência de fenómenos de eutrofização.

Os estudos hidrológicos desenvolvidos e sintetizados em ponto próprio concluem que a gestão correcta da barragem permite uma muito significativa melhoria de afluições nos meses mais carentes de Verão. Por exemplo, no mês de Julho, o acréscimo de caudais corresponde a cerca de 30%, no caso do Baixo Sabor e a cerca de 15% no caso do Alto Côa (**Anexo 8**).

Nos períodos de grande carência de caudais, como por exemplo os verificados em Agosto de 1984, 1989 ou 1992, onde se registaram sequências de mais de 20 dias de caudais praticamente nulos na secção da Valeira, estas afluições provenientes das reservas serão as únicas alternativas para corrigir a níveis satisfatórios o regime de caudais do rio Douro. Períodos tão prolongados de carência trarão graves problemas de qualidade com consequências negativas para a vida das populações, abastecimento público (parte de água da cidade do Porto é captada na barragem de Crestuma / Lever) e em toda a extensão do rio até ao estuário.

As perspectivas de evolução climática referidas no ponto 3. acentuam estes riscos, prevendo-se ao longo do presente século um acentuado decréscimo de afluições e precipitação nos meses de Verão.

Esta evolução dará lugar a um agravamento profundo dos problemas de qualidade da água, não tanto devido a poluição, que se admite seja controlada, mas de aumento de temperatura, renovação da água e redução da concentração de oxigénio na água, que dará origem ao aumento de produtividade biológica e assim aos fenómenos de eutrofização.

A descarga das águas das reservas acumuladas nos períodos de Inverno será um instrumento de grande importância para melhorar a situação.

5.5 Importância para Política Energética Nacional e para o Desenvolvimento do Sistema Eléctrico Nacional

Dois dos princípios fundamentais da política energética nacional são a segurança de abastecimento energético e a minimização dos impactes sobre o ambiente.

Na linha destes dois princípios, uma das peças base do programa hidroeléctrico é a criação de uma reserva estratégica de água na bacia superior do rio Douro, que poderá ser concretizada:

- No rio Sabor, pelo Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, ou;
- No rio Côa, pelo Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa com os escalões de Senhora de Monforte e Pêro Martins.

De acordo com a fase de desenvolvimento destes projectos, o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor poderá estar concluído em 2009 e o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa em 2015 após a entrada em serviço dos escalões que o constituem, respectivamente o escalão de Senhora de Monforte em 2013 e o de Pêro Martins em 2015.

A utilidade e o interesse destes aproveitamentos resulta, fundamentalmente, dos mesmos se situarem em rios cujas bacias hidrográficas se localizam, na sua quase totalidade, em Portugal, e incluïrem albufeiras com significativa capacidade de regularização no troço superior da bacia do Douro Nacional às quais serão associadas centrais hidroeléctricas reversíveis, isto é, centrais que tanto produzem electricidade por turbinamento de montante para jusante, como bombeiam água de jusante para montante consumindo energia da rede e repondo os níveis dos reservatórios de montante para posterior turbinamento.

Assim, pelas suas características próprias e pela sua localização, a montante das centrais hidroeléctricas do Douro Nacional que correspondem a cerca de 25% da potência hidroeléctrica disponível, estes aproveitamentos permitirão um grau de autonomia mais elevado em relação à exploração que vier a ser concretizada na parte Espanhola da bacia do Douro.

A tendência evidenciada em muitos estudos de planeamento para a diminuição das afluências à albufeira de Miranda, aproveitamento mais a montante do troço internacional do rio Douro, torna ainda mais evidente a necessidade de assegurar uma reserva de água que possa ser gerida de uma forma independente da parte espanhola da bacia do rio Douro.

De acordo com os estudos efectuados pela REN, S.A., que incluíram simulações da exploração do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor e do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa integrados no sistema eléctrico nacional, a construção destes empreendimentos permitirá um melhor aproveitamento energético que se pode sintetizar nos seguintes aspectos principais:

➤ **Produção Própria de Electricidade**

A produção de electricidade, em ano médio, e considerando apenas utilização dos caudais naturais actualmente afluentes, poderá atingir 250 GWh/ano ou 195 GWh/ano no caso do Baixo Sabor conforme se trate do Esquema 1 ou 2 e 370 GWh/ano ou 260 GWh no caso do Alto Côa conforme se trate do Esquema 1 ou 2.

➤ **Acréscimo da produção de Electricidade nas Escalões Existentes a Jusante**

Independentemente da importância da reserva de emergência que será referida a seguir, o facto de qualquer dos empreendimentos se situarem no Douro Superior, permite em resultado da melhor utilização dos caudais afluentes às bacias do Sabor e do Côa um acréscimo na produção de electricidade nas barragens existentes a jusante na cascata do Douro.

A jusante dos empreendimentos agora em estudo existem um conjunto de aproveitamentos que, por terem uma reduzida capacidade de armazenamento, são explorados a “fio de água”, e que por isso irão beneficiar da regularização dos caudais provenientes das bacias do Sabor e do Côa que os aproveitamentos em estudo originarão.

Em termos normais, e para um ano médio, os acréscimos de produção nas centrais existentes a jusante (sem contar com a reserva de emergência) prevêem-se que atinjam cerca de 12 GWh com o Baixo Sabor, e cerca de 9 GWh no caso do Alto Côa.

➤ **Contribuição para a Satisfação dos Consumos de Electricidade em Horas de Ponta e Cheias do Diagrama de Cargas**

Os estudos realizados põem em grande evidência a possibilidade da gestão da água do rio Douro, aproveitando a variação de afluências e as necessidades de produção de energia nas horas de ponta e cheias, através o recurso à bombagem.

A bombagem nos períodos nocturnos, onde ocorre menor consumo de energia, e em regimes secos permitirá repor os níveis de água em qualquer destes aproveitamentos que poderão ser depois turbinados quando necessário.

Este efeito positivo para a gestão do sistema eléctrico faz-se sentir para qualquer dos aproveitamentos sendo, no entanto, relativamente maior para o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor.

Por exemplo, nas horas de ponta de um regime seco, consoante se considerem o Esquema 1 ou 2 o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor coloca na rede, em média, 73% e 78% da respectiva potência instalada enquanto que para o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa estes valores são 56% e 70%. Tratam-se, em qualquer dos casos, de valores muito significativos e de um factor de elevado valor estratégico.

Por outro lado, tendo em conta a tendência de evolução do clima a longo prazo referida no ponto 3., tudo indica que esta possibilidade assuma crescente importância na medida em que se pode admitir que os períodos secos venham a aumentar.

A alternativa à capacidade que estes empreendimentos asseguram será a crescente necessidade de construção de equipamento termoeléctrico capaz de executar este serviço de ponta com os respectivos impactes ambientais associados.

➤ Reserva de Emergência de Água para fins energéticos

Tal como já referido, a reserva de emergência de água que os aproveitamentos agora em estudo vão criar, constitui um dos aspectos mais importantes da sua justificação, constituindo uma mais-valia muito importante do ponto de vista energético.

Também como já foi referido, os actuais projectos têm uma relação estreita com o projecto abandonando de Foz-Côa (Baixo Côa) correspondendo à necessidade de o substituir e cumprir as funções hídricas e energéticas que lhe estavam atribuídas (ver ponto 5.1).

A criação de albufeiras de grande capacidade de armazenamento a montante da cascata dos empreendimentos do Douro, permite complementar o sistema do Douro Nacional, dando-lhe um valor muito mais significativo do que na actual situação onde não é possível gerir a água em períodos críticos de uma forma autónoma e tirar todos os benefícios das infraestruturas já existentes.

A utilização da reserva de emergência no projecto de Foz-Côa (200 hm³) nas situações em que as aflúncias do Douro Nacional fossem muito reduzidas, permitia lançar na albufeira do Pocinho e assim sucessivamente até Crestuma, um caudal que garantia o aproveitamento de grande parte da potência instalada nas centrais do Douro Nacional.

Os Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa procuram assim cumprir as mesmas funções, tendo naturalmente em conta o diferente número de albufeiras que dominam no rio Douro (5 no Alto Côa e 4 no Baixo Sabor).

Relativamente ao Estudo de Impacte Ambiental do Aproveitamento do Baixo Sabor, de Maio de 1999, este aproveitamento viu aumentar significativamente a disponibilidade de reserva de emergência que passou dos 240 hm³ inicialmente previstos para cumprir as mesmas funções de Foz-Côa, para 450 hm³ em detrimento da redução do volume útil de utilização normal para os 180 hm³ (que corresponde à variação de níveis da albufeira em regime de exploração corrente).

Estas alterações resultaram de estudos de optimização entretanto realizados onde se concluiu que a redução do volume útil de utilização normal da albufeira não introduzia alterações significativas em termos de aumentos de volumes descarregados ou de perdas de produção. A diminuição do volume útil de utilização normal terá ainda como benefício uma significativa redução da variação das cotas de água da albufeira em perto de 60%, melhorando assim as relações da envolvente com o plano da água.

A determinação do volume da reserva de emergência do projecto do Alto Côa adoptou também o critério de cumprir as mesmas funções de Foz-Côa, para o que será necessário uma reserva de 500 hm³ ou 360 hm³ conforme o Esquema que for escolhido.

Com estas “reservas de emergência” assegura-se, mesmo em situações de grande seca e inexistência de caudais afluentes a montante, o lançamento de caudais que assegurarão a alimentação das centrais situadas a jusante durante as horas de ponta, contribuindo assim para que não haja rupturas no sistema.

Considerando quatro horas para as horas de ponta, numa situação de caudais nulos ou praticamente nulos no rio Douro, a utilização da reserva de emergência do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor (cerca de 450 hm³) garantirá, **durante os dias úteis de dois meses**, a colocação na rede em permanência de **150 MW** em resultado do turbinamento de 150 m³/s na central do Baixo Sabor, a que se devem adicionar cerca de **700 MW, nas horas de ponta**, colocados pelas quatro centrais do Douro Nacional situadas a jusante, Valeira, Régua, Carrapatelo e Crestuma.

A mesma reserva de emergência também poderá, em termos equivalentes, ser mobilizada durante os dias úteis de três meses através do turbinamento de 90 m³/s na central do Baixo Sabor, o que terá como consequência menores valores de potência colocada quer no Sabor quer nas centrais a jusante, no rio Douro.

No Alto Côa, para uma situação idêntica, a utilização da reserva de emergência do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa (Esquema 1 – cerca de 500 hm³, Esquema 2 – cerca de 360 hm³) garantirá, durante **os dias úteis de três meses** para o Esquema 1 e de **dois meses** para o Esquema 2, a colocação na rede em permanência de **170 MW em resultado do** turbinamento de 90 m³/s nas centrais do Alto Côa a que se devem adicionar cerca de **570 MW nas horas de ponta, colocados pelas** cinco centrais do Douro Nacional situadas jusante, Pocinho, Valeira, Régua, Carrapatelo e Crestuma.

Merece ser sublinhado o valor desta “reserva de emergência” em situações de dificuldade de gestão hídrica e energética do Douro Nacional, devidas à gestão da parte espanhola desta bacia. Este interesse estratégico de reserva de água tem vindo tornar-se mais evidente, quer devido ao aumento gradual de consumos na bacia espanhola o rio Douro, quer à gestão mais imprevisível dos seus aproveitamento em face das novas regras de exploração em ambiente de mercado, a que acresce ainda o facto das situações hidrológicas desfavoráveis afectarem em simultâneo os dois países ibéricos.

5.6 Produção de Energia Limpa e Cumprimento de Compromissos Comunitários

Foram já feitas várias referências à importância da produção de energia hidroeléctrica como contributo de energia limpa e para a substituição de energia produzida a partir de combustíveis fósseis. No EIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor esse aspecto foi destacado.

Merece, no entanto, particular destaque a evolução que houve no estabelecimento de compromissos comunitários e a forma como uma grande reserva de água associada a uma central reversível pode contribuir para a adequada integração do potencial eólico no sistema eléctrico nacional.

5.6.1 Redução de Emissões Atmosféricas

No **Anexo 8** descreve-se com maior detalhe a importância dos empreendimentos para a redução das emissões atmosféricas.

A produção hidroeléctrica do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor e do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa substitui a produção de centrais termoeléctricas que utilizam combustíveis fósseis e, conseqüentemente, anulam as respectivas emissões de CO₂, SO₂ e NO_x.

Realça-se, no entanto, que para o primeiro período de cumprimento do protocolo de Quioto que vai até 2012, **só o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor é que poderá contribuir para o esforço de redução de emissões atmosféricas**. Nesse período o funcionamento do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor permitirá, em ano médio, uma **redução nas emissões de CO₂ de cerca de 150 kton/ano ou de 115 kton/ano** conforme se trate do Esquema 1 ou 2.

Para horizontes mais longínquos, por exemplo para o horizonte de 2020, o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor permitirá, em ano médio, uma redução das emissões de CO₂ do sistema electroprodutor de cerca de 111 kton/ano ou de 87 kton/ano conforme se trate do Esquema 1 ou 2.

O Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa, devido à sua maior produção de electricidade, permitirá nas mesmas condições uma redução das emissões de CO₂ de cerca de 165 kton/ano ou de 116 kton/ano conforme se trate do Esquema 1 ou 2, mas apenas estará disponível em 2015.

5.6.2 Contribuição para o Cumprimento dos Objectivos da Directiva das Renováveis

A Directiva Europeia 2001/77/CE relativa à promoção de electricidade produzida a partir de fontes de energias renováveis (Directiva das Energias Renováveis) aponta um objectivo indicativo para Portugal de, em 2010, a produção de energia de base renovável corresponder a 39% do consumo bruto de electricidade. Recorde-se que esta Directiva é uma parte substancial do pacote de medidas que a União Europeia considera necessárias para que o conjunto dos seus Estados Membros possam cumprir o Protocolo de Quioto.

O objectivo desta Directiva foi incorporado no programa de política energética E4 (Eficiência Energética e Energias Endógenas) lançado em 2001 pelo governo português, tendo sido considerado que a contribuição dos 39% de energias renováveis teria de ser alcançada através de um parque electroprodutor diversificado que contemplasse as várias formas de produção renovável com potencial de utilização em Portugal, cabendo o acréscimo de contribuição mais importante à energia eólica e à energia hidroeléctrica.

Neste sentido o programa E4 previu a necessidade de se instalar até 2010 cerca de 3 000 MW de potência eólica e de se continuar com a construção dos aproveitamentos hidroeléctricos anteriormente planeados. Aliás, refira-se que o governo português sempre reconheceu que o objectivo dos 39% para Portugal só seria alcançável se a construção de nova capacidade hidroeléctrica superior a 10 MW pudesse prosseguir, conforme consta na declaração de Portugal expressa no Anexo da Directiva das Energias Renováveis.

Há no entanto a percepção que a integração da energia eólica traz problemas novos ao planeamento e à exploração dos sistemas eléctricos que resultam das variações da produção eólica decorrentes das flutuações das características do vento, e que para valores elevados de potência a instalar, como é o caso do objectivo dos 3 000 MW até 2010, estes problemas podem mesmo tornar-se factores limitativos ao crescimento desta forma de produção.

Por outro lado, é reconhecido, nomeadamente pelos gestores da rede pública (REN S.A.), que o aumento da capacidade instalada em aproveitamentos hidroeléctricos reversíveis com capacidade de regularização poderá constituir uma forma de superação destas dificuldades. Estas centrais hidroeléctricas armazenarão a energia eólica excedentária através da utilização da bombagem hidroeléctrica, entregando-a à rede, via turbinamento, nos períodos de maior consumo.

O Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor e o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa pelas suas características próprias, com grupos geradores reversíveis e com grande capacidade de regularização, criarão por si só condições para um incremento significativo da capacidade de recepção de potência eólica.

Assim, o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, apesar de apresentar valores de produção inferiores aos do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa, é o único que contribui para o cumprimento do objectivo da Directiva das Energias Renováveis pelo facto da sua entrada em serviço poder acontecer ainda em 2009, o que por um lado permite que a sua produção seja ainda contabilizada em 2010 e, por outro lado, vai já ajudar à resolução da questão dos elevados níveis de penetração eólica, exactamente na altura em que essa questão se vai acentuar no sistema eléctrico nacional tendo em conta os elevados valores de potência eólica previstos para 2010.

É de realçar que, conforme os esquemas considerados, o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor representa cerca de 18 a 21% do total da potência a instalar em aproveitamentos hidroeléctricos reversíveis actualmente em construção ou a construir até 2010.

5.7 Valorização da Energia Produzida e Investimentos a Realizar

O **interesse económico** do Baixo Sabor e do Alto Côa foi também analisado pela REN, S.A. tendo em conta diversos cenários de valorização dos serviços prestados por estes aproveitamentos hidroeléctricos.

Conhecidos os valores dos investimentos necessários para realizar os aproveitamentos, o seu interesse económico foi analisado considerando os aproveitamentos como investimentos isolados a remunerar pela valorização da sua própria produção no **contexto actual do SEP**.

A valorização dos aproveitamentos foi considerada como constituída por quatro parcelas a saber:

- **a valia eléctrica**, que representa o valor económico da sua contribuição em regime de exploração normal;
- **a valia cinética**, que representa o valor económico dos benefícios resultantes da rapidez de resposta intrínseca da potência hidroeléctrica;

- **a valia ambiental**, que representa o valor económico da sua contribuição para a redução das emissões de poluentes;
- **a valia da reserva de emergência**, que representa o valor económico associado à utilização da reserva de água em períodos críticos.

A REN, S.A. determinou a valia eléctrica do Baixo Sabor e do Alto Côa através da valorização das suas produções, em cada período elementar de tempo, pelos custos marginais de produção do sistema produtor, tendo recorrido a resultados de estudos de simulação da exploração do sistema electroprodutor (modelo Valoragua). Quanto às restantes valias, considerou 4 cenários da sua valorização que tentam balizar os limites expectáveis das mesmas.

Assim, considerando a **valorização dos aproveitamentos no contexto actual do SEP** e tendo em conta os valores dos investimentos necessários para realizar os aproveitamentos e os respectivos custos anuais de operação e manutenção, a REN, S.A. para as várias hipóteses em estudo determinou a Taxa Interna de Rendibilidade (TIR) antes de impostos que se apresentam no quadro seguinte.

Quadro II. 2. 5 – TIR Antes de Impostos do Baixo Sabor e do Alto Côa

| Cenários de Valorização | Baixo Sabor | | Alto Côa | |
|-------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 1 | Esquema 2 |
| Cenário 1 | 7.8 % | 8.0 % | 5.2 % | 4.7 % |
| Cenário 2 | 8.7 % | 8.8 % | 6.1 % | 5.5 % |
| Cenário 3 | 8.6 % | 8.7 % | 5.8 % | 5.3 % |
| Cenário 4 | 9.4 % | 9.6 % | 6.6 % | 6.1 % |

Com base nos mesmos cenários de valorização das diversas valias considerados no cálculo da TIR, a REN, S.A. procedeu também a uma análise dos custos nivelados de produção do Baixo Sabor e do Alto Côa.

Inicialmente determinou-se o custo nivelado de produção que relaciona os investimentos necessários à realização dos aproveitamentos e os respectivos encargos de exploração com a energia que se admite que os aproveitamentos vão gerar ao longo da sua vida útil, para o que se admitiu uma taxa real de actualização de 8% e uma vida útil dos aproveitamentos de 50 anos.

Posteriormente, e para permitir uma correcta comparação destes aproveitamentos hidroeléctricos com possíveis alternativas termoeléctricas, aos valores dos custos nivelados de produção deduziram-se as parcelas correspondentes às valias cinética, ambiental e da reserva de emergência que estes aproveitamentos possuem a mais em relação a centrais termoeléctricas, por forma a se obter o que se poderá chamar de custo “equivalente” de produção ou custo nivelado “efectivo”, que se apresentam na tabela seguinte.

Quadro II. 2. 6 – Custos “Equivalentes” de Produção do Baixo Sabor e do Alto Côa

| | | Baixo Sabor | | Alto Côa | |
|---|-----------|-------------|------------|------------|------------|
| | | Esquema 1 | Esquema 2 | Esquema 1 | Esquema 2 |
| Custo Nivelado de Produção (€/MWh) | | 98 | 101 | 125 | 152 |
| Custo “equivalente” ou custo nivelado “efectivo” (€/MWh) | Cenário 1 | 56 | 55 | 85 | 108 |
| | Cenário 2 | 44 | 43 | 72 | 96 |
| | Cenário 3 | 46 | 45 | 77 | 99 |
| | Cenário 4 | 34 | 33 | 64 | 86 |

Por fim refira-se que todas as análises económicas desenvolvidas pela REN consideraram as melhores estimativas disponíveis para os investimentos a realizar no Baixo Sabor e no Alto Côa, que a custos técnicos e preços de Maio de 2000 são respectivamente:

- Para o Baixo Sabor **250.3 milhões €** ou **198.3 milhões €**, conforme seja o Esquema 1 ou 2.
- Para o Alto Côa **450.8 milhões €** ou **378,3 milhões €**, conforme seja Esquema 1 ou 2.

Em termos de investimento unitário por potência a instalar, o Baixo Sabor apresenta valores de 1472 €/kW e 1417 €/kW respectivamente para o Esquema 1 e 2, significativamente mais baixos que os do Alto Côa que são 1610 €/kW e 1856 €/kW respectivamente para o Esquema 1 e 2.

Toda a análise económica dos aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa é descrita em detalhe no documento da REN, S.A. que constitui o **Anexo 8**.

II.3 – DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo descrevem-se, em pontos separados, os principais aspectos caracterizadores dos projectos dos Aproveitamentos do Alto Côa e do Baixo Sabor.

Previamente realiza-se o seu enquadramento em termos de localização administrativa, planos de ordenamento em vigor e áreas sensíveis existentes na sua área de implantação.

2. LOCALIZAÇÃO DOS PROJECTOS

2.1 Divisão Administrativa

A área afectada pelo Aproveitamento do **Alto Côa** localiza-se nos seguintes concelhos e freguesias (ver FIG. II.3.1):

| Concelho | Freguesia |
|-----------------------------|---|
| Almeida | Almeida; Vale Verde. |
| Figueira de Castelo Rodrigo | Algodres; Cinco Vilas; Colmeal; Penha de Águia; Quintã de Pero Martins; Reigada; Vale de Afonsinho. |
| Mêda | Barreira; Coriscada. |
| Pinhel | Azevo; Bogalhal; Cidadelhe; Ervedosa; Pereiro; Pinhel; Vale de Madeira; Vascoveiro. |
| Vila Nova de Foz Côa | Almendra; Castelo Melhor; Chãs; Foz Côa; Muxagata; Santa Comba. |

Todos os concelhos referidos estão integrados no Distrito da Guarda.

A área afectada pelo Aproveitamento do **Baixo Sabor** localiza-se nos seguintes concelhos e freguesias (ver FIG. II.3.1):

| Concelho | Freguesia |
|----------------------|--|
| Alfândega da Fé | Alfândega da Fé; Cerejais; Ferradosa; Parada; Sendim da Ribeira; Vilar Chão. |
| Macedo de Cavaleiros | Lagoa; Taldas. |
| Mogadouro | Azinhoso; Brunhoso; Castro Vicente; Meirinhos; Paradela; Remondes; Soutelo; Valverde. |
| Torre de Moncorvo | Adeganha; Cardanha; Felgar; Larinho; Souto da Velha; Torre de Moncorvo. |

Todos os concelhos referidos estão integrados no Distrito de Bragança.

FIG. II. 3. 1 – Enquadramento Administrativo

2.2 Áreas Sensíveis na Área dos Aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa

O Aproveitamento do **Alto Côa** localiza-se nas seguintes áreas sensíveis, nos termos do Decreto-Lei n.º 69/2000:

- Zona de Protecção Especial do Douro Internacional e Vale do Rio Águeda e Zona de Protecção Especial do Vale do Côa, criados pelo Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de Setembro;
- Sítio da Rede Natura 2000 "Vale do Côa", Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97, de 28 de Agosto;
- Parque Arqueológico do Vale do Côa, Decreto-Lei n.º 50/99, de 16 de Fevereiro;

Nas freguesias de localização do empreendimento do Alto Côa localizam-se ainda diversos monumentos nacionais e imóveis de interesse público.

O Aproveitamento do **Baixo Sabor** localiza-se nas seguintes áreas sensíveis:

- Zona de Protecção Especial dos Rios Sabor e Maçãs, Decreto-Lei n.º 384-B/99, de 23 de Setembro;
- Sítio da Rede Natura 2000 "Rios Sabor e Maçãs", Resolução do Conselho de Ministros n.º 142/97, de 28 de Agosto.

Na área de levantamento não se identificaram outros valores com estatuto legal de protecção, nomeadamente em termos patrimoniais.

Na FIG. II. 3. 2 apresenta-se, em termos de enquadramento regional, a localização das áreas com estatuto de protecção referidas, actualizando-se as já identificadas no EIA do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor em relação às evoluções ocorridas, nomeadamente a criação da ZPE dos rios Sabor e Maçãs.

2.3 Planos de Ordenamento (Regionais, Municipais e Especiais) em Vigor na Área do Projecto

Nas áreas dos empreendimentos do Baixo Sabor e do Alto Côa estão em vigor os seguintes planos de ordenamento:

- Plano Director Municipal de Alfândega da Fé, ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 103/94, de 18 de Outubro;
- Plano Director Municipal de Almeida, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 120/94, de 2 de Dezembro;
- Plano Director Municipal de Figueira de Castelo Rodrigo, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 33/95, de 10 de Abril e parcialmente suspenso pelo Decreto-Lei n.º 50/99, de 16 de Fevereiro.
- Plano Director Municipal de Macedo de Cavaleiros ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 49/95, de 19 de Maio;
- Plano Director Municipal de Mêda, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 137/95, de 14 de Novembro e parcialmente suspenso pelo Decreto-Lei n.º 50/99, de 16 de Fevereiro;
- Plano Director Municipal de Mogadouro ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 96/95, de 6 de Outubro;
- Plano Director Municipal de Torre de Moncorvo, ratificado pela Resolução de Conselho de Ministros n.º 24/95, de 23 de Março;
- Plano Director Municipal de Pinhel, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 83/95, de 1 de Setembro e parcialmente suspenso pelo Decreto-Lei n.º 50/99, de 16 de Fevereiro;
- Plano Director Municipal de Vila Nova de Foz Côa, ratificado pela Resolução do Conselho de Ministros n.º 2/95, de 13 de Janeiro e parcialmente suspenso pelo Decreto-Lei n.º 50/99, de 16 de Fevereiro.

Refira-se ainda, o Plano de Pormenor da foz do Sabor / Cabanas de Baixo, que não se encontra legalmente em vigor, embora tenha sido aprovado pela Câmara Municipal de Torre de Moncorvo, em 4 de Abril de 1997.

FIG. II. 3. 2 – Áreas com Estatuto de Protecção

Nos concelhos da área do aproveitamento do Alto Côa estão ainda em vigor os seguintes planos municipais de ordenamento e instrumentos de gestão territorial, sem relação directa com o empreendimento:

- Concelho de Almeida:

Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística da vila de Almeida e da aldeia de Castelo Mendo - Decreto-Lei n.º 23/96, de 12 de Agosto.

- Concelho de Figueira de Castelo Rodrigo:

Plano de Pormenor da Zona da Cerca - aprovado em 01-02-1989, DR. II 16-03-1989; Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística da aldeia de Castelo Rodrigo Decreto-Lei n.º 23/96, de 12 de Agosto.

- Concelho de Mêda

Área Crítica de Recuperação e Reversão Urbanística da aldeia de Marialva - Decreto-Lei n.º 23/96, de 12 de Agosto.

- Concelho de Vila Nova de Foz Côa

Plano de Pormenor de Reabilitação Urbana da zona histórica da sede do concelho, aprovado em 27-09-1996, DR. II 17-12-1997.

3. APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DO ALTO CÔA

3.1 Localização. Características da Bacia Hidrográfica

O rio Côa para onde se encontra previsto o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa (AHAC), constitui o principal afluente da margem esquerda do Douro Nacional, tendo a sua bacia totalmente compreendida em território nacional.

A bacia hidrográfica do rio Côa tem uma extensão de 2515 km², sendo a sua forma alongada e trapezoidal, com direcção grosso modo, Norte – Sul e com um comprimento de cerca de 95 km e 27 km de largura média (ver localização e enquadramento na **Carta 1A – Esboço Corográfico do Alto Côa** e pormenores da bacia na FIG. III.1.11 do Volume III).

A bacia tem como extremos, a sul, a Serra das Mesas (1257), e a Sudoeste os Cabeços da Guarda (1061), Barrocal (1035) e Fetais (1025), nos contrafortes da Serra da Estrela, formações montanhosas que, no seu conjunto, separam a bacia do Côa das correspondentes aos rios Erges, Zêzere e Mondego. A linha divisória, do lado poente, é constituída pelos cabeços de Santa Columba (790), Alto de São Simão (848) e Cabecinha (909).

Estas barreiras orográficas de condensação, além de serem responsáveis pelas maiores precipitações registadas na bacia, dificultam a penetração dos ventos húmidos do mar para a sua zona interior, de clima consideravelmente mais seco.

No lado nascente, as bacias confinantes são as do rio Águeda e da ribeira de Aguiar, cujos limites são estabelecidos pela sobrelevação de Vilar Formoso (815), do Alto de Almeida (763) e a Serra da Marofa (975), que interrompem, a leste, o planalto da Beira transmontana que caracteriza a maior parte da bacia do Côa.

Orograficamente, a bacia do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa é essencialmente planáltica, com as zonas de maior altitude distribuídas nas áreas limítrofes de Oeste, Sudoeste e Sul, cujos maciços montanhosos se interpõem ao percurso das massas de ar húmido e estão fortemente associados às zonas de maior precipitação.

O rio Côa, nasce na Serra das Mesas, próximo da fronteira entre Portugal e Espanha, a uma altitude de 1200 m, tem um comprimento total de 147 km, percorre inicialmente um trajecto com orientação ESE – WNW até à proximidade de Sabugal, após o que descreve uma curva acentuada para a direcção Sudoeste – Nordeste, inflectindo a meio da bacia para Sudeste – Nordeste, até tomar a orientação final Sul – Norte, a jusante da confluência com a ribeira das Cabras.

A rede hidrográfica da bacia do Côa é pouco desenvolvida na margem direita do curso principal, cujos afluentes são escassos e de pequena importância, dado que o rio corre relativamente próximo da linha divisória de nascente; a única excepção será o rio Aldeia da Ponte, situado na zona de montante, cuja origem se situa na vertente norte da serra das Mesas.

No perfil longitudinal do rio Côa, distingue-se um troço inicial correspondente à sua origem torrencial, a que se segue uma extensa zona do seu curso superior, planáltica, de declive suave (0.44%), num vale predominantemente aberto e de paisagem granítica. Surge, então, uma zona de pendentes acentuadas, entre as confluências da ribeira dos Gaiteiros e da ribeira de Massueime, com dois troços de elevado declive (2.7% e 13% este próximo de Cidadelhe), nos quais o rio corre num vale muito encaixado com declives bruscos.

A jusante da foz do Massueime, o Côa, apesar de continuar a correr num vale apertado, apresenta uma inclinação muito inferior (cerca de 0.3%) numa zona de paisagem típica da região duriense, já não abrangida pelo âmbito deste estudo.

A mesma morfologia se observa nos dois mais importantes afluentes do rio Côa, ambos da margem esquerda – a ribeira das Cabras (que tem um comprimento de 58 km) e a ribeira de Massueime (56 km) – sendo o curso planáltico da primeira mais extenso e melhor definido que o do segundo.

É nos 5 km que constituem o troço final da ribeira das Cabras, com o assinalável declive de 4%, que este tributário recebe um sub-afluente, a ribeira da Pega. Ainda na margem esquerda, mas a montante dos dois já citados, existe o afluente Noemi, com 34 km de comprimento, de características semelhantes, embora o seu curso se desenvolva em zona mais planáltica.

O esquema proposto para o aproveitamento do Alto Côa compreende a implantação de quatro barragens em três cursos de águas da bacia hidrográfica do rio Côa, segundo duas alternativas de funcionamento.

As barragens de Pero Martins e Senhora de Monforte, no rio Côa, constituem os escalões principais que são completadas com derivações da ribeira das Cabras (barragem da ribeira das Cabras) e como alternativa num dos esquemas, também da ribeira de Massueime (barragem da ribeira de Massueime).

No rio Côa, e como proposta alternativa poderá ainda haver uma terceira barragem correspondente a um contra-embalse a jusante do escalão de Pero Martins (ver localização na **Carta 1A – Esboço Corográfico do Alto Côa**).

O aproveitamento do Alto Côa dominará cerca de 86% da área total da bacia e a área inundada variará entre 2 022 e 2 034 ha, consoante o esquema de funcionamento previsto.

A título de exemplo refira-se ainda que o comprimento das albufeiras será de cerca de 77 km e a extensão dos principais cursos de água alterados rondará os 100 km (valores referentes ao Esquema 1 de funcionamento).

3.2 Soluções Alternativas e Opções Fundamentais

3.2.1 Hipóteses de Base

A concepção geral e definição das características dos escalões apoiou-se, com as devidas adaptações, no Inventário de Recursos Hidroeléctricos de 1988 que por sua vez reflectiu no essencial as opções técnicas do Inventário do Côa de 1977.

Assim, consideraram-se dois escalões principais inventariados para o rio Côa, a montante de Foz Côa, designadamente (FIG. II.3.3):

- o escalão de Senhora de Monforte;
- o escalão de Pero Martins;

bem como três derivações complementares de afluições com importância significativa, e envolvendo igual número de barragens e de túneis de derivação, a saber:

- derivação da ribeira da Pega para a ribeira das Cabras;
- derivação da ribeira das Cabras para a albufeira do escalão de Senhora de Monforte;
- derivação da ribeira de Massueime para a albufeira do escalão de Pero Martins.

Na fase inicial do estudo, impôs-se ponderar os pressupostos de base considerados essenciais para o seu desenvolvimento. Assim, essa análise incidiu essencialmente sobre a localização das barragens, a definição dos níveis de pleno armazenamento e a fixação do caudal a instalar nas centrais.

Em relação aos locais das barragem de maior porte – barragens dos escalões de Senhora de Monforte e de Pero Martins - os estudos anteriormente realizados não indicavam a existência de locais alternativos com potencialidades comparáveis aos adoptados, essencialmente sob o ponto de vista topográfico.

A revisão da análise destas características em conjugação com a consideração dos aspectos geológicos e geotécnicos envolvidos, efectuada com base em visitas aos locais, reconhecimentos de superfície, análise de documentação e estudos cartográficos, permitiram confirmar, quer a adequabilidade dos locais escolhidos face à altura das barragens, quer a ausência de locais alternativos com potencialidades que justificassem a sua consideração.

Nesta análise, considerou-se, para cada escalão, o nível de pleno armazenamento (NPA) adoptado para o Plano de Expansão do SEP em vigor, que se situa à cota (525) para o escalão de Senhora de Monforte e à cota (380) para o escalão de Pero Martins.

Para além de corresponderem aos valores anteriormente inventariados, salienta-se que este níveis conduzem, no conjunto dos dois escalões, a capacidades úteis máximas de armazenamento próximas de 600 hm³, comparáveis às que seriam obtidas com o aproveitamento do Baixo Sabor na alternativa de NPA mais baixo para o escalão principal. Por outro lado, de acordo com as características morfológicas dos locais de barragem, verificou-se não ser viável efectuar um aumento significativo da respectiva altura.

Em relação às derivações complementares, tomaram-se igualmente como referência os locais de barragem e os níveis de pleno armazenamento anteriormente inventariados – (399) para a ribeira de Massueime, (560) para a ribeira da Pega e (540) para a ribeira das Cabras. Contudo, nestes casos, os estudos de gestão hídrica e os estudos de optimização da concepção técnica das obras – envolvendo por um lado os aspectos topográficos, geológicos e geotécnicos, e, por outro, as incidências ambientais e os custos envolvidos - conduziram às seguintes alterações:

- na ribeira da Pega, manteve-se o NPA à cota (560), mas o local da barragem foi deslocado para montante do inventariado, por forma a minimizar a sua altura e as suas incidências ambientais;
- na ribeira das Cabras, verificou-se, pelo mesmo motivo, idêntica deslocação da barragem para montante, reduzindo-se neste caso o NPA para a cota (533);
- na ribeira de Massueime, o local de barragem manteve-se, mas o NPA foi reduzido para a cota (386); neste caso, a altura da barragem foi optimizada conjuntamente com o dimensionamento do túnel de derivação.

Uma vez estabelecida a concepção geral dos escalões principais de Senhora de Monforte e de Pero Martins, as soluções alternativas analisadas disseram respeito à consideração, ou não, das obras de derivação complementar, ou seja:

- não realização de qualquer das derivações;
- realização apenas da derivação da ribeira das Cabras;
- realização da derivação da ribeira da Pega e das Cabras.

Ainda em relação à barragem de Pero Martins, a concepção do circuito hidráulico e central foi estudada de raiz, considerando-se as soluções principais a seguir caracterizadas (FIG. II.3.3):

FIG. II. 3. 3 – Alto Côa – Hipóteses de Base de Funcionamento

- Alternativa 1: solução envolvendo a ligação directa entre as albufeiras de Pero Martins e a do Pocinho, através de um circuito totalmente subterrâneo, com um traçado de grande extensão. Neste caso, consideraram-se ainda duas alternativas, cuja definição genérica seguidamente se apresenta.
 - Alternativa 1A: solução com o circuito hidráulico implantado ao longo da margem esquerda do rio Côa, com cerca de 19 km de extensão total, localizando-se a central a montante, junto à barragem, e com restituição ainda no rio Côa, imediatamente a jusante do local que havia sido escolhido para a barragem de Foz-Côa;
 - Alternativa 1B: solução com um circuito hidráulico implantado pela margem direita do rio Côa, com cerca de 17 km de extensão, localizando-se a central a jusante, próximo da restituição, que se efectua para a albufeira do aproveitamento do Pocinho, num troço da ribeira de Aguiar já muito próximo do curso principal do Douro.

- Alternativa 2: solução com um circuito mais curto, com cerca de 3,6 km de extensão, também subterrâneo e implantado pela margem esquerda do rio Côa, com central a montante, junto à barragem e restituição para uma albufeira criada por uma barragem de contra-embalse (não equipada com grupos geradores), localizada a jusante da barragem de Pero Martins, destinada a disponibilizar a realização da bombagem e a regularização dos caudais a lançar para jusante.

A consideração da alternativa 2 justifica-se perante o grande desenvolvimento dos circuitos hidráulicos na alternativa 1 e pelo facto de, nesta alternativa, se deixar um troço de grande extensão do rio Côa (entre a barragem de Pero Martins e a albufeira do Pocinho) onde afluiriam apenas as escorrências de bacia própria, o caudal ecológico e eventuais caudais descarregados.

Assinala-se que o contra-embalse de Pero Martins é um elemento de obra cuja concepção foi feita de raiz, não constando de qualquer estudo anterior conhecido. Para o efeito, partiu-se da quantificação do volume útil necessário para garantir em condições adequadas a realização da bombagem (cerca de 10 hm³, de acordo com indicação da REN-PP), procurando-se depois um local adequado para implantação da barragem.

O local escolhido resultou assim de uma análise dos factores condicionantes ao longo de um troço do rio Côa a jusante de Pero Martins com cerca de 7 km de extensão, e recai numa secção considerada globalmente mais propícia do ponto de vista técnico, situada a cerca de 4,5 km de distância da barragem principal, tendo-se fixado o nível de pleno armazenamento à cota (235).

Para as soluções alternativas 1 e 2 considerou-se inicialmente a derivação complementar da ribeira de Massueime para a albufeira de Pero Martins, contemplando a concepção técnica de uma barragem de captação, do tipo abóbada em betão, com o NPA à cota (386), e de um túnel de derivação com cerca de 3,6 km de extensão.

3.2.2 Selecção dos Esquemas a Estudar

Neste ponto são referidas as principais conclusões, que justificaram a selecção, de entre as soluções alternativas indicadas anteriormente, e que permitiram chegar, assim, à definição do arranjo geral dos esquemas em estudo.

a) Derivação da ribeira da Pega

A derivação da ribeira da Pega para a ribeira das Cabras e desta para a albufeira de Senhora de Monforte foram estudadas em termos dos aspectos topográficos, geológicos, geotécnicos, económicos e ambientais.

Foram também efectuados os estudos de gestão hídrica destas derivações tendo posteriormente a REN-PP procedido ao estudo da avaliação da correspondente rentabilidade marginal.

Esta análise evidenciou que a derivação da ribeira da Pega não tinha interesse económico, e que a sua inclusão faria reduzir o interesse conjunto das derivações para a albufeira de Senhora de Monforte.

Para além da análise económica, as incidências ambientais e a avaliação das potenciais dificuldades construtivas associadas à derivação da ribeira da Pega mostraram também bastantes aspectos negativos.

Em termos ambientais, para além do acréscimo à intervenção em mais um curso de água, verificavam-se também incidências negativas acentuadas em relação à implantação do túnel de derivação, que passaria, com pequenas coberturas, muito próximo do limite sul da cidade de Pinhel, zona ainda com predominante ocupação agrícola mas onde existem também instalações de cariz industrial.

Do ponto de vista dos ecossistemas aquáticos, a ribeira da Pega é um afluente da ribeira das Cabras, cuja foz se situa relativamente próximo da foz da ribeira das Cabras no rio Côa. Em conjunto, estas duas ribeiras constituem, os únicos afluentes ecologicamente importantes do rio Côa no sector compreendido entre as barragens de Pero Martins e da Senhora de Monforte embora a ribeira das Cabras seja claramente mais importante, uma vez que não seca de forma tão drástica como a ribeira da Pega, e que as amostragens efectuadas demonstram a menor importância desta última para as populações piscícolas.

Assim, do ponto de vista ecológico e biológico, a não existência de derivação na ribeira da Pega apresentou-se bastante mais favorável do que a sua existência, uma vez que:

- ao não intervir na ribeira da Pega, não se cria uma descontinuidade nesta, permitindo a livre circulação das populações piscícolas ao longo do todo o seu curso;
- ao não intervir na ribeira da Pega, se mantém todo o caudal natural desta ribeira em circulação na mesma, mantendo intactas as suas potencialidades para servir de local de desova, quer às populações piscícolas que nela residem normalmente, quer às provenientes da futura albufeira de Pero Martins;
- ao não intervir na ribeira da Pega, se mantém a sazonalidade de caudais que a caracteriza, com evidentes benefícios em termos da qualidade da água e do seu funcionamento ecológico;
- ao não intervir na ribeira da Pega, o caudal que esta descarrega na ribeira das Cabras e, conseqüentemente, o que esta última, por sua vez, descarrega no rio Côa é maior, aumentando a sua capacidade de chamada em relação às populações piscícolas.

O conjunto destes aspectos permitiu apoiar a decisão de abandono da derivação da ribeira da Pega, considerando-se apenas a derivação da ribeira das Cabras como derivação complementar ao escalão principal de Senhora de Monforte.

b) Circuito hidráulico de Pero Martins com restituição na albufeira do Pocinho

A análise comparativa das duas soluções consideradas mais adequadas para o circuito hidráulico ligando a albufeira do Pero Martins à do Pocinho – alternativas 1A (margem esquerda do rio Côa) e 1B (margem direita do rio Côa) referidas – foi também efectuada sob o ponto de vista técnico, económico e ambiental.

Apesar de na alternativa 1A a central se situar a montante, junto à barragem de Pero Martins, e de na alternativa 1B a central ficar situada a jusante, perto da restituição na albufeira do Pocinho, o que configura algumas diferenças na concepção global dos respectivos circuitos hidráulicos, facilmente se verifica que, pela sua extensão, dificuldades construtivas, custo e incidências ambientais associadas, o elemento de obra chave para a selecção da solução mais adequada é o túnel. Este, para a situação de turbinamento de Pero Martins – Pocinho, constitui um túnel de restituição na alternativa 1A, e um túnel de adução em carga, na alternativa 1B.

Desde o início, à concepção da solução 1B esteve associada a possibilidade de execução do túnel por meio de uma máquina tuneladora (vulgo TBM, “*Tunnelling Boring Machine*”) admitindo-se que extensões de túnel superiores a 4-5 km justificariam a adopção desta técnica construtiva.

A utilização de uma tuneladora para abertura do túnel na solução 1A foi considerada desde logo economicamente inviável, pela dificuldade associada à criação de acessos e de plataformas para a montagem e desmontagem do equipamento, dada a profundidade a que se desenvolve o túnel.

O traçado do túnel, para cada uma das alternativas, foi alvo de estudos de optimização atendendo a aspectos geológicos e geotécnicos, incluindo a localização de duas galerias de ataque intermédias, necessárias no quadro da utilização de métodos de escavação tradicionais (DB, *Drill & Blast*). Este estudo teve também em atenção os principais aspectos de ordem hidráulica e ambiental.

Em relação ao desenvolvimento dos túneis, verifica-se que o da solução 1B é cerca de 2 km mais curto do que o da solução 1A (16,5 para 18,5 km). Contudo, e no caso da necessidade de duas galerias de ataque intermédias, o grande desenvolvimento da galeria de ataque mais a montante da solução 1B (cerca de 2,2 km), conduz a que, no final, o desenvolvimento total de túneis e galerias de ataque seja da mesma ordem de grandeza nas duas alternativas.

Com vista a apoiar uma tomada de decisão sobre a selecção de uma das alternativas, recorreu-se a uma consultoria especializada de reconhecida experiência internacional e competência na execução de túneis, incluindo a abertura de túneis por meio de máquinas tuneladoras. Noutra vertente, procedeu-se também em termos ambientais a uma análise sobre as duas hipóteses em causa.

Sob o ponto de vista técnico a alternativa 1B mostra claras vantagens em relação à alternativa 1A. Apesar de atravessarem formações geológicas idênticas – formações graníticas a montante e xistos a jusante – a alternativa 1B tem maior desenvolvimento nas formações graníticas (formações estas que oferecem melhores condições para a escavação), intersecta um menor número de falhas e, ao longo do seu desenvolvimento, apresenta um menor número de mudanças litológicas.

Na alternativa 1B, apesar das profundidades de recobrimento serem menores do que as que se verificam na alternativa 1A (valores médios de 291 m e de 267 m, nas alternativas 1A e 1B, respectivamente), os seus valores absolutos são de qualquer modo relativamente elevados, e, face às formações atravessadas, são perfeitamente adequados, mesmo tendo em vista tratar-se de um túnel que funcionará predominantemente em carga (túnel de adução à central, localizada a jusante).

No aspecto construtivo a alternativa 1B apresenta também vantagens acrescidas pois, para além dos processos convencionais de abertura a fogo, tem condições técnicas apropriadas para a utilização de uma máquina tuneladora.

Esta poderá ser utilizada em toda a extensão do túnel ou, em alternativa, apenas nas formações graníticas (cerca de 8 km) recorrendo-se apenas a uma galeria de apoio intermédia.

A versatilidade das estratégias e dos processos construtivos que podem ser utilizados na alternativa 1B, que, como se sabe, constituem parcelas muito significativas do custo total deste tipo de obras, é pois um factor de peso a favor desta alternativa.

A generalidade dos aspectos técnicos apontados a favor do túnel da alternativa 1B, referente ao menor número de atravessamento de falhas e de mudanças litológicas, e ao seu maior desenvolvimento em formações graníticas, têm também como contrapartida originar impactes ambientais de menor expressão nos descritores correspondentes à Geologia e Hidrogeologia. Também nos descritores associados à Qualidade da Água e à Paisagem, os impactes mostraram-se mais graves para a solução de túnel pela margem esquerda (alternativa 1A).

Em relação ao Património e Arqueologia, é de salientar que nas duas alternativas os túneis se situam na área do Parque Arqueológico do Côa. No entanto, verifica-se que as duas galerias de ataque intermédias do túnel da margem esquerda (alternativa 1A) têm os seus emboquilhamentos localizados na proximidade de áreas classificadas como de importância arqueológica, não existindo localizações alternativas exequíveis sob o ponto de vista económico e técnico.

Em contrapartida, as galerias de ataque intermédias previstas para o túnel da margem direita não afectam sítios arqueológicos conhecidos, nem até à data detectados no levantamento arqueológico no âmbito do EIA. Conclui-se, pois, que o risco das obras do túnel afectarem património arqueológico é bastante menos elevado no caso do túnel da margem direita do que no caso do túnel da margem esquerda.

Assim, em face dos aspectos técnicos, económicos e ambientais expostos, optou-se claramente pela alternativa 1B, tendo sido esta a solução seleccionada para a alternativa da ligação directa entre a albufeira de Pero Martins e do Pocinho.

Em relação ao processo construtivo do túnel a considerar na solução seleccionada, é ainda de referir que as estimativas efectuadas relativas ao seu custo não evidenciaram uma clara competitividade da utilização de uma máquina tuneladora. Por outro lado, verificou-se ainda que a utilização de uma técnica mista, envolvendo o recurso a uma máquina tuneladora (TBM) na zona em granito e o uso, na zona em xisto, quer de meios convencionais por desmonte a fogo (DB), quer de máquinas de ataque pontual, não constituía uma solução economicamente competitiva.

Assim, no presente Estudo Prévio, e sem prejuízo de estudos e consultas mais aprofundadas que se possam vir a efectuar em fases posteriores, considerou-se a execução do túnel por meio de processos convencionais, admitindo-se, para o efeito, a necessidade da existência de duas galerias de apoio intermédias.

c) Circuito hidráulico de Pero Martins com restituição sobre contra-embalse

A consideração de uma barragem de contra-embalse a jusante da barragem de Pero Martins, e de um circuito hidráulico com restituição para a albufeira por ela criada, constitui a solução alternativa 2 referida em 4.2.1 para o escalão de Pero Martins.

O aspecto fundamental associado a esta alternativa, também como já referido, consiste em fazer contraponto com a alternativa 1, que, ao efectuar a ligação directa entre as albufeiras de Pero Martins e do Pocinho, limitaria as afluências a um troço do rio Côa de grande extensão, e para além de eventuais caudais descarregados, às escorrências da sua bacia própria e aos caudais ecológicos a libertar da albufeira de Pero Martins.

Considerou-se que estas duas alternativas configuram aspectos técnicos e incidências ambientais de cariz bastante distinto, que só poderão ser convenientemente ponderados em fase mais adiantada dos estudos.

Assim, não sendo possível estabelecer, de momento, nem bases fiáveis nem critérios objectivos para avaliação dos méritos e deméritos relativos de cada uma das soluções alternativas, considerou-se que ambas deveriam ser analisadas e desenvolvidas no presente Estudo Prévio.

d) Derivação da ribeira de Massueime

Conforme referido em 4.2.1, estudou-se o interesse da derivação complementar das afluências da ribeira de Massueime para a albufeira de Pero Martins, considerando as duas soluções alternativas de circuito hidráulico atrás referidas para a exploração desta albufeira, tomando como solução de referência uma barragem de retenção para o NPA (386), do tipo abóbada em betão, e de um túnel de derivação com cerca de 3,6 km de extensão, cujo dimensionamento conjunto foi otimizado.

Verificada a viabilidade técnica da sua execução, não tendo sobressaído a existência de incidências ambientais negativas determinantes, e sendo idêntica a definição das obras para as duas soluções alternativas do circuito hidráulico de Pero Martins, a decisão, nesta fase, da consideração, ou não, desta derivação baseou-se apenas em critérios de rentabilidade económica.

Nestas condições, foram efectuados estudos de gestão hídrica desta derivação, tendo posteriormente a REN-PP procedido ao estudo da avaliação da correspondente rentabilidade marginal.

Esta análise evidenciou que a derivação da ribeira de Massueime não apresentava interesse económico para o caso da solução alternativa com contra-embalse a jusante de Pero Martins, o que decorre da menor queda neste caso aproveitada por este escalão, justificando-se apenas para a solução de circuito hidráulico com restituição directa sobre a albufeira do Pocinho.

Assim, a derivação complementar das afluências da ribeira de Massueime foi considerada apenas no esquema correspondente a esta última solução alternativa.

3.3 Esquemas Seleccionados para Avaliação

De acordo com o atrás exposto, retiveram-se para desenvolvimento no presente Estudo Prévio os dois esquemas, designados por “Esquema 1” e “Esquema 2”, seguidamente indicados:

➤ **Esquema 1** – constituído pelos seguintes elementos:

- o escalão principal de Senhora de Monforte, com o NPA da barragem à cota (525), e com um circuito hidráulico subterrâneo implantado sobre a margem esquerda do rio Côa, localizando-se a central na zona de montante do circuito;
- a derivação complementar de aflúências da ribeira das Cabras, com NPA da barragem de captação à cota (533);
- o escalão principal de Pero Martins com restituição na albufeira do Pocinho, através de um extenso circuito hidráulico subterrâneo que se desenvolve pela margem direita do rio Côa, com central localizada na sua extremidade de jusante;
- a derivação complementar de aflúências da ribeira de Massueime com NPA da barragem de captação à cota (386);

➤ **Esquema 2** – constituído pelos seguintes elementos:

- o escalão principal de Senhora de Monforte, com caracterização igual à indicada para o Esquema 1;
- a derivação complementar da ribeira das Cabras, também igual à incluída no Esquema 1;
- o escalão principal de Pero Martins, com barragem igual à do Esquema 1, sendo neste caso a restituição feita num contra-embalse, por meio de um circuito hidráulico subterrâneo implantado na margem esquerda do rio Côa, com central localizada na sua zona de montante;
- o contra-embalse, constituído por uma barragem com NPA à cota (235).

Nas FIG. II.3.4 e II.3.5 esquematiza-se a configuração geral destes dois esquemas alternativos.

De uma forma sucinta podem caracterizar-se da seguinte forma:

➤ **Esquema 1**

- Senhora de Monforte, com o Nível de Pleno Armazenamento, NPA, à cota (525), equipado com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre o escalão de Pêro Martins com NPA à cota (380), equipado, com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre a albufeira do Pocinho. A área total inundada é de 2 034 ha;
- O critério de dimensionamento das albufeiras dos dois escalões baseou-se nos resultados dos estudos entretanto desenvolvidos para o Baixo Sabor, tendo-se fixado a capacidade útil do conjunto das albufeiras em **110 hm³** (cerca de 20% da afluência anual média), e a reserva de emergência em cerca de **500 hm³**, para a qual ainda é possível o funcionamento das centrais quer em turbinamento quer em bombagem. Com esta reserva de emergência pretende-se garantir nas 5 centrais situadas a jusante no Douro Nacional a alimentação de uma parcela importante da potência total de 920 MW, durante as horas de ponta de certos períodos críticos;
- O valor adoptado para o caudal equipado em turbinamento em Senhora de Monforte foi de 65 m³/s enquanto que em Pero Martins foi de 100 m³/s. A este equipamento corresponde uma potência instalada de (2 x 39 MW) para o escalão de Senhora de Monforte e de (2 x 101 MW) para o escalão de Pêro Martins, num total de **280 MW**.

➤ **Esquema 2**

- Senhora de Monforte, com o Nível de Pleno Armazenamento, NPA, à cota (525), equipado com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre o escalão de Pero Martins com NPA à cota (380), equipado, com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre um Contra-embalse, com NPA à cota (235) localizado imediatamente a jusante. A área total inundada é de 2 022 ha;

FIG. II. 3. 4 – Alto Côa – Esquema 1

FIG. II. 3. 5 – Alto Côa – Esquema 2

- Embora mantendo a capacidade útil do conjunto das albufeiras em **110 hm³** (cerca de 20% da afluência anual média), neste esquema a reserva de emergência é de cerca de **360 hm³**, por redução deste volume na albufeira de Pero Martins, para cerca de 58% do volume disponível no Esquema 1, devido a condicionamentos no funcionamento dos grupos;
- Neste esquema, embora mantendo o mesmo nível de equipamento que o anterior, a potência instalada no escalão de Pero Martins é de (2 X 63MW) dado verificar-se uma redução da queda estática da ordem dos 100 m na passagem de Pero Martins sobre o Pocinho para Pero Martins sobre o Contra-embalse. Assim, neste esquema a potência total instalada é de **204 MW**.
- A capacidade útil da albufeira do Contra-embalse, cerca de 10 hm³, foi definida por forma a permitir a bombagem de Pero Martins; a variação de cota entre o nível de pleno armazenamento (NPA) e o nível mínimo de exploração (NmE) é de cerca de 30 m.

No Quadro II.3.1 descreve-se resumidamente a caracterização técnica dos escalões de Senhora de Monforte e de Pêro Martins. Da sua análise destaca-se, a diferença entre os volumes úteis totais e das reservas de emergência associadas a cada um dos esquemas em estudo:

- No Esquema 1 - volume útil total 246 + 372 = 618 hm³
- reserva de emergência.... 165 + 342 = 507 hm³
- No Esquema 2 - volume útil total 246 + 233 + 11 = 490 hm³
- reserva de emergência.... 165 + 203 = 368 hm³

Quadro II. 3. 1 – Cotas e Volumes Característicos das Albufeiras

| COTAS E VOLUMES CARACTERÍSTICOS DAS ALBUFEIRAS | | | | | |
|---|----------------------------|------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------|
| CARACTERÍSTICAS | ESCALÕES PRINCIPAIS | | | CONTRA-EMBALSE | POCINHO |
| | SENHORA DE MONFORTE | PERO MARTINS | | | |
| | | SOBRE O POCINHO | SOBRE CONTRA-EMBALSE | | |
| NÍVEL DE PLENO ARMAZENAMENTO (NPA) | | | | | |
| - Cota (m) | (525) | (380) | (380) | (235) | (125,5) |
| - Volume armazenado (hm ³) | 266 | 384 | 384 | 13,5 | 83 |
| NÍVEL MÍNIMO EM EXPLORAÇÃO NORMAL (NmEn) | | | | | |
| - Cota (m) | (515) | (377) | (377) | (205) | (124) |
| - Volume armazenado (hm ³) | 185 | 354 | 354 | 2,5 | 71 |
| VOLUME ÚTIL EM EXPLORAÇÃO NORMAL (hm ³) | 81 | 30 | 30 | 11 | 12 |
| NÍVEL MÍNIMO EXTRAORDINÁRIO (NmE) | | | | | |
| - Cota (m) | (470) | (292) | (350) | (205) | --- |
| - Volume morto (hm ³) | 20 | 12 | 151 | 2,5 | --- |
| VOLUME ÚTIL TOTAL (hm ³) | 246 | 372 | 233 | 11 | --- |
| VOLUME DA RESERVA DE EMERGÊNCIA (hm ³) | 165 | 342 | 203 | 0 | --- |
| QUEDA ESTÁTICA MÁXIMA (m) | 175 | 256 | 175 | ---- | ---- |
| QUEDA ESTÁTICA MÍNIMA (m) | 115 | 166 | 115 | ---- | ---- |
| QUEDA ESTÁTICA DE REFERÊNCIA (m) | 145 | 250 | 150 | ---- | ---- |
| CAUDAL EQUIPADO (m ³ /s) | 2 x 32,5 | 2 x 50 | 2 x 50 | ---- | ---- |
| ALTURA DE PERDAS DE CARGA (m) | 7,9 | 19,5 | 7,1 | ---- | ---- |
| POTÊNCIA INSTALADA (c) (MW) | 2 x 39,4 | 2 x 101,7 | 2 x 63,1 | ---- | ---- |

(a) Cota mínima da água na restituição com os grupos à plena carga

(b) Cota mínima para exploração da central de Pero Martins

(c) Potência referida ao veio das turbinas

3.4 Aspectos Gerais Relativos à Concepção Técnica das Obras

3.4.1 Introdução

A concepção técnica dos principais elementos de obra que integram os dois esquemas considerados é abordada em seguida. Verifica-se, contudo, a existência de alguns aspectos gerais ligados à concepção técnica de obras do mesmo tipo, que convém desde já salientar, uma vez que constituíram hipóteses de base assumidas no desenvolvimento do presente Estudo Prévio. Esses aspectos estão, aliás, associados às premissas de partida e dizem respeito, essencialmente, à concepção, para cada caso, do tipo de barragem e do tipo de circuito hidráulico e central adoptados.

De acordo com a caracterização dos esquemas atrás efectuada, verifica-se que o presente estudo engloba, segundo a classificação do Regulamento de Segurança de Barragens (RSB), sete grandes barragens:

- barragem principal e barragem de fecho da portela de Senhora de Monforte;
- barragem principal, barragem de fecho da portela e contra embalse de Pero Martins;
- barragens de derivação da ribeira das Cabras e da ribeira de Massueime;

Tendo em atenção os objectivos e o prazo disponível para a execução do presente estudo, bem como o facto de se pretender, basicamente, estabelecer o confronto entre as duas soluções de projecto em causa (Baixo Sabor e Alto Côa), considerou-se não ser necessário, nesta fase, proceder a uma análise detalhada do tipo de barragem mais apropriado para cada local, tal como se efectuou no Estudo Prévio do Baixo Sabor.

É também de acrescentar que tal análise careceria de base sólida de sustentação, o que exigiria a realização de trabalhos específicos de prospecção geológica e geotécnica ainda não realizados.

Deste modo, de acordo com o conjunto de informação disponível e tendo por base a experiência da HIDRORUMO em estudos anteriores, adoptou-se a solução de barragem mais apropriada ao local em causa, procurando-se depois otimizar a solução conjunta barragem - descarregador de cheias.

Salienta-se também que para as barragens de maior porte, e tendo particularmente em atenção os resultados das análises comparativas efectuados no Estudo Prévio do Baixo Sabor, pode-se concluir que uma eventual opção por outra solução eventualmente mais económica não se revelaria relevante para o objectivo principal do presente Estudo Prévio, já que a redução de custos envolvida não seria certamente significativa face aos investimentos totais envolvidos.

O presente estudo engloba também três circuitos hidráulicos distintos para os escalões principais:

- circuito hidráulico do escalão de Senhora de Monforte;
- circuito hidráulico do escalão de Pero Martins com restituição sobre o Pocinho;
- circuito hidráulico do escalão de Pero Martins com restituição sobre um contra-embalse.

A extensão dos circuitos hidráulicos, as quedas envolvidas e o funcionamento reversível das centrais (permitindo também a bombagem), constituíram factores que apontaram, inequivocamente, para a competitividade, económica e ambiental, de circuitos hidráulicos subterrâneos, tal como previsto nos anteriores estudos.

Também neste caso se entendeu não ser relevante para os objectivos do presente Estudo Prévio proceder a uma comparação exaustiva das diferentes alternativas técnicas que se poderiam colocar, no plano teórico, para a concepção geral e configuração dos circuitos hidráulicos.

Contudo, não deixou naturalmente de ser aproveitada a experiência acumulada da HIDRORUMO neste tipo de obras, nomeadamente a recentemente adquirida nos estudos e na execução do Aproveitamento do Alto Lindoso e do reforço de potência de Venda Nova, tendo-se, nesta base, recorrido a avaliações de índole qualitativa na ponderação dos diferentes parâmetros (geotécnicos, estruturais, hidráulicos, construtivos e ambientais) com vista à selecção da configuração mais adequada para cada circuito hidráulico.

3.4.2 Concepção Técnica do Escalão Principal de Senhora de Monforte

3.4.2.1 Introdução

Neste ponto será descrito de forma sintética a concepção técnica dos elementos que integram o escalão de Senhora de Monforte. No escalão de Senhora de Monforte, prevê-se a instalação de grupos geradores reversíveis que realizam os turbinamentos e a bombagem.

No **Anexo 1.A** apresenta-se sob a forma de quadro, o resumo das principais características técnicas.

3.4.2.2 Barragem Principal e Orgãos Anexos

A **barragem de Senhora de Monforte** ficará situada no rio Côa, a cerca de 2 km a jusante da ribeira de Gaiteiros. O local situa-se entre dois açudes que distam entre si cerca de 700 m, sendo o de jusante o da mini-hídrica de Senhora de Monforte (FIG. II.3.6).

O tipo de barragem previsto no Estudo Prévio é o de barragem abóbada, em betão, solução que era considerada nos anteriores estudos de inventário (FIG. II.3.7).

FIG. II. 3. 6 – Local de Implantação da Barragem de Senhora de Monforte

FIG. II. 3. 7 – Tipo de Barragem do Escalão de Senhora de Monforte

A barragem trata-se de uma estrutura de betão constituída por uma abóbada de dupla curvatura, com altura máxima de 112 m acima do ponto mais baixo da fundação que, no alto das margens, se apoia em dois encontros artificiais. O coroamento, à cota (527), tem um desenvolvimento total de cerca de 530 m, incluindo os encontros, e uma espessura teórica na zona da abóbada igual a 7 m.

A montante do encontro direito concebeu-se um muro ala que, para além de retirar impulso hidrostático ao encontro, se destina, também, a efectuar o fecho do vale. O volume total da barragem, incluindo encontros e muro ala, é de 637 000 m³ de betão.

A construção da barragem dará origem a uma albufeira com uma área aproximada de 916 ha e volume bruto de 266 hm³ à cota do NPA (525).

No corpo da abóbada inserem-se os descarregadores de cheia, a descarga de fundo e o circuito de caudal ecológico.

Atendendo, à maior dificuldade construtiva e aos maiores impactes paisagísticos, abandonaram-se soluções com descarregador de cheias em canal, optando-se pela solução de descarregador inserido na barragem com bacia de recepção a jusante.

O **descarregador de cheias** tem por finalidade assegurar a descarga da cheia de projecto, sem necessidade de auxílio de outros dispositivos.

A determinação da cheia de projecto pressupõe a adopção de um período de retorno fixado em função do tipo e da altura da barragem e do risco potencial que lhe está associado. Com base na análise dos riscos potenciais induzidos pela barragem de Senhora de Monforte, concluiu-se, neste caso, que o respectivo risco potencial deveria ser considerado como elevado. Assim, de acordo com a regulamentação sobre segurança de barragens, a cheia de projecto deve ser definida para um período de retorno entre 5 000 e 10 000 anos. Considerou-se aceitável dimensionar o descarregador para uma cheia de 5 000 anos e proceder à verificação do seu funcionamento para uma cheia de 10 000 anos.

Nesta fase dos estudos considerou-se o nível máximo extraordinário da albufeira (NME) situado 1m acima do nível de pleno armazenamento (NPA ≡ 525). O correspondente efeito regularizador da albufeira permite um amortecimento da ponta da cheia de projecto de 2 480 m³/s para cerca de 1900 m³/s.

Relativamente ao tipo de descarregador, tendo em conta o elevado valor da cheia de projecto, optou-se por um descarregador de superfície frontal e equipado com comportas, com a implantação mais adequada dos pontos de vista técnico e económico, tendo em atenção, particularmente, o tipo de barragem e a topografia do local. Assim, foi-se conduzido a uma solução de descarregador de lâmina livre sobre a barragem.

O descarregador adoptado é constituído essencialmente pela estrutura de entrada e pela estrutura de dissipação.

A restituição ao leito do rio dos caudais descarregados será efectuada em jacto livre, directamente a partir da soleira da estrutura de entrada.

A dissipação de energia dos caudais descarregados processa-se no ar, por amortecimento no colchão de água criado pelos açudes (o previsto na extremidade da estrutura de dissipação e o da mini/hídrica em exploração) e por impacto na estrutura de dissipação. Esta estrutura é constituída por uma bacia de recepção em betão, localizada no talvegue, na continuação do soco de fundação da barragem.

A **descarga de fundo** destina-se a permitir o esvaziamento da albufeira em caso de necessidade. O *Regulamento de Segurança de Barragens* não fixa uma capacidade mínima (ou um tempo máximo) para tal efeito. Nesta fase dos estudos considerou-se aceitável fixar a capacidade da descarga por forma a que a actuação conjunta deste órgão e do descarregador de cheias permita, para caudal afluyente nulo, esvaziar a albufeira num período que não exceda um mês. Assim, dimensionou-se a solução para uma capacidade máxima de vazão de cerca de 200 m³/s sob o NPA.

O **circuito hidráulico da descarga de fundo** está inserido no corpo da barragem, na prumada de um dos pilares centrais da zona descarregadora, sendo constituído, essencialmente, por uma estrutura de entrada (com uma torre associada) e por uma conduta metálica circular com 2,8 m de diâmetro. Com excepção da parte terminal, a conduta é horizontal, com eixo à cota (440) e um comprimento de cerca de 29 m.

De modo a reduzir o risco de erosões a jusante, a válvula dispersora foi a solução escolhida para o primeiro destes órgãos por proporcionar uma boa dissipação de energia do jacto no ar, em detrimento da comporta segmento, que geralmente constitui a solução mais simples, económica e fiável.

Face à elevada velocidade do escoamento, o circuito hidráulico da descarga de fundo foi previsto blindado em toda a sua extensão.

No âmbito dos estudos de impacte ambiental foram definidos os seguintes valores para o **caudal ecológico** a adoptar no escalão de Senhora de Monforte, designadamente para efeitos de exploração simulada.

| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CAUDAL (m ³ /s) | 1,16 | 1,45 | 1,47 | 1,43 | 0,97 | 0,91 | 0,41 | 0,08 | 0,07 | 0,61 | 0,77 | 1,07 |

No dimensionamento do circuito do caudal ecológico considerou-se que o valor máximo apresentado neste quadro deve ser satisfeito sob o nível mínimo de exploração normal da albufeira (NmEn ≡ 515), e o valor mínimo, sob o nível mínimo de exploração extraordinária da albufeira (NmEe ≡ 470).

O **circuito do caudal ecológico** está inserido no corpo da barragem, na prumada de um dos pilares centrais da zona descarregadora e compreende uma tomada de água em torre disposta de aberturas a dois níveis, uma conduta de adução e uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

Na concepção da torre de tomada de água, considerou-se que a mesma seria dotada com aberturas às cotas (510) e (465), a superior visando assegurar a captação de água superficial em regime normal de exploração da albufeira e, a inferior, para atender à eventualidade de abaixamento do nível da água na albufeira em anos críticos no Douro.

Em planta as duas entradas estão dispostas radialmente a um poço vertical com 1,5 m de diâmetro, o qual está ligado inferiormente a uma conduta metálica com 0,4 m de diâmetro que atravessa o corpo da barragem à cota (441). Na extremidade da conduta será instalada uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

Para promover o **fecho da portela existente no alto da margem direita**, a cerca de 1 km do local da barragem principal, consiste numa barragem de enrocamento com núcleo central impermeável, com uma altura máxima de aterro de 14 m.

A escolha da solução em aterro tem como vantagem permitir o uso de materiais naturais que serão resultado obrigatório das escavações a realizar para abertura dos túneis do circuito hidráulico.

O coroamento à cota (528,0), à qual corresponde uma folga de 3 m relativamente ao NPA, tem um desenvolvimento de cerca de 140 m e a sua largura é de 6 m. Não é previsível que o coroamento seja utilizado como passagem de qualquer estrada, tendo-se adoptado para a sua largura um valor mínimo considerado adequado para fins construtivos.

Para os paramentos dos maciços estabilizadores, de montante e jusante, previram-se inclinações de 2,5H:1V. Estas inclinações, que se podem considerar suaves face às características mecânicas previsíveis dos materiais a utilizar e à baixa altura do aterro, foram adoptadas tendo em conta a disponibilidade de material excedente proveniente das escavações obrigatórias.

O órgão de estanqueidade adoptado é constituído por um núcleo de material fino com largura mínima de 3 m no topo e inclinações, a montante e jusante, de 1H:3V. Os materiais a utilizar têm que assegurar a estanqueidade do aterro tendo sido identificadas manchas de empréstimo com potencial interesse para exploração de finos na área de submersão da albufeira.

De acordo com os estudos geológicos e geotécnicos desenvolvidos nesta fase, é de esperar que o maciço de fundação do aterro seja de qualidade adequada, não necessitando de tratamento de fundação especial. A sua execução envolverá cerca de 22 000 m³ de aterros compactados.

3.4.2.3 Circuitos Hidráulicos, Central e Subestação

O **circuito hidráulico** que permitirá as funções de bombagem e de turbinamento será instalado subterraneamente na margem esquerda, sendo independente da barragem e com localização da central na sua extremidade de montante. Na FIG. II.3.10 é visível a sua implantação.

O posicionamento altimétrico do bocal da tomada de água, situado na margem esquerda da Albufeira de Senhora de Monforte, à cota 458, foi condicionado pelas necessidades de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, tendo as suas formas hidráulicas sido definidas atendendo ao facto de se destinar não só à adução para turbinamento, como também, à restituição dos caudais bombeados. Adoptou-se assim, uma solução em que o respectivo bocal se encontrará destacado do poço de manobra de segurança e da ensecadeira.

No que respeita ao traçado em perfil longitudinal do circuito hidráulico entre a tomada de água em turbinamento e a central, optou-se pela construção de um poço inclinado a 50°.

Dada a extensão do túnel de restituição com cerca de 330 m, prevê-se a construção de uma chaminé de equilíbrio a jusante da central, totalmente subterrânea, que está ligada ao exterior por um poço de arejamento.

Tal como para a tomada de água, o posicionamento altimétrico do bocal de restituição à cota (340), (tomada de água em bombagem), foi condicionado pela necessidade de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, bem como dada a sua localização na cauda de Albufeira de Pero Martins, prevenir nas operações de bombagem, a entrada de sedimentos provenientes dos efeitos de sedimentação associados aos fechos finais das albufeiras.

O **conjunto formado pela central e pela subestação** subterrâneas, inseridas em cavernas independentes ligadas por duas galerias, situa-se no maciço rochoso da margem esquerda, próximo do encontro da barragem. A central é equipada com dois grupos reversíveis, com turbinas-bombas / alternador-motor.

Em termos altimétricos, o posicionamento foi ditado pela cota de calagem do plano médio dos grupos, a qual, por sua vez, resultou da submergência exigida relativamente ao nível a jusante, na chaminé de equilíbrio, e ao nível mínimo de exploração (350,00) da albufeira de Pero Martins.

A solução adoptada para a central é a de uma caverna com 54 m de comprimento, secção transversal em forma de “cogumelo” com 20,0 m e 18,0 m de largura, respectivamente ao nível da abóbada e ao nível do piso principal, sendo a altura de cerca de 38 m na zona dos grupos e de 19 m no átrio de montagem.

A volumetria que lhe foi conferida permite, por um lado, albergar os 2 grupos reversíveis e os respectivos órgãos de protecção e isolamento por montante e jusante, bem como todo o equipamento auxiliar e, por outro lado, dispor também de espaço suficiente para as montagens dos equipamentos.

Na concepção do escalão foi considerada a proposta da Rede Eléctrica Nacional que prevê a ligação à Rede de 220 kV.

Para a produção de energia a solução prevista contempla dois grupos de geradores iguais e reversíveis, ambos dimensionados para o mesmo caudal unitário em turbinamento de $32,5 \text{ m}^3/\text{s}$ e para o mesmo caudal unitário em bombagem de $24,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

3.4.3 Concepção Técnica do Escalão Principal de Pero Martins

3.4.3.1 Introdução

Neste escalão estão previstos dois esquemas alternativos, que contemplam em ambos os casos a instalação de grupos geradores reversíveis, permitindo a realização de turbinamento e bombagem.

No **Anexo 1.A** apresenta-se, sob a forma de quadro, o resumo das principais características técnicas.

3.4.3.2 Barragem principal e órgãos anexos

O local de **barragem** de Pero Martins, situa-se no rio Côa, cerca de 900 m a jusante da ponte de Cidadelhe (EM 607) (ver **Carta 1A – Esboço Corográfico do Alto Côa**).

Nesta zona, o vale apresenta características morfológicas em forma de V fechado, adequadas à implantação da barragem (FIG. II.3.8).

A barragem de Pero Martins é uma estrutura de betão constituída por uma abóbada de dupla curvatura, com altura máxima de 147 m acima do ponto mais baixo da fundação. O coroamento à cota (382) tem um desenvolvimento de cerca de 390 m e espessura igual a 7 m. A barragem tem um volume total de betão de $81\,5000 \text{ m}^3$.

No corpo da abóbada inserem-se a descarga de fundo e o circuito de caudal ecológico. O descarregador de cheias localizar-se-á na barragem de fecho da portela na margem direita (ver FIG. II.3.9).

A construção da barragem dará origem a uma albufeira com uma área aproximada de 1047 ha e volume bruto de 384 hm^3 à cota do NPA (380).

O descarregador de cheias localizado na barragem de fecho de uma portela da margem direita, corresponde a uma estrutura com uma altura máxima de 27 m acima da cota mais baixa das fundações com paramento de montante vertical e paramento de jusante com a pendente de 1V:0,8H na zona não galgável. O coroamento à cota (383) tem um desenvolvimento de cerca de 230 m e espessura igual a 6 m. O volume total de betão é de $43\,000 \text{ m}^3$.

Com base na análise dos riscos potenciais induzidos pela barragem de Pero Martins, considerou-se aceitável dimensionar o descarregador para uma cheia de 5 000 anos e proceder à verificação do seu funcionamento para uma cheia de 10 000 anos.

Nesta fase dos estudos considerou-se o nível máximo extraordinário da albufeira (NME) situado 1 m acima do nível de pleno armazenamento (NPA \equiv 525). O correspondente efeito regularizador da albufeira permite um amortecimento da ponta da cheia de projecto (já amortecida nos escalões de montante – Sabugal e Senhora de Monforte) de 2 850 m³/s para cerca de 2 500 m³/s. Note-se que o amortecimento considerado se reflecte também nos escalões localizados a jusante.

Relativamente ao tipo de descarregador, tendo em conta o elevado valor da cheia de projecto, optou-se por um descarregador de superfície frontal e equipado com comportas, com a implantação mais adequada dos pontos de vista técnico e económico, tendo em atenção o tipo de barragem e a dissipação de energia dos caudais a descarregar e a topografia do local, em particular a necessidade de fechar a portela existente na margem direita. Assim, foi-se conduzido a uma solução de descarregador em canal na margem direita, com entrada localizada na barragem de fecho da portela.

O descarregador de cheias é constituído por uma zona de aproximação do escoamento, uma estrutura de entrada, um trecho de ligação em canal e uma estrutura terminal.

A restituição ao leito do rio dos caudais descarregados será efectuada através de uma estrutura do tipo “salto de ski”, com o bordo de lançamento à cota (260). O impacto do caudal descarregado no leito do rio, torna expectável a abertura de uma fossa de erosão e a formação da correspondente barra, aspectos que, dada o seu afastamento relativamente aos vários elementos de obra do escalão, não são pertinentes.

A **descarga de fundo** que se destina a permitir o esvaziamento da albufeira em caso de necessidade, tem a sua capacidade fixada em função da actuação conjunta deste órgão e do descarregador de cheias, que corresponde em termos máximos a cerca de 200 m³/s sob o NPA.

No âmbito dos estudos de impacte ambiental foram definidos os seguintes valores para o **caudal ecológico** a adoptar no escalão de Pero Martins, designadamente para efeitos de exploração simulada.

| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CAUDAL (m ³ /s) | 1,69 | 2,11 | 2,11 | 2,01 | 1,30 | 1,21 | 0,90 | 0,17 | 0,15 | 0,78 | 1,02 | 1,53 |

No dimensionamento do **circuito do caudal ecológico** considerou-se que o valor máximo apresentado neste quadro deve ser satisfeito sob o nível mínimo de exploração normal da albufeira (NmEn \equiv 377), e o valor mínimo, sob o nível mínimo de exploração extraordinária da albufeira.

Este último nível situa-se a cotas diferentes consoante a solução considerada para a restituição do circuito hidráulico dos grupos geradores: sobre contra-embalse (NmEe \equiv 350) ou na albufeira do Pocinho (NmEe \equiv 292).

FIG. II. 3. 8 – Local da Barragem de Pero Martins. Vista Geral da Margem Direita

FIG. II. 3. 9 – Tipo de Barragem de Pero Martins

O circuito do caudal ecológico está inserido no corpo da barragem principal e compreende uma tomada de água em torre (ligada à descarga de fundo), disposta de aberturas a vários níveis, uma conduta de adução e uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

Na concepção da torre de tomada de água da solução com restituição sobre contra-embalse, considerou-se que a mesma seria dotada com duas aberturas, às cotas (370) e (340), a superior visando assegurar a captação de água superficial em regime normal de exploração da albufeira e, a inferior, para atender à eventualidade de abaixamento do nível da água na albufeira em anos críticos no Douro.

Na solução com restituição na albufeira do Pocinho, considerou-se que a tomada de água do circuito do caudal ecológico seria dotada, para além daquelas duas aberturas, com uma terceira, à cota (288).

Em planta as entradas estão dispostas radialmente a um poço vertical com 1,5 m de diâmetro, o qual está ligado inferiormente a uma conduta metálica com 0,5 m de diâmetro. Esta atravessa o corpo da barragem à cota (338) na primeira solução e à cota (286,5) na segunda, e desce ao longo do respectivo paramento de jusante até atingir uma cota próxima da descarga de fundo (255), onde será instalada uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

3.4.3.3 Circuito Hidráulico, Central e Subestação

a) Com Restituição na Albufeira de Pocinho

De acordo com o referido anteriormente no ponto 2, em relação às opções de projecto tomadas, a concepção deste circuito pela margem direita do rio Côa resultou de avaliação prévia técnico-ambiental, que revelou maiores vantagens para esta solução em relação a uma alternativa pela margem esquerda do Côa.

A concepção da solução para este circuito hidráulico esteve associada à possibilidade de abertura do túnel, de 16,5 km de extensão, por meio de uma máquina tuneladora (TBM). Particularmente, verificaram-se os seguintes aspectos favoráveis fundamentais:

- facilidade de criação de uma plataforma contígua à EM 607, na margem direita, logo acima da ponte sobre o rio Côa, com dimensões apropriadas para a montagem de uma TBM e com muitas boas condições para o emboquilhamento do túnel;
- possibilidade de adopção de um declive constante para o túnel, de valor inferior a 1%, desde o emboquilhamento até à sua extremidade de jusante, com coberturas adequadas sob o ponto de vista hidráulico e estrutural.

Foi-se assim naturalmente conduzido para uma concepção envolvendo a localização da central a jusante, com restituição na ribeira de Aguiar, a cerca de 500 m com a sua confluência com o rio Douro, numa zona inundada pela albufeira do Pocinho (ver **Carta 1A**).

Salienta-se que no âmbito dos estudos de optimização do traçado do túnel, procuraram-se soluções em que a restituição se processasse directamente para o rio Douro, quer mais a montante, quer mais a jusante da localização adoptada e acima referida. Contudo, no primeiro caso, embora se conseguisse uma diminuição no comprimento total do túnel havia grandes dificuldades no atravessamento da ribeira de Aguiar.

No segundo caso, a localização da restituição no troço do rio Douro imediatamente a jusante da foz da ribeira de Aguiar, originaria um aumento de cerca de 1,5 km na extensão do túnel, a que corresponderia um aumento de custo deste elemento de obra, de grandeza não desprezável.

A opção por uma central subterrânea em vez de uma central “de margem”, a jusante, justifica-se pelo facto de a sua construção se poder fazer com menor interferência na exploração da albufeira do Pocinho e pelo seu menor impacte paisagístico.

A localização da central a jusante de um longo circuito hidráulico, obriga à existência de um desarenador e de uma chaminé de equilíbrio de grandes dimensões a montante daquele elemento de obra.

O posicionamento altimétrico do **bocal da tomada de água** foi condicionado pela necessidade de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, tendo as suas formas hidráulicas sido definidas atendendo ao facto de se destinar não só à adução para turbinamento como também à restituição dos caudais bombeados.

O comprimento de cerca de 16 km entre o bocal da tomada de água e a central obrigou à inclusão de uma **chaminé de equilíbrio** a montante da central, com funções de protecção relativamente aos efeitos do choque hidráulico e das suas consequências no que respeita ao dimensionamento das obras. A chaminé ficará localizada a cerca de 15,5 km da tomada de água e a 0,7 km da central, a qual se destina a amortecer os efeitos do choque hidráulico que se verificam a seguir a qualquer arranque ou disparo dos grupos.

No que respeita ao traçado em perfil longitudinal do circuito hidráulico entre a tomada de água e a central, optou-se pela construção de um túnel de pequena inclinação (cerca de 1%), desde o bocal até à base da chaminé de equilíbrio, a que se segue um túnel (15 km) de inclinação um pouco superior (cerca de 7%) até ao desarenador, a construir na transição entre o túnel em carga propriamente dito, não revestido, e as obras de alimentação dos grupos, incluindo transições e bifurcações associadas à central subterrânea.

A secção transversal corrente será do tipo “circular modificada”, com um diâmetro de escavação de 9,00 m, sendo a soleira plana com uma largura da ordem de 6,6 m e revestida a betão simples com 0,35 m de espessura.

A secção corrente será do tipo “não revestida”, o que se admite vir a verificar em cerca de 90% da sua extensão, para maciços rochosos das formações atravessadas com características geotécnicas que, segundo os estudos preliminares, os permitem classificar em “razoável” e “bom”.

O diâmetro foi fixado para um caudal de 100 m³/s e uma velocidade média do escoamento da ordem 1,6 m/s.

Nas zonas de falhas, ou em troços onde se venha a verificar maciço rochoso com características deficitárias, designadamente no que se refere ao grau de alteração e de fracturação, foi previsto um revestimento, em princípio a betão cofrado armado, revestimento esse que será feito mantendo o diâmetro da secção de escavação, isto é, à custa da redução da secção útil.

A espessura do revestimento na parte superior da galeria (abóbada) será da ordem de 5% do respectivo diâmetro, valor que é suficiente para resistir aos esforços que se prevê virem aí a instalar-se. Adoptou-se assim para essa espessura o valor de 0,45 m.

O **desarenador**, com um comprimento da ordem de 130 m, é uma estrutura subterrânea inserida no circuito hidráulico que se destina à retenção de caudal sólido, em particular de pequenas pedras resultantes de desprendimentos nos troços não revestidos da galeria em pressão.

A sua secção transversal será do tipo “circular modificada de soleira plana” em toda a extensão, de diâmetro linearmente variável, iniciando-se a montante com um diâmetro interior de 8,10 m e terminando num diâmetro de 14,3 m do lado da central, situando-se o seu eixo cerca da cota (100).

Atendendo às grandes dimensões da secção transversal, que com cerca de 16 m de diâmetro máximo da secção de escavação lhe conferem a importância de uma caverna, e ao facto de que ficará implantada em zona de xistos, esta estrutura subterrânea será totalmente revestida a betão cofrado armado.

Como a solução adoptada para este escalão compreende um único circuito dimensionado para transportar um caudal total de 100 m³/s e a central será dotada de dois grupos geradores (reversíveis) dimensionados para um caudal nominal em turbinamento de 50 m³/s, na vizinhança da central, quer a montante quer a jusante, houve necessidade de se fazer a bifurcação desse circuito para a criação dos ramais independentes que irão alimentar cada um dos grupos, cada um com cerca de 43 m de comprimento. A secção de escavação dos ramais de montante, terá um diâmetro de 6,2 m.

Do lado jusante, os ramais iniciam-se imediatamente a seguir às secções terminais dos tubos de aspiração de cada grupo. Têm secção rectangular com as dimensões aproximadas de 4,3 m de largura por 3,60 m de altura, localizadas a cerca de 13,5 m dos eixos dos respectivos grupos, e prolongam-se por cerca de 80 m até ao início da secção corrente da galeria de restituição.

O desenvolvimento relativamente longo que estes ramais apresentam a jusante, teve a ver com o facto de se pretender fazer o atravessamento sob a caverna dos transformadores com o menor diâmetro possível, de modo a minimizar os problemas construtivos.

Efectivamente, como a junção dos ramais dá origem a um vazamento de dimensões consideráveis, caso ela se fizesse na zona entre as cavernas, ou sob a caverna dos transformadores, provocaria o enfraquecimento do maciço, desfavorável para a estabilidade das várias estruturas subterrâneas.

Tal como para a tomada de água, o posicionamento altimétrico do **bocal da restituição** (tomada de água em bombagem) foi condicionado pela necessidade de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, bem como, dada a sua localização na cauda da albufeira do Pocinho, mais precisamente na ribeira de Aguiar, afluente do Douro, prevenir, nas operações de bombagem, a entrada de sedimentos provenientes dos efeitos da sedimentação associados aos trechos finais das albufeiras. De igual modo, as suas formas hidráulicas foram definidas atendendo ao facto de se destinar não só à adução para bombagem como também à restituição dos caudais turbinados.

Dada a posição altimétrica dos fundos da ribeira de Aguiar relativamente à cota de implantação da soleira do bocal que garante o seu adequado funcionamento hidráulico e tendo em conta as condicionantes referidas no parágrafo anterior, adoptou-se uma solução constituída por um bocal equipado, para as condições de funcionamento normais, com uma grade metálica amovível, destinada a proteger o túnel e os grupos da entrada de caudal sólido, durante os períodos de bombagem. A jusante, prevê-se uma bacia delimitada por um descarregador e por muros-ala laterais, que protegem o bocal da entrada do referido caudal sólido.

b) Restituição sobre Contra-embalse

Nesta solução, as condições topográficas e geotécnicas condicionaram a implantação do circuito hidráulico pela margem esquerda do rio Côa, uma vez que conduziram a um traçado menos extenso, relativamente a qualquer localização alternativa pela margem direita. Os condicionamentos construtivos não se assumiram como determinantes nesta opção.

Em relação à configuração geral do circuito hidráulico são válidas, também para este caso, as considerações efectuadas, relativamente ao circuito hidráulico de Senhora de Monforte, que justificaram a opção por a localização da central a montante. A jusante da central localizar-se-á uma chaminé de equilíbrio seguida de túnel de restituição.

No **Desenho 1A** é visível a localização da central e da zona de montante do circuito hidráulico correspondente a esta solução (Escala de Pero Martins – Esquema 2).

O posicionamento altimétrico do **bocal da tomada de água** foi condicionado pela necessidade de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, tendo as suas formas hidráulicas sido definidas atendendo ao facto de se destinar não só à adução para turbinamento como também à restituição dos caudais bombados.

O bocal está implantado na margem esquerda da albufeira de Pero Martins, a cerca de 90 m da barragem, em plataforma à cota (334,0), para o qual se adoptou uma solução do tipo “Tomada de Água Profunda” atendendo ao NPA desta albufeira (380,0).

No que respeita ao traçado em perfil longitudinal do **circuito hidráulico** entre a tomada de água em turbinamento e a central (circuito de alta pressão) optou-se por uma solução semelhante à de Senhora de Monforte: poço inclinado a 50°, ligado à tomada de água e à central por trechos sub-horizontais.

Uma vez que não se efectuou um estudo aprofundado dos transitórios hidráulicos (estudos que serão desenvolvidos em eventuais fases subsequentes do projecto) procurou-se, posicionar a curva superior o mais próxima possível da albufeira por forma a reduzir a probabilidade de criação de depressões por efeitos do funcionamento em bombagem. Este aspecto foi compatibilizado com o espaço necessário para a realização das bifurcações e transições do circuito hidráulico, imediatamente a montante dos grupos, atendendo em paralelo ao aumento do custo linear do túnel na parte inferior, devido ao aumento significativo das pressões de serviço.

A secção transversal corrente é circular, com diâmetro interior de 5,80 m, revestida a betão cofrado com a espessura de 0,40 m. Assim, no troço de galeria inclinado, a secção de escavação é circular com diâmetro de 6,60 m. Nos troços sub-horizontais a secção apresenta-se modificada com a inclusão de uma soleira plana, com 4,00 m largura, para facilitar a movimentação dos equipamentos de construção.

Na parte blindada, mantém-se esta configuração das secções, mas a secção útil passa a ter 4,40 m de diâmetro e a de escavação 6,20 m.

O diâmetro foi fixado para um caudal de 100 m³/s e uma velocidade média do escoamento da ordem 1,6 m/s, valor este sugerido em bibliografia especializada para “circuitos não revestidos”, pelo que frequentemente adoptado em soluções deste tipo.

A espessura do revestimento previsto para galeria é da ordem de 5% do respectivo diâmetro, valor que é suficiente para resistir aos esforços que se prevê virem aí a instalar-se, donde resulta espessura de 0,35 m.

Nas zonas de falhas ou em troços onde se venham a verificar maciços rochosos com características deficitárias, designadamente no que se refere ao grau de alteração e de fracturação, previu-se serem esses troços entivados e revestidos a betão cofrado armado, com espessuras superiores à fixada inicialmente. Este revestimento será feito mantendo o diâmetro da secção interior, à custa do aumento da secção de escavação.

Para os túneis dotados de revestimento rígido em betão fixou-se um diâmetro de 5,8 m a que corresponde, para o caudal de dimensionamento em turbinamento de 100 m³/s, uma velocidade média de escoamento de 3,8 m/s. Quanto aos túneis “não revestidos”, tendo em conta os critérios anteriormente expostos, em particular a velocidade de 1,6m/s para o caudal de dimensionamento, adoptou-se um diâmetro de 9,0 m.

Dada a extensão do túnel de restituição, prevê-se a construção de uma **chaminé de equilíbrio** a jusante da central, totalmente subterrânea, com funções de protecção relativamente aos efeitos do choque hidráulico e das suas consequências no que respeita ao dimensionamento das obras.

A sua secção horizontal foi condicionada não só por razões de estabilidade de regulação (diâmetro mínimo da ordem de 12,5 m) como também para controlo do nível mínimo da oscilação, uma vez que se optou por não prever qualquer câmara de alimentação (inferior). Assim, a chaminé de equilíbrio é constituída por um poço cilíndrico com 14 m de diâmetro e cerca de 95 m de altura.

Tal como para a tomada de água, o posicionamento altimétrico do **bocal da restituição** (tomada de água em bombagem) foi condicionado pela necessidade de garantir adequadas condições de funcionamento hidráulico para o nível mínimo de exploração fixado, bem como prevenir, nas operações de bombagem, a eventual entrada de sedimentos provenientes dos efeitos da sedimentação na albufeira. De igual modo, as suas formas hidráulicas foram definidas atendendo ao facto de se destinar não só à adução para bombagem como também à restituição dos caudais turbinados.

Adoptou-se uma solução de tomada de água em que o respectivo bocal, dotado de uma grade fixa, se encontra destacado do poço de manobra da ensecadeira, tendo-se limitado a distância entre os dois elementos de obra por forma a manter as oscilações do nível da água no interior do referido poço dentro de valores considerados razoáveis.

Como a solução adoptada para este escalão compreende um único circuito, dimensionado para transportar um caudal total de 100 m³/s, e a central será dotada de dois grupos geradores (reversíveis), dimensionados para um caudal nominal em turbinamento de 50 m³/s, na vizinhança da central, quer a montante quer a jusante, houve necessidade de se fazer a bifurcação desse circuito para a criação dos ramais independentes que irão alimentar cada um dos grupos.

Assim, a montante da central, cada ramal terá 34 m de comprimento. Do lado jusante, os ramais iniciam-se imediatamente a seguir às secções terminais dos tubos de aspiração de cada grupo. Têm secção rectangular com as dimensões aproximadas de 4,4 m de largura por 3,7 m de altura, localizadas a cerca de 14 m dos eixos dos respectivos grupos, e prolongam-se por cerca de 85 m até se unirem, sob a chaminé de equilíbrio. A secção destes ramais é rectangular, com 3,30m de largura e 4,20 m de altura, em quase toda a sua extensão.

O desenvolvimento relativamente longo que estes ramais apresentam a jusante, teve a ver com o facto de se pretender fazer o atravessamento sob a caverna dos transformadores com o menor diâmetro possível, de modo a minimizar os problemas construtivos.

A implantação da boca de restituição tem presente a sua dupla função de restituição do caudal turbinado, vindo da albufeira de Pero Martins para a do contra-embalse, e de tomada de água do caudal bombeado da albufeira do contra-embalse para a de Pero Martins.

Fica situada na margem esquerda do rio Côa, a cerca de 4 km a jusante do local da barragem, tendo uma constituição semelhante à da tomada de água.

Trata-se de um estrutura constituída por um bocal a construir a céu aberto, ao qual se segue uma curta galeria de secção circular, com cerca de 25 metros, e que se desenvolve até ao eixo de um poço, revestido a betão, para guiamento da comporta de isolamento do circuito.

O bocal está implantado em plataforma à cota (192,0), para o qual se adoptou uma solução do tipo “Tomada de Água Profunda” atendendo ao NPA desta albufeira (235,0).

O conjunto formado pela central subterrânea e pela subestação, no caso de restituição sobre contra-embalse, ambas em cavernas ligadas por duas galerias, situa-se no maciço rochoso da margem esquerda que serve de encontro da barragem. A central é equipada com dois grupos reversíveis (do tipo *Francis*), com turbinas-bombas /alternador-motor.

A localização das cavernas da central e dos transformadores principais resultou da ponderação de alguns aspectos fundamentais que foram tomados em consideração na concepção da solução, e que seguidamente se referem:

- as características das principais famílias de descontinuidades do maciço rochoso, em particular as respectivas orientações, de modo a evitar deslizamentos planares nos hasteais;
- uma cobertura rochosa suficiente para criar boas condições de segurança à construção;
- uma localização numa posição mais a montante no traçado do circuito hidráulico para atenuar o valor da sobrepressão provocada pelo choque hidráulico e facilitar a regulação dos grupos;
- facilidade de criação de acesso à caverna que minimizasse a extensão do mesmo, quer o troço a céu aberto, quer, e em especial, o troço em galeria.

3.4.4 Concepção Técnica do Contra-embalse do Escalão de Pero Martins

O contra embalse do escalão de Pero Martins localiza-se no rio Côa, cerca de 5 km a jusante da barragem principal e a 2,5 km a montante da foz da ribeira de Massueime, afluente do Côa. As povoações mais próximas são Algodres e Santa Comba, que se situam a cerca de 4 km a Oeste e Leste da barragem, respectivamente.

Conforme já referido, esta barragem de contra-embalse integra apenas o Esquema 2, ou seja, aquele em que a central do escalão de Pero Martins restitui os caudais para o rio Côa.

A justificação da zona da sua implantação, baseada, essencialmente, em razões associadas ao volume e cota da albufeira a criar tendo em atenção o funcionamento reversível da central de Pero Martins.

Na zona de localização da barragem, o vale do rio Côa apresenta configuração morfológica que permite encarar a adopção de uma solução de barragem abóbada em betão.

Nesta hipótese, e face ao valor da cheia de projecto, a solução mais adequada para o descarregador consistiria numa solução de descarregador frontal, de superfície, provido de comportas, com descarga em lâmina livre sobre a barragem para uma bacia de recepção a jusante.

Contudo, prevê-se efectuar a exploração da albufeira do contra-embalse com grandes variações de cota (cerca de 30 m), a ocorrer semanalmente, associada aos ciclos de turbinamento e bombagem.

Esta situação, em conjugação com os níveis dos valores das tensões que se verificam, em geral, nas barragens abóbada, poderiam causar efeitos de fadiga no betão e vir a provocar, no futuro, um deficiente comportamento estrutural da obra. Considerou-se por isso mais apropriado adoptar para esta barragem uma solução do tipo gravidade.

Nestas circunstâncias, mantém-se a solução de descarregador equipado, com entrada frontal, mas, neste caso, de lâmina aderente sobre o corpo da barragem. Dadas as boas condições geológicas expectáveis no fundo do vale, a restituição dos caudais descarregados ao leito do rio será efectuada através de uma estrutura do tipo “salto de ski”.

A barragem tem uma altura máxima de, aproximadamente, 69 m acima das fundações, tem perfil rectilíneo em planta com um desenvolvimento total de cerca de 180 m à cota do coroamento (237) – FIG. II.3.10.

No corpo da barragem inserir-se-ão os descarregadores de cheia, a descarga de fundo e o circuito de caudal ecológico.

A secção transversal da barragem, na zona não galgável, apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado, sendo a pendente de 1V:0,8H entre a fundação e a cota (223) e de 1V:0,4H entre a cota (223) e o coroamento. Nesta zona a espessura do coroamento é igual a 4 m.

FIG. II. 3. 10 – Contra-embalse – Barragem

A barragem tem um volume total de betão de 178000 m³. A sua construção dará origem a uma albufeira com uma área aproximada de 58 ha e volume bruto de 13 hm³, à cota do NPA (235).

No âmbito dos estudos de impacte ambiental foram definidos os seguintes valores para o caudal ecológico a adoptar no contra-embalse do escalão de Pero Martins, designadamente para efeitos de exploração simulada.

| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| CAUDAL (m ³ /s) | 1,69 | 2,11 | 2,11 | 2,01 | 1,30 | 1,21 | 0,90 | 0,17 | 0,15 | 0,78 | 1,02 | 1,53 |

No dimensionamento do circuito do caudal ecológico considerou-se que o valor máximo apresentado neste quadro deve ser satisfeito sob o nível mínimo de exploração da albufeira (NmE = 205).

O circuito do caudal ecológico está inserido no corpo da barragem, na prumada de um dos pilares centrais da zona descarregadora e compreende uma estrutura de entrada (com uma torre associada), uma conduta de adução e uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

A entrada do circuito foi concebida como orifício rectangular, equipado com grade metálica móvel e comporta corrediça instalada na mesma ranhura. A secção obturada por cada um destes órgãos tem 1,3 m de largura e 1,8 m de altura. No dimensionamento da grade adoptaram-se, como critérios, uma velocidade de aproximação de 0,9 m/s e uma carga de cálculo de 30 kPa.

A soleira da estrutura de entrada está posicionada à cota (200). A seguir a um curto troço de transição, tem início a conduta de adução cujo traçado é constituído, fundamentalmente por um troço vertical e outro horizontal, à cota (180), na extremidade do qual será instalada a estrutura de controlo. Na definição da estrutura de controlo previu-se uma válvula que permite efectuar uma regulação contínua de caudal.

No **Anexo 1.A** apresenta-se sob a forma de quadro, o resumo das principais características técnicas.

3.4.5 Concepção Técnica das Derivações Complementares

3.4.5.1 Introdução

As derivações complementares consideradas nos esquemas técnicos seleccionados – da ribeira das Cabras para Senhora de Monforte e da ribeira de Massueime para Pero Martins – são realizadas, em termos muito gerais, através da construção de barragens para captação das aflúncias a derivar e de túneis destinados ao seu transporte para as albufeiras dos escalões principais.

Tendo-se optado por um regime de funcionamento a fio-de-água, não se utilizando qualquer capacidade de armazenamento associada às obras de retenção, e tratando-se de sistemas que se prevê venham a funcionar em regime praticamente abandonado, considerou-se que os descarregadores de cheias não serão controlados por comportas e que os túneis de derivação transportarão os caudais a derivar em regime de escoamento com superfície livre, para valores inferiores ao caudal de dimensionamento.

3.4.5.2 Derivação da Ribeira das Cabras para a Albufeira de Senhora de Monforte

A barragem da ribeira das Cabras localiza-se na ribeira das Cabras afluente da margem esquerda do rio Côa a menos de 1 km a jusante da ponte da EN 324.

Os estudos de gestão hídrica e os estudos de optimização da concepção técnica das obras - envolvendo por um lado os aspectos topográficos, geológicos e geotécnicos, e, por outro, as incidências ambientais e os custos envolvidos – conduziram a que, em relação à localização e ao NPA inventariados, e adoptados no Plano de Expansão do SEP em vigor, o local da barragem fosse deslocado para montante e o NPA reduzido para a cota (533) – menos 7 m – por forma a minimizar a altura da barragem e as suas incidências ambientais.

O local escolhido teve em particular atenção a necessidade de criar condições hidráulicas para a inserção e apropriado funcionamento da tomada de água e do túnel de derivação.

Também a presença da nova ponte na EN234 condicionou a localização da barragem e a sua concepção global, no sentido garantir o escoamento dos caudais de cheia com folga adequada relativamente à cota inferior do tabuleiro. Anota-se que referida ponte situa-se cerca de 500 m a montante do local seleccionado para a implantação da barragem.

De acordo com os aspectos referidos no ponto anterior, verificou-se que a solução mais adequada para a barragem consistia numa solução do tipo gravidade, em betão, onde se inserem o descarregador de cheias (não equipado), a descarga de fundo e o circuito de caudal ecológico.

A barragem tem perfil rectilíneo em planta com um desenvolvimento total de cerca de 77 m à cota do coroamento (538), a que corresponde uma altura máxima acima das fundações de, aproximadamente, 18 m (FIG. II.3.11).

A sua secção transversal, na zona não galgável, apresenta paramento de montante vertical e paramento de jusante inclinado, sendo a pendente de 1V:0,8H entre a fundação e a cota (531) e de 1V:0,4H entre a cota (531) e o coroamento. Na zona central da barragem e numa extensão de 20 m o perfil tipo da barragem foi modificado para atender às formas hidráulicas do descarregador de cheias.

O coroamento tem espessura igual a 2 m. Contudo, na zona da margem direita a largura do coroamento foi aumentada para 4 m, por meio de consolas de 1 m para cada lado, de forma a permitir o acesso de uma auto-grua aos equipamentos da descarga de fundo.

FIG. II. 3. 11 – Barragem da Ribeira das Cabras

A barragem tem um volume total de betão de 5 200 m³. A sua construção dará origem a uma albufeira com uma área aproximada 11,2 ha e volume bruto de 0,2 hm³ à cota do NPA (533).

Na **Carta 1A**, é visível a implantação da barragem da ribeira das Cabras, bem como o túnel de derivação para Sra. de Monforte.

No âmbito dos estudos de impacte ambiental foram definidos os seguintes valores para o caudal ecológico a adoptar na ribeira das Cabras, designadamente para efeitos de exploração simulada.

Não foram expressos valores para os meses de Agosto e de Setembro pois durante estes a barragem será explorada em regime de fio-de-água, não existindo derivação de caudais para Sra. de Monforte.

| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| CAUDAL (m ³ /s) | 0,27 | 0,34 | 0,32 | 0,29 | 0,17 | 0,15 | 0,09 | ----- | ----- | 0,07 | 0,11 | 0,21 |

Por forma a possibilitar o lançamento para jusante destes caudais, preveu-se a instalação, no troço final da descarga de fundo, de um “*by-pass*” com capacidade máxima de vazão de 0,34 m³/s sob o nível mínimo de exploração da albufeira (NmE = 531).

Este “*by-pass*” será equipado com uma válvula que permite efectuar uma regulação contínua de caudal.

O traçado do túnel de derivação da ribeira das Cabras para a albufeira de Senhora de Monforte foi condicionado pela localização das estruturas de tomada de água, junto à barragem de derivação na referida ribeira, e de restituição, na albufeira criada no rio Côa, tendo-se procurado minimizar a extensão do túnel entre estes dois pontos extremos atendendo às condições topográficas e geológico – geotécnicas, quer nos emboquilhamentos quer no interior do maciço a atravessar.

Localizaram-se os emboquilhamentos de forma a que o aumento da cobertura do túnel seja o mais rápido possível com o avanço da respectiva escavação, tendo-se procurado que a posição da tomada de água se aproximasse da zona da barragem de derivação, para facilitar o acesso à respectiva estrutura de controlo, e que a estrutura de restituição se situasse próximo de uma linha de água compatível com o escoamento controlado dos caudais derivados, independentemente do nível na albufeira de Senhora de Monforte. O comprimento total do túnel é de cerca de 3 km.

Tendo em conta os pressupostos de dimensionamento expostos, assumiu-se como fixo o dimensionamento da barragem, com a crista do descarregador de cheias à cota (533,0), e a inclinação do túnel de derivação ($i = 0,27\%$), determinado com base na diferença entre aquela cota e a correspondente ao NPA da albufeira de Senhora de Monforte, e procedeu-se ao dimensionamento económico do túnel de derivação (ver 2.4.3.2).

Da optimização efectuada resultou a adopção de um diâmetro característico de 3,3 m, ao qual se encontra associado um caudal de dimensionamento da derivação de 17 m³/s.

No **Anexo 1.A** apresenta-se, sob a forma de quadro, o resumo das principais características técnicas desta derivação.

3.4.5.3 Derivação da Ribeira de Massueime para a Albufeira de Pero Martins

A barragem de Massueime localiza-se no distrito da Guarda cerca de 10 km a montante da confluência da ribeira de Massueime com o rio Côa.

No que respeita ao local de barragem e ao traçado do túnel de derivação, manteve-se praticamente a solução escolhida em estudos anteriores já que não se afigurou vantajosa qualquer deslocação da barragem para montante com o intuito de reduzir o seu porte, quer por dificuldades de implantação da barragem, quer porque a disposição geográfica das linhas de água secundárias originaria uma considerável redução das afluições deriváveis.

Em relação à altura da barragem, dependente do NPA e da capacidade dos seus órgãos de descarga, relembra-se que os estudos de optimização da derivação da ribeira de Massueime envolveram, para além do traçado e diâmetro do túnel, a escolha da cota do nível de pleno armazenamento da albufeira de retenção, para a qual existia alguma margem de variação, mediante um processo de optimização conjunta a dois parâmetros.

O NPA foi assim fixado à cota (386), coincidente com a cota da crista do descarregador não equipado. Por seu turno, os estudos de inserção deste descarregador e do seu funcionamento hidráulico permitiram verificar que o NME se situaria à cota (390).

As condições topográficas, geológicas e geotécnicas do vale permitiram validar, nesta fase, que a opção por uma solução de betão, do tipo abóbada de dupla curvatura, seria a mais adequada.

Salienta-se que os aspectos geológicos e geotécnicos associados com a implantação da barragem, com as profundidades de escavação adoptadas, bem como com os tratamentos de impermeabilização e de consolidação necessários, são abordados no Volume V deste estudo.

Na **Carta 1A** é visível o local de implantação da barragem do Massueime, bem como o túnel de derivação para a albufeira de Pero Martins.

A barragem terá uma altura máxima de 56 m acima do ponto mais baixo da fundação, apoiando-se, no alto da margem direita, num encontro artificial. O coroamento à cota (391) tem um desenvolvimento total de cerca de 175 m, incluindo o encontro, e uma espessura teórica na zona da abóbada igual a 2,5 m (FIG. II.3.12).

FIG. II. 3. 12 – Barragem da Ribeira de Massueime

No corpo da abóbada inserem-se os descarregadores de cheia, a descarga de fundo e o circuito de caudal ecológico.

A barragem terá um volume total de betão de 51000 m³. A sua construção dará origem a uma albufeira com uma área aproximada de 69 ha e volume bruto de 8 hm³ à cota do NPA (386).

No âmbito dos estudos de impacte ambiental foram definidos os seguintes valores para o caudal ecológico a adoptar na ribeira de Massueime, designadamente para efeitos de exploração simulada.

Não foram expressos valores para os meses de Agosto e de Setembro pois durante estes a barragem será explorada em regime de fio-de-água, não existindo derivação de caudais para Pero Martins.

| MÊS | JAN | FEV | MAR | ABR | MAI | JUN | JUL | AGO | SET | OUT | NOV | DEZ |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|------|------|------|
| CAUDAL (m ³ /s) | 0,33 | 0,41 | 0,40 | 0,36 | 0,21 | 0,19 | 0,07 | ----- | ----- | 0,08 | 0,14 | 0,26 |

No dimensionamento do circuito do caudal ecológico considerou-se que o valor máximo apresentado neste quadro deve ser satisfeito sob o nível mínimo de exploração da albufeira (NmE = 383,3).

O circuito do caudal ecológico está inserido no corpo da barragem, na prumada do muro lateral direito do descarregador de cheias e compreende uma estrutura de entrada, uma conduta de adução e uma estrutura de controlo e dissipação de energia.

A entrada do circuito foi concebida como orifício rectangular, equipado com grade metálica móvel e comporta corrediça instalada na mesma ranhura. A secção obturada por cada um destes órgãos tem 0,6 m de largura e 0,8 m de altura.

No dimensionamento da grade adoptaram-se, como critérios, uma velocidade de aproximação de 0,9 m/s e uma carga de cálculo de 30 kPa.

O traçado do túnel de derivação da ribeira de Massueime para a albufeira de Pero Martins foi condicionado pela localização das estruturas de tomada de água, junto à barragem de derivação no referido rio, e de restituição, na albufeira criada no rio Côa, tendo-se procurado minimizar a extensão do túnel entre estes dois pontos extremos atendendo às condições topográficas e geológico – geotécnicas, quer nos emboquilhamentos quer no interior do maciço a atravessar.

Localizaram-se os emboquilhamentos de forma a que o aumento da cobertura do túnel seja o mais rápido possível com o avanço da respectiva escavação, tendo-se procurado que a posição da tomada de água se aproximasse da zona da barragem de derivação, para facilitar o acesso à respectiva estrutura de controlo, e que a estrutura de restituição se situasse próximo de uma linha de água compatível com o escoamento controlado dos caudais derivados, independentemente do nível na albufeira de Pero Martins. O comprimento total do túnel é de cerca de 3,6 km.

Conforme já referido, os estudos técnico-económicos para determinação do valor óptimo da dimensão da secção do túnel tiveram em consideração a variação do custo do túnel em função da sua dimensão característica e a valorização económica dos ganhos adicionais de energia obtidos com os volumes derivados, associados à capacidade de vazão das obras.

Contudo, para o caso da derivação da ribeira de Massueime tal optimização envolveu também a escolha da cota do nível de pleno armazenamento da albufeira de retenção, para a qual existia alguma margem de variação, mediante um processo de optimização conjunta a dois parâmetros.

Uma vez que se optou por uma solução de descarregador de cheias não controlado por comportas, o nível de retenção (NPA) é igual à cota da respectiva crista – cota (386) – e a inclinação do túnel de derivação ($i = 0,17\%$), foi determinada com base na diferença entre aquela cota e a correspondente ao NPA da albufeira de Pero Martins (380).

Da optimização efectuada resultou a adopção de um diâmetro característico de 4,0 m, ao qual se encontra associado um caudal de dimensionamento da derivação de $23 \text{ m}^3/\text{s}$.

A estrutura de tomada de água do túnel de derivação foi localizada a uma cota compatível com o seu adequado funcionamento hidráulico para as condições de dimensionamento consideradas – cota (383,3).

No **Anexo 1.A** apresenta-se, sob a forma de quadro, o resumo das principais características técnicas desta derivação.

3.5 Exploração do Empreendimento

3.5.1 Introdução

Na fase de exploração e do ponto de vista ambiental, as informações mais importantes correspondem ao conhecimento das condições de escoamento a jusante e às suas implicações nas variações de nível das albufeiras, sendo importante que estes dados sejam referidos em relação a condições hidrológicas normais e às que ocorrem no caso de cheias naturais.

Como base de informação para a sua elaboração serão utilizados os estudos produzidos pela CPPE, *Divisão Planeamento dos Centros Produtores, Departamento de Estudos Gerais* (Dezembro, 2001) e pela Rede Eléctrica Nacional (Janeiro, 2002), relativos à avaliação dos regimes de exploração e avaliação económica comparados dos Aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa, respectivamente.

3.5.2 Condições de Escoamento

Nas simulações efectuadas e tendo em conta as alternativas em estudo, Esquema 1 e Esquema 2, foram consideradas as seguintes séries de afluências para os regimes 1956 a 1995:

- Esquema 1 – Afluência média anual a Senhora de Monforte de 336 hm³/ano, que inclui a derivação complementar da Ribeira das Cabras e à bacia própria do escalão de Pêro Martins de 163 hm³/ano, incluindo a derivação complementar da ribeira de Massueime;
- Esquema 2 - Afluência média anual a Senhora de Monforte de 336 hm³/ano, que inclui igualmente a derivação complementar da Ribeira das Cabras e à bacia própria do escalão de Pêro Martins de 86 hm³/ano. Dada a relativa proximidade entre o escalão de Pêro Martins e o Contra-embalse, foram consideradas sem significado as afluências geradas na bacia intermédia.

Da mesma forma que para o rio Sabor, também para o rio Côa a distribuição mensal das afluências está essencialmente concentrada nos quatro meses de Dezembro a Março, que representam no seu conjunto cerca de 70% da afluência média anual, contra cerca de 1% nos meses de Julho a Setembro.

Para qualquer uma das bacias consideradas, Senhora de Monforte ou Pêro Martins, em termos anuais e para a série hidrológica (1956 a 1995), o valor mínimo verificado, relativo ao ano de 1992, é inferior a 10% do valor médio da série, enquanto que o valor máximo, relativo aos anos de 1960 ou 1963, se situa entre 2,25 e 2,5 vezes o valor médio da série.

Da mesma forma que a albufeira do Escalão Principal do AHBS no rio Sabor, a introdução das albufeiras de Senhora de Monforte e Pêro Martins vai permitir a regularização dos caudais afluentes ao rio Côa e um melhor aproveitamento nos escalões situados a jusante no troço nacional do rio Douro, incluindo, neste caso, o do Pocinho.

Dada a configuração dos Esquemas analisados, que, contrariamente aos analisados para o AHBS, pressupõe a existência de troços significativos com circuitos hidroeléctricos subterrâneos, foi considerada a obrigatoriedade de fornecimento de caudais ambientais a jusante da barragem de Senhora de Monforte e da ribeira das Cabras (Esquemas 1 e 2), da barragem de Pêro Martins e da ribeira de Massueime (Esquema 1) e do Contra-embalse (Esquema 2), conforme valores mensais já apresentados.

Estes caudais ambientais foram definidos em percentagem do valor médio afluente em cada mês, variável ao longo do ano e com a localização da barragem, tendo como base a série hidrológica de 40 anos (1956/1995). Em termos de valor anual médio este critério representa cerca de 8% da afluência.

Nas figuras seguintes representam-se as três situações em análise, Côa em regime natural, AHAC – Esquema 1, sobre o Pocinho e AHAC – Esquema 2, sobre um Contra-embalse, representativos de:

- Volumes e Caudais médios mensais lançados a jusante de Pêro Martins e do Contra-embalse;
- Volumes e Caudais médios mensais afluentes ao Pocinho; e
- Caudais médios mensais classificados a jusante do Contra-embalse e afluentes à albufeira do Pocinho.

Na FIG. II.3.13 representam-se as curvas de volumes médios mensais no rio Côa turbinados que atingem a albufeira do Pocinho, a jusante de Pêro Martins (Esquema 1), do Contra-embalse (Esquema 2) e em regime natural, nas quais se pode verificar, devido à regularização introduzida pelas albufeiras de Senhora de Monforte e de Pêro Martins, um acréscimo dos volumes nos meses de verão.

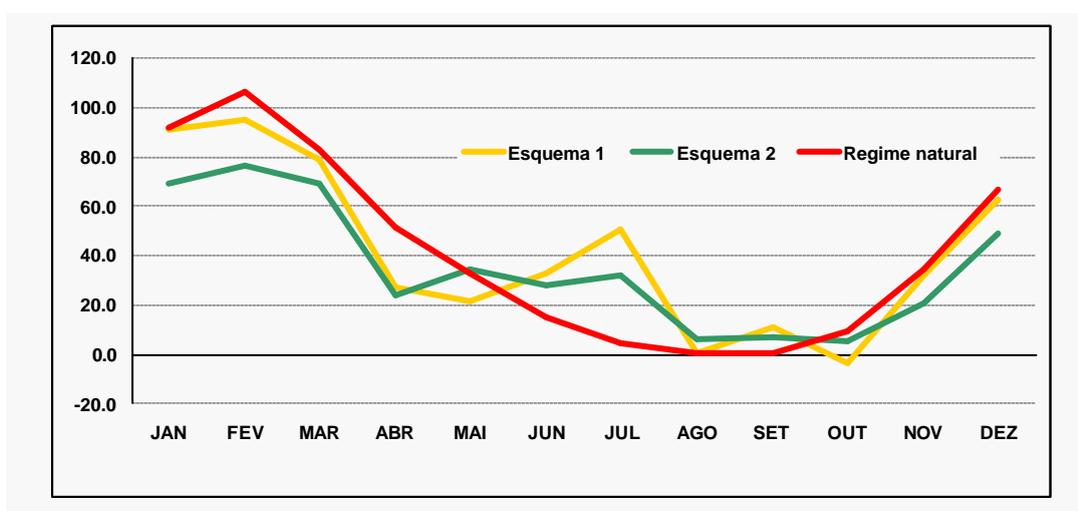


FIG. II. 3. 13 – Volumes Médios Mensais Lançados no Rio Côa a Jusante do AHAC

Como exemplo nas FIG. II.3.14 e II.3.15 representam-se as curvas de volumes e de volumes classificados no rio Côa em regime natural e a jusante do Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa (a jusante de Pêro Martins no caso do Esquema 1 e a jusante do Contra-embalse no caso do Esquema 2), no mês de Julho, para a série hidrológica 1956 a 1995.

Da análise dos caudais classificados no rio Côa a jusante do AHAC no mês de Julho, representados na FIG. II.3.16, verifica-se que o caudal com uma probabilidade de excedência de 50% passa de 0,7 m³/s em regime natural, para cerca de 12 m³/s caso se opte pelo Esquema 2 e cerca de 20 m³/s para o Esquema 1.

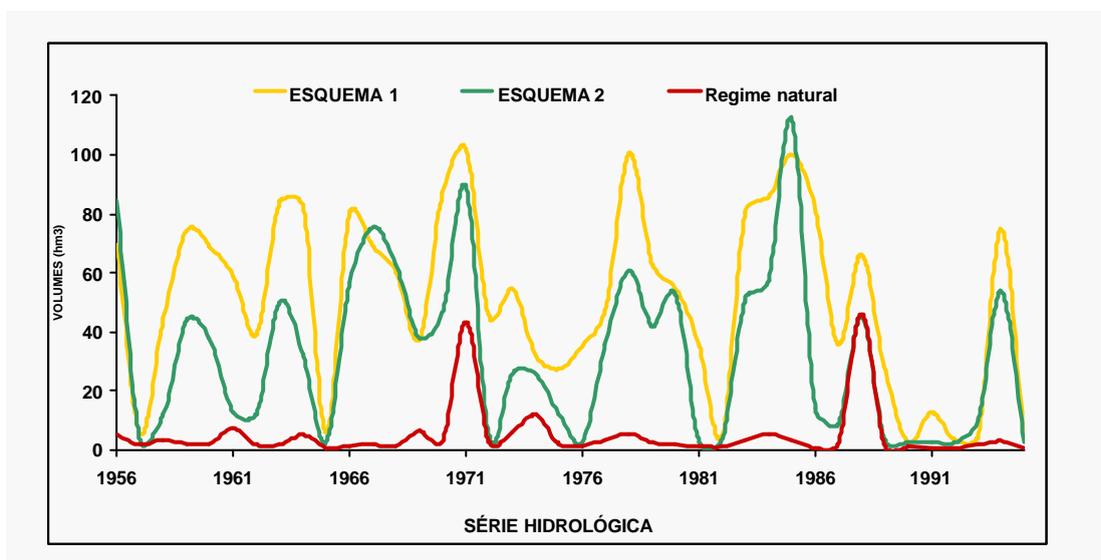


FIG. II. 3. 14 – Volumes Lançados no Rio Côa a Jusante do AHAC, no Mês de Julho

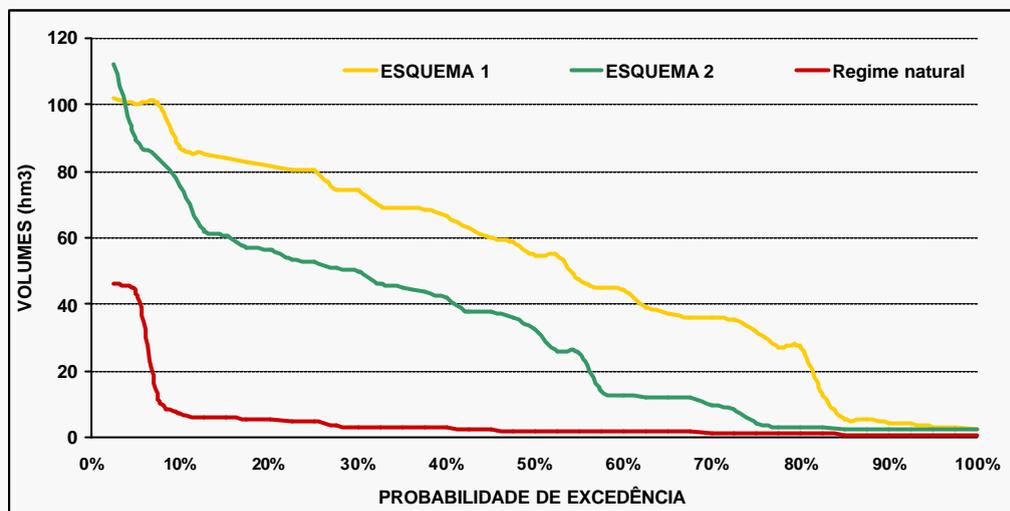


FIG. II. 3. 15 – Volumes Classificados Lançados a Jusante do AHAC, Mês de Julho

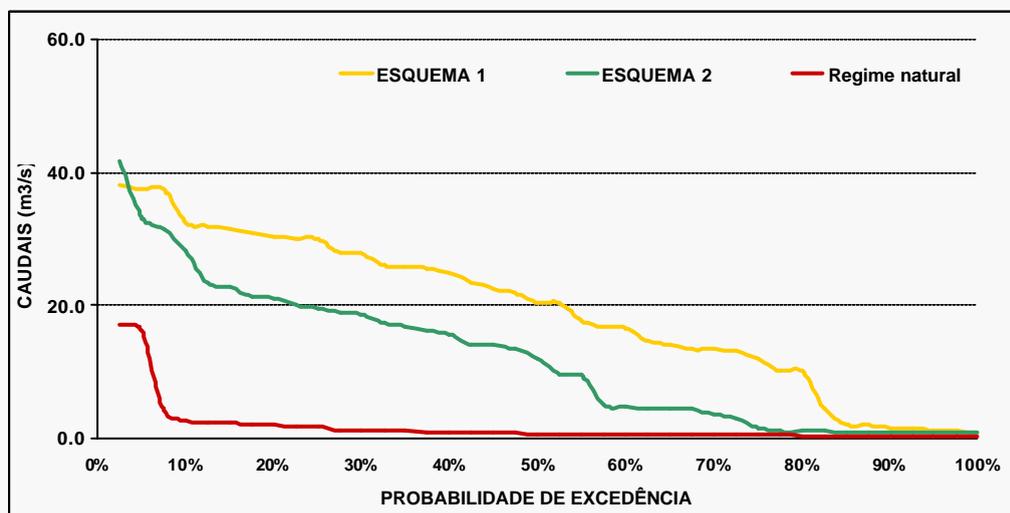


FIG. II. 3. 16 – Caudais Classificados Lançados a Jusante do AHAC, Mês de Julho

No que respeita à albufeira do Pocinho os acréscimos introduzidos pela regularização do AHAC não são tão significativos, no entanto, conforme se pode verificar no Quadro II.3.2 não se poderão considerar como desprezáveis nos meses de Junho e Julho.

Quadro II. 3. 2 – Caudais Médios Mensais Afluentes à Albufeira do Pocinho

| | Caudais Médios Mensais (m ³ /s) | | |
|------------------|--|-----------|--------------|
| | Esquema 1 | Esquema 2 | Sem Alto Côa |
| Janeiro | 525,1 | 518,7 | 527,3 |
| Fevereiro | 635,9 | 630,5 | 641,8 |
| Março | 528,8 | 527,3 | 531,7 |
| Abril | 347,4 | 348,0 | 358,7 |
| Mai | 220,4 | 226,6 | 226,1 |
| Junho | 154,5 | 154,0 | 148,8 |
| Julho | 126,1 | 120,0 | 109,7 |
| Agosto | 51,0 | 53,2 | 51,2 |
| Setembro | 80,3 | 79,0 | 76,5 |
| Outubro | 128,0 | 132,1 | 133,7 |
| Novembro | 290,9 | 287,8 | 293,3 |
| Dezembro | 374,5 | 370,9 | 377,8 |

Em resultado da regularização introduzida na albufeira do Pocinho, para a média dos 40 regimes analisados, constata-se um acréscimo dos caudais médios mensais nos meses de Verão, que varia entre 3% e 5% para os meses de Junho e Setembro, entre 0 e 4% no mês de Agosto e atinge entre 9% e 15% no mês de Julho, consoante o esquema analisado (FIG. II.3.17).

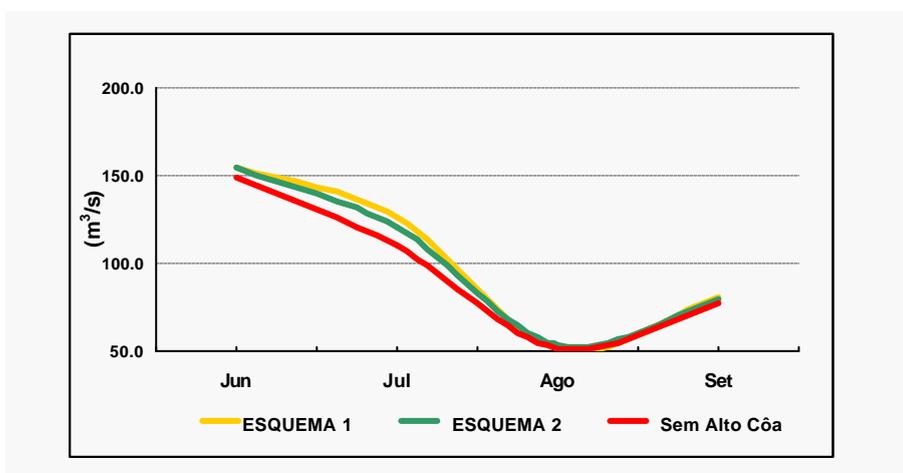


FIG. II. 3. 17 – Caudais Médios Mensais Afluentes à Albufeira do Pocinho de Junho a Setembro

Nas FIG. II.3.18, II.3.19 e II.3.20 representam-se os volumes e caudais classificados na albufeira do Pocinho, no mês de Julho, antes e depois da introdução do AHAC, Esquema 1 e Esquema 2, para a série hidrológica em análise.

Verifica-se que no mês de Julho, o caudal com probabilidade de ocorrência de 50%, que é da ordem dos 90 m³/s nas condições actuais, sofre um acréscimo entre 15% a 20% com a integração do AHAC.

Este acréscimo atinge cerca de 50% para um caudal com uma probabilidade de ocorrência de 80% (cerca de 35 m³/s actualmente). De salientar que estes acréscimos são transmitidos ao longo da cascata do Douro Nacional até jusante de Crestuma.

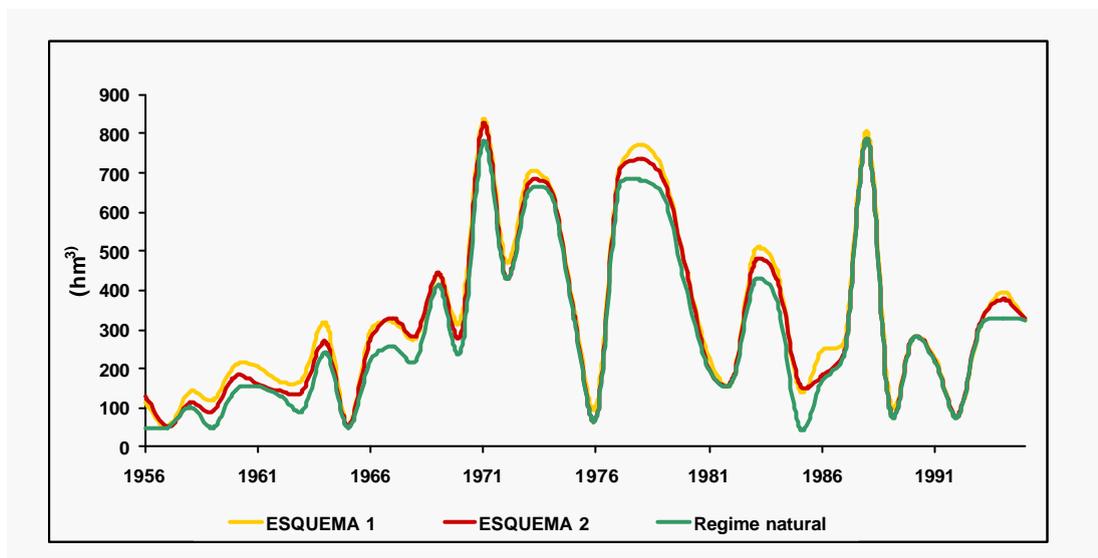


FIG. II. 3. 18 – Volumes Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho)

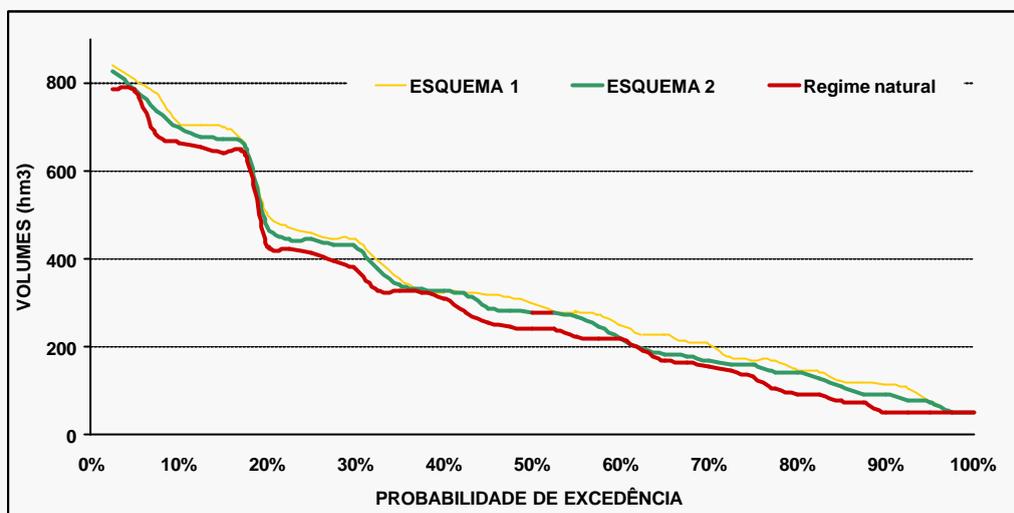


FIG. II. 3. 19 – Volumes Classificados Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho)

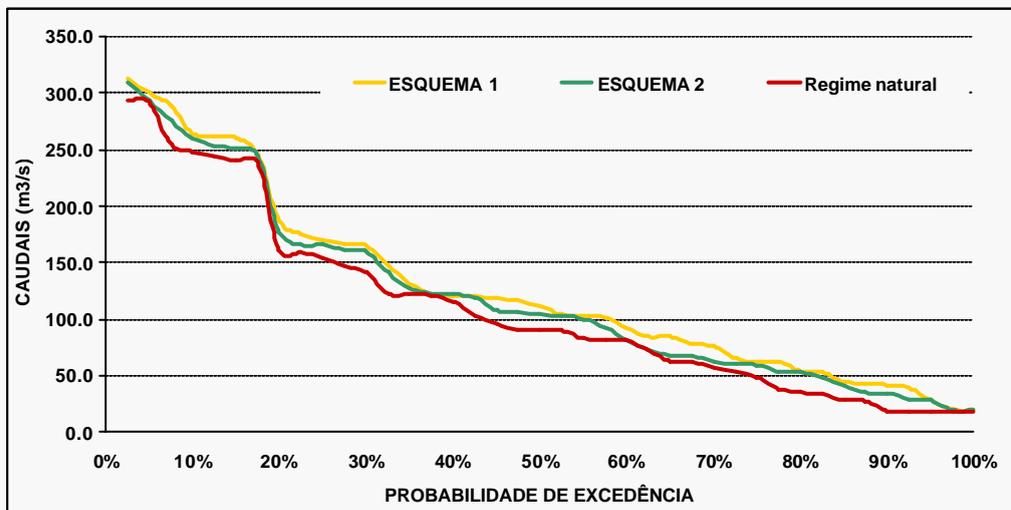


FIG. II. 3. 20 – Caudais Classificados Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho)

Em termos de produtividade no Douro Nacional, a regularização introduzida pelas albufeiras do AHAC representa um acréscimo de produção de cerca de 10 GWh, no conjunto dos 5 aproveitamentos a jusante.

3.5.3 Laminação de Cheias

Tendo em conta a criação de albufeiras com significativa capacidade de regularização nos escalões previstos para os rios Sabor e Côa foi considerado importante avaliar o efeito da laminação de cheias proporcionada por essas albufeiras, considerando para cada uma delas uma curva guia de exploração definida com o objectivo de manter uma cota de defesa de cheias com valor inferior à correspondente ao NPA, durante os meses mais húmidos.

Estudos desenvolvidos para esse efeito pela HIDRORUMO ⁽¹⁾, para vários cenários de volumes de encaixe, permitiram simular o efeito regularizador das duas albufeiras do Côa (Senhora de Monforte e Pêro Martins) no amortecimento das cheias teóricas calculadas para vários períodos de retorno (5, 10, 25, 50, 100, 200 e 500 anos).

Apesar do carácter preliminar dos estudos efectuados pode concluir-se o seguinte: no aproveitamento do Alto Côa, os volumes de encaixe de 35 hm³ na albufeira de Senhora de Monforte de 15 hm³ na de Pêro Martins possibilitam uma redução, a jusante, do caudal de ponta afluente entre 300 m³/s e 1400 m³/s, o que representa em termos percentuais uma diminuição de 65% e 55% do valor do caudal máximo, respectivamente, para as cheias com um período de retorno de 5 e 500 anos. Para um período de reforço de 50 anos, a redução do caudal de ponta é de 932 m³/s (de 1382 m³/s para 450 m³/s) De salientar o efeito preponderante do amortecimento proporcionado pela albufeira de Senhora de Monforte relativamente ao de Pêro Martins.

Nas simulações efectuadas foram consideradas curvas guia de exploração das albufeiras, com valores inferiores aos correspondentes aos respectivos NPA, nos meses de Outubro a Abril, para consideração desta potencialidade, conforme limites máximos mensais apresentados no Quadro II.3.3.

Quadro II. 3. 3 – Albufeiras do Alto Côa – Volumes de Encaixe Máximos Mensais (hm³)

| | de Novembro a Março | Abril e Outubro | de Maio a Agosto |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Alto Côa | | | |
| Sra. Monforte | 231 hm ³ | 248.5 hm ³ | 266 hm ³ |
| Pero Martins | 369 hm ³ | 376.5 hm ³ | 384 hm ³ |
| Volume encaixe | 50 hm³ | 25 hm³ | 0 hm³ |

(1) - Estudos desenvolvidos pela empresa HIDRORUMO: "AHAC – Avaliação Preliminar da Laminação de Cheias", Outubro 2001.

3.5.4 Avaliação dos Níveis Médios das Albufeiras

3.5.4.1 Pressupostos de Base

a) Albufeira do Escalão de Senhora de Monforte

De acordo com o resultado de estudos realizados ao nível da REN-PP, a exploração da albufeira de Senhora de Monforte far-se-á, em regime normal, na faixa situada entre as cotas (525) e (515), à qual corresponde um volume útil em exploração normal de 81 hm³.

Para estabelecer os limites técnicos de exploração abaixo da referida faixa, visando a quantificação da reserva de emergência, houve que atender, em primeiro lugar, às condições topográficas e hidráulicas na zona da restituição do circuito hidráulico, na albufeira de Pero Martins.

Estando aí o leito do rio cerca da cota (340), a criação de condições adequadas à inserção do bocal de restituição em turbinamento (e tomada de água em bombagem) obrigou a que o nível mínimo técnico de exploração fosse fixado à cota (350). Sendo de 151 hm³ o correspondente volume armazenado em Pero Martins para este nível, ficam assim disponíveis para bombagem, no máximo, $384 - 151 = 233$ hm³.

Por outro lado, a queda estática máxima em turbinamento, que, nestas condições, será de $(525) - (350) = 175$ m, conjugada com uma relação limite entre o valor máximo e o mínimo dessa mesma queda, fixada nesta fase de estudo em cerca de 0,65, conduzem a um valor mínimo próximo de 115 m, e, portanto, a uma cota mínima de exploração de $(350) + 115 = (465)$. No entanto, a reserva de uma folga prudente para o volume morto, a utilizar parcialmente para a deposição de sedimentos, aconselhou a subir tal nível extraordinário para a cota (470), para a qual o volume armazenado é de 20 hm³.

Assim, o volume útil total da albufeira de Senhora de Monforte (valor máximo, em termos técnicos) fica fixado em $266 - 20 = 246$ hm³. Tendo em atenção o volume útil em exploração normal atrás indicado (81 hm³), o volume da reserva hídrica de emergência, disponível em situação extraordinária, fica portanto estabelecido em $246 - 81 = 165$ hm³.

b) Albufeira do Escalão de Pero Martins com Restituição na Albufeira do Pocinho

Neste caso, a exploração em regime normal foi ajustada pela REN-PP para a faixa superior da albufeira entre as cotas (380) e (377), para a qual o volume útil é de 30 hm³.

Para quantificação da reserva de emergência, começou-se por caracterizar os níveis da albufeira do Pocinho, para o que se teve em atenção:

- o regime de exploração presentemente utilizado, tomando-se, como valores de referência na zona da restituição do circuito hidráulico de Pero Martins, as cotas (125,5) para o pleno armazenamento e (123,5) para o nível mínimo de exploração;
- o volume útil necessário para assegurar a bombagem a partir da central de Pero Martins, fixado pela REN-PP em pelo menos 10 hm^3 , o que condicionou a fixação, para a exploração normal, da faixa entre as cotas (125,5) e (124,0). Para esta gama de cotas, o volume disponível é de cerca de 12 hm^3 .

Sendo de (380) a cota do NPA de Pero Martins, a queda estática máxima em turbinamento, é então de $(380) - (124) = 256 \text{ m}$. Usando a relação limite de 0,65 entre o valor máximo e o mínimo dessa mesma queda, este último valor será de cerca de 166,5 m, de que resulta uma cota mínima de exploração da albufeira de Pero Martins de $(125,5) + 166,5 = (292)$.

Esta cota corresponde a um volume útil de cerca de 12 hm^3 , considerando-se, neste caso, que satisfaz as condições requeridas para implantação da tomada de água em turbinamento e para garantia de um volume morto com valor suficiente.

O volume útil total da albufeira fica portanto definido em $384 - 12 = 372 \text{ hm}^3$, o que, levando em conta o volume útil em exploração normal indicado (30 hm^3), conduz a um volume para a reserva hídrica de emergência de $372 - 30 = 342 \text{ hm}^3$.

Refira-se que a bombagem a partir de Senhora de Monforte apenas se poderá fazer se o nível da albufeira de Pero Martins se situar acima da cota (350), pelo que este valor constitui um limite a levar em consideração ao utilizar a albufeira na faixa de reserva de emergência.

c) Albufeira do Escalão de Pero Martins com Restituição Sobre Contra-embalse

Tal como na alternativa de restituição na albufeira do Pocinho, a exploração em regime normal foi estabelecida para a faixa da albufeira entre as cotas (380) e (377), mantendo-se portanto um volume útil de 30 hm^3 .

Neste caso, a definição da reserva de emergência depende dos níveis e volumes característicos do contra-embalse, que são os seguintes:

- nível de pleno armazenamento à cota (235), ao qual corresponde, conforme indicado, um volume útil de 13,4 hm³;
- nível mínimo de exploração à cota (205), cerca de 10 m acima da cota do leito do rio na zona prevista para a restituição do circuito hidráulico de Pero Martins, para o qual o volume armazenado é de 2,5 hm³.

Dispõe-se, portanto, de um volume útil a jusante de Pero Martins de cerca de 11 hm³, suficiente para assegurar o funcionamento em bombagem nas condições pretendidas.

Como consequência directa destes valores, a queda estática máxima de Pero Martins em regime de turbinamento é de (380) - (205) = 175 m, o que conduz, ao utilizar a mesma relação de 0,65 entre o valor máximo e o mínimo, a uma queda mínima de cerca de 115 m. Daqui resulta que a cota mínima técnica em Pero Martins seja, neste caso, de (235) + 115 = (350), consideravelmente mais alta do que na alternativa de restituição sobre a albufeira do Pocinho. Consequentemente, o volume morto vem também aumentado para 151 hm³.

Assim, o volume útil total da albufeira vem reduzido, em relação à referida solução alternativa, para 384 - 151 = 233 hm³. Finalmente, levando em conta o volume útil em exploração normal atrás indicado (30 hm³), pode calcular-se o valor da reserva hídrica de emergência em 233 - 30 = 203 hm³.

d) Quadro Resumo

No quadro inserido na página seguinte são resumidos as principais cotas e volumes fixados, conforme atrás se justificou, para as albufeiras dos escalões principais de Senhora de Monforte e de Pero Martins.

Destaca-se, em particular, a diferença entre os volumes úteis totais e das reservas de emergência associadas a cada um dos esquemas em estudo:

- No Esquema 1 - volume útil total 246 + 372 = 618 hm³
- reserva de emergência.... 165 + 342 = 507 hm³
- No Esquema 2 - volume útil total 246 + 233 + 11 = 490 hm³
- reserva de emergência.... 165 + 203 = 368 hm³

Quadro II. 3. 4 – Cotas e Volumes para as Albufeiras dos Escalões Principais de Sr.^a de Monforte e Pero Martins

| COTAS E VOLUMES CARACTERÍSTICOS DAS ALBUFEIRAS | | | | | |
|---|---------------------|-----------------|----------------------|----------------|---------|
| Características | Escalões Principais | | | Contra-embalse | Pocinho |
| | Senhora de Monforte | Pero Martins | | | |
| | | Sobre o Pocinho | Sobre contra-embalse | | |
| NÍVEL DE PLENO ARMAZENAMENTO (NPA) | | | | | |
| - Cota (m) | (525) | (380) | (380) | (235) | (125,5) |
| - Volume armazenado (hm ³) | 266 | 384 | 384 | 13,5 | 83 |
| NÍVEL MÍNIMO EM EXPLORAÇÃO NORMAL (NmEn) | | | | | |
| - Cota (m) | (515) | (377) | (377) | (205) | (124) |
| - Volume armazenado (hm ³) | 185 | 354 | 354 | 2,5 | 71 |
| VOLUME ÚTIL EM EXPLORAÇÃO NORMAL (hm ³) | 81 | 30 | 30 | 11 | 12 |
| NÍVEL MÍNIMO EXTRAORDINÁRIO (NmE) | | | | | |
| - Cota (m) | (470) | (292) | (350) | (205) | --- |
| - Volume morto (hm ³) | 20 | 12 | 151 | 2,5 | --- |
| VOLUME ÚTIL TOTAL (hm ³) | 246 | 372 | 233 | 11 | --- |
| VOLUME DA RESERVA DE EMERGÊNCIA (hm ³) | 165 | 342 | 203 | 0 | --- |

3.5.4.2 Variações

O regime de exploração normal da albufeira do escalão de Senhora de Monforte tem assim em conta a utilização de um volume útil de 81 hm³, entre o NPA à cota (525) e o NmE à cota (515) e a necessidade de existência de um volume de encaixe de 35 hm³ para laminação de cheias nos meses de Outubro a Março.

No caso da albufeira do escalão de Pêro Martins o volume útil utilizado foi de cerca de 30 hm³, entre o NPA à cota (380) e o NmE à cota (377), restringido de Outubro a Março a um volume de 15 hm³ para laminação de cheias.

Nas FIG. II.3.21 e II.3.22 representa-se a variação dos volumes armazenados nas albufeiras de Senhora de Monforte e de Pêro Martins, Esquema 1, na ocorrência de um regime médio, seco e húmido. Como se pode verificar as albufeiras atingem a cota mínima, próxima do NmE, no mês de Setembro e o máximo, próximo do NPA, durante o mês de Maio.

Nas FIG. II.3.23, II.3.24 e II.3.25 representam-se as mesmas grandezas para a solução Esquema 2 do AHAC.

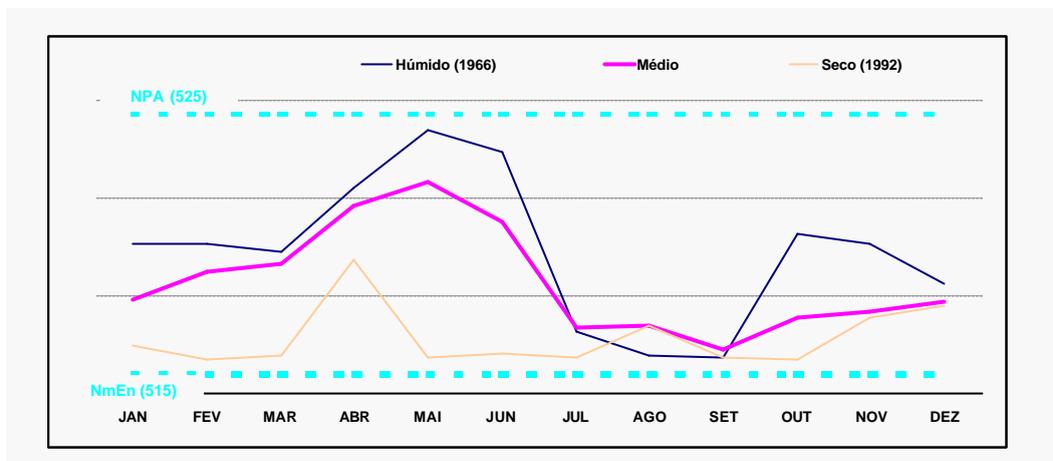


FIG. II. 3. 21 – Níveis da Albufeira de Senhora de Monforte. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 1)

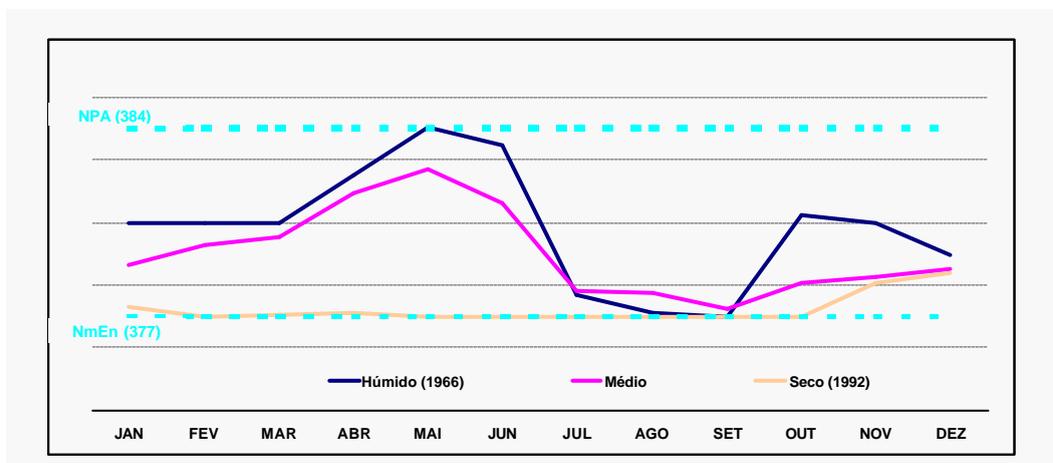


FIG. II. 3. 22 – Níveis da Albufeira de Pêro Martins. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 1)

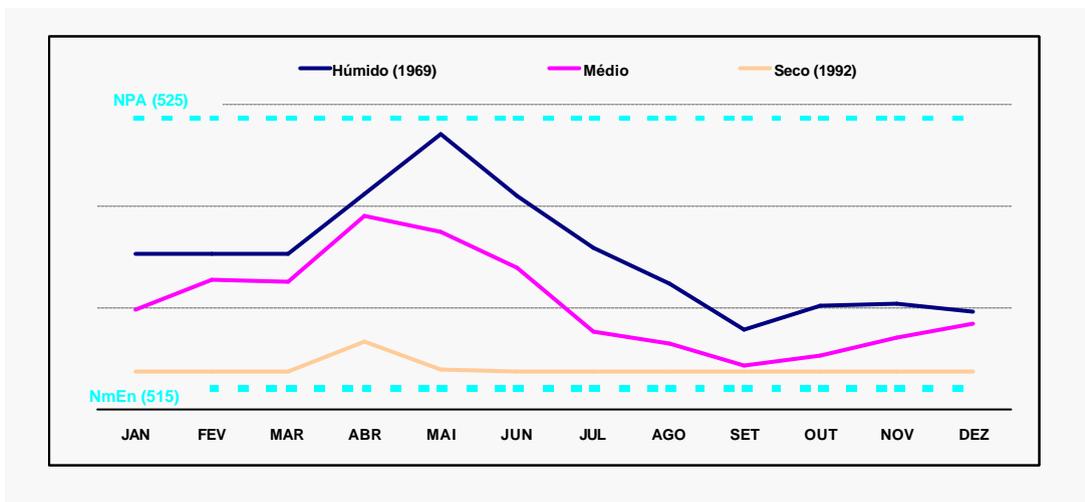


FIG. II. 3. 23 – Níveis da Albufeira de Senhora de Monforte. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2)

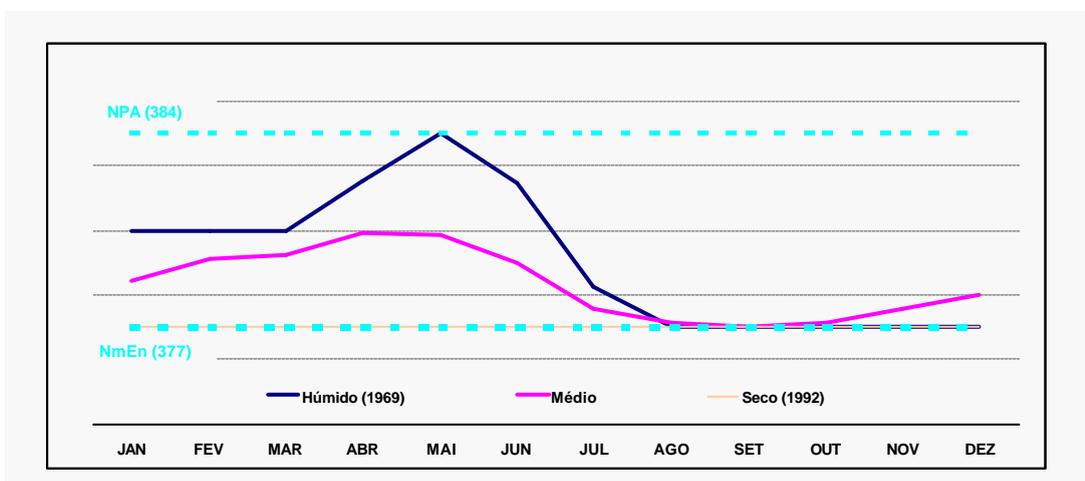


FIG. II. 3. 24 – Níveis da Albufeira de Pero Martins. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2)

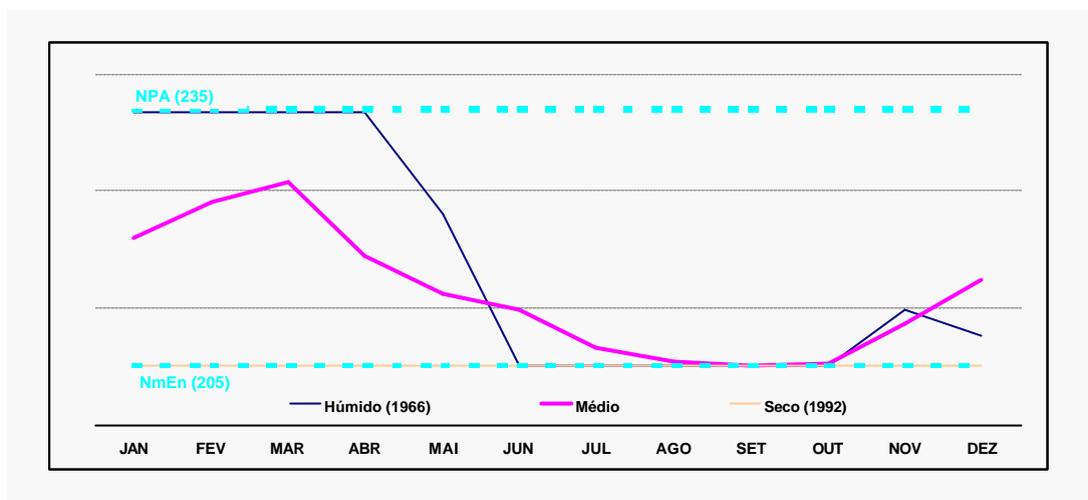


FIG. II. 3. 25 – Níveis da Albufeira do Contra-embalse. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2)

No Esquema 1, solução Pêro Martins sobre o Pocinho, em média, a albufeira do escalão de Pêro Martins mantém um nível de armazenamento superior ao verificado na solução relativa ao Esquema 2.

3.5.5 Produção de Energia

Foram efectuadas simulações da exploração otimizada do sistema electroprodutor nacional para os estádios 2015 e 2020 considerando nele integrado o AHAC, para os dois esquemas em análise:

- **Esquema 1:** Constituído pelo escalão de Senhora de Monforte, com NPA à cota (525) equipado com 2 grupos reversíveis, com um caudal instalado total em turbinamento de 65 m³/s e em bombagem de 49 m³/s e pelo escalão de Pêro Martins, com NPA à cota (380), turbinando e bombeando sobre o escalão do Pocinho, equipado com 2 grupos reversíveis com um caudal total em turbinamento de 100 m³/s e em bombagem de 75 m³/s;
- **Esquema 2** Constituído pelo escalão de Senhora de Monforte, com NPA à cota (525) equipado com 2 grupos reversíveis, com um caudal instalado total em turbinamento de 65 m³/s e em bombagem de 49 m³/s, pelo escalão de Pêro Martins, com NPA à cota (380), equipado com 2 grupos reversíveis com um caudal total em turbinamento de 100 m³/s e em bombagem de 67 m³/s, turbinando e bombeando sobre um Contra-embalse, localizado imediatamente a jusante e não-equipado.

Nas FIG. II.3.26 e II.3.27 representam-se os volumes turbinados e bombeados pelos escalões de Senhora de Monforte e de Pêro Martins, para os dois esquemas em análise.

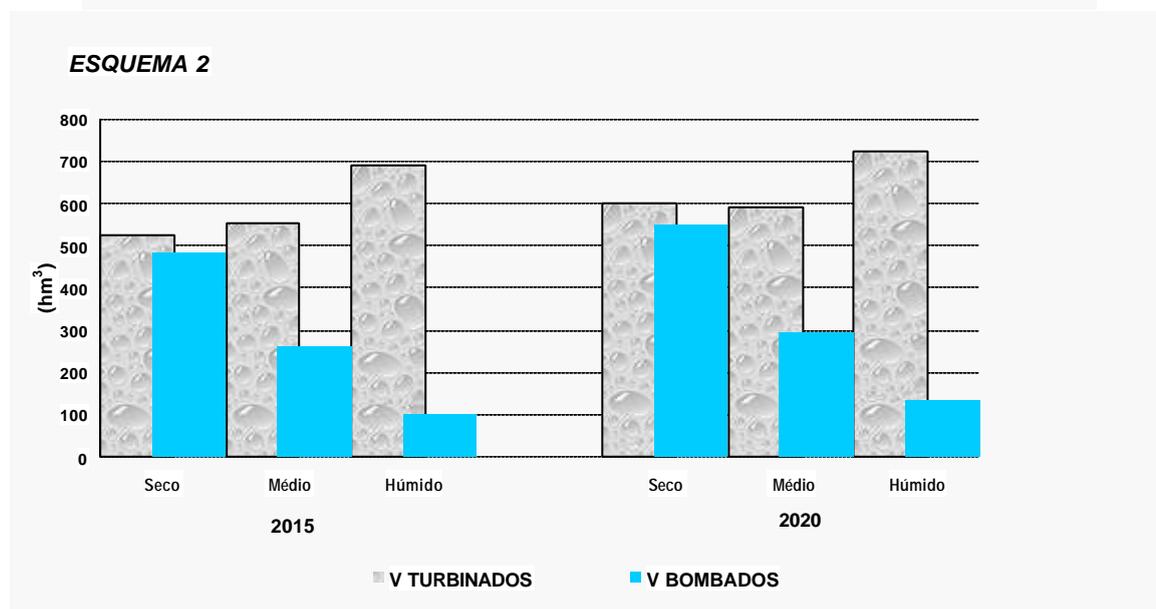
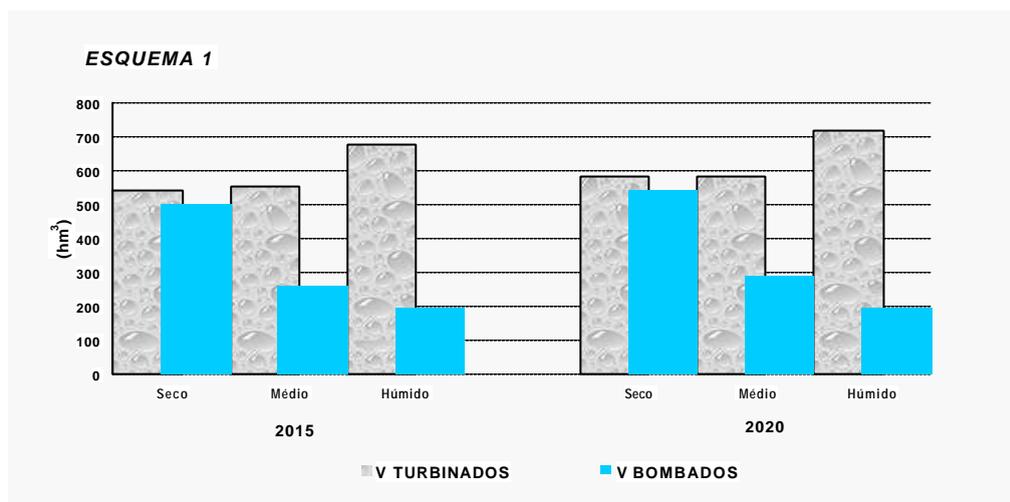


FIG. II. 3. 26 – Volumes Turbinados e Bombados (hm³) – Escalão de Sra. Monforte

No estádio mais longínquo, 2020, na solução Esquema 2, a bombagem do Escalão de Pêro Martins apresenta uma utilização superior à verificada na solução Esquema 1, representando, entre 20% e 97% do volume total turbinado, consoante a ocorrência de um regime húmido e de um regime seco, respectivamente.

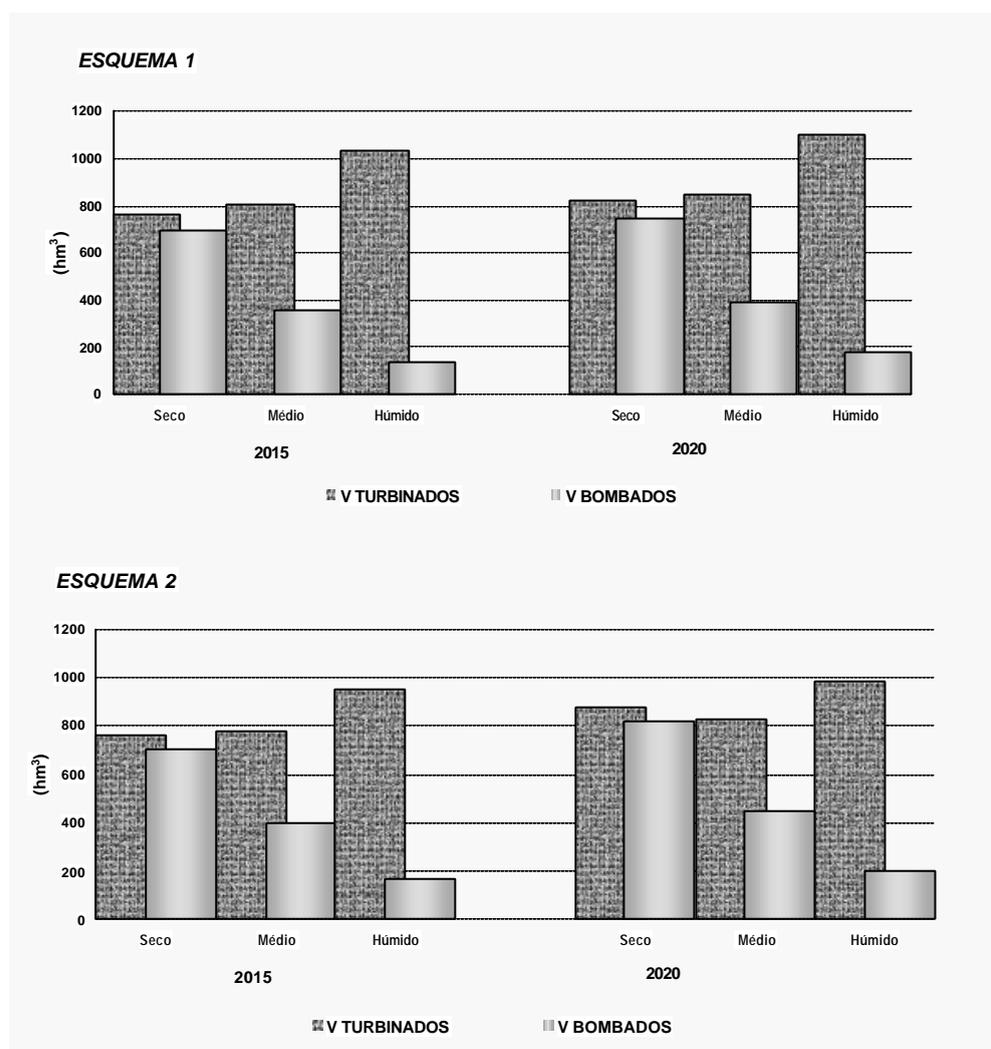


FIG. II. 3. 27 – Volumes Turbinados e Bombados (hm³) – Escalão de Pero Martins

No Quadro II.3.5 apresentam-se, para os dois estádios simulados, os valores da produção total do AHAC, Esquema 1 e Esquema 2, para um regime seco, para a média dos regimes e para um regime húmido.

A solução Esquema 1 apresenta uma produção total superior à verificada na solução Esquema 2 da ordem dos 165 GWh/ano, para a média dos regimes e da ordem dos 110 a 130 GWh/ano, em ano seco.

Em termos de produção líquida de bombagem, a solução Esquema 1 representa um acréscimo de produção de cerca de 105 GWh/ano em ano médio, anulando-se praticamente em ano seco e atingindo cerca de 235 GWh/ano em ano húmido (Quadro II.3.6)

Quadro II. 3. 5 – Produção Total (GWh)

| | | AHAC – ESQUEMA 1 | | | AHAC – ESQUEMA 2 | | |
|------|-------------------|---------------------|--------------|------------|------------------|--------------|------------|
| | | Senhora de Monforte | Pêro Martins | TOTAL | Sra. Monforte | Pêro Martins | TOTAL |
| 2015 | REGIME SECO | 180 | 455 | 635 | 174 | 325 | 499 |
| | MÉDIA DOS REGIMES | 186 | 480 | 667 | 185 | 316 | 501 |
| | REGIME HÚMIDO | 228 | 604 | 832 | 230 | 355 | 585 |
| 2020 | REGIME SECO | 195 | 489 | 684 | 198 | 375 | 572 |
| | MÉDIA DOS REGIMES | 196 | 505 | 701 | 197 | 338 | 535 |
| | REGIME HÚMIDO | 242 | 647 | 889 | 242 | 372 | 614 |

Quadro II. 3. 6 – Produção Líquida de Bombagem (GWh)

| | ESQUEMA 1 | | | ESQUEMA 2 | | |
|-------------------|---------------|--------------|------------|---------------|--------------|------------|
| | Sra. Monforte | Pêro Martins | TOTAL | Sra. Monforte | Pêro Martins | TOTAL |
| REGIME SECO | 14 | 44 | 58 | 15 | 37 | 52 |
| MÉDIA DOS REGIMES | 100 | 269 | 369 | 98 | 162 | 260 |
| REGIME HÚMIDO | 196 | 532 | 728 | 198 | 296 | 494 |

Nas FIG. II.3.28 e II.3.29, por posto horário do diagrama de cargas, para as três hipóteses analisadas de regime hidrológico, médio, seco e húmido, para os 2 esquemas do AHAC, no estágio 2015.

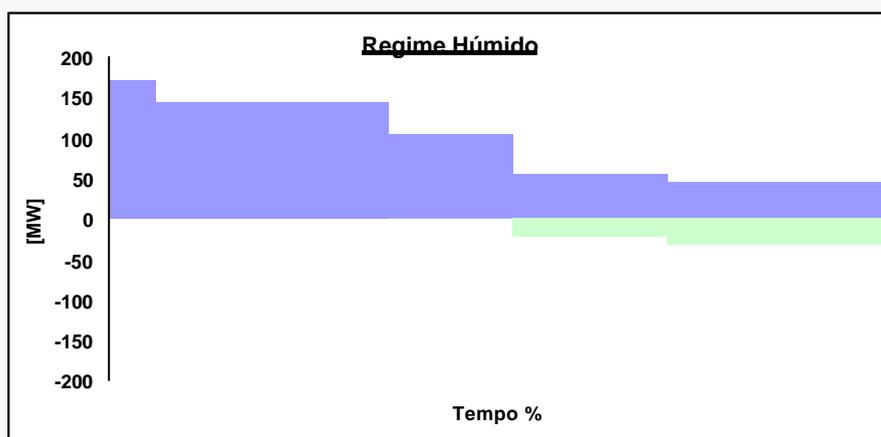
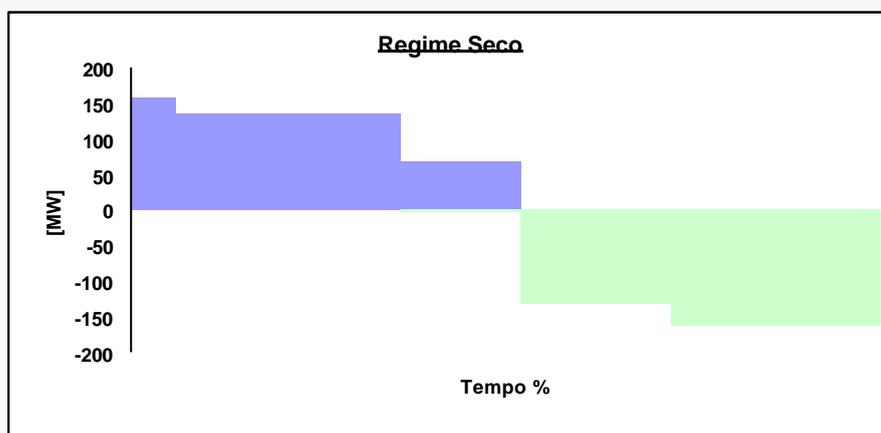
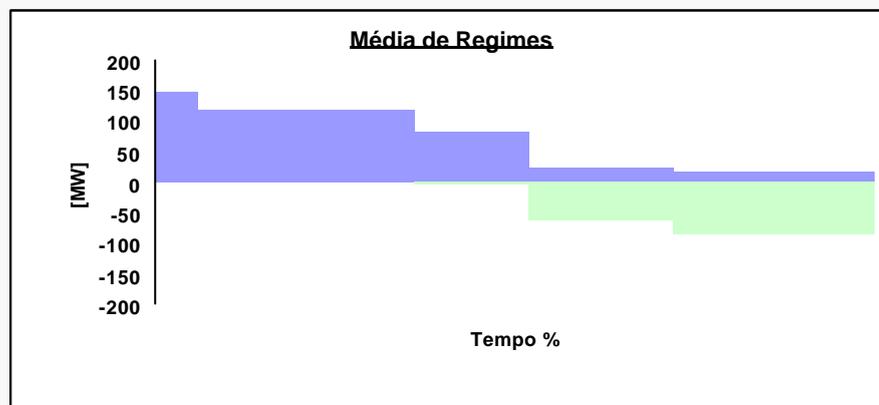


FIG. II. 3. 28 – Potências Colocadas e Consumidas (Esquema 1) – Estádio 2015

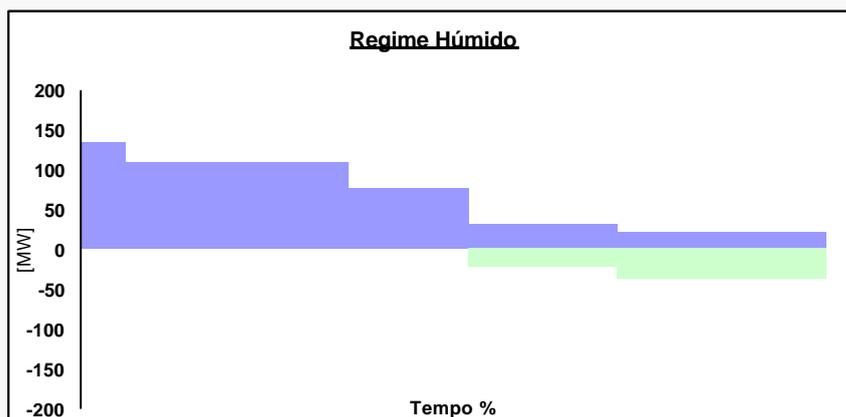
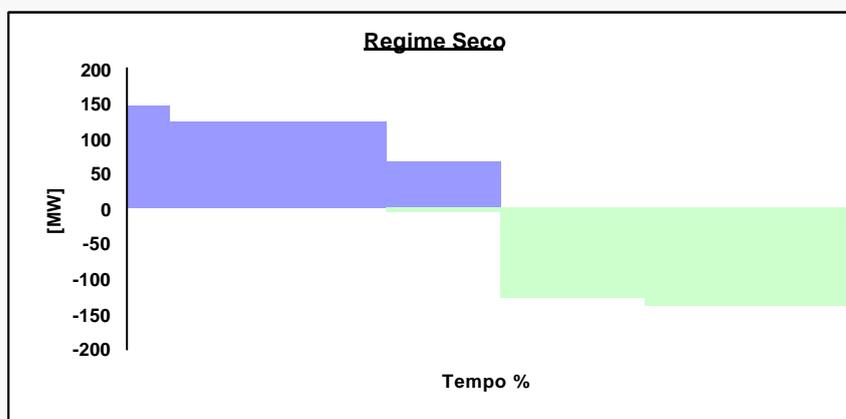
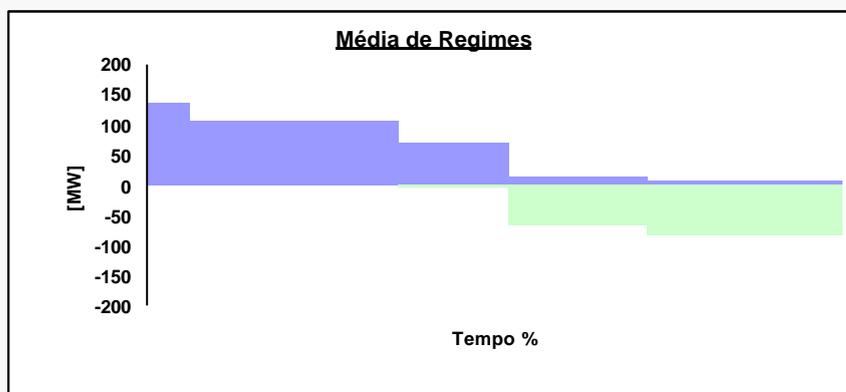


FIG. II. 3. 29 – Potências Colocadas e Consumidas (Esquema 2) – Estádio 2015

Da mesma forma que para o AHBS, em qualquer das soluções adoptadas para o AHAC, Esquema 1 e Esquema 2, é de realçar a contribuição da bombagem, em regime tipo seco, para a satisfação dos consumos nos três primeiros postos horários (horas de ponta e cheias).

Refere-se ainda a utilização dos volumes de água contidos nas “reservas de emergência”, em períodos críticos de grande carência de caudais, permitindo assegurar:

- sob o ponto de vista energético, a alimentação da potência instalada a jusante nas centrais localizadas no Douro Nacional, pelo menos durante as horas de ponta, contribuindo, por isso, para o aumento significativo da garantia de abastecimento;
- sob o ponto de vista hidroeléctrico e ambiental, a melhoria do regime de caudais a jusante, no troço do Douro Nacional até à secção do estuário.

Realça-se, também, o valor da “reserva de emergência” em situações de dificuldade de gestão hídrica e energética do Douro Nacional, devidas à gestão da parte espanhola desta bacia.

Este interesse estratégico da reserva de água tem vindo a tornar-se mais evidente, quer devido ao aumento gradual de consumos na bacia espanhola do rio Douro, quer à gestão mais imprevisível dos seus aproveitamentos em face das novas regras de exploração em ambientes de mercado.

Como exemplo, analisa-se, em seguida, qual poderá ser a contribuição, em termos de potência, das referidas reservas de emergência nas cinco centrais existentes no leito do Douro Nacional.

Se o empreendimento do Alto Côa turbinar 24 horas por dia $90 \text{ m}^3/\text{s}$, poderemos turbinar nos 5 aproveitamentos a jusante no Douro Nacional cerca de $540 \text{ m}^3/\text{s}$ durante as 4 horas diárias de maior ponta.

Neste caso, admitindo uma potência média no AHAC de cerca de 170 MW, em permanência poderemos adicionar cerca de 570 MW, nas 4 horas de maior consumo (FIG. II.3.30).

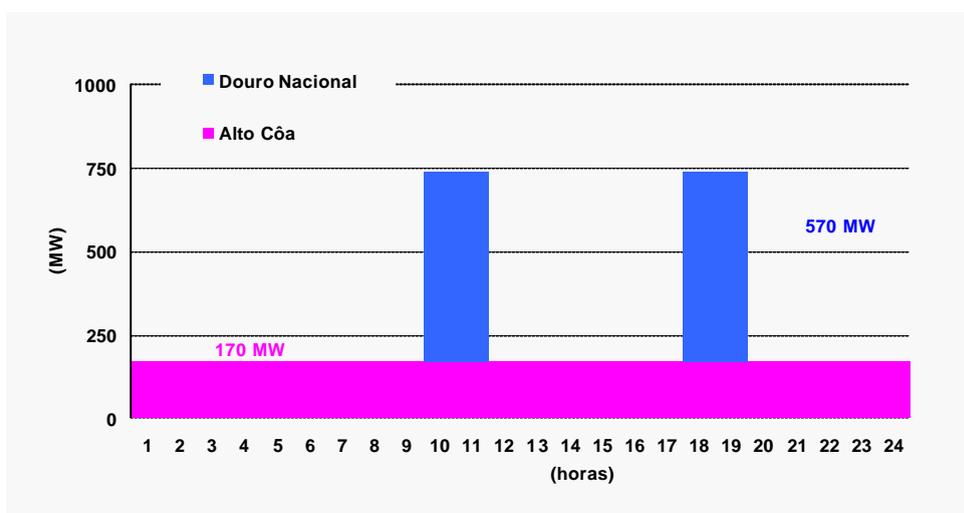


FIG. II. 3. 30 – Utilização da Reserva de Emergência – Potência Colocada (MW)

O volume contido na reserva de emergência do AHAC, Esquema 1 (cerca de 500 hm³) seria suficiente para manter esta situação durante cerca de 64 dias úteis, no caso do Esquema 2 (cerca de 360 hm³) esse período seria reduzido para cerca de 46 dias.

3.6 Fase de Construção

3.6.1 Introdução

Neste ponto será feita a descrição da fase de construção do empreendimento, tendo em conta as diferentes alternativas e os dados disponíveis. A descrição da fase de construção divide-se em dois pontos principais.

No primeiro será descrito o faseamento a adoptar para a fase de construção, onde a principal preocupação é a articulação entre as diferentes acções de forma a minimizar os períodos de construção e os seus impactes.

No segundo, será descrita a fase de construção propriamente dita com a caracterização das principais instalações e das áreas a ocupar e acções a desenvolver.

3.6.2 Estratégia e Programação da Construção

3.6.2.1 Pressupostos

A estratégia e a programação da construção foi estudada para todas as alternativas técnicas consideradas no Estudo Prévio, tendo como cenário base, a entrada em serviço do aproveitamento no início do ano 7, o que tendo em conta a programação definida pela CPPE corresponderá aos anos 2014/15.

Em qualquer dos escalões principais, verifica-se uma quase completa independência física entre os dois conjuntos de obras de construção civil seguidamente indicados, o que possibilitou o seu tratamento como entidades separadas:

- derivação provisória, barragem e órgãos de descarga;
- circuitos hidráulicos, central e obras anexas, edifício de comando e controlo e posto de seccionamento.

Constata-se também que as obras das derivações complementares (da ribeira das Cabras, no caso do escalão de Senhora de Monforte e da ribeira de Massueime, na hipótese do escalão de Pero Martins com restituição na albufeira do Pocinho) são fisicamente independentes das dos escalões principais, pelo que podem ser tratadas separadamente. O mesmo acontece com o contra-embalse preconizado na segunda hipótese de restituição estudada para o Escalão de Pero Martins.

A programação foi definida pressupondo as seguintes datas-chave, comuns a todos os casos:

- licenciamento do aproveitamento no decurso do ano 0;
- início do enchimento das albufeiras dos escalões principais no início do ano 6;
- entrada em exploração industrial no início de Fevereiro do ano 7, o que pressupõe que os ensaios dos grupos decorram durante o 2º semestre do ano 6.

Com base na série de caudais afluentes que serviu de base a este Estudo Prévio foi efectuada uma abordagem no sentido de verificar se entre as datas preconizadas para o início do enchimento das albufeiras e as de começo dos ensaios se poderiam atingir os volumes armazenados suficientes para a realização dos mesmos.

Verificou-se que, para os ensaios em turbinamento a probabilidade de se atingirem os volumes necessários é superior a 95% para o Esquema 1 e cerca de 75% para o Esquema 2. Para os ensaios em bombagem a probabilidade de eles se poderem efectuar de acordo com o programa de trabalhos é também de cerca de 75% em qualquer dos esquemas.

Para o Escalão da Sra. de Monforte / Derivação ribeira das Cabras e para cada uma das alternativas do Escalão de Pero Martins foi feito o programa geral de trabalhos, definindo-se as tarefas em cada caso necessárias à sua realização, com vista à respectiva calendarização (Quadro II.3.7).

De referir que para as obras de construção civil existem os períodos relativos aos processos de concurso (elaboração de processos, lançamento dos concursos, elaboração e apreciação de proposta e adjudicação) que no caso de Sra. de Monforte e Pero Martins – restituição sobre contra-embalse, se iniciam no ano 1, e no caso de Pero Martins – restituição sobre o Pocinho, se iniciam no ano Zero.

Os períodos necessários para as tarefas relativas a todos os processos de concurso, bem como aos estudos e fabrico de equipamentos, foram estimados de forma global, tendo em atenção o tipo de empreitada, a sua dimensão e a experiência colhida em situações similares no âmbito da actividade desenvolvida pela HIDRORUMO.

No que respeita às obras de construção civil e à montagem de equipamentos foi analisada a estratégia de construção mais conveniente, levando em consideração as condicionantes impostas pelo volume, encadeamento e precedência dos trabalhos a realizar.

Por último, faz-se ainda uma referência às linhas de alta tensão para ligação da central à rede que previsivelmente terão que ter um traçado com cerca de 50 km de extensão. O seu projecto só posteriormente será desenvolvido pela REN.

3.6.2.2 Comparação dos Programas de Trabalhos

Como já foi referido, admitiu-se, na programação dos trabalhos dos três escalões estudados (Senhora de Monforte, Pero Martins com restituição na Albufeira do Pocinho, e Pero Martins com restituição sobre o Contra-embalse), que a entrada em serviço de todos eles possa ocorrer em Fevereiro do ano 7.

Em qualquer dos casos, são os escalões principais que condicionam a duração do programa de trabalhos.

Foi também admitido para os dois escalões principais, que será o mesmo, o tempo que deverá decorrer entre a data de licenciamento e a adjudicação da empreitada de engenharia civil.

Assim, e em resumo, teremos, por escalão:

| | Senhora de Monforte | Pero Martins | |
|---|---------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| | | Restituição na Albufeira do Pocinho | Restituição sobre o Contra-embalse |
| Período entre o licenciamento e a data da adjudicação da empreitada de engenharia civil | 13 meses | 13 meses | 13 meses |
| Período para construção, fornecimento e montagem de equipamentos | 60 meses | 69 meses | 61 meses |
| Total | 73 meses | 82 meses | 74 meses |

Quadro II. 3. 7 – Programa Geral de Trabalhos

Senhora de Monforte

Pero Martins – Restituição na Albufeira do Pocinho

Pero Martins – Restituição sobre Contra-embalse

E, por esquema:

| | Senhora de Monforte e Pero Martins Restituição na Albufeira do Pocinho | Senhora de Monforte e Pero Martins Restituição sobre o Contra-embalse |
|---|---|--|
| Período entre o licenciamento e a data da adjudicação da empreitada de engenharia civil | 13 meses | 13 meses |
| Período para construção, fornecimento e montagem de equipamentos | 69 meses | 61 meses |
| Total | 82 meses | 74 meses |

3.6.3 Descrição Geral das Instalações da Fase de Construção

Nesta fase de Estudo Prévio foi feita uma avaliação das condições na envolvente das barragens, considerando também as duas alternativas para o escalão de Pero Martins. Definiram-se, assim, os locais com condições técnicas adequadas para a localização das várias instalações e zonas a explorar, de modo a conseguir-se a melhor articulação possível entre elas.

Os princípios gerais para essa definição tiveram em conta a necessidade dessas áreas serem recuperadas após a conclusão dos trabalhos. Nesse sentido, procurou-se localizar o máximo de instalações dentro das áreas a inundar e abaixo da cota do NPA.

Neste aspecto, são particularmente importantes as áreas que serão mais profundamente afectadas e que constituirão impactes irreversíveis como são as pedreiras e escombrelas e as zonas de eventual utilização para obtenção de terras de empréstimo. Na generalidade esse objectivo foi conseguido.

O segundo grande princípio correspondeu a localizar as instalações sociais, o estaleiro industrial e os escritórios junto a uma via de comunicação (EM607) e numa posição central face a todo o empreendimento, escolhendo-se para o efeito o escalão de Pero Martins. Esta localização consegue também a articulação possível com os núcleos populacionais existentes, facilitando a inserção socioeconómica dos trabalhadores durante a obra e por sua vez favorecendo a economia local. Neste caso, as povoações mais próximas são Vale Afonsinho e Quintã de Pero Martins (na margem direita do Côa) e Cidadelhe (na margem esquerda do Côa)

Todas as áreas definidas como potencialmente afectas a cada uma das instalações foram cartografadas largamente em excesso com o objectivo de facilitar a avaliação ambiental e permitir que em fase de projecto de execução sejam definidos com maior detalhe os locais efectivamente a afectar. Na **Carta 1A – Esboço Corográfico do Alto Côa** estão representadas as diversas áreas estimadas para ocupação na fase de construção.

No Esquema 1 a área total de estaleiros será de 371 ha dos quais 276 ha se localizam em área emersa. No Esquema 2 a área total de estaleiros é de 308 ha, dos quais 222 ha se situam fora da zona a submergir.

3.6.4 Escalão de Sra. de Monforte / Derivação da Ribeira das Cabras. Zonamento dos Estaleiros

Toda a actividade de construção será no essencial concentrada no escalão de Sra. de Monforte, cuja central será subterrânea e apresentará uma restituição na albufeira de Pero Martins pela margem esquerda.

Prevêem-se as seguintes áreas de construção:

- duas zonas de escombreyras (margem esquerda e direita do Côa) que ficarão ambas submersas;
- uma pedreira também submersa;
- uma zona de processamento de inertes na margem esquerda do Côa, em parte submersa;
- quatro zonas de estaleiro industrial e de obra, no essencial concentrados junto ao local da barragem de Sra. de Monforte, da barragem de fecho de Portela e no local da restituição da derivação da ribeira das Cabras.

Na barragem da ribeira das Cabras identifica-se:

- uma zona de estaleiro e de obra no local da barragem da ribeira das Cabras e no início da derivação para Sra. de Monforte;
- uma zona de escombreyra que ficará submersa.

Na **Carta 1A** são também visíveis os acessos de obra, que nalguns casos assumirão o carácter de definitivos, localizando-se, no essencial, em toda a envolvente da barragem de Sra. de Monforte, numa nova ligação à povoação de Vale de Madeira e no final da albufeira de Pero Martins.

3.6.5 Escalão de Pero Martins / Restituição no Pocinho. Zonamento dos Estaleiros

Junto à barragem de Pero Martins (EM607), na margem direita do Côa ficarão localizados as instalações socais que servirão todo o empreendimento. Existirão para além disso:

- uma pedreira na margem esquerda do Côa;
- uma zona de escombreyra na margem direita;
- uma zona de processamento de inertes, junto à pedreira;
- um estaleiro industrial e zona de obra ao longo da EM607 até ao local da barragem.

O circuito hidráulico para a albufeira do Pocinho apresenta três locais de obra, correspondentes a duas galerias de ataque e ao emboquilhamento do túnel no Pocinho com construção associada da central.

Nas galerias de ataque verificam-se as seguintes ocupações:

- a) túnel mais a montante com acesso por caminhos existentes a partir de Algodres:
 - um zona de escombreira;
 - duas zonas de estaleiro e obra.

- b) túnel mais a jusante com acesso por caminhos existentes a partir de Castelo Melhor:
 - um estaleiro e zona de obra;
 - uma área de escombreira.

Na parte final do circuito hidráulico, na margem esquerda da ribeira de Aguiar e próximo da sua foz, para a construção da central e restituição, estão previstos:

- duas zonas de escombreiras;
- três estaleiros e zonas de obra associada.

Para a construção da barragem de Massueime que está também associada a este esquema alternativo, verificam-se as seguintes instalações:

- um estaleiro e zona de obra no local da barragem e emboquilhamento da derivação para Pero Martins;
- uma escombreira que ficará submersa pela albufeira de Massueime;
- um estaleiro e uma escombreira no local da restituição da derivação, ficando a escombreira submersa pela albufeira de Pero Martins.

3.6.6 Escalão de Pero Martins / Restituição sobre Contra-embalse. Zonamento dos Estaleiros

Para este esquema alternativo prevêem-se as mesmas instalações já descritas para a barragem de Pero Martins, a que se associam as necessárias à construção do contra-embalse e circuito hidráulico a restituir na sua albufeira a partir da central localizada a montante da barragem.

As instalações complementares correspondem neste caso:

- a quatro estaleiros e zona de obra, em que dois se encontram associados ao local da barragem do contra-embalse e ao local da restituição do circuito hidráulico na futura albufeira do contra-embalse;
- a duas escombreyras, ficando uma delas submersa.

Para a execução destas obras serão construídos vários acessos que assumirão um carácter de restabelecimento definitivo.

3.6.7 Elementos Fundamentais da Fase de Construção

Neste ponto reproduzem-se alguns dados de interesse sobre as acções mais importantes, como a pedra e instalação de britagem, e características típicas de alguns equipamentos potencialmente de maior impacte ao nível da qualidade do ar e do ambiente sonoro.

Fornecem-se ainda dados dos valores necessários de inertes, de enrocamento, betão e outros materiais, e sobre o seu transporte para a área de construção tendo em conta os esquemas alternativos existentes.

3.6.7.1 Exploração das Pedreiras e Instalações de Processamento de Inertes

Nas pedreiras e instalações de processamento de inertes está previsto adoptar dispositivos e acções protectoras do meio, particularmente em relação à qualidade do ar e do ruído.

As poeiras têm origem nas máquinas de britagem e selecção de inertes, máquinas de perfuração e máquinas de movimento de terras.

Para eliminar a produção de poeiras as máquinas de britagem serão providas de vaporizadores de água, cujos jactos incidirão sobre o produto a moer e misturar-se-ão com o pó produzido que cairá sobre a forma de lamas reduzindo assim a um mínimo aceitável as poeiras em suspensão no ar.

Como todo o trabalho de selecção de inertes se fará sob a acção de fortes jactos de água não haverá produção de poeiras nesta operação. A moagem das areias também se fará por via húmida.

As máquinas de perfuração, trabalhando por via seca, disporão de despoeiradores apropriados com 100% de eficiência acumulando o pó produzido em contentores. As máquinas de perfuração que trabalham por via húmida (com injeção de água no furo a produzir), não produzem poeira.

Os caminhos onde as máquinas de transporte se movimentam ou os locais de trabalho das máquinas de movimento de terras serão regados por auto-tanques, tanques rebocados ou ainda por jactos de água produzidos por mangueiras de água. Os silos de cimento serão providos de filtros, que retêm o pó do cimento.

Prevê-se a utilização, sempre que possível, de máquinas fixas, insonorizadas, como compressores de ar, máquinas frigoríficas, etc. A insonorização das máquinas móveis será aquela que o fabricante incorporar e que está dentro dos padrões definidos por lei.

Os crivos serão dotados de painéis de redes construídos em material de borracha ou sintético que assegurem uma emissão de ruídos bastante mais baixa que os produzidos por painéis de rede em malha de ferro.

No Esquema 1 o número total de pedreiras escombreyras e zonas de processamento de inertes é de 12, sendo a área ocupada de 106 ha, da qual 26,6 ha se localizam em zona emersa. No Esquema 2 são 10 os locais de pedreiras, escombreyras e locais processamento de inertes, que ocupam uma área de 104 ha, dos quais 30 ha se localizam em zona emersa.

3.6.7.2 Exploração de Materiais na Construção das Barragens e Circuitos Hidráulicos

a) Senhora de Monforte

A adequabilidade de determinado local para construção de uma barragem, qualquer que seja a solução alternativa em causa, depende das condições morfológicas do vale, das características geotécnicas do maciço de fundação, das condições de estanqueidade da albufeira e, naturalmente, da disponibilidade de materiais de construção na proximidade.

Sempre que possível, deverão ser aproveitados os materiais provenientes da escavação para fundação da barragem e, principalmente, das obras subterrâneas, em grande parte abertas em granito são.

No Quadro II.3.8 apresentam-se os volumes aproximados de escavação e de betão necessários à construção dos diversos elementos de obra que constituem o escalão de Senhora de Monforte.

Quadro II. 3. 8 – Senhora de Monforte – Estimativa dos Volumes de Escavação e de Betão (excluindo escavação em xisto e sobreperfil dos túneis)

| Elementos de Obra | Escavação (m ³) | Betão (m ³) |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| BARRAGEM PRINCIPAL | | |
| Barragem e Obras Anexas | 350 000 | 650 000 |
| Túneis do Circuito Hidráulico, Galerias de Ataque, Central e Poços | 15 000 | 20 000 |
| DERIVAÇÃO CABRAS – CÔA | | |
| Barragem e Túnel de Derivação | 25 000 | 15 000 |

Para o caso de não ser possível e/ou viável a utilização destes materiais, verificou-se necessário identificar e caracterizar outras fontes de inertes para betão e de rocha para enrocamento. Face ao perfil tipo da barragem de enrocamento, para fecho da portela do local de Senhora de Monforte, foi, também, necessário identificar manchas de empréstimo de solos finos para o núcleo impermeabilizante e solos granulares para filtros e drenos.

Assim sendo, procurou-se seleccionar manchas de empréstimo interessantes, em termos de qualidade e quantidade de material explorável, próximas da barragem e situadas, de preferência, na área a submergir pela albufeira, minimizando, desta forma, os efeitos ambientais decorrentes da exploração, processamento e transporte dos materiais.

Os volumes de escavação associados à abertura do circuito hidráulico darão origem a grande quantidade de granito, são a pouco alterado adequado para construção de uma barragem de enrocamento que permita o fecho dessa portela.

Naquele pressuposto e face à disponibilidade de solos finos o interior da albufeira, a pouca distância da barragem, em quantidade e qualidade para núcleo impermeável, aliada à reduzida espessura dos solos residuais de fundação, o principal critério adoptado na localização do fecho da referida portela foi o de fundar o enrocamento às cotas mais elevadas do terreno natural, permitindo obter menor altura e menor volume de aterro.

No que respeita à barragem da ribeira das Cabras, o baixo volume de betão necessário para a sua construção ($\approx 5\,200\text{ m}^3$) e a reduzida área de albufeira justificam plenamente o recurso aos inertes produzidos em duas pedreiras existentes na região (Mangide, a 6 / 7,5 km e Alto das Fontainhas, a 1,5 km), dispensando a instalação de uma pedreira de raiz.

Os materiais provenientes da escavação do túnel de derivação da ribeira das Cabras para a albufeira de Senhora de Monforte podem eventualmente ser aproveitados para a produção de inertes de betão. É de referir que as rochas graníticas provenientes da escavação desse túnel ultrapassam largamente o necessário para construção da barragem.

Quanto à barragem principal, os elevados volumes de betão indispensáveis para a sua construção, a relativa distância das actuais pedreiras em exploração e o previsível défice entre o volumes de escavação e de inertes necessários para o fabrico de betão justificam a criação de uma pedreira de raiz.

Da análise da globalidade da informação existente, a área que se revela mais interessante para sua instalação localiza-se na margem esquerda e a sua exploração processar-se-á em flanco de encosta, prevendo-se que a dimensão dos trabalhos de descubre não sejam significativos.

b) Pero Martins

Sempre que possível, deverão ser aproveitados os materiais provenientes das escavações para a fundação das barragens e das obras subterrâneas abertas em granito são. No Quadro II.3.9 apresentam-se os volumes aproximados de escavação e de betão necessários à constituição dos diversos elementos de obra que constituem o escalão de Pero Martins.

Quadro II. 3. 9 – Pero Martins – Estimativa dos Volumes de Escavação e de Betão (excluindo escavação em xisto e sobreperfil dos túneis)

| Elementos de Obra | Escavação (m ³) | Betão (m ³) |
|--|-----------------------------|-------------------------|
| BARRAGEM PRINCIPAL | | |
| Barragem e Obras Anexas | 300 000 | 850 000 |
| Circuitos Hidráulico com Restituição na Albufeira do Pocinho, incluindo, Galerias de Ataque, Central e Poços | 850 000 | 150 000 |
| Circuitos Hidráulico com Restituição sobre Contra-embalse, incluindo, Galerias de Ataque, Central e Poços | 300 000 | 30 000 |
| BARRAGEM DO CONTRA-EMBALSE | | |
| Barragem e Obras Anexas | 80 000 | 180 000 |
| DERIVAÇÃO MASSUEIME – CÔA | | |
| Barragem e Túnel de Derivação | 90 000 | 60 000 |

Neste escalão as áreas que se revelam mais interessantes para instalação de pedreiras de raiz, com unidade de exploração e processamento de rocha para inertes, encontram-se próximas das barragens, dentro da área a submergir pelas respectivas albufeiras, a distância inferior a 1 km. Permitirão a exploração em flanco de encosta.

3.6.7.3 Obras de Derivação Provisória

3.6.7.3.1 Senhora de Monforte

Tendo em conta o regime hidrológico do rio Côa, as características topográficas e geológicas do local, o tipo de barragem previsto e o arranjo geral do escalão, adoptou-se para a derivação provisória uma solução convencional constituída pelos seguintes elementos:

- ensecadeiras de montante e jusante, implantadas de modo a delimitar a zona do leito do rio onde decorrerão os trabalhos de construção da barragem e da bacia de dissipação do descarregador de cheias;

A ensecadeira de montante será do tipo arco com paramento de montante definido por uma superfície cilíndrica vertical e o de jusante constituído por um troço de superfície cónica invertida de eixo inclinado. A estrutura terá, portanto, espessura variável em altura e em planta. O desenvolvimento aproximado do coroamento será de 80 m e a altura máxima acima da fundação aproximadamente igual a 18 m;

- galeria de derivação subterrânea, contornando a zona antes referida. A galeria de derivação provisória é escavada no maciço rochoso da encosta da margem esquerda. Tem um comprimento total entre as testas das bocas de entrada e saída de 231 m e a sua secção transversal é em forma de ferradura “*standard*”, com diâmetro característico de 4,5 m.

Optou-se pela inserção da galeria na margem esquerda, dado apresentar condições topográficas, geológicas e geotécnicas mais favoráveis e conduzir a uma solução com menor desenvolvimento.

Relativamente ao caudal de dimensionamento, entendido como o caudal máximo a derivar sem que se verifique a inundação da zona de trabalho entre as ensecadeiras, considerou-se, como é usual, o valor que pode ser igualado ou excedido, em média, em 10 dias por ano.

Com base na curva de caudais classificados da estação hidrométrica de Castelo Bom e na relação entre as áreas das bacias hidrográficas dominadas pelo local de barragem e pela estação, fixou-se para o referido caudal o valor de 80 m³/s.

Note-se que, num aproveitamento com barragem abóbada, os prejuízos resultantes do galgamento da estrutura incompleta são reduzidos, limitando-se, em princípio, a uma interrupção dos trabalhos nos blocos que se encontram a cotas mais baixas.

O estudo do conjunto ensecadeira de montante e galeria de derivação, tendo em conta os condicionamentos hidráulicos e o custo global, permitiu fixar a cota (442) para o coroamento da ensecadeira e o diâmetro característico de 4,5 m para a galeria. Em termos hidráulicos a galeria foi concebida para funcionar em pressão para o caudal de dimensionamento.

O coroamento da ensecadeira de jusante foi fixado à cota (436,5), com base no caudal de dimensionamento referido e na estimativa da curva de vazão natural do rio.

Esta estrutura possuirá uma descarga de fundo e uma válvula reguladora de níveis que se destinará a nivelar as cotas a montante e a jusante para o caso de ocorrer o seu eventual galgamento.

Prevedo-se a possibilidade de, durante a fase de exploração, vir a ser necessário proceder a inspeções do pé de jusante da barragem, entendeu-se ser conveniente que a ensecadeira de jusante fosse uma estrutura definitiva que permitisse satisfazer tal objectivo, pelo que a sua concepção foi estudada em simultâneo com a da bacia de dissipação.

Adoptou-se uma solução do tipo gravidade em betão, com eixo rectilíneo, em que o paramento de montante tem jorramento de 1V:0,4H e o de jusante 1V:0,6H. A ensecadeira tem uma altura acima da fundação de cerca de 14,5 m e um desenvolvimento no coroamento, entre os muros laterais da bacia de dissipação, de 63 m.

3.6.7.3.2 Pero Martins

Tendo em conta o regime hidrológico do rio Côa, as características topográficas e geológicas do local, o tipo de barragem previsto e o arranjo geral do escalão, adoptou-se para a derivação provisória uma solução convencional constituída pelos seguintes elementos:

- ensecadeiras de montante e jusante, implantadas de modo a delimitar a zona do leito do rio onde decorrerão os trabalhos de construção da barragem principal;

Dada a sua pequena altura, adoptou-se para a ensecadeira de montante uma solução do tipo gravidade, em betão com eixo rectilíneo e paramentos simétricos e com jorramento 1V:0,4H. A ensecadeira terá uma altura acima da fundação de cerca de 6 m e um desenvolvimento no coroamento à cota (249) de 42 m .

- galeria de derivação subterrânea, contornando a zona antes referida. A galeria de derivação provisória é escavada no maciço rochoso da encosta da margem direita. Tem um comprimento total entre as testas das bocas de entrada e saída de 175 m e a sua secção transversal é em forma de ferradura “standard”, com diâmetro característico de 5 m.

Optou-se pela inserção da galeria na margem direita, dado apresentar condições topográficas, geológicas e geotécnicas mais favoráveis e conduzir a uma solução com menor desenvolvimento.

O traçado adoptado para a galeria foi condicionado pela localização prevista para as ensecadeiras, pelas direcções consideradas mais convenientes (do ponto de vista topográfico, geotécnico e hidráulico) para os eixos dos troços de entrada e saída da galeria e pelo afastamento, considerado aceitável, desta relativamente à fundação da barragem.

Relativamente ao caudal de dimensionamento, entendido como o caudal máximo a derivar sem que se verifique a inundação da zona de trabalho entre as ensecadeiras, considerou-se, como é usual, o valor que pode ser igualado ou excedido, em média, em 10 dias por ano. Com base na curva de caudais classificados da estação hidrométrica de Cidadelhe, fixou-se para o referido caudal o valor de $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Note-se que, num aproveitamento com barragem abóbada, os prejuízos resultantes do galgamento da estrutura incompleta são reduzidos, limitando-se, em princípio, a uma interrupção dos trabalhos nos blocos que se encontram a cotas mais baixas.

O estudo do conjunto ensecadeira de montante e galeria de derivação, tendo em conta os condicionamentos hidráulicos e o custo global, permitiu fixar a cota (249) para o coroamento da ensecadeira e o diâmetro característico de 5 m para a galeria. Em termos hidráulicos a galeria foi concebida para funcionar em pressão para o caudal de dimensionamento.

O coroamento da ensecadeira de jusante foi fixado à cota (245), com base no caudal de dimensionamento referido e na estimativa da curva de vazão natural do rio.

3.7 Reposições e acessos

As reposições e os acessos a criar foram avaliados ao nível de estudo preliminar, tendo como finalidade a acessibilidade aos locais de construção e de reposição da rede viária afectada.

Estima-se uma extensão total de 9,6 km de restabelecimentos (valores referentes ao Esquema 1 de funcionamento). Para os acessos de obra esse valor será de cerca de 29 km.

Procurou-se que o seu desenvolvimento fosse sempre que possível coincidente com caminhos ou serventias existentes:

- **Escalão de Senhora de Monforte** (abrange a barragem e o seu circuito hidráulico, barragem da ribeira das Cabras e o túnel de derivação)
 - Barragem da Ribeira das Cabras / Túnel de Derivação:
 - melhoria da EN324 com traçado variante novo, incluindo nova travessia sobre a ribeira, já que a ponte antiga ficará abaixo do NPA previsto;
 - construção de um pequeno ramal para acesso à boca de entrada do túnel de derivação, que ficará posteriormente submerso;
 - para acesso à boca de saída do túnel será utilizada a EM571, que se inicia na EN324 e serve a povoação de Vale Madeira. A partir desta povoação faz-se o aproveitamento de um caminho vicinal e agrícola existente que será melhorado.
 - Barragem de Senhora de Monforte / Central / Circuito Hidráulico:
 - a criação desta albufeira não provocará qualquer afectação da rede viária existente. O acesso à barragem terá início pela EN221 e desenvolver-se-á pela margem direita em caminhos existentes;
 - o acesso à central, que se localiza na margem esquerda, iniciar-se-á na estrada de acesso à barragem junto ao dique de fecho da portela e descerá para o rio, apoiando-se num acesso já construído aquando da construção de mini-hídrica aí existente;
 - os acessos às bocas de saída e de entrada do circuito hidráulico far-se-ão a partir de caminhos vicinais já existentes;

- Acessos de Obra:

Do levantamento local realizado vários são os acessos de obra que, tendo por base caminhos vicinais e agrícolas existentes, podem ser utilizados. Assim, são de referir:

- um acesso na margem direita que serviu de acesso à construção da mini-hídrica, já referida, e que pode servir de alternativa ao acesso à central e barragem durante a sua construção, mas que não foi tomado como alternativa definitiva por se desenvolver ao longo do rio, a cotas passíveis de serem inundadas em situação de cheia;
- um acesso existente na continuação do acesso à boca de saída do túnel de derivação da ribeira das Cabras para a albufeira de Senhora de Monforte, que permite a ligação entre esta frente de obra e o seu estaleiro com escombreira principal, a pedreira e o pé da barragem de Senhora de Monforte pelo lado de montante e que, com um pequeno movimento de terras que permita a passagem do rio Côa, possibilita também a ligação a um caminho, na margem direita, que desce para o rio a partir da portela;
- um caminho existente que parte da EN221, junto à cidade de Pinhel e que permite a ligação ao caminho referido no ponto anterior; com a construção de cerca de 600 metros adicionais, permitiria também a ligação ao acesso ao posto de seccionamento e a acessibilidade à barragem pela margem esquerda, tomando-se assim o caminho mais directo entre Pinhel e o local da barragem.

A reabilitação do último caminho referido permitia estabelecer um novo circuito viário alternativo à EN221, com travessia pelo coroamento da barragem, que poderia ter bastante interesse localmente e vir a ser integrado na rede viária municipal.

➤ **Escalão de Pero Martins com Restituição na Albufeira do Pocinho** (abrange a barragem e o seu circuito hidráulico, barragem de Massueime e o seu túnel de derivação)

- Barragem de Massueime:

- partir da EM607-2 iniciar-se-á um novo acesso sobre caminhos vicinais existentes;
- a albufeira irá afectar a EM607-2 que estabelece ligação entre as povoações de Azevo e Gateira, atravessando a ribeira através da ponte do Juízo. A nova travessia situa-se a montante da actual;
- o acesso à boca de entrada do túnel de derivação é o mesmo da barragem construindo-se um pequeno ramal na parte final. A acessibilidade à boca de saída será feita por uma nova estrada com início igualmente na EM607-2.

- Barragem de Pero Martins:

- a albufeira irá afectar a EM607 que atravessa o rio Côa. Dada a proximidade da barragem, o coroamento da mesma servirá simultaneamente para o seu restabelecimento. Os restantes restabelecimentos localizam-se na cauda da albufeira e dizem respeito à EN221, na zona em que esta faz a travessia do rio Côa e no mesmo local da actual, ligando as povoações de Milheiro e Bizarril;
- o acesso à Central, situada na parte final do circuito hidráulico, junto ao ramo da albufeira do Pocinho que entra pela ribeira de Aguiar, inicia-se na EN222 junto a Castelo Melhor correspondendo a um novo traçado;
- o circuito hidráulico obrigará, para a sua realização, à construção de três galerias de ataque intermédias, sendo a terceira galeria a que bifurcará no túnel de acesso à central. O acesso à boca de entrada do circuito hidráulico situa-se imediatamente a montante da barragem de Pero Martins, na margem direita do rio Côa, junto à EM607 numa zona em que esta ficará inundada, mas que possibilitará a acessibilidade por aquela EM a esta frente de obra durante a construção do aproveitamento, não existindo a necessidade de construção de qualquer acesso novo.

O acesso à boca de saída do circuito hidráulico, como já referido, situado no ramo da albufeira do Pocinho que entra pela ribeira de Aguiar, iniciar-se-á no acesso à central.

De montante para jusante, a primeira galeria de ataque será servida por um acesso a construir que se iniciará numa via circular à povoação de Algodres e que lhe dará continuidade por forma a evitar a travessia da povoação por veículos pesados. Seguidamente percorrerá caminhos vicinais e agrícolas até à proximidade da boca da galeria de ataque.

Acresce também o facto de, dado o local de deposição do escombros desta frente se localizar na vizinhança próxima do emboquilhamento, não existe a necessidade de se fazer circular nesta estrada camiões carregados com escombros, nem de se ter de garantir, de uma forma continuada, larguras para o cruzamento de veículos pesados.

A segunda galeria de ataque tem o seu emboquilhamento relativamente perto da EN332, que faz a ligação da povoação de Almendra à sua antiga estação de caminho de ferro. Assim, o acesso a esta galeria far-se-á a partir desta EN, não apresentando grandes dificuldades de realização.

- Acessos de Obra:

Dada a dispersão de frentes de trabalho neste escalão a criação dos designados acessos à obra, alternativos ou auxiliares aos acesso atrás descrito, deverá ser mínima.

Pode-se referir, de forma individual, a ligação de obra desde já prevista, na margem esquerda do rio Côa imediatamente a montante da barragem de Pero Martins, que possibilitará a ligação entre o local da deposição de inertes e a barragem.

Além deste, para a construção da barragem de Pero Martins, nomeadamente para as obras preliminares, tais como ensecadeiras e túnel de derivação, assim como para permitir a chegada ao local e barragem a cotas baixas, o futuro adjudicatário irá ter que providenciar um acesso de obra a partir da actual EM607 e que possivelmente se desenvolverá para jusante, contornando o rio. Este será, no entanto, um de vários acessos de obra que integrarão a rede de vias que permitirão a construção deste elemento de obra.

Fora o caso específico da barragem de Pero Martins, que pela sua dimensão, obrigará à criação de uma rede de acessos de obra em seu redor, nas outras frentes de trabalho só em casos em que existe saída de escombros há que realizar pequenos acessos de ligação aos locais de depósitos que, dada a sua pequena extensão, não apresentam significado relevante.

➤ **Escalão de Pero Martins com Restituição sobre Contra-embalse** (abrange a barragem e o seu circuito hidráulico e a barragem de Contra-embalse):

• Barragem de Pero Martins:

- nesta solução do escalão de Pero Martins com restituição sobre um contra-embalse, o elemento de obra correspondente à barragem de Pero Martins não sofre qualquer alteração, quer em termos de localização, quer em termos de cota de coroamento e consequente nível da albufeira, pelo que as soluções para a sua acessibilidade e consequências na rede viária pela criação da futura albufeira são iguais às da solução anterior;
- nesta solução alternativa em que a central e respectivo circuito hidráulico passam a situar-se na margem esquerda do rio Côa, o acesso a estes elementos de obra terá o seu início na EM607-2 que serve a povoação de Cidadelhe.

A opção tomada para este acesso foi a de sobrepor, sempre que possível, a sua directriz com a de caminhos existentes, com a condicionante de se criar uma variante à povoação de Cidadelhe por forma a evitar a existência de tráfego de passagem, nomeadamente de veículos pesados, no interior do seu perímetro urbano.

• Contra-embalse:

- o acesso à boca de entrada do circuito hidráulico, que se situa imediatamente a montante da barragem, será integrado no sistema de acessos de obra a construir na envolvente da barragem e que posteriormente irão ficar submersos pela criação da albufeira. Neste sentido é um acesso que neste momento não se caracteriza, dado depender do esquema global de construção da obra que vier a ser adoptado.

Na acessibilidade à boca de saída configura-se uma situação completamente diferente da anterior, visto haver a necessidade de construção de uma estrada específica para se chegar ao local desta frente de trabalho. Este acesso terá 1 000 metros de extensão e desenvolve-se a partir do acesso ao Contra-embalse;

- o acesso ao Contra-embalse desenvolver-se-á a partir do acesso à central, ao km 3,1, e apresentará um desenvolvimento de 2 400 metros. Este acesso desenvolve-se também em condições geológicas e topográficas muito difíceis pelo que se restringiu o seu perfil transversal ao mínimo indispensável, tendo também em conta que só terá como finalidade a construção e acessibilidade futura àquele elemento de obra e, parcialmente, também à boca de saída do túnel do circuito hidráulico.

3.8 Custos Totais de Investimento

Os investimentos anuais a realizar, a Custos Técnicos, no Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa são os constantes nos Quadros II.3.10 e II.3.11 a preços de Maio de 2000.

Os investimentos de Senhora de Monforte incluem os investimentos na derivação da ribeira das Cabras, independentemente da solução adoptada, enquanto que os investimentos de Pero Martins no Esquema 1 incluem os devidos à derivação da ribeira de Massueime e os investimentos associados ao Esquema 2 incluem os relativos à construção do Contra-embalse.

Os fluxos de investimentos apresentados não incluem os custos das fases de estudo anteriores ao Projecto de Execução (anteriores ao ano – 6, para os escalões com duração de obra principal de 4 anos e ao ano – 7, para os com 5 anos), nem os custos das linhas de MAT (muito alta tensão) e de outras instalações adicionais necessárias à ligação destes novos aproveitamentos à rede do SEP.

No que respeita à análise por escalão, será também interessante evidenciar, de forma sintética, os principais componentes dos respectivos custos, designadamente:

- os associados às barragens e órgãos de descarga;
- os correspondentes aos circuitos hidráulicos, túneis de derivação, centrais e obras anexas, que constituem obras essencialmente subterrâneas;
- os relativos aos equipamentos.

Evidencia-se o valor mais elevado dos custos associados ao escalão de Pero Martins e, para este, os relativos ao Esquema 1, no qual a restituição se faz na albufeira do Pocinho. O agravamento dos custos deste último esquema fica a dever-se sobretudo, à maior extensão do respectivo circuito hidráulico.

Quadro II. 3. 10 – Investimentos a Custos Técnicos (milhares de Euros, a preços de 2000)

| Ano | ESQUEMA 1 | | ESQUEMA 2 | |
|-------------------|------------------|--------------|------------------|--------------|
| | Senhora Monforte | Pero Martins | Senhora Monforte | Pero Martins |
| -7 | ----- | 1 072.42 | ----- | ----- |
| -6 | 2 538.88 | 20 700.11 | 2 538.88 | 5 691.28 |
| -5 | 16 230.88 | 35 549.33 | 16 230.88 | 23 189.11 |
| -4 | 22 510.75 | 43 245.78 | 22 510.75 | 30 910.51 |
| -3 | 42 442.71 | 67 622.03 | 42 442.71 | 56 803.10 |
| -2 | 50 313.74 | 80 296.49 | 50 313.74 | 65 611.88 |
| -1 | 18 405.64 | 41 095.96 | 18 405.64 | 35 464.53 |
| 0 | 3 745.97 | 5 052.82 | 3 745.97 | 4 678.72 |
| TOTAL | 156 188.6 | 294 634.9 | 156 188.6 | 222 349.1 |
| TOTAL AHAC | 450 823.5 | | 378 537.7 | |

Quadro II. 3. 11 – Estimativas Orçamentais – Resumo (milhares de Euros, a preços de 2000)

| Escalões | | Esquema 1 Restituição de Pero Martins na Albufeira do Pocinho | Esquema 2 Restituição de Pero Martins sobre Contra-embalse |
|--------------------------------|---|--|---|
| Senhora de Monforte | Escalão Principal | 148 590 | 148 590 |
| | Derivação da Rib. ^a das Cabras | 7 600 | 7 600 |
| | Subtotais | 156 190 | 156 190 |
| Pero Martins | Escalão Principal | 276 140 | 195 120 |
| | Derivação da Rib. ^a de Massueime | 18 490 | --- |
| | Contra-embalse | --- | 27 230 |
| | Subtotais | 249 630 | 222 350 |
| Total | | 450 820 | 378 540 |

3.9 Quadro Síntese

À semelhança do realizado para o Baixo Sabor no quadro seguinte sistematizam-se as principais acções do projecto geradoras de impactes.

Esta síntese tem por objectivo uma mais fácil identificação das principais origens dos impactes associados a este projecto.

Quadro II. 3. 12 – Síntese das Acções do Projecto – Alto Côa

| Acções | | Descrição |
|--|--|---|
| F A S E D E C O N S T R U Ç Ã O | Presença e Funcionamento de Estaleiros (social e industrial e escritórios) | Ocupação de áreas para a instalação de maquinaria e estruturas de apoio à construção, implicando a desmatação do terreno e construção de acessos. Estão previstos estaleiros industriais junto a cada barragem, emboquilhamento dos circuitos, túneis e galerias de ataque. O estaleiro social ficará na envolvente de Pero Martins (ver pontos 3.6.3, 3.6.4 e 3.6.5, e Carta 1A). |
| | Pedreiras e Escombrelras e Zonas de Processamento de Inertes | Áreas destinadas a fornecer material de empréstimo e a servir como áreas de deposição de inertes, bem como para a britagem dos materiais. Todos estes locais ficarão no geral dentro da área da futura albufeira e portanto e submersos (ver ponto 3.6.3, 3.6.4 e 3.6.5 e Carta 1A), as excepções ocorrem no circuito hidráulico Pero Martins – Pocinho e nalguns casos no contra-embalse. |
| | Escavações e Aterros | Acções necessárias para a implantação das barragens e estruturas anexas, caminhos provisórios, reposição de acessos, implicando a movimentação de terras (ver ponto 3.6.7). |
| | Desmatação | Corte da vegetação nas áreas de estaleiro, pedreiras, escombrelras, para a implantação de caminhos provisórios e reposição de acessos. Corte da vegetação na áreas a inundar antes do início do enchimento das albufeiras (ver Carta 1A). |
| | Desvios do Leito do Rio | Desvios temporários do leito dos rios para a execução das obras de construção das barragens e estruturas anexas (ver 3.6.7) |
| | Acessos Provisórios | Construção ou beneficiação de acessos aos locais de obra (ver Carta 1A). |
| | Tráfego de Pesados | Circulação de veículos destinados ao transporte de maquinaria, materiais e pessoal. |
| | Circuitos Hidráulicos e Túneis de Derivação | Identificam-se os túneis de derivação da ribeira das Cabras para Sra. de Monforte (Esquemas 1 e 2) e o Túnel de derivação da ribeira de Massueime para Pero Martins (Esquema 1). Os circuitos hidráulicos correspondem ao de Sra. de Monforte para Pero Martins (Esquemas 1 e 2) e ao de Pero Martins para o Pocinho (Esquema 1) e de Pero Martins para o contra-embalse (Esquema 2) (ver Carta 1A). |

(Continuação)

| Acções | Descrição |
|--|---|
| F A S E D C O N S T R U Ç Ã O | <p>O esquema de base adoptado para o Aproveitamento Hidroeléctrico do Alto Côa (AHAC) é constituído pelos escalões de Senhora de Monforte e Pêro Martins e, no caso do Esquema 2, acrescido de um Contra-embalse não equipado, a jusante do último. Este aproveitamento engloba ainda duas derivações complementares, a da ribeira das Cabras para a albufeira de Senhora de Monforte e a da ribeira de Massueime para a barragem de Pero Martins, esta apenas considerada no esquema com circuito hidráulico desde Pero Martins sobre o Pocinho (Esquema 1).</p> <p>A central de Sra. de Monforte está localizada junto à barragem restituindo através de um circuito hidráulico na albufeira de Pero Martins.</p> <p>A central de Pero Martins localiza-se a montante no circuito hidráulico, no caso do Esquema 2, ou a jusante junto à restituição no Pocinho, no caso do Esquema 1 (ver pontos 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 e 3.4.5).</p> |
| | Restabelecimento de Comunicações |
| F A S E D E N C H I M E E X P L O R A Ç Ã O | <p>Esquema 1</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Senhora de Monforte, com o Nível de Pleno Armazenamento, NPA, à cota (525), equipado com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre o escalão de Pêro Martins com NPA à cota (380), equipado, com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre a albufeira do Pocinho; ▪ A capacidade útil do conjunto das albufeiras é de 110 hm³ (cerca de 20% da afluência anual média), e a reserva de emergência de cerca de 500 hm³, para a qual ainda é possível o funcionamento das centrais quer em turbinamento quer em bombagem. <p>Esquema 2</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Senhora de Monforte, com o Nível de Pleno Armazenamento, NPA, à cota (525), equipado com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre o escalão de Pêro Martins com NPA à cota (380), equipado, com reversibilidade, turbinando e bombeando sobre um Contra-embalse, com NPA à cota (235) localizado imediatamente a jusante; ▪ Embora mantendo a capacidade útil do conjunto das albufeiras em 110 hm³ (cerca de 20% da afluência anual média), neste esquema a reserva de emergência é de cerca de 365 hm³, na qual ainda é possível o funcionamento das centrais quer em turbinamento quer em bombagem; ▪ A capacidade útil da albufeira do Contra-embalse, cerca de 10 hm³, foi definida por forma a permitir a bombagem de Pêro Martins; a variação de cota entre o nível de pleno armazenamento (NPA) e o nível mínimo de exploração (NmE) é de cerca de 30 m. |
| | Exploração do Empreendimento, Regime de Descargas / Variações de Nível. |
| | A exploração do empreendimento e respectivas variações de nível da albufeira estão dependentes das alternativas em estudo e dos esquemas possíveis para o seu funcionamento (ver ponto 5). |

(Continuação)

| Acções | | Descrição |
|--|--|--|
| F A S E S D E E N C H I M E N T O E E X P L O R A Ç Ã O | Descargas de Cheias, de Fundo e Bacias de Dissipação | Tratam-se de órgãos hidráulicos de segurança, associados a todas as barragens com excepção da bacia de dissipação que só se encontra presente na barragem de Sra. de Monforte (ver pontos 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 e 3.4.5). |
| | Caudais Ecológicos | <p>Dada a configuração dos Esquemas de funcionamento, que pressupõe a existência de troços significativos com circuitos hidráulicos subterrâneos, foi considerada a obrigatoriedade de fornecimento de caudais ambientais a jusante da barragem de Senhora de Monforte e da ribeira das Cabras (Esquemas 1 e 2), da barragem de Pêro Martins e da ribeira de Massueime (Esquema 1) e do Contra-embalse (Esquema 2), conforme valores mensais apresentados anteriormente (ver pontos 3.4.2, 3.4.3, 3.4.4 e 3.4.5).</p> <p>Estes caudais ambientais foram definidos em percentagem do valor médio afluente em cada mês, variável ao longo do ano e com a localização da barragem, tendo como base a série hidrológica 1956/1995. Em termos de valor anual médio este critério representa cerca de 8% da afluência.</p> |
| | Laminação de Cheias | No aproveitamento do Alto Côa, os volumes de encaixe de 35 hm ³ na albufeira de Senhora de Monforte de 15 hm ³ na de Pêro Martins possibilitam uma redução, a jusante, do caudal de ponta afluente entre 300 m ³ /s e 1400 m ³ /s, o que representa em termos percentuais uma diminuição de 65% e 55% do valor do caudal máximo, respectivamente, para as cheias com um período de retorno de 5 e 500 anos. De salientar o efeito preponderante do amortecimento proporcionado pela albufeira de Senhora de Monforte relativamente ao de Pêro Martins |

4. SÍNTESE DA DESCRIÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DO BAIXO SABOR

Neste ponto apresenta-se uma síntese da descrição do projecto, cujo desenvolvimento mais pormenorizado foi apresentado no respectivo EIA de Maio de 2000.

4.1 Localização. Características da Bacia Hidrográfica

O rio Sabor, para onde se encontra prevista a implantação do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor, constitui um dos principais afluentes da margem direita do rio Douro, configurando-se a sua bacia hidrográfica de forma rectangular alongada com uma orientação Nordeste – Sudoeste, acompanhando a direcção dominante da tectónica e da orografia a Norte do Douro.

O seu desenvolvimento é de cerca de 100 km de comprimento e 40 km de largura média, estando 86% da sua área inserida no território nacional.

O rio Sabor, bastante encaixado na sua zona de montante, nasce na serra de Parada, na região de Calabor, em Espanha, cerca da cota 1600, indo desaguar no rio Douro, a jusante do Pocinho, à cota 97, a Sul da veiga da Vilariça.

Orograficamente, a bacia do rio Sabor é essencialmente planáltica com as zonas de maior altitude distribuídas nas áreas limítrofes de Noroeste a Nordeste, situando-se o ponto mais elevado da bacia, à cota 1660, na serra de La Gemoneda em Espanha, e correspondendo o local da barragem principal, na sua localização de montante, à cota 127.

Para jusante da confluência com o rio Maçãs, correspondente ao limite Norte da albufeira prevista, existem vários afluentes, de onde se destacam, na margem direita, o rio Azibo, as ribeiras de Zacarias e do Calvário e na margem esquerda, as ribeiras de S. Pedro e do Medal (FIG. II.3.31).

4.2 Soluções Alternativas e Opções Fundamentais

Os estudos para o aproveitamento hidroenergético do Baixo Sabor vêm-se desenvolvendo desde a década de sessenta, tendo sido estudadas várias opções e alternativas, algumas das quais foram sendo abandonadas.

Em todos os estudos, o troço de vale encaixado situado aproximadamente entre os quilómetros 7,5 e 13,0 em relação à foz do Sabor, foi adoptado como a única área de localização possível para o Escalão Principal. Trata-se do único troço próximo da foz, onde o vale é suficientemente encaixado e apresenta as condições geomorfológicas ideais para a construção da barragem.

A jusante deste troço o vale do Sabor é muito mais aberto não sendo possível obter as cotas de aproveitamento necessárias, e a montante a situação é semelhante, num troço bastante extenso.

No troço referido, o vale com a forma de “V”, apertado, apresenta-se quase simétrico a montante e mais aberto e ligeiramente assimétrico a jusante. As vertentes têm um declive médio da ordem dos 55%, podendo atingir os 70%.

Para a concepção do aproveitamento foram analisadas várias configurações, sendo aprofundadas duas em particular: uma sem contra-embalse e outra com contra-embalse.

Os estudos desenvolvidos, quer no ponto de vista financeiro e de competitividade económica, quer de âmbito ambiental levaram ao abandono da primeira solução de configuração.

A segunda configuração, com um Escalão Principal e um escalão de Contra-embalse, confirmou-se assim como a mais adequada, servindo o Contra-embalse também de bacia de regularização e permitindo a existência de grupos reversíveis com escavações no leito do rio de muito menor importância.

Os estudos desenvolvidos, admitiram igualmente uma vasta gama de cenários testando a sensibilidade das diversas cotas possíveis para os Níveis de Pleno Armazenamento (NPA) do Escalão Principal e Contra-embalse. Definiram ainda as condições base das reservas de água necessárias e dos caudais de turbinamento e bombagem de interesse.

O esquema proposto para o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor (AHBS) implica assim a construção de duas barragens no curso principal deste rio: uma de elevado porte, denominada Escalão Principal, e outra de menor altura localizada a jusante, cujas funções justificam a designação de Contra-embalse.

O **Escalão Principal** tem duas localizações possíveis (FIG. II.3.32):

- a designada por **jusante**, situar-se-á a montante da Quinta das Laranjeiras a uma distância de cerca de 7,9 km da foz do rio Sabor;
- a designada por **montante**, situar-se-á a cerca de 12,6 km da foz do rio Sabor, nas proximidades de Larinho.

As suas condições de base são:

- O **NPA máximo** admissível na cota 250 por razões ambientais, limitando-se assim a albufeira criada a não ultrapassar a foz do rio Maçãs. (Os estudos foram desenvolvidos até à cota 280 tendo-se concluído que o balanço entre as vantagens na reserva de água e as desvantagens ambientais não aconselhava uma opção acima da cota 250);

FIG. II. 3. 31 – Enquadramento do Empreendimento do Baixo Sabor

FIG. II. 3. 32 – Local de Jusante e de Montante para o Escalão Principal do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor

- A fixação do **NPA mínimo** para a cota 234 na localização mais a montante do vale (designada de “montante”) e de 230 na localização mais a jusante (designada por “jusante”). Esta fixação foi definida depois de uma análise que partiu da cota 214, verificando-se a viabilidade económica e as condições mínimas para proporcionar uma reserva de água na albufeira equivalente à que se encontrava prevista para o aproveitamento de Foz Côa.
- O nível do **caudal fixado para equipar o Escalão Principal**, foi definido com base na garantia de um caudal de dimensionamento em turbinamento por forma a possibilitar uma garantia de alimentação da potência nos quatro aproveitamentos do Douro Nacional, situados a jusante. Este caudal foi assim definido em 170 m³/s, o que assegura um caudal da ordem dos 150 m³/s na zona útil inferior da albufeira (correspondente à reserva de emergência) garantindo uma potência de ponta de cerca de 800 MW nas referidas centrais durante as horas de ponta de períodos críticos do sistema.
- A **capacidade útil das albufeiras** foi estudada para cumprir funções hídricas e energéticas semelhantes às previstas em Foz Côa. Foi assim definida a criação de uma capacidade útil em exploração normal de 390 hm³ e uma reserva adicional de 240 hm³, para utilizar em situações de emergência, quer no regime de turbinamento, quer de bombagem. A capacidade útil da albufeira em qualquer das alternativas foi assim fixada em 630 hm³.

As **revisões técnicas que se realizaram posteriormente a estes estudos de 1996** permitiram aumentar a reserva de emergência para 450 hm³, que se traduzem na prática, na existência de 300 hm³ para fins energéticos ficando os estantes 150 hm³ disponíveis para outros fins, nomeadamente ambientais (ver ponto 9.7).

As diferenças de cota entre o NPA 234 e o nível mínimo de exploração normal à cota 219, passarão assim a ser de 234 e 227, respectivamente, o que conduz a uma significativa melhoria em termos de variação do nível de água a par de um aumento da capacidade de reserva de água com possibilidades de utilizações mais diversificadas.

A albufeira criada pela barragem principal tem uma dimensão em termos do volume armazenado e área de superfície inundada, dependente da solução a adoptar para a cota do NPA. Considerando a cota 250 como o limite máximo de NPA em estudo, a albufeira criada terá uma extensão de aproximadamente 56 km, definindo-se o seu limite junto à foz do rio Maçãs, afluente da margem esquerda do Sabor. A área inundada será de 2 732 ha

O **Contra-embalse** tem uma única localização prevista situando-se no local conhecido pelo nome de Feiticeiro, um pouco a montante da confluência da ribeira da Vilarça com o rio Sabor e a cerca de 3,3 km da foz do rio Sabor (FIG. II.3.32).

As suas condições de base são:

- a fixação de um **volume útil** adequado de funcionamento reversível, obrigou à fixação da cota de NPA à cota 138, em todas as soluções, com excepção da alternativa não equipada com o escalão principal no local de jusante, em que neste caso a cota é de 129,5.
- Foram considerados dois níveis de dimensionamento distintos para o **caudal a turbinar**. No primeiro, foi adoptado o caudal de 170 m³/s, idêntico ao Escalão Principal, funcionando assim o Contra-embalse como um prolongamento da queda do escalão principal. Numa segunda hipótese foi considerado um caudal de valor inferior, de 120 m³/s, que não alteraria substancialmente a valia eléctrica do empreendimento, mas teria alguma incidência nos escoamentos a jusante.
- Para o **volume útil** da albufeira do Contra-embalse foi considerado o valor de 12 hm³, que dará alguma flexibilidade à exploração conjunta dos dois escalões do Baixo Sabor e do Aproveitamento da Valeira. A variação de cota entre o NPA e o Nível mínimo de exploração (NmE) é de cerca de 8 m.

4.3 Alternativas Seleccionadas para Avaliação. Aspectos Gerais Relativos à Concepção Técnica das Obras

Assim, e como consequência dos estudos descritos anteriormente os esquemas alternativos considerados no Estudo Prévio do AHBS e que resultam da combinação da solução de localização do Escalão Principal e do Contra-embalse ser ou não equipado, são os apresentados e caracterizados no quadro e figura seguintes, e consistem em (FIG. II.3.33):

- Escalão Principal na Localização de “Montante” e Contra-embalse Não Equipado;
- Escalão Principal na Localização de “Montante” e Contra-embalse Equipado;
- Escalão Principal na Localização de “Jusante” e Contra-embalse Equipado;
- Escalão Principal na Localização de “Jusante” e Contra-embalse Não Equipado;

O Estudo Prévio do Aproveitamento contempla ainda a análise de 3 soluções construtivas para o Escalão Principal: barragem de aterro, barragem do tipo abóbada e barragem do tipo gravidade (FIG. II.3.34).

Tendo em conta que as soluções são idênticas para os locais de montante e de jusante, apenas deferindo nas suas dimensões, apresentam-se no Quadro II.3.13 as características dos três tipos de barragem para a localização “de montante” e para os NPA's mínimo (234) e máximo (250) considerados, respectivamente com a designação de solução alta e solução baixa.

FIG. II. 3. 33 – Esquemas Alternativos de Funcionamento do Aproveitamento Hidroelétrico do Baixo Sabor

FIG. II. 3. 34 – Tipos de Barragem Alternativos para o Escalão do Baixo Sabor

Quadro II. 3. 13 – Características Técnicas dos Esquemas em Estudo
(HIDRORUMO, 1998)

| Escalão | Caudal Equipado (m ³ /s) | Cotas das Albufeiras (m) | | | | Quedas Estáticas (m) | | | | Potência Nominal ^(b) MW |
|---|-------------------------------------|--------------------------|-------|---------------|--------------|----------------------|----------------------|---------------|--------------|------------------------------------|
| | | NPA | Média | Mínima Normal | Mínima Extra | Máxima | Média ^(a) | Mínima Normal | Mínima Extra | |
| Escalão Principal no Local de Montante | | | | | | | | | | |
| Escalão Principal (com Contra-embalse Equipado) | 170 | 250 | 245 | 237 | 216 | 120 | 110 | 99 | 78 | 164 |
| | | 234 | 229 | 227 | 205,5 | 104 | 94 | 81 | 67,5 | 140 |
| Contra-embalse Equipado | 170 | 138 | 135 | 130 | | 34,5 | 30 | 25 | | 45 |
| | 120 | 138 | 135 | 130 | | 34,5 | 30 | 25 | | 31 |
| Escalão Principal (com Contra-embalse Não Equipado) | 170 | 250 | 245 | 237 | 216 | 120 | 110 | 99 | 78 | 164 |
| | | 234 | 229 | 227 | 205,5 | 104 | 94 | 81 | 67,5 | 140 |
| Contra-embalse Não Equipado | - | 138 | 135 | 130 | | - | - | - | | - |
| Escalão Principal no Local de Jusante | | | | | | | | | | |
| Escalão Principal (com Contra-embalse Equipado) | 170 | 245 | 240 | 233 | 211 | 115 | 105 | 95 | 73 | 157 |
| | | 230 | 225 | 214,5 | 202 | 100 | 90 | 76,5 | 64 | 134 |
| Contra-embalse Equipado | 170 | 138 | 135 | 130 | | 34,5 | 30 | 25 | | 45 |
| | 120 | 138 | 135 | 130 | | 34,5 | 30 | 25 | | 31 |
| Escalão Principal (com Contra-embalse Não Equipado) | 170 | 245 | 240 | 233 | 211 | 133 | 115 | 103,5 | 81,5 | 172 |
| | | 230 | 225 | 214,5 | 202 | 118 | 100 | 85 | 72,5 | 149 |
| Contra-embalse Não Equipado | - | 129,5 | 125 | 112 | | - | - | - | | - |
| Albufeira da Valeira | - | 105 | 105 | 103,5 | | - | - | - | | - |

(a) Queda média, nominal ou de dimensionamento, calculada com as cotas médias das albufeiras

(b) Potência nominal ou de dimensionamento das turbinas, calculada para a queda nominal

Fonte: Hidrorumo, 1998

Quadro II. 3. 14 – Barragem do Escalão Principal – Características das Soluções Construtivas

| | Escalão Principal | | | | | |
|-------------------------------|---|--------------------------------------|--|---|--------------------------------------|--|
| | Soluções Altas (NP A=250) | | | Soluções Baixas (NPA=234) | | |
| Tipo de Barragem | Aterro de Enrocamentos com Cortina a Montante | Abóbada de Betão com Dupla Curvatura | Gravidade em Betão Compactado com Cilindro | Aterro de Enrocamentos com Cortina a Montante | Abóbada de Betão com Dupla Curvatura | Gravidade em Betão Compactado com Cilindro |
| Cota do Coroamento | 255 | 252 | 252 | 239 | 236 | 236 |
| Altura desde a Fundação (m) | 130 | 139 | 130 | 114 | 123 | 114 |
| Comprimento do Coroamento (m) | 520 | 570 | 470 | 467 | 514 | 438 |
| Descarregadores de Cheias | Em canal na m. esquerda | Sobre a barragem | | Em canal na m. esquerda | Sobre a barragem | |
| Circuitos Hidráulicos | Inseridos na margem direita | | | | | |
| Central | Em poço na margem direita | | | | | |

Quanto ao contra-embalse, constituído por uma barragem gravidade, foram consideradas duas soluções construtivas: uma em betão convencional e outra em betão compactado por cilindro (BCC). Esta diferença resulta das duas alternativas de localização da central – uma em poço e outra parcialmente inserida na barragem -, no caso do contra-embalse ser equipado com grupos reversíveis.

Assim, para o contra-embalse equipado com a central em poço, os circuitos hidráulicos e a central constituem uma unidade praticamente independente da barragem, situam-se na margem direita, e terão uma configuração geral semelhante à do escalão principal. Nesta situação o contra-embalse será em betão compactado por cilindro (BCC). O NPA será à cota 138, para qualquer das alternativas do escalão principal e o coroamento da barragem será à cota 140.

Na alternativa equipada com central parcialmente inserida na barragem, as interferências dos circuitos hidráulicos e da central, também localizados na margem direita com o corpo da barragem, ditaram que a construção desta fosse em betão convencional. O NPA será à cota 138, para qualquer das alternativas de localização do escalão principal e o coroamento da barragem será à cota 140.

Quanto à solução não equipada, a barragem será em betão compactado por cilindro. O NPA será à cota 138 se o escalão principal se localizar a montante e de 129,5 se se localizar a jusante.

Os órgãos hidráulicos de segurança têm concepção idêntica para qualquer das soluções em estudo para o contra-embalse, e são constituídos por um descarregador de cheias sobre o corpo da barragem e por uma descarga de fundo.

Para garantir a exploração em regime de bombagem haverá necessidade de se efectuarem alguns rebaixamentos do leito do rio a jusante das barragens. Esta situação não ocorrerá se o escalão principal se localizar a jusante e o contra-embalse for equipado. Em todas as restantes alternativas será necessário proceder ao referido rebaixamento, cujos volumes de escavação variam com as alternativas em estudo conforme se apresenta no Quadro II. 3.15.

Quadro II. 3. 15 – Volumes de Escavação para o Rebaixamento de Fundo a Jusante das Barragens

| Local | | Retenção a Jusante | | Escavação | |
|------------------------------|--------------|-----------------------------|-------|-----------|--------------------------|
| | | Tipo | NPA | Fundo | Volume (m ³) |
| Escalão Principal a Montante | | Contra-embalse Equipado | 138 | 124 | 34 000 |
| | | Contra-embalse Não Equipado | 138 | 124 | 34 000 |
| Escalão Principal a Jusante | | Contra-embalse Equipado | 138 | --- | - |
| | | Contra-embalse Não Equipado | 129,5 | 109 | 91 500 |
| Contra-embalse | Equipado | Valeira | 105 | 100 | 480 000 |
| | Não equipado | Valeira | 105 | --- | - |

O rebaixamento a jusante do contra-embalse será feito na zona mais profunda do leito do rio, estando sempre imerso pelo NPA da albufeira da Valeira. Prevê-se que este rebaixamento tenha uma extensão compreendida entre um mínimo de 1 700 metros e um máximo de 3 050 metros.

4.4 Exploração do Empreendimento

4.4.1 Introdução

Na fase de exploração e do ponto de vista ambiental, as informações mais importantes correspondem ao conhecimento das condições de escoamento a jusante dos dois escalões e às suas implicações nas variações de nível nas albufeiras do escalão principal e do contra-embalse, e no troço final do rio Sabor, já sob a influência da albufeira da Valeira. É importante que estes dados sejam referidos às situações hidrológicas normais e às que ocorrem no caso de cheias naturais.

Na condução dos estudos técnicos, as análises iniciaram-se pela avaliação das condições de escoamento em bombagem nos troços de rio a jusante dos vários locais de barragem, por serem as que maiores condicionamentos técnicos impõem em relação ao funcionamento das centrais, e, quando as condições naturais se revelaram insuficientes, procedeu-se à pesquisa dos rebaixamentos do leito do rio que pudessem satisfazer as condições de funcionamento das centrais.

Em consequência, para as soluções tecnicamente validadas, foram desenvolvidos estudos com o objectivo de avaliar o comportamento dos escoamentos para as diferentes alternativas.

Analisaram-se, assim, as duas localizações do escalão principal e a hipótese do contra-embalse ser ou não equipado. Nos dimensionamentos efectuados foram adoptados como referência os caudais em turbinamento de 170 m³/s e 120 m³/s, respectivamente para o escalão principal, independentemente da sua localização, e para o contra-embalse quando equipado. Em qualquer das situações foram ensaiados outros caudais para efeitos de análise de sensibilidade.

4.4.2 Condições de Escoamento Analisadas

Os estudos foram efectuados para os três locais de barragem: Contra-embalse e Escalão Principal na localização “de montante” e na localização “de jusante”.

Foi adoptado como critério para o dimensionamento dos eventuais rebaixamentos do leito do rio a garantia de exploração da albufeira de jusante dos escalões em regime de bombagem até à respectiva cota mínima de exploração.

4.4.2.1 Escalão principal – Local de montante / contra-embalse

O estudo incidiu sobre o troço do rio entre o local de montante e o contra-embalse, numa extensão de cerca de 10 km. As análises das condições de bombagem permitiram demonstrar que o critério de dimensionamento é satisfeito para um rebaixamento do leito do rio à cota (123), independentemente de o contra-embalse ser equipado ou não.

4.4.2.2 Escalão principal – Local “de jusante” / contra-embalse

Neste caso, a análise incidiu sobre o troço do rio Sabor entre o local de jusante do escalão principal e o local do contra-embalse, numa extensão de cerca de 5 km.

Para o escalão principal no local de jusante, os níveis de pleno armazenamento adoptados para o contra-embalse dependem do equipamento ou não deste último, tendo-se avaliado dois cenários: contra-embalse equipado e não equipado.

No Cenário I (Contra-embalse Equipado), verifica-se que não há necessidade de qualquer intervenção no leito do rio. Neste cenário, a albufeira do contra-embalse funciona como um reservatório com nível praticamente horizontal.

No Cenário II (Contra-embalse Não Equipado), torna-se necessário um rebaixamento do leito do rio para a cota (109).

4.4.2.3 Contra-embalse

A análise incidiu sobre o troço do rio Sabor localizado entre o contra-embalse e a sua confluência com o rio Douro, numa extensão de cerca de 3 km, estendendo-se ainda a toda a albufeira da Valeira, entre aquela barragem e a do Pocinho.

De acordo com os estudos realizados, para as condições de leito actual do rio Sabor não é possível o funcionamento em bombagem, uma vez que o talvegue do rio, na secção da restituição, se situa cerca de 1 m acima do NmE na Valeira.

Por tal motivo, para a solução com o contra-embalse equipado, foram realizados os estudos que conduziram à definição das escavações necessárias à garantia de funcionamento do escalão, determinadas pelas condições de escoamento em bombagem.

As análises foram conduzidas admitindo diferentes hipóteses de rebaixamento do leito do rio, tendo sido considerada como a mais adequada, uma vez ponderados os factores técnicos e as incidências derivadas do funcionamento do escalão, aquela que corresponde a um critério assente nos seguintes pressupostos:

- as escavações para o rebaixamento são sempre realizadas abaixo da cota (105), correspondente ao NPA da barragem da Valeira;
- entre as cotas (105) e (102) a inclinação dos taludes é de 5H:1V, inclinação esta estabelecida de modo a permitir a deslocação fácil de eventuais utilizadores do rio para local seguro, em face de uma subida do nível das águas;
- abaixo da cota (102) a inclinação dos taludes é de 1H:1V.

De acordo com as conclusões obtidas pela aplicação deste critério, considerando um caudal de referência em bombagem de 130 m³/s, correspondente a um caudal em turbinamento de 120 m³/s, verifica-se a necessidade de escavação até à cota (100) numa faixa central do leito do rio.

a) Regimes não permanentes

Para a hipótese do contra-embalse equipado, foi realizado o estudo das variações do nível e das velocidades médias de escoamento ao longo do referido vale, em regimes não permanentes. Estes estudos foram conduzidos tendo por base condições de funcionamento em bombagem e em turbinamento.

Para o funcionamento em bombagem, as análises mais profundas corresponderam à consideração da situação limite superior de exploração dos equipamentos, com o arranque simultâneo dos dois grupos e uma transição de um caudal nulo para a bombagem do caudal máximo num período de 2 minutos.

Os estudos efectuados consideraram os níveis (103,6) e (105) da albufeira da Valeira quando do início da bombagem, situações que são também admitidas como condições limites.

Analisando os resultados referentes às velocidades, e para o nível inicial na Valeira de (103,6), a secção mais desfavorável localiza-se a jusante da Vilariaça, na qual a velocidade máxima transitória atingida é de aproximadamente 0,75 m/s. A secção que conduz a valores daquele parâmetro mais baixos situa-se junto ao Douro, com velocidade máxima de aproximadamente 0,4 m/s.

No caso do nível inicial na Valeira correspondente ao NPA, os valores referidos diminuem, sendo as velocidades máximas atingidas nas secções acima referidas de aproximadamente 0,48 m/s e 0,26 m/s, respectivamente.

Refere-se, ainda, que a variação máxima do nível se verifica imediatamente a montante da Vilariaça, com valores máximos transitórios de cerca de 0,55 m, e ligeiramente superior a 0,25 m com níveis na Valeira de (103,6) e (105), respectivamente. No perfil menos sensível à variação do nível, localizado perto da confluência com o Douro, tais variações são inferiores a 0,1 m.

Para o funcionamento em turbinamento, foram também efectuados estudos idênticos na sequência de manobras correspondentes ao limite superior de exploração dos equipamentos, isto é, com o arranque simultâneo dos grupos e uma transição de um caudal nulo para o caudal máximo permitido num período de 2 minutos.

Para efeitos de sensibilidade, idênticos estudos foram realizados não só para outros valores do caudal de dimensionamento dos grupos mas também de defasamentos, no tempo, do arranque destes, situações que podem ser consultadas nos documentos que constituem o Estudo Prévio.

b) Regimes permanentes

Foram realizadas análises que permitiram avaliar os valores das velocidades médias do escoamento no vale do rio Sabor a jusante do contra-embalse, com o objectivo de comparar velocidades antes e depois do rebaixamento do leito do rio necessário ao funcionamento do contra-embalse equipado. Para tal, foram considerados caudais no rio Sabor até 500 m³/s, valor este correspondente a uma situação de cheia relativamente frequente.

Os caudais considerados no rio Douro foram 500, 2000 e 6000 m³/s, tendo-se verificado que os valores das velocidades são fortemente dependentes do valor do caudal no rio Douro.

Os estudos efectuados permitiram concluir que as velocidades depois do rebaixamento do leito do rio se reduzem significativamente, redução essa tanto maior quanto menores forem os caudais no rio Douro.

4.4.2.4 Avaliação dos níveis médios da albufeira do escalão principal

Verifica-se que, de uma forma geral, ao longo do ano, os níveis médios da albufeira têm uma variação relativamente pequena, particularmente nos meses onde potencialmente poderá ser maior o uso recreativo (Junho, Julho, Agosto e Setembro).

Efectivamente, em **ano médio**, para o NPA 250 verifica-se que o nível médio da albufeira no período de maior uso recreativo (Junho a Setembro), baixa cerca de 4,9 metros, sendo no último mês que ocorre a maior diferença de cota relativamente ao NPA, e que é de cerca de 9,6 metros. Refira-se que se se tomar como termo de comparação – para o NPA considerado – o nível médio de exploração (245), esta diferença passa de 9,6 para 4,6 metros.

Para o NPA 234, a variação do nível médio será de 4,5 metros, sendo, no entanto, a distância ao NPA superior (10,5 metros) à que se regista na solução alta (NPA 250). Similarmente, se se considerar para efeito de comparação - para o NPA considerado - o nível médio de exploração (229), esta diferença será de 5,5 metros.

Com o contra-embalse não equipado o comportamento é semelhante, sendo, no entanto, maior a diferença para o NPA.

Em **regimes secos**, verifica-se uma grande estabilidade do nível médio da albufeira que se mantém praticamente constante para qualquer NPA e equipamento ou não do contra-embalse. Também a diferença do nível médio para o NPA é sensivelmente a mesma para a solução alta e para a solução baixa, com equipamento ou não do contra-embalse.

Nos **anos mais húmidos**, e, contrariamente à situação de ano seco, verifica-se que a variação do nível médio para o NPA 250 é de 9,8 metros entre Junho e Setembro considerando o contra-embalse equipado e de 10,8 metros considerando o contra-embalse não equipado.

Para o NPA 234 essa diferença é semelhante (9,7 metros) para o contra-embalse equipado, mas um pouco maior no caso de não se equipar o contra-embalse.

Refira-se que a diferença do nível médio da albufeira para o NPA é menos acentuada que em ano seco, sendo mínima em Junho (sensivelmente 1 metro) e aumentando até Setembro, com diferenças de cerca de 12 - 13 metros.

4.4.2.5 Velocidades do nível de água no escalão principal (situações extremas)

Com vista ao fornecimento de dados para a avaliação dos impactes ambientais em áreas mais específicas, como a Paisagem e Turismo, refira-se que no pior cenário possível, ou seja, aflúncias nulas e turbinamento máximo (e em contínuo), as velocidades de abaixamento do nível médio da albufeira no escalão principal, segundo as simulações feitas, são:

- para o NPA 250, um valor de 1,7 cm/hora, ou seja, para um abaixamento de 1 metro seriam teoricamente necessários 2,4 dias;
- para o NPA 234, um valor de 2,0 cm/hora, ou seja, para um abaixamento de 1 metro seriam teoricamente necessários 2,1 dias.

Em situação normal estes valores serão inferiores já que, por um lado, as aflúncias compensam parte do caudal turbinado e, por outro lado o período de turbinamento diário é, por regra, consideravelmente inferior a 24 horas.

4.4.3 Produção de Energia

Para os estádios 2008, 2010, 2015 e 2020, e tendo em consideração os esquemas em estudo, foram realizados estudos de exploração simulada para as quatro alternativas de projecto, correspondentes ao cruzamento das duas soluções consideradas para o NPA do escalão principal (NPA=250 ou NPA=234) com as duas situações encaradas para o contra-embalse (não equipado ou equipado com uma central de produção de energia eléctrica).

Nestes estudos tomou-se como referência, para cálculo das energias, para o escalão principal, a solução com barragem de BCC e, para o contra-embalse, a solução com central inserida na barragem.

No quadro seguinte apresentam-se, para os vários estádios simulados, os valores da Produção Total do Aproveitamento do Baixo Sabor, para um **regime seco**, correspondente à média de 3 regimes bastantes secos (1957, 1976 e 1992), para a **média** dos 40 regimes hidrológicos (1956/1995) e para um regime húmido correspondente à média de 3 **regimes húmidos** (1960, 1963 e 1966).

Quadro II. 3. 16 – Produção Total (GWh)

| | | Contra-embalse Não Equipado | | Contra-embalse Equipado | | | | | |
|-------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------|-------------------------|----------------|-------------|
| | | Escalão Principal (234) | Escalão Principal (250) | Escalão Principal (234) | | | Escalão Principal (250) | | |
| | | | | Escalão Principal | Contra-embalse | Baixo Sabor | Escalão Principal | Contra-embalse | Baixo Sabor |
| 2007 | Regime Seco (1956 / 76 / 92) | 256 | 299 | 276 | 57 | 333 | 334 | 60 | 394 |
| | Média Regimes (1956 / 1995) | 235 | 276 | 254 | 69 | 323 | 297 | 70 | 367 |
| | Regime Húmido (1960 / 63 / 65) | 445 | 518 | 449 | 128 | 677 | 529 | 130 | 659 |
| 2010 | Regime Seco (1956 / 76 / 92) | 243 | 286 | 266 | 55 | 321 | 301 | 52 | 353 |
| | Média Regimes (1956 / 1995) | 259 | 307 | 273 | 72 | 344 | 324 | 72 | 396 |
| | Regime Húmido (1960 / 63 / 65) | 487 | 570 | 494 | 137 | 631 | 581 | 140 | 721 |
| 2020 | Regime Seco (1956 / 76 / 92) | 306 | 365 | 303 | 61 | 364 | 357 | 59 | 416 |
| | Média Regimes (1956 / 1995) | 326 | 388 | 343 | 81 | 424 | 400 | 80 | 480 |
| | Regime Húmido (1960 / 63 / 65) | 478 | 568 | 491 | 127 | 618 | 572 | 126 | 698 |

Fonte: REN, 1998.

No estágio 2020, no que se refere a produção líquida de bombagem, o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor para a solução de Contra-embalse Não Equipado, apresenta para a hipótese de Escalão Principal com NPA à cota 234 um valor da ordem dos 188 GWh/ano_{médio} e de 220 GWh/ano_{médio} para a hipótese com NPA à 250 e, para a solução de Contra-embalse Equipado, de 243 GWh/ano_{médio} e de 276 GWh/ano_{médio} respectivamente, para a hipótese de NPA 234 e 250.

Em termos médios e considerando a evolução dos resultados ao longo da vida útil do aproveitamento, a subida do NPA de Escalão Principal da cota 234 para a cota 250 representa um acréscimo de produção líquida de bombagem da ordem dos 30 GWh (40 a 60 GWh de produção total) (Quadro II.3.17), enquanto que o equipamento do Contra-embalse (com um caudal total em turbinamento de 120 m³/s) representa um acréscimo de produção líquida de bombagem na ordem dos 55 GWh (ou seja, 90 GWh de produção total).

Em termos de produtividade, para a média dos 40 regimes hidrológicos analisados, a introdução do Baixo Sabor permite ainda um acréscimo de produção nos quatro aproveitamentos do Douro Nacional, que ronda os 32 GWh/ano. Este acréscimo representa cerca de 15% da produção média anual, líquida de bombagem, do Aproveitamento do Baixo Sabor.

Quadro II. 3. 17 – Produção Anual 2020

| Escalão Principal | Contra-embalse | Baixo Sabor Produção (GWh) | |
|-------------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| | | Produção Líquida de Bombagem | Produção Total |
| NPA 234 | Não Equipado | 188 | 326 |
| NPA 234 | Equipado | 243 | 424 |
| NPA 250 | Não Equipado | 220 | 388 |
| NPA 250 | Equipado | 276 | 480 |

HIDRORUMO, 1998

4.5 Fase de Construção

4.5.1 Zonas de Estaleiro e de Apoio à Construção

A fase de construção de um empreendimento hidroeléctrico concentra-se, na generalidade, na envolvente dos locais de implantação das obras de contenção. São excepção a esta característica muitas acções relacionadas com o transporte de materiais e trabalhadores e nalguns casos, com as instalações sociais.

Em muitos casos de empreendimentos deste tipo, onde são necessárias grandes quantidades de inertes, a localização da pedra poderá constituir uma instalação particularmente sensível.

De facto, no caso de não existir na proximidade imediata formações geológicas com as características adequadas para a sua extração, a localização da pedra num ponto distante constitui um impacto suplementar importante, não só pela pedra propriamente dita e sua exploração, como pelo transporte de inertes.

No Baixo Sabor, a existência de formações geológicas com características adequadas na proximidade do empreendimento é um factor favorável que minimiza este impacto suplementar.

Nesta fase de Estudo Prévio foi feita uma avaliação das condições na envolvente das barragens, considerando também as duas alternativas para o Escalão Principal. Definiram-se, assim, os locais com condições técnicas adequadas para a localização das várias instalações e zonas a explorar, de modo a conseguir-se a melhor articulação possível entre elas (ver **Carta 1B – Esboço Corográfico do Baixo Sabor**).

Os princípios gerais para essa definição tiveram em conta a necessidade dessas áreas serem recuperadas após a conclusão dos trabalhos. Nesse sentido, procurou-se localizar o máximo de instalações dentro das áreas a inundar e abaixo da cota do NPA.

Neste aspecto, são particularmente importantes as áreas que serão mais profundamente afectadas e que constituirão impactes irreversíveis como são as pedreiras e escombrelas e as zonas de eventual utilização para obtenção de terras de empréstimo. Na generalidade esse objectivo foi conseguido para qualquer das localizações do Escalão Principal. Os quatro locais para escombrelas / pedreiras ocuparão uma área de 42 ha, dos quais apenas 1,1 ha estará em área emersa.

O segundo grande princípio correspondeu a localizar as instalações sociais, o estaleiro industrial e os escritórios junto a vias existentes, de modo a conseguir a melhor articulação possível com os núcleos populacionais existentes, facilitando a inserção socioeconómica dos trabalhadores durante a obra e por sua vez favorecendo a economia local. Esse princípio foi especialmente adoptado para as instalações sociais que estão previstas localizarem-se na envolvente das povoações de Larinho ou de Carvalhal.

Todas as áreas definidas como potencialmente afectas a cada uma das instalações foram cartografadas largamente em excesso com o objectivo de facilitar a avaliação ambiental e permitir que em fase de projecto de execução sejam definidos com maior detalhe os locais efectivamente a afectar.

No conjunto serão afectadas áreas pelas instalações de construção junto ao Escalão Principal e junto ao Contra-embalse. Junto a cada um deles existirá uma área destinada ao estaleiro industrial que corresponderá à principal área afectada fora de zona a inundar. Na localização de montante, a área total de estaleiros será de 323,8 ha, dos quais 186,9 ha correspondem a áreas emersas.

Esta circunstância é inevitável por motivos de ordem técnica e funcional, nomeadamente a geomorfologia dos locais e as acessibilidades à obra que não permitem que estas instalações se localizem nas zonas a submergir.

Serão comuns às duas obras (Escalão Principal e Contra-embalse) as instalações sociais, os escritórios e todas as restantes áreas de intervenção, nomeadamente a pedreira e as instalações associadas à britagem e escombrelas.

As zonas definidas para eventuais manchas de empréstimo apenas estão associadas ao Escalão Principal, por ser este o único local para onde poderá ser escolhida uma barragem de aterro de enrocamentos. Para o Escalão Principal estas áreas serão adoptadas em função das condições geomorfológicas e geológicas de cada uma das alternativas de localização em estudo. Considerando a localização de montante, é de referir que o volume de escavações rondará os 950 360 m³ e os volumes de betão os 1 089 240 m³.

Estima-se ainda que a extensão da linha de alta tensão associada à barragem seja de 15 km, mas só em fase posterior serão desenvolvidos os seus estudos pela REN.

4.5.2 Rebaixamentos dos Fundos a Jusante do Escalão Principal e do Contra-embalse

As acções de construção do rebaixamento do braço da albufeira da Valeira correspondente à antiga Foz do Sabor, dizem essencialmente respeito ao processo de dragagem e transporte dos materiais removidos. Prevê-se que a remoção dos materiais seja feita por meios mecânicos.

A utilização destes materiais está considerada no projecto, prevendo-se o seu respectivo destino final após validação laboratorial.

As características dos materiais removidos fazem prever que terão três destinos possíveis:

- a) Serão utilizados para o fabrico de betão na construção do contra-embalse.
- b) Serão encaminhados para a utilização de terceiros, quer com o fim de produção de betão, quer como materiais de empréstimo. Prevê-se que esta colocação no mercado dos materiais dragados tenham uma receptividade muito fácil.
- c) O restante material sobranle será transportado para depósito, utilizando-se para esse fim a escombrela da pedreira do empreendimento que ficará submersa. A percentagem máxima do material dragado que poderá ter este destino não excederá os 15%, correspondendo a materiais mais finos.

Para o transporte dos materiais dragados sobranles para a escombrela serão utilizados os camiões que farão o transporte dos inertes da pedreira para a construção do contra-embalse, assegurando-se assim o melhor aproveitamento da viagem de regresso à pedreira, que de outra forma teria de ser feita sem carga.

Não haverá assim qualquer impacte significativo com o destino final dos materiais dragados.

4.6 Reposições e Acessos

Para a construção do Aproveitamento será necessário infraestruturar a área de intervenção com acessos que permitam aceder às várias frentes de obra; por outro lado, o enchimento da albufeira afectará algumas estradas e caminhos actualmente existentes a cotas mais baixas.

Por estes motivos, foram analisadas preliminarmente com o desenvolvimento correspondente à fase de estudo Prévio, soluções, para as várias alternativas em estudo, com vista à construção, reposição e melhoramento de vários eixos viários, num total de cerca de 27,7 km de acessos, como a seguir se descreve. Os acessos à obra apresentarão ainda uma extensão total de 16,3 km.

| Acessos | Descrição |
|---|--|
| Troço da EN102, incluindo a ponte do rio Sabor | ⇒ Restabelecimento da ligação entre margens pela EN102, através do coroamento do contra-embalse. Extensão prevista do restabelecimento: 1 600 metros. |
| Troço da EN325, junto à ponte do rio Sabor | ⇒ Execução de uma estrada circundando a albufeira que ligue a EN325 ao coroamento do contra-embalse. Extensão prevista do restabelecimento: 2 800 metros. |
| Caminho florestal de acesso à Quinta do Travelo | ⇒ Novo caminho com a mesma origem e circundando a albufeira. Extensão prevista: 3 000 metros. |
| Estrada Felgar – Larinho e ligação entre margens | ⇒ Beneficiação do caminho que liga Felgar a Larinho e ligação pela margem esquerda ao coroamento do escalão principal, e infraestruturas de ligação à rede viária existente na margem direita. Extensão prevista: 4 500 metros. |
| Acessos a Cardanha na margem direita | ⇒ Execução de um acesso entre o coroamento do escalão principal e a EM611, que contorna Cardanha. Extensão prevista: 6 500 metros. |
| EN216 – Ponte de Remondes – EN217 | ⇒ Construção de duas pontes, uma sobre o rio Sabor a montante da confluência do rio Sabor como rio Azibo, outra sobre o rio de Azibo. O restabelecimento da EN217 será feito a cotas mais altas, de modo a evitar a interferência com a zona de escarpas que serve de habitat a aves rupícolas. Extensão prevista: 2 pontes, cada uma com 250 metros de comprimento e 6 150 metros de acessos. |
| EN315 – Ribeira de Zacarias | ⇒ Construção de uma nova ponte a cotas mais elevadas e a montante da actual. Construção dos respectivos ramos de ligação à estrada existente. Extensão máxima prevista: ponte com 220 metros de comprimento e 100 metros de ramos de acesso à rede viária existente. |
| Caminho rural entre S. Pedro e a ribeira de Medal | ⇒ Construção de um caminho rural de características idênticas ao actual, circundando a albufeira. Extensão prevista: 7 200 metros. |
| Caminho florestal na ribeira do Calvário | ⇒ Execução de um caminho similar ao existente contornando a albufeira, assim como uma travessia na ribeira do Calvário. Extensão prevista: 3 200 metros. |

4.7 Actualizações aos Estudos Técnicos de 1996

Relativamente aos estudos técnicos do Baixo Sabor apresentados em 1996, e de modo a poder ter elementos actualizáveis comparáveis com o Alto Côa, procederam-se a algumas revisões técnicas e estudos complementares, cujos aspectos de interesse se apresentam nos pontos seguintes.

4.7.1 Alteração do Regime de Exploração – Análise de Resultados

O esquema de base adoptado para o Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor (AHBS), constituído por um Escalão Principal e um Contra-embalse, foi resultado de uma selecção prévia efectuada ao nível de Plano Geral, e que teve em atenção, por um lado, a resolução n.º 4/96 do Conselho de Ministros, relativa à suspensão do projecto de Foz Côa, conjugada com critérios técnico-económicos.

Aquando da elaboração do Estudo Prévio o critério de dimensionamento da albufeira do Escalão Principal teve em conta a preocupação de definir um aproveitamento hidroeléctrico que “*cumprisse funções hídricas e energéticas idênticas às de Foz Côa*”; deste modo, fixou-se a capacidade útil da albufeira em 390 hm³ (equivalente à de Foz Côa, 270 hm³, tendo em conta as respectivas afluências anuais médias), entre o NPA à cota (234), a que corresponde um volume total de cerca de 1 090 hm³, e o Nível mínimo normal de Exploração, NmnE, à cota (219), e a reserva de emergência em 240 hm³, contida entre o NmnE e a cota (205,5) para a qual ainda é possível o funcionamento da central quer em turbinamento quer em bombagem.

Com esta reserva de emergência pretendia-se garantir nas 4 centrais situadas a jusante no Douro Nacional a alimentação de uma potência de 740 MW, durante as horas de ponta de certos períodos críticos, potência esta que no caso de Foz-Côa equivalia a uma reserva de emergência de 200 hm³, alimentando 5 centrais a jusante. No entanto, após a realização de vários estudos comparativos pode concluir-se que a redução do volume útil de utilização normal para os 180 hm³ (cerca de 20% da afluência anual média) não introduz alterações significativas em termos de aumento de volumes descarregados ou de perdas de produção e, pelo contrário, representa um acréscimo significativo da reserva de emergência de 240 hm³ para 450 hm³ e uma redução significativa na variação de cota da albufeira de cerca de 15 m, entre as cotas (234) e (219), para cerca de 6,5 m, entre as cotas (234) e (227,4), com a consequente mitigação dos impactos que lhe estão associados.

A sua capacidade total de armazenamento será de 630 hm³, correspondente a 1,6 vezes a capacidade de armazenamento actual a bacia do Douro em Portugal.

4.7.2 Laminação de Cheias

Tendo em conta a criação de uma albufeira com significativa capacidade de regularização e posteriormente à realização dos estudos de 1996, foi considerado importante avaliar o efeito da laminação de cheias proporcionada por essa albufeira, considerando uma curva guia de exploração definida com o objectivo de manter uma cota de defesa de cheias com valor inferior à correspondente ao NPA, durante os meses mais húmidos.

Procedeu-se à análise de sensibilidade do efeito da referida laminação considerando, por um lado, cheias com diferentes períodos de retorno e, por outro lado, a variação do volume de encaixe disponível. Para este último adoptou-se um valor de base de 90 hm^3 . De referir ainda que nos estudos realizados se considerou apenas a hipótese de solução baixa para a barragem, cujo NPA se situa à cota (234,0).

Analisaram-se três hipóteses para o volume de encaixe – 60, 90 e 120 hm^3 – a que correspondem respectivamente as cotas (232,20), (231,10) e (229,90) do nível da albufeira. Para cada uma destas hipóteses simulou-se o efeito regularizador da albufeira no amortecimento da ponta das cheias calculadas para vários períodos de retorno (5, 10, 20, 50, 100 e 200 anos) e ainda de duas das maiores cheias registadas na estação hidrométrica de Quinta das Laranjeiras (em Dezembro dos anos de 1989 e 1995), nas quais se verificou a ocorrência de várias pontas (correspondendo ao caudal máximo em cada uma dessas cheias períodos de retorno de cerca de 20 anos e 5 anos, respectivamente).

Nas simulações de exploração efectuadas considerou-se uma curva guia de caudal descarregado definida por patamares cuja duração e incremento é função quer do volume de encaixe disponível, quer da evolução do hidrograma afluente. Para o primeiro patamar fixou-se o caudal de $300 \text{ m}^3/\text{s}$, valor considerado aceitável tendo em conta a ordem de grandeza do caudal de base expectável aquando da ocorrência de grandes cheias.

Apesar do carácter preliminar dos estudos efectuados, considera-se poder tirar as seguintes conclusões:

- a) Para as cheias com períodos de retorno entre 5 e 200 anos, cujos resultados das simulações se encontram resumidos no Quadro II.3.18, verifica-se que:
- Um volume de encaixe de 60 hm^3 possibilita uma redução do caudal de ponta afluente entre 800 e $1\,100 \text{ hm}^3$, o que significa, em termos percentuais, uma diminuição de 20% a 60%;
 - Um volume de encaixe de 90 hm^3 possibilita uma redução do caudal de ponta afluente entre $1\,200$ e $1\,600 \text{ hm}^3$, o que significa, em termos percentuais, uma diminuição de 30% a 75%;
 - Um volume de encaixe de 120 hm^3 possibilita uma redução do caudal de ponta afluente entre $1\,300$ e $2\,400 \text{ hm}^3$, o que significa, em termos percentuais, uma diminuição de 55% a 85%. As menores reduções percentuais correspondem às cheias com períodos de retorno mais elevados (superiores a 50 anos) e as maiores às cheias mais frequentes.
- b) Para as cheias verificou-se que as reduções percentuais seriam da mesma ordem de grandeza das obtidas para as cheias calculadas. Apesar de se terem utilizado nesta fase apenas duas situações reais, estes resultados apontam no sentido da provável validação das conclusões retiradas com base nas cheias calculadas.

Quadro II. 3. 18 – Laminação das Cheias do Baixo Sabor. Quadro Resumo ($Q_0 = 300 \text{ m}^3/\text{s}$)

| T (anos) | Cota Inicial Albufeira | Encaixe Inicial Albufeira (hm^3) | Caudal Máximo Afluente (m^3/s) | Caudal Máximo Descarregado (m^3/s) | Cota Máxima Atingida | Caudal Amortecido (m^3/s) | % Amortecimento |
|----------|------------------------|---|--|--|----------------------|---|-----------------|
| 5 | 232.2 | 60 | 1 600 | 600 | 234.0 | 1 000 | 62.5 |
| | 231.1 | 90 | | 400 | 233.6 | 1 200 | 75.0 |
| | 229.9 | 120 | | 300 | 232.9 | 1 300 | 81.3 |
| 10 | 232.2 | 60 | 2 100 | 1 000 | 234.0 | 1 100 | 52.4 |
| | 231.1 | 90 | | 700 | 233.9 | 1 400 | 66.7 |
| | 229.9 | 120 | | 300 | 234.0 | 1 800 | 85.7 |
| 20 | 232.2 | 60 | 2 570 | 1 500 | 234.0 | 1 070 | 41.6 |
| | 231.1 | 90 | | 1 100 | 233.7 | 1 470 | 57.2 |
| | 229.9 | 120 | | 600 | 233.8 | 1 970 | 76.7 |
| 50 | 232.2 | 60 | 3 260 | 2 500 | 234.1 | 760 | 23.3 |
| | 231.1 | 90 | | 1 700 | 233.8 | 1 560 | 47.9 |
| | 229.9 | 120 | | 900 | 233.9 | 2 360 | 72.4 |
| 100 | 232.2 | 60 | 3 840 | 3 000 | 234.1 | 840 | 21.9 |
| | 231.1 | 90 | | 2 200 | 234.0 | 1 640 | 42.7 |
| | 229.9 | 120 | | 1 400 | 234.0 | 2 440 | 63.5 |
| 200 | 232.2 | 60 | 4 450 | 3 400 | 234.1 | 1 050 | 23.6 |
| | 231.1 | 90 | | 3 000 | 234.0 | 1 450 | 32.6 |
| | 229.9 | 120 | | 2 000 | 233.9 | 2 450 | 55.1 |

Assinala-se uma vez mais que os resultados obtidos devem ser encarados como preliminares, podendo naturalmente ser objecto de ajustes em consequência de estudos mais aprofundados, designadamente quanto à forma de realizar a exploração da albufeira em períodos de cheia.

Salienta-se, ainda, que as simulações foram conduzidos admitindo que apenas é conhecido em tempo real a evolução dos caudais afluentes, sem qualquer informação previsional dos mesmos. A implementação de um sistema de previsão de cheias, cujos efeitos poderão vir a ser estudados, possibilitará naturalmente a optimização da exploração da albufeira, com repercussões positivas em termos do seu efeito regularizador no amortecimento dessas mesmas cheias.

4.7.3 Custos Totais de Investimento

De modo a ser possível a comparação com o Aproveitamento do Alto Côa procedeu-se também à actualização dos custos técnicos, a preços de Maio de 2000, do Aproveitamento do Baixo Sabor.

Os fluxos de investimentos apresentados não incluem os custos das fases de estudo anteriores ao Projecto de Execução (anteriores ao ano – 6, para os escalões com duração de obra principal de 4 anos e ao ano – 7, para os com 5 anos), nem os custos das linhas de MAT (muito alta tensão) e de outras instalações adicionais necessárias à ligação destes novos aproveitamentos à rede do SEP (Quadro II.3.19).

Quadro II. 3. 19 – Investimento a Custos Técnicos (milhares de Euros, a preços de 2000)

| Ano | ESQUEMA 1 | | ESQUEMA 2 | |
|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| | Escalão Principal | Contra-embalse | Escalão Principal | Contra-embalse |
| -6 | 1 441.53 | 234.44 | 1 441.53 | 0.00 |
| -5 | 19 882.08 | 4 509.13 | 19 882.08 | 154.63 |
| -4 | 23 508.34 | 11 866.40 | 23 508.34 | 1 296.87 |
| -3 | 46 707.44 | 23 119.28 | 46 707.44 | 7 696.45 |
| -2 | 54 703.17 | 29 588.69 | 54 703.17 | 17 921.81 |
| -1 | 17 906.84 | 9 551.98 | 17 906.84 | 2 399.22 |
| 0 | 4 698.68 | 26 13.70 | 4 698.68 | 0.00 |
| TOTAL | 168 848.1 | 81 843.6 | 168 848.1 | 29 469.0 |
| TOTAL AHBS | 250 331.7 | | 198 317.1 | |

Fonte: "Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor – Estudo Prévio – Revisão de Estimativas Orçamentais a Preços de 2000" – HIDRORUMO, Janeiro de 2002.

Esquema 1 – Solução com contra-embalse equipado

Esquema 2 – Solução com contra-embalse não equipado

4.8 Quadro Síntese

No quadro seguinte sistematizam-se as principais acções do projecto geradoras de impacte com o objectivo de identificar mais facilmente as origens dos impactes associados a este projecto (Quadro II.3.20).

Quadro II. 3. 20 – Síntese das Acções do Projecto – Baixo Sabor

| | | Acções | Descrição |
|--|--|--|--|
| F A S E D E C O N S T R U Ç Ã O | | Presença e Funcionamento de Estaleiros (social e industrial e escritórios) | Ocupação de áreas para a instalação de maquinaria e estruturas de apoio à construção, implicando a desmatção do terreno e construção de acessos. Está previsto um estaleiro industrial na zona do Contra-embalse e um estaleiro social e escritório junto ao Escalão Principal. O estaleiro social ficará na envolvente de Larinho ou Carvalho (ver pontos 4.5 e Desenho 1B). |
| | | Pedreiras e Escombreiras e instalação de Britagem | Áreas destinadas a fornecer material de empréstimo e a servir como áreas de deposição de inertes, bem como para a britagem dos materiais. Todos estes locais ficarão no geral dentro da área da futura albufeira e portanto e submersos (ver ponto 4.5 e Desenho 1.B). |
| | | Escavações e Aterros | Acções necessárias para a implantação das barragens e estruturas anexas, caminhos provisórios, reposição de acessos, implicando a movimentação de terras (ver ponto 4.5 e 4.6). |
| | | Desmatção | Corte da vegetação nas áreas de estaleiro, pedreiras, escombreiras, para a implantação de caminhos provisórios e reposição de acessos. Corte da vegetação na área a inundar antes do início do enchimento das albufeiras. |
| | | Desvio do Leito do Rio | Desvio temporário do leito do rio para a execução das obras de construção das barragens e estruturas anexas. |
| | | Acessos Provisórios | Construção ou beneficiação de acessos aos locais de obra (ver ponto 4.6). |
| | | Tráfego de Pesados | Circulação de veículos destinados ao transporte de maquinaria, materiais e pessoal (ver ponto 4.5). |
| | | Circuitos Hidráulicos | Estruturas associadas à barragem e à central eléctrica. Os dois circuitos hidráulicos ficarão localizados na margem direita atravessando o maciço rochoso sob a barragem. |
| | | Barragem (Escalão Principal) e Estruturas Anexas | Existem duas localizações alternativas identificadas na FIG. II.3.33 e Desenho 1.B e três tipos possíveis de barragem representados na FIG. II.3.34. Ver ponto 4.3 para enquadramento das soluções e identificação das suas características técnicas. |

(Continuação)

| Acções | | Descrição |
|---|---|---|
| F A S E D E C O N S T R U Ç Ã O | Barragem (Contra-embalse) e Estruturas Anexas | <p>Barragem de menor dimensão, localizada a jusante da principal que permitirá a regularização dos caudais turbinados no Escalão Principal. Poderá ser equipada, o que significa fazer também a bombagem de água.</p> <p>Ver ponto 4.3 e FIG.II.3.33 e Desenho 1.B para enquadramento e o ponto 4 para identificação das características técnicas.</p> |
| | Rebaixamento do Leito do Rio | <p>Rebaixamentos a efectuar a jusante do Escalão Principal e do Contra-embalse para se obter a garantia da exploração da albufeira de jusante em regime de bombagem. Junto ao Contra-embalse o rebaixamento terá entre 1 700 a 3 050 metros de extensão e as quantidades a remover serão mais significativas que no Escalão Principal, cujo volume é maior na localização de jusante e com o Contra-embalse não equipado (ver ponto 4.5).</p> <p>O rebaixamento a jusante do Contra-embalse está também associado ao facto de ele ser equipado, tendo ainda implicações nos níveis de água das albufeiras e sua variação.</p> |
| | Restabelecimento de Comunicações | Restabelecimento de acessos afectados pela albufeira e que tem em conta a localização da barragem principal que servirá como travessia do rio Sabor (ver ponto 4.6). |
| F A S E D E E N C H I M E N T O E E X P L O R A Ç Ã O | Albufeiras | <p>Presença das albufeiras do Escalão Principal e do Contra-embalse, com uma capacidade de útil em exploração normal de 390 hm³ e uma reserva adicional de 240 hm³ (capacidade total 630 hm³).</p> <p>O nível de pleno armazenamento do Escalão Principal está em avaliação, podendo variar entre as cotas 234 e 250.</p> <p>No Contra-embalse, esse nível poderá ser a cota 129,5 ou 138 dependendo do equipamento do Contra-embalse (ver ponto 4.3).</p> <p>Recomenda-se igualmente a consulta do ponto 4.2 para o enquadramento das soluções possíveis para o NPA das albufeiras.</p> |
| | Exploração do Empreendimento, Regime de Descargas / Variações de Nível. | A exploração do empreendimento e respectivas variações de nível da albufeira estão dependentes das alternativas em estudo e dos esquemas possíveis para o seu funcionamento (pontos 4.4). |
| | Descargas de Cheias, de Fundo e Bacias de Dissipação | Tratam-se de órgãos hidráulicos de segurança, cuja descrição técnica se encontra no Anexo Técnico do EIA do Baixo Sabor. |

**CPPE – COMPANHIA PORTUGUESA DE PRODUÇÃO DE
ELECTRICIDADE, S. A.**

**AVALIAÇÃO COMPARADA DOS APROVEITAMENTOS DO BAIXO SABOR E
DO ALTO CÔA**

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

**VOLUME II – IDENTIFICAÇÃO, JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS:
BAIXO SABOR E ALTO CÔA**

ÍNDICE DE PORMENOR

| | |
|--|-----------|
| NOTA INTRODUTÓRIA..... | 1 |
| II.1 – INTRODUÇÃO..... | 3 |
| 1. IDENTIFICAÇÃO DO PROJECTO E DO PROPONENTE | 3 |
| 2. ENTIDADE LICENCIADORA..... | 4 |
| 3. RESPONSÁVEIS PELA ELABORAÇÃO DOS ESTUDOS E SUA DURAÇÃO..... | 4 |
| 4. ENQUADRAMENTO LEGAL..... | 9 |
| 5. ANTECEDENTES DO ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL..... | 9 |
| 6. METODOLOGIA GERAL DO ESTUDO | 11 |
| 7. ESTRUTURA DO ESTUDO | 18 |
| II.2 – OBJECTIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJECTO..... | 21 |
| 1. INTRODUÇÃO | 21 |
| 2. PERSPECTIVAS ENERGÉTICAS GLOBAIS E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS | 23 |
| 2.1 Enquadramento Global..... | 23 |
| 2.2 A Evolução e Perspectivas Europeias..... | 24 |
| 3. PERSPECTIVAS E CONSEQUÊNCIAS DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM PORTUGAL..... | 31 |
| 3.1 Introdução | 31 |
| 3.2 A evolução climática..... | 31 |
| 3.3 Recursos Hídricos | 34 |
| 3.4 Produção de Energia..... | 35 |
| 4. A PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE EM PORTUGAL..... | 37 |
| 4.1 Enquadramento Actual..... | 37 |
| 4.2 Perspectivas de evolução do consumo da electricidade..... | 37 |
| 4.3 Perspectivas da Evolução da Produção de Electricidade..... | 39 |
| 4.3.1 Expansão do Sistema Eléctrico de Serviço Público (SEP)..... | 39 |
| 4.3.2 Perspectivas de Evolução da Produção em Regime Especial..... | 40 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 5. | CONTRIBUIÇÃO ESPECÍFICA DOS PROJECTOS EM AVALIAÇÃO | 41 |
| 5.1 | Enquadramento e Antecedentes ao Projecto | 41 |
| 5.2 | A Importância da Reserva de Água para Fins Não Energéticos | 43 |
| 5.3 | Importância para o Controlo de Cheias e Regularização do Rio Douro | 44 |
| 5.4 | Importância para a Regularização de Caudais de Estiagem | 47 |
| 5.5 | Importância para Política Energética Nacional e para o Desenvolvimento do Sistema Eléctrico Nacional | 48 |
| 5.6 | Produção de Energia Limpa e Cumprimento de Compromissos Comunitários | 52 |
| 5.6.1 | Redução de Emissões Atmosféricas | 52 |
| 5.6.2 | Contribuição para o Cumprimento dos Objectivos da Directiva das Renováveis | 53 |
| 5.7 | Valorização da Energia Produzida e Investimentos a Realizar | 54 |
| | | |
| II.3 | – DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS | 59 |
| | | |
| 1. | INTRODUÇÃO | 59 |
| 2. | LOCALIZAÇÃO DOS PROJECTOS | 59 |
| 2.1 | Divisão Administrativa | 59 |
| 2.2 | Áreas Sensíveis na Área dos Aproveitamentos do Baixo Sabor e do Alto Côa | 63 |
| 2.3 | Planos de Ordenamento (Regionais, Municipais e Especiais) em Vigor na Área do Projecto | 64 |
| 3. | APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DO ALTO CÔA | 69 |
| 3.1 | Localização. Características da Bacia Hidrográfica | 69 |
| 3.2 | Soluções Alternativas e Opções Fundamentais | 71 |
| 3.2.1 | Hipóteses de Base | 71 |
| 3.2.2 | Seleção dos Esquemas a Estudar | 76 |
| 3.3 | Esquemas Seleccionados para Avaliação | 81 |
| 3.4 | Aspectos Gerais Relativos à Concepção Técnica das Obras | 89 |
| 3.4.1 | Introdução | 89 |
| 3.4.2 | Concepção Técnica do Escalão Principal de Senhora de Monforte | 90 |
| 3.4.2.1 | Introdução | 90 |
| 3.4.2.2 | Barragem Principal e Órgãos Anexos | 90 |
| 3.4.2.3 | Circuitos Hidráulicos, Central e Subestação | 98 |
| 3.4.3 | Concepção Técnica do Escalão Principal de Pero Martins | 99 |
| 3.4.3.1 | Introdução | 99 |
| 3.4.3.2 | Barragem principal e órgãos anexos | 99 |
| 3.4.3.3 | Circuito Hidráulico, Central e Subestação | 105 |
| 3.4.4 | Concepção Técnica do Contra-embalse do Escalão de Pero Martins | 112 |
| 3.4.5 | Concepção Técnica das Derivações Complementares | 115 |
| 3.4.5.1 | Introdução | 115 |
| 3.4.5.2 | Derivação da Ribeira das Cabras para a Albufeira de Senhora de Monforte | 116 |
| 3.4.5.3 | Derivação da Ribeira de Massueime para a Albufeira de Pero Martins | 120 |
| 3.5 | Exploração do Empreendimento | 125 |
| 3.5.1 | Introdução | 125 |
| 3.5.2 | Condições de Escoamento | 125 |
| 3.5.3 | Laminação de Cheias | 132 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.5.4 | Avaliação dos Níveis Médios das Albufeiras..... | 133 |
| 3.5.4.1 | Pressupostos de Base..... | 133 |
| 3.5.4.2 | Variações | 136 |
| 3.5.5 | Produção de Energia..... | 139 |
| 3.6 | Fase de Construção..... | 146 |
| 3.6.1 | Introdução | 146 |
| 3.6.2 | Estratégia e Programação da Construção..... | 147 |
| 3.6.2.1 | Pressupostos..... | 147 |
| 3.6.2.2 | Comparação dos Programas de Trabalhos | 148 |
| 3.6.3 | Descrição Geral das Instalações da Fase de Construção..... | 153 |
| 3.6.4 | Escalão de Sra. de Monforte / Derivação da Ribeira das Cabras. Zonamento dos Estaleiros | 154 |
| 3.6.5 | Escalão de Pero Martins / Restituição no Pocinho. Zonamento dos Estaleiros | 154 |
| 3.6.6 | Escalão de Pero Martins / Restituição sobre Contra-embalse. Zonamento dos Estaleiros | 156 |
| 3.6.7 | Elementos Fundamentais da Fase de Construção..... | 156 |
| 3.6.7.1 | Exploração das Pedreiras e Instalações de Processamento de Inertes | 156 |
| 3.6.7.2 | Exploração de Materiais na Construção das Barragens e Circuitos Hidráulicos ... | 157 |
| 3.6.7.3 | Obras de Derivação Provisória..... | 160 |
| 3.7 | Reposições e acessos..... | 163 |
| 3.8 | Custos Totais de Investimento..... | 168 |
| 3.9 | Quadro Síntese..... | 170 |
| 4. | SÍNTESE DA DESCRIÇÃO DO APROVEITAMENTO HIDROELÉCTRICO DO BAIXO SABOR | 173 |
| 4.1 | Localização. Características da Bacia Hidrográfica..... | 173 |
| 4.2 | Soluções Alternativas e Opções Fundamentais..... | 173 |
| 4.3 | Alternativas Seleccionadas para Avaliação. Aspectos Gerais Relativos à Concepção Técnica das Obras..... | 180 |
| 4.4 | Exploração do Empreendimento..... | 188 |
| 4.4.1 | Introdução | 188 |
| 4.4.2 | Condições de Escoamento Analisadas | 188 |
| 4.4.2.1 | Escalão principal – Local de montante / contra-embalse..... | 188 |
| 4.4.2.2 | Escalão principal – Local “de jusante” / contra-embalse..... | 189 |
| 4.4.2.3 | Contra-embalse..... | 189 |
| 4.4.2.4 | Avaliação dos níveis médios da albufeira do escalão principal..... | 191 |
| 4.4.2.5 | Velocidades do nível de água no escalão principal (situações extremas)..... | 192 |
| 4.4.3 | Produção de Energia..... | 192 |
| 4.5 | Fase de Construção..... | 194 |
| 4.5.1 | Zonas de Estaleiro e de Apoio à Construção..... | 194 |
| 4.5.2 | Rebaixamentos dos Fundos a Jusante do Escalão Principal e do Contra-embalse.... | 196 |
| 4.6 | Reposições e Acessos | 197 |
| 4.7 | Actualizações aos Estudos Técnicos de 1996..... | 198 |
| 4.7.1 | Alteração do Regime de Exploração – Análise de Resultados..... | 198 |
| 4.7.2 | Laminação de Cheias..... | 198 |
| 4.7.3 | Custos Totais de Investimento..... | 201 |
| 4.8 | Quadro Síntese..... | 202 |

**CPPE – COMPANHIA PORTUGUESA DE PRODUÇÃO DE
ELECTRICIDADE, S. A.**

**AVALIAÇÃO COMPARADA DOS APROVEITAMENTOS DO BAIXO SABOR E
DO ALTO CÔA**

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

**VOLUME II – IDENTIFICAÇÃO, JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS:
BAIXO SABOR E ALTO CÔA**

ÍNDICE DE FIGURAS

II.1 – INTRODUÇÃO

FIG. II. 1. 1 – Localização dos Aproveitamentos Hidroeléctricos do Baixo Sabor e do Alto Côa..... 5

II.2 – OBJECTIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJECTO

| | |
|--|----|
| FIG. II. 2. 1 – Emissões de Gases com Efeito de Estufa (1990 – 2010)..... | 26 |
| FIG. II. 2. 2 – Redução de Emissões de Gases com Efeito de Estufa..... | 27 |
| FIG. II. 2. 3 – Redução de Emissões de Óxidos de Enxofre..... | 27 |
| FIG. II. 2. 4 – Redução de Emissões de Óxidos de Azoto..... | 28 |
| FIG. II. 2. 5 – Crescimento do Consumo Global de Energia e do Consumo de Electricidade | 29 |
| FIG. II. 2. 6 – Contributo das Energias Renováveis no Consumo de Electricidade (1999) | 30 |
| FIG. II. 2. 7 – Estimativa de Alteração nas Temperaturas Médias Anuais (a) e máxima no Verão (Junho, Julho e Agosto) (b) para o período (2080 – 2100)..... | 32 |
| FIG. II. 2. 8 – Estimativa da Precipitação anual e sazonal em Percentagem (%) (a) Anual; (b) Inverno; (c) Primavera; (d) Verão; (e) Outono | 33 |

II.3 – DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS

| | |
|---|-----|
| FIG. II. 3. 1 – Enquadramento Administrativo | 61 |
| FIG. II. 3. 2 – Áreas com Estatuto de Protecção | 65 |
| FIG. II. 3. 3 – Alto Côa – Hipóteses de Base de Funcionamento..... | 73 |
| FIG. II. 3. 4 – Alto Côa – Esquema 1..... | 83 |
| FIG. II. 3. 5 – Alto Côa – Esquema 2..... | 85 |
| FIG. II. 3. 6 – Local de Implantação da Barragem de Senhora de Monforte..... | 91 |
| FIG. II. 3. 7 – Tipo de Barragem do Escalão de Senhora de Monforte..... | 93 |
| FIG. II. 3. 8 – Local da Barragem de Pero Martins. Vista Geral da Margem Direita..... | 101 |
| FIG. II. 3. 9 – Tipo de Barragem de Pero Martins..... | 103 |
| FIG. II. 3. 10 – Contra-embalse – Barragem..... | 113 |
| FIG. II. 3. 11 – Barragem da Ribeira das Cabras | 117 |
| FIG. II. 3. 12 – Barragem da Ribeira de Massueime..... | 121 |
| FIG. II. 3. 13 – Volumes Médios Mensais Lançados no Rio Côa a Jusante do AHAC..... | 126 |
| FIG. II. 3. 14 – Volumes Lançados no Rio Côa a Jusante do AHAC, no Mês de Julho..... | 127 |
| FIG. II. 3. 15 – Volumes Classificados Lançados a Jusante do AHAC, Mês de Julho..... | 128 |
| FIG. II. 3. 16 – Caudais Classificados Lançados a Jusante do AHAC, Mês de Julho..... | 128 |
| FIG. II. 3. 17 – Caudais Médios Mensais Afluentes à Albufeira do Pocinho de Junho a Setembro | 129 |
| FIG. II. 3. 18 – Volumes Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho)..... | 130 |
| FIG. II. 3. 19 – Volumes Classificados Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho) | 131 |
| FIG. II. 3. 20 – Caudais Classificados Afluentes à Albufeira do Pocinho a Jusante do AHAC (mês de Julho) | 131 |
| FIG. II. 3. 21 – Níveis da Albufeira de Senhora de Monforte. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 1)..... | 137 |
| FIG. II. 3. 22 – Níveis da Albufeira de Pêro Martins. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 1) ... | 137 |
| FIG. II. 3. 23 – Níveis da Albufeira de Senhora de Monforte. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2)..... | 138 |
| FIG. II. 3. 24 – Níveis da Albufeira de Pero Martins. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2) ... | 138 |
| FIG. II. 3. 25 – Níveis da Albufeira do Contra-embalse. Regime Médio, Seco e Húmido (Esquema 2) ... | 139 |
| FIG. II. 3. 26 – Volumes Turbinados e Bombados (hm ³) – Escalão de Sra. Monforte..... | 140 |
| FIG. II. 3. 27 – Volumes Turbinados e Bombados (hm ³) – Escalão de Pero Martins | 141 |
| FIG. II. 3. 28 – Potências Colocadas e Consumidas (Esquema 1) – Estádio 2015..... | 143 |
| FIG. II. 3. 29 – Potências Colocadas e Consumidas (Esquema 2) – Estádio 2015..... | 144 |
| FIG. II. 3. 30 – Utilização da Reserva de Emergência – Potência Colocada (MW)..... | 146 |
| FIG. II. 3. 31 – Enquadramento do Empreendimento do Baixo Sabor | 175 |
| FIG. II. 3. 32 – Local de Jusante e de Montante para o Escalão Principal do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor..... | 177 |
| FIG. II. 3. 33 – Esquemas Alternativos de Funcionamento do Aproveitamento Hidroeléctrico do Baixo Sabor | 181 |
| FIG. II. 3. 34 – Tipos de Barragem Alternativos para o Escalão do Baixo Sabor..... | 183 |

CPPE – COMPANHIA PORTUGUESA DE PRODUÇÃO DE ELECTRICIDADE, S. A.

AVALIAÇÃO COMPARADA DOS APROVEITAMENTOS DO BAIXO SABOR E DO ALTO CÔA

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL

VOLUME II – IDENTIFICAÇÃO, JUSTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS: BAIXO SABOR E ALTO CÔA

ÍNDICE DE QUADROS

II.2 – OBJECTIVOS E JUSTIFICAÇÃO DO PROJECTO

| | |
|--|----|
| Quadro II. 2. 1 – Projecções de Crescimento dos Consumos da Energia Eléctrica (2002 – 2020)..... | 38 |
| Quadro II. 2. 2 – Produção Líquida e Ponta Anual do Consumo Referido à Emissão para o SEP..... | 38 |
| Quadro II. 2. 3 – Caudais de Ponta de Cheia, Registados no Rio Douro..... | 44 |
| Quadro II. 2. 4 – Caudais de Ponta de Cheia, Calculado nos Principais Afluentes do rio Douro em Território Português | 45 |
| Quadro II. 2. 5 – TIR Antes de Impostos do Baixo Sabor e do Alto Côa..... | 55 |

II.3 – DESCRIÇÃO DOS PROJECTOS

| | |
|---|-----|
| Quadro II. 3. 1 – Cotas e Volumes Característicos das Albufeiras..... | 88 |
| Quadro II. 3. 2 – Caudais Médios Mensais Afluentes à Albufeira do Pocinho | 129 |
| Quadro II. 3. 3 – Albufeiras do Alto Côa – Volumes de Encaixe Máximos Mensais (hm ³)..... | 132 |
| Quadro II. 3. 4 – Cotas e Volumes para as Albufeiras dos Escalões Principais de Sr. ^a de Monforte e Pero Martins | 136 |
| Quadro II. 3. 5 – Produção Total (GWh)..... | 142 |
| Quadro II. 3. 6 – Produção Líquida de Bombagem (GWh)..... | 142 |
| Quadro II. 3. 7 – Programa Geral de Trabalhos..... | 149 |
| Quadro II. 3. 8 – Senhora de Monforte – Estimativa dos Volumes de Escavação e de Betão (excluindo escavação em xisto e sobreperfil dos túneis)..... | 158 |
| Quadro II. 3. 9 – Pero Martins – Estimativa dos Volumes de Escavação e de Betão (excluindo escavação em xisto e sobreperfil dos túneis)..... | 159 |
| Quadro II. 3. 10 – Investimentos a Custos Técnicos (milhares de Euros, a preços de 2000)..... | 169 |
| Quadro II. 3. 11 – Estimativas Orçamentais – Resumo (milhares de Euros, a preços de 2000)..... | 169 |
| Quadro II. 3. 12 – Síntese das Acções do Projecto – Alto Côa | 170 |

| | |
|---|-----|
| Quadro II. 3. 13 – Características Técnicas dos Esquemas em Estudo..... | 185 |
| Quadro II. 3. 14 – Barragem do Escalão Principal – Características das Soluções Construtivas..... | 186 |
| Quadro II. 3. 15 – Volumes de Escavação para o Rebaixamento de Fundo a Jusante das Barragens..... | 187 |
| Quadro II. 3. 16 – Produção Total (GWh)..... | 193 |
| Quadro II. 3. 17 – Produção Anual 2020..... | 194 |
| Quadro II. 3. 18 – Laminação das Cheias do Baixo Sabor. Quadro Resumo ($Q_0 = 300 \text{ m}^3/\text{s}$)..... | 200 |
| Quadro II. 3. 19 – Investimento a Custos Técnicos (milhares de Euros, a preços de 2000)..... | 201 |
| Quadro II. 3. 20 – Síntese das Acções do Projecto – Baixo Sabor..... | 202 |