

MINISTÉRIO DAS OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES E COMUNICAÇÕES
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE BARRAGENS
NÚCLEO DE ESTUDOS ESPECIAIS

Proc. 46/43

RELATÓRIO DE ACTIVIDADES DO ESTAGIÁRIO DE INVESTIGAÇÃO
ANTÓNIO LOPES BAPTISTA

Lisboa, Outubro de 1988

INDICE

1 - INTRODUÇÃO	1
2 - ELEMENTOS BIOGRÁFICOS E CURRICULARES	3
2.1 - <u>Dados biográficos</u>	3
2.2 - <u>Actividade profissional no LNEC</u>	3
2.3 - <u>Actividade profissional no exterior</u>	3
3 - ACTIVIDADES CIENTÍFICAS E TÉCNICAS	4
3.1 - <u>Generalidades</u>	4
3.2 - <u>Aquisição e aperfeiçoamento de conhecimentos</u>	5
3.3 - <u>Participação em trabalhos</u> <u>de investigação programada</u>	7
3.4 - <u>Participação em estudos</u> <u>de investigação por contrato</u>	10
3.5 - <u>Apoio à indústria da construção</u>	13
3.6 - <u>Outras actividades</u>	13
3.7 - <u>Actividades técnicas no exterior</u>	14
4 - ELEMENTOS BIBLIOGRÁFICOS	15
4.1 - <u>Relatórios</u>	15
4.2 - <u>Comunicações</u>	16
5 - BREVE APRECIACÃO DA ACTIVIDADE DESENVOLVIDA. PERSPECTIVAS DE TRABALHO FUTURAS	18

RELATÓRIO DE ACTIVIDADES DO ESTAGIÁRIO DE INVESTIGAÇÃO

ANTÓNIO LOPES BAPTISTA

1 - INTRODUÇÃO

1.1 - Em Janeiro de 1987 foi apresentado pelo Estagiário de Investigação (EI), de acordo com o nº 1 do artigo 3º do Regulamento das Actividades de Formação e das Avaliações dos Estagiários de Investigação e dos Assistentes de Investigação (Decreto Regulamentar nº 62/82, de 24 de Setembro), um Plano de Actividades onde estavam previstas as tarefas a desenvolver durante o estágio, no âmbito do estipulado no conteúdo funcional da categoria, que prevê a integração nas actividades gerais do LNEC, e do DB em particular, e a execução, sob a orientação de um investigador, de trabalhos de investigação.

Tal como previsto nesse plano, "no final do seu estágio, e como corolário deste, deverá o EI elaborar um relatório em que evidencie os conhecimentos gerais adquiridos, em particular sobre as actividades desenvolvidas no Núcleo; relate a participação em trabalhos realizados, quer pedidos ao Núcleo quer de investigação aplicada; e revele a sua integração no Núcleo e no Departamento".

O presente documento visa satisfazer o proposto no Plano de Actividades e facultar a prova de acesso à categoria de Assistente de Investigação.

1.2 - Durante o estágio, o EI participou em diversos estudos integrados no Plano de Investimentos e de Despesas de Desenvolvimento da Administração Central (PIDDAC), e, também, em trabalhos realizados para diversas entidades, por contrato, que possuíam, na sua maioria, componentes teóricas e práticas, contribuindo

assim para a sua iniciação na carreira de investigação no domínio das barragens de betão.

Na sequência destas actividades, esteve envolvido na elaboração de relatórios e comunicações, e participou em diversas reuniões técnicas, que contribuíram para o aperfeiçoamento dos seus conhecimentos científicos e técnicos.

Foi-lhe solicitada, embora esporadicamente, a participação em outras tarefas, nomeadamente na análise de diversas estruturas pelo método dos elementos finitos, contribuindo estas para a sua formação de âmbito geral, tanto na utilização de meios e equipamentos informáticos, como também na selecção e uso de modelos apropriados.

1.3 - O EI tem dado especial atenção à formação no domínio das barragens de betão, aprofundando o tema da análise do seu comportamento por meio de modelos matemáticos.

Com o objectivo de cimentar conhecimentos neste campo, o EI esteve envolvido, durante o período de estágio, no aperfeiçoamento da formulação de elementos finitos de casca espessa, anteriormente já desenvolvida no NEE; na formulação de um elemento de apoio na fundação, compatível com o elemento de casca espessa, a partir da conhecida técnica dos coeficientes de Vogt, habitualmente utilizada no estudo de barragens abóbada; e, posteriormente, no desenvolvimento e utilização do correspondente programa de cálculo automático.

Este trabalho, que se pode classificar como um trabalho de estágio, foi apresentado no relatório intitulado "Elementos finitos curvos de casca espessa para estudo de estruturas laminares".

2 - ELEMENTOS BIOGRÁFICOS E CURRICULARES

2.1 - Dados biográficos

- António Lopes Baptista.
- Nascido em 10 de Outubro de 1960, em Santo Estêvão -
- Chaves.
- Licenciado em Engenharia Civil, ramo de Estruturas, pelo
Instituto Superior Técnico (Universidade Técnica de Lisboa), em 1983, com a classificação final de 16 valores.

2.2 - Actividade profissional no LNEC

- Aluno bolseiro do Núcleo de Análise Estrutural (NAE) do
Departamento de Estruturas (DE) de Maio de 1982 a Outubro
de 1983.
- Engenheiro bolseiro do NAE de Outubro de 1983 a Março de
1984.
- Estagiário de Investigação do Núcleo de Estudos Especiais
(NEE) do Departamento de Barragens (DB) desde Julho de
1986 até à presente data.

2.3 - Actividade profissional no exterior

- Actividade, em regime de profissão liberal: i) como cola-
borador do Eng. Armando Rito no projecto de pontes, de
Agosto de 1984 a Janeiro de 1988; e ii) no projecto de
algumas estruturas em betão armado.

3 - ACTIVIDADES CIENTÍFICAS E TÉCNICAS

3.1 - Generalidades

O EI iniciou as suas actividades no LNEC em Maio de 1982, como bolseiro em regime de tempo parcial, no Núcleo de Análise Estrutural do Departamento de Estruturas, tendo prestado colaboração neste núcleo até Março de 1984, data da sua incorporação no serviço militar. Esta colaboração teve incidência nos trabalhos então em curso, nomeadamente os referentes à exploração dos programas de cálculo automático por utilizadores exteriores e os referentes aos estudos de aplicação das novas definições das acções sísmicas no Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) a edifícios. Durante este período, frequentou ainda o módulo de Dinâmica de Estruturas do curso de formação em edifícios.

Desde o seu ingresso no Núcleo de Estudos Especiais em 1 de Julho de 1986 tem estado integrado numa equipa de trabalho responsável por estudos no domínio das barragens de betão, orientada pelos Engs. José Oliveira Pedro e Carlos Pina; nos contactos que tem mantido com o Núcleo de Dimensionamento Experimental (NDE) do DB, a sua orientação tem sido assegurada pela Enga. Maria da Conceição Cruz Azevedo.

As actividades desenvolvidas durante o estágio podem organizar-se nos grupos seguintes:

- aquisição e aperfeiçoamento de conhecimentos.
- participação em trabalhos de investigação programada.
- participação em estudos de investigação por contrato.
- participação em trabalhos de apoio à indústria da construção.

3.2 - Aquisição e aperfeiçoamento de conhecimentos

3.2.1 - O estudo de matérias básicas e de ciências e técnicas da especialidade tem vindo a ser feito através do recurso à bibliografia aconselhada no Plano de Actividades e a outras publicações cuja consulta foi julgada conveniente para a execução dos trabalhos em que o EI tem estado envolvido. Na bibliografia consultada destacam-se, pelo seu interesse, diversos relatórios e documentos técnicos publicados no LNEC, em geral, e da responsabilidade do DB, em particular. De entre estes, refiram-se os numerosos trabalhos realizados entre as décadas de 50 e 70, período em que houve uma evolução muito grande na engenharia de barragens portuguesa.

A necessidade de possuir uma base sólida de conhecimentos no domínio das ciências básicas estimulou no EI o estudo de diversos assuntos, tendo sido dispensada particular atenção ao estudo de: análise matemática e álgebra; teoria das estruturas e teoria da elasticidade; métodos numéricos para análise estrutural, em particular o método dos elementos finitos; e cálculo automático e programação.

3.2.2 - A formação geral no domínio das barragens de betão tem-se desenvolvido em paralelo com a execução de diversos estudos.

A participação em estudos de aplicação sobre barragens de diferentes tipos e em diferentes fases da sua vida útil, tem proporcionado o conhecimento das principais características das estruturas e dos problemas específicos inerentes a cada tipo. São exemplo disto os estudos sobre as barragens de Corgas (perfil de gravidade, em construção), da Bouçã (abóbada simples, com obras de tratamento da fundação em 1987) e de Crestuma (tipo móvel, que se encontra nos primeiros anos de exploração).

Estes estudos de aplicação têm sensibilizado o EI para a

necessidade de definir modelos adequados para as acções, para o comportamento dos materiais e para o comportamento estrutural. Em alguns casos o EI melhorou os sistemas de programas de cálculo automático existentes através da inserção de módulos que permitissem a representação desses modelos.

3.2.3 - O EI tem mantido contactos regulares com o Núcleo de Dimensionamento Experimental no sentido de complementar a sua formação no domínio da análise estrutural de barragens de betão. Têm-lhe sido ministrados conhecimentos sobre a teoria da semelhança mecânica e sobre as técnicas de ensaio dos modelos, e foram-lhe referidas as dificuldades de execução dos ensaios, em particular, quando estes são realizados até à rotura.

Acompanhou a construção e alguns ensaios dos modelos da barragem do Caldeirão. Estes ensaios, sob a acção da pressão hidrostática, limitaram-se ao domínio elástico da estrutura.

Assistiu ainda a alguns ensaios dos modelos das barragens de Steno e de Cambambe: os da primeira relativos a um cenário de rotura da abóbada provocado pelo movimento diferencial entre os bordos de uma falha existente no fundo do vale; e os da segunda relativos a um cenário de rotura do conjunto abóbada-fundação provocado pela acção da pressão hidrostática e pelo aumento da subpressão nas diaclases do maciço de fundação na zona do encontro da margem direita.

Relativamente ao estudo da barragem de Steno, o EI colaborou na análise pelo método dos elementos finitos do modelo de casca delgada elasticamente apoiado na fundação, elaborado para apoio ao plano de instrumentação e à interpretação dos resultados dos ensaios.

3.2.4 - O candidato participou nas seguintes reuniões científicas e técnicas:

- 1.º Encontro Nacional sobre Análise Experimental de Tensões (LNEC, Novembro de 1986)
- International Workshop on Arch Dams (Universidade de Coimbra, Abril de 1987)
- Conferência Ibero-Americana sobre Aproveitamentos Hidráulicos (LNEC, Junho de 1987)
- Congresso sobre Informática na Indústria da Construção (LNEC, Novembro de 1987)

A este conjunto de acções, com duração de cerca de uma semana cada, deve acrescentar-se a assistência a um número apreciável de conferências realizadas, na sua maior parte no LNEC, por especialistas nacionais e estrangeiros, com especial relevo para as patrocinadas pela Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET) e pelo próprio LNEC.

3.3 - Participação em trabalhos de investigação programada

3.3.1 - Nos estudos de estruturas laminares planas ou de pequena curvatura, sujeitas a solicitações estáticas quaisquer, têm sido correntemente utilizados no NEE elementos finitos triangulares planos de casca delgada para aproximar a respectiva superfície média. A utilização sistemática dos programas de cálculo automático baseados no modelo de casca delgada têm permitido obter resultados com aproximação suficiente, em especial no estudo de cenários correntes em barragens abóbada (quando comparados com os resultados da observação). A utilização deste tipo de modelo, não permitindo a determinação das tensões tangenciais em facetas paralelas à superfície média da casca, pode tornar-se insuficiente no estudo de cenários de rotura.

Elementos finitos curvos de casca espessa derivados de elementos tridimensionais do segundo grau, mas com funções lineares através da espessura, têm sido pouco utilizados, dado que exigem um maior esforço, quer no estabelecimento da topologia e incidências dos modelos, quer no cálculo automático. Modelos de casca espessa permitem, no entanto, determinar as tensões tangenciais referidas e, por outro lado, recorrendo a elementos curvos, aproximar melhor a geometria da estrutura.

As capacidades do computador digital actualmente instalado no LNEC colocaram em plano secundário as preocupações anteriormente existentes em relação às restrições de memória central e auxiliar, e aos elevados tempos de cálculo, mesmo para análises não lineares por processos iterativos, pelo que é possível utilizar correntemente programas baseados em modelos mais elaborados.

O EI desenvolveu, a partir de uma formulação anteriormente estabelecida no NEE, a formulação em deslocamentos de um elemento finito de casca espessa, derivado de elementos tridimensionais parabólicos isoparamétricos. Foram introduzidas algumas alterações nos processos numéricos de cálculo da matriz de rigidez elementar e dos vectores de forças nodais equivalentes às solicitações, no sentido de simplificar a sua obtenção.

Para atender às características de deformabilidade da fundação, foi deduzida a matriz de rigidez de um elemento de superfície, compatível com o elemento de casca espessa, e correspondente à introdução no modelo da deformabilidade da fundação pela técnica dos coeficientes de Vogt, com a qual se têm obtido bons resultados.

As formulações referidas deram origem a um programa de cálculo automático, o qual foi utilizado na análise de algumas estruturas, já estudadas por outros modelos e métodos, no sentido

de testar o grau de aproximação dos resultados. O leque de estudos efectuados ainda é muito reduzido, mas permitiu concluir que é possível realizar a análise de barragens abóbada, para solicitações estáticas, com pequenos tempos de cálculo (da ordem do minuto), e resultados com boa aproximação.

Refira-se ainda que neste programa de cálculo se utilizou a técnica de armazenamento da matriz de rigidez global em perfil por altura efectiva de coluna, associada ao método de Cholesky para resolução dos sistemas de equações. Estes dois algoritmos conjugados apresentam vantagens significativas sobre a técnica corrente de armazenamento por largura de semibanda associada ao método de Gauss para resolução dos sistemas, quer em economia de memória, quer em tempo de utilização efectiva de computador (CPU).

Prevê-se que, a curto prazo, seja introduzida no modelo a possibilidade de considerar fases de construção e comportamentos físicos não-lineares para os materiais.

3.3.2 - O estudo do comportamento de estruturas hidráulicas tendo em consideração os efeitos do tempo e da rotura, por meio de modelos matemáticos, tem tido um incremento crescente no NEE nos últimos anos.

As hipóteses de linearidade física e geométrica, tradicionalmente adoptadas para o estudo de combinações de acções representativas de condições normais de exploração das estruturas (peso próprio, acções da água e das variações de temperatura, e mesmo sismos de intensidade fraca ou moderada), são aceitáveis em face dos baixos níveis de tensões que se verificam nestas condições.

O problema da quantificação da segurança de barragens abóbada em relação à rotura, para hipotéticos cenários de risco, foi

tratado, na década de 60, através de ensaios até à rotura de modelos físicos. No entanto, a grande versatilidade dos métodos matemáticos torna-os adequados para estudos de simulação da rotura, dado que, nos modelos físicos, a situação de rotura corresponde à destruição do modelo.

O estudo do comportamento de barragens de betão tendo em consideração os efeitos do tempo, por intermédio de modelos matemáticos, tem vindo a ser desenvolvido recentemente. Um modelo simples, em que são considerados um número reduzido de parâmetros para caracterizar o comportamento reológico dos materiais, foi utilizado no estudo de duas barragens portuguesas, com resultados semelhantes aos obtidos durante a observação do comportamento das obras.

O EI tem participado nos trabalhos relativos aos temas acima indicados. A sua intervenção centrou-se no aperfeiçoamento e programação de alguns dos métodos desenvolvidos, e na sua aplicação ao estudo do comportamento das barragens de Crestuma, Bouçã e Steno.

Ainda no campo do estudo do comportamento de estruturas hidráulicas tendo em conta os efeitos da rotura, o EI desenvolveu um novo módulo, que foi acoplado aos três existentes, do programa de cálculo automático para estudo de equilíbrios planos. Este novo módulo destina-se a avaliar os coeficientes de segurança em relação à rotura global ou pontual, por corte, ao longo de potenciais superfícies de menor resistência da fundação ou da própria barragem.

3.4 - Participação em estudos de investigação por contrato

3.4.1 - O EI participou em três estudos de aplicação, que lhe permitiram adquirir alguma experiência prática, complementar

aspectos teóricos do trabalho de investigação programada, e identificar orientações para futuros trabalhos de investigação. Estes estudos por contrato incidiram sobre aspectos da segurança estrutural das barragens de Crestuma, da Bouçã e de Corgas.

3.4.2 - O estudo do comportamento do pilar central da barragem de Crestuma iniciou-se para apoiar o controlo da segurança da barragem na previsão e interpretação do comportamento durante o primeiro enchimento da albufeira. Foi utilizado um modelo plano representativo do pilar e do meio envolvente, o qual foi analisado pelo método dos elementos finitos. Posteriormente complementou-se este trabalho fazendo-se uma previsão do comportamento após o primeiro enchimento, tendo-se já comparado os primeiros resultados da observação contínua da obra com os previstos.

O comportamento estrutural do pilar é fortemente condicionado pelas variações de temperatura sazonais. Considerando hipóteses sobre a forma das funções representativas das temperaturas ao longo do ano que ocorrem em cada ponto dos meios englobados no modelo, foi possível modelar analiticamente essas variações de temperatura através do tratamento numérico dos valores das leituras realizadas nos aparelhos de medida de temperatura instalados no corpo do pilar, na albufeira e na vizinhança da barragem, até Janeiro de 1987.

Os estudos efectuados permitiram verificar uma concordância satisfatória entre os deslocamentos calculados e os observados nos fios de prumo invertidos instalados no pilar, durante o primeiro enchimento e nos dois primeiros anos de exploração do aproveitamento.

Este estudo possibilitou uma ampla discussão sobre as hipóteses consideradas nos modelos de comportamento dos materiais e do próprio pilar, incluindo os efeitos do tempo, e nos modelos

das acções.

3.4.3 - Para apoiar o controlo da segurança estrutural da barragem da Bouçã durante o tratamento da fundação em 1987, foi realizado um estudo sobre o comportamento da estrutura, com base num modelo de casca delgada.

A barragem da Bouçã é uma abóbada simples muito esbelta e, conseqüentemente, a sua resposta estrutural é muito sensível às variações de temperatura que ocorrem ao longo do ano. Assim, e tal como tinha acontecido no estudo da barragem de Crestuma, foi necessário estimar as variações térmicas no betão, no ar e na água da albufeira através do tratamento numérico da informação disponível desde a construção da barragem, com o objectivo de estimar, em cada ponto da volume da barragem, as acções térmicas anuais.

Utilizou-se na análise do comportamento estrutural da barragem o método dos elementos finitos, tendo-se efectuado a calibração do modelo estrutural e do modelo das acções por meio da comparação entre deslocamentos radiais de pontos significativos da consola central, obtidos numericamente, com os observados em períodos de vida da obra recentes.

O estudo foi realizado antes do início do esvaziamento da albufeira e englobou, para além do curto intervalo de tempo em que este decorreu, os períodos relativos às obras de tratamento da fundação e enchimento da albufeira seguinte. As previsões efectuadas, em termos de deslocamentos para vários pontos representativos do comportamento global da abóbada, ajustaram-se satisfatoriamente aos valores observados, em todos estes períodos.

3.4.4 - Relativamente à barragem de Corgas, cuja construção esteve interrompida durante um largo período de tempo, a Direcção Geral de Recursos Naturais (DGRN) solicitou um estudo de verifi-

cação da segurança da nova solução adoptada em função das características previsíveis do maciço de fundação.

Tratando-se de uma barragem de gravidade, no estudo adoptou-se um modelo plano, englobando a parte central da barragem e a zona adjacente do maciço de fundação. A análise foi realizada pelo método dos elementos finitos, e incidiu especialmente sobre a influência das características da junta betão-rocha e de superfícies de descontinuidade existentes no maciço rochoso, quer na estabilidade global da estrutura, quer ainda no seu comportamento localizado.

Considerando os resultados do estudo de caracterização do maciço de fundação e do betão da barragem aplicado na primeira etapa da sua construção, realizado pelo Núcleo de Fundações Rochosas (NFR), prevê-se a conclusão deste trabalho para breve.

3.5 - Apoio à indústria da construção

O EI tem prestado apoio e realizado diversos cálculos em computador para utilizadores exteriores dos programas de cálculo existentes na biblioteca do NEE. De entre os trabalhos realizados há que destacar, pela sua importância, os seguintes:

- Estudo de um troço do tabuleiro da ponte sobre o rio Arade, utilizando um modelo de casca delgada.
- Estudo do conjunto estacas-fundação de uma das torres da ponte sobre o rio Guadiana, usando um modelo plano.

3.6 - Outras actividades

Como um dos representantes do DB, o EI pertence à Comissão de Utilizadores de Computadores (CUC), fazendo parte do seu Secretariado desde Maio de 1988.

Secretariou uma das sessões do Congresso sobre Informática na Indústria da Construção (CIIC-87), realizado no LNEC em Novembro de 1987.

3.7 - Actividades técnicas no exterior

3.7.1 - O candidato desenvolveu, entre Agosto de 1984 e Janeiro de 1988, actividade técnica no exterior, tendo colaborado com o Eng. Armando Rito em diversos projectos de pontes e viadutos, destacando-se os seguintes:

- Pontes sobre o rio Arade e a ribeira de Boina na EN 125, em Portimão.
- Ponte sobre o rio Tua na EN 314-1.
- Pontes sobre o rio Alva na albufeira da barragem de Fro-nhas.
- Pontes sobre os rios Levira, Largo e Ponte no sublanço Mealhada-Águeda da Auto-Estrada do Norte.
- Viaduto sobre a ribeira do Fontão no sublanço Aveiro(Sul)-Albergaria da Auto-Estrada do Norte.

Projectou ainda algumas estruturas de edifícios de pequeno porte, em betão armado.

3.7.2 - Participou ainda no 1.º Encontro Nacional sobre Estruturas Pré-Esforçadas, promovido pelo Grupo Português de Pré-Esforçado (GPPE), e realizado no LNEC em Outubro de 1986.

4 - ELEMENTOS BIBLIOGRÁFICOS

4.1 - Relatórios

- 1 - Pina, C.; Baptista, A.L. - "Estudo do comportamento até à rotura de uma barragem abóbada pelo método dos elementos finitos". (Proc. 46/13/7302 e 46/13/7304), Janeiro de 1987.

Neste relatório apresenta-se o estudo até à rotura da barragem da Bouçã para um cenário correspondente à minoração das resistências do betão.

Utiliza-se um modelo matemático de casca delgada, admitindo a hipótese de comportamento elastoplástico dos materiais. Na análise do modelo utiliza-se o método dos elementos finitos, com uma técnica de tensões iniciais para estudo do comportamento físico não linear.

Comparam-se os resultados com os obtidos por métodos experimentais para o mesmo cenário de risco.

- 2 - Pina, C.; Baptista, A.L. - "Estudo do comportamento de um pilar da barragem de Crestuma". (Proc. 46/13/9223 e Obra 46/53/300), Julho de 1988.

Apresenta-se o estudo do comportamento do pilar central da barragem de Crestuma, utilizando modelos matemáticos para idealizar as acções e o comportamento estrutural. Estes modelos apoiaram o controlo da segurança da barragem na previsão e interpretação do comportamento durante o primeiro enchimento da albufeira, em consonância com o plano de observação estipulado para esse período, e na previsão do comportamento após o primeiro enchimento, tendo-se comparado os primeiros resultados da observação com

os previstos.

No relatório apresentam-se ainda os estados de tensão no pilar para cenários correntes, obtidos por meio dos modelos referidos.

- 3 - Baptista, A.L.; Pina, C. - "Elementos finitos curvos de casca espessa para estudo de estruturas laminares". (Proc. 46/13/9379), Outubro de 1988.

Neste trabalho referem-se as principais hipóteses do modelo de casca espessa, utilizado para o estudo de estruturas laminares, quando solicitadas por acções estáticas.

Desenvolve-se, a partir de uma formulação já estabelecida anteriormente, a formulação em deslocamentos de um elemento de casca espessa derivado de elementos tridimensionais parabólicos, e deduz-se a formulação, também em deslocamentos, de um elemento de superfície correspondente à introdução no modelo da deformabilidade da fundação através da conhecida técnica dos coeficientes de Vogt.

Apresentam-se alguns exemplos que demonstram a viabilidade e o interesse da realização destes estudos.

4.2 - Comunicações

- 1 - Pina, C.; Baptista, A.L. - "Estudo do comportamento até à rotura de barragens abóbada. Comparação de resultados obtidos por métodos analíticos e experimentais". 1ª Encontro Nacional sobre Análise Experimental de Tensões, Lisboa, 1986, (Proc. 46/13/7302).

- 2 - Pina, C.; Baptista, A.L. - "Resolução de sistemas de equações na análise estrutural de barragens abóbada". Congresso sobre Informática na Indústria da Construção, Lisboa, 1987, (Proc. 46/13/7303).
- 3 - Pina, C.; Câmara, R.; Baptista, A.L. - "Programas de cálculo para estudo de estruturas laminares e maciças". Congresso sobre Informática na Indústria da Construção, Lisboa, 1987, (Proc. 46/13/7303).
- 4 - Pina, C.; Rolo, F.M.; Baptista, A.L.; Rocha, M.E.; Costa, A.M.; Lema, A.S. - "Controlo da segurança estrutural da barragem da Bouçã durante o tratamento da fundação em 1987". Congresso 88 da Ordem dos Engenheiros, Porto, 1988, (Proc. 46/13/9223). Publicada no nº 22 da revista Ingenium, Julho/Agosto 1988.
- 5 - Rito, A.; Baptista, A.L. - "Pontes construídas tramo a tramo sobre cimbra superior auto-lançável". 1ª Encontro Nacional sobre Estruturas Pré-Esforçadas, Lisboa, 1986.
- 6 - Rito, A.; Baptista, A.L. - "Alguns aspectos da aplicação do REBAP ao projecto de pontes". Jornadas sobre a Aplicação da Nova Regulamentação de Estruturas, Porto, 1988.

5 - BREVE APRECIACÃO DA ACTIVIDADE DESENVOLVIDA. PERSPECTIVAS DE TRABALHO FUTURAS

5.1 - O EI tem procurado, desde o seu ingresso no Departamento de Barragens, participar da melhor forma nas actividades do Núcleo de Estudos Especiais. Estas actividades possibilitaram-lhe o aperfeiçoamento dos conhecimentos científicos e técnicos, sendo de realçar a formação obtida no domínio da análise do comportamento de barragens de betão, para solicitações estáticas, por meio de modelos e métodos matemáticos.

A descrição circunstanciada dos trabalhos desenvolvidos durante o estágio mostra que o EI tratou temas importantes do âmbito do NEE, em particular, e do DB, em geral. Considera-se do maior interesse as actividades realizadas em conjunto com outros núcleos do DB, nomeadamente o NDE e o NO, que lhe proporcionaram uma perspectiva mais ampla dos conhecimentos e da problemática inerentes às barragens de betão.

O EI considera que a actividade desenvolvida foi positiva, contribuindo para a sua formação profissional, e criando boas condições para o prosseguimento da sua carreira no LNEC.

5.2 - Julga-se que as actividades realizadas no exterior contribuíram para a sua formação geral em engenharia de estruturas, principalmente pela vivência que lhe proporcionou dos problemas específicos do projecto e execução de estruturas.

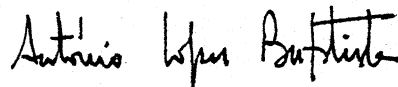
5.3 - Presentemente encontra-se envolvido na conclusão de alguns trabalhos de investigação por contrato, nomeadamente os referentes às barragens da Bouçã e de Corgas.

Prevê-se que no futuro próximo continue a colaborar nos estudos pedidos ao NEE e, para além de acompanhar trabalhos de

investigação programada com interesse para a sua formação, deva participar em estudos no domínio do comportamento de estruturas hidráulicas, tendo em consideração os efeitos do tempo. Estes estudos devem incidir no aperfeiçoamento dos modelos e métodos já existentes, e na pesquisa de novos modelos analíticos que melhor representem o comportamento observado destas estruturas.

Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Outubro de 1988

O Estagiário de Investigação



António Lopes Baptista