

A MODERNIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DE BARRAGENS: O SISTEMA GESTBARRAGENS

Eliane PORTELA¹, Carlos PINA¹,
Alberto Rodrigues da SILVA², Helena GALHARDAS², José BARATEIRO²

RESUMO

As inovações tecnológicas, nomeadamente nas áreas das tecnologias e sistemas de informação e do conhecimento colocam à disposição da sociedade ferramentas para o desenvolvimento de sistemas que podem contribuir de forma significativa para apoiar as actividades do controlo de segurança de barragens, através, nomeadamente, da disseminação do conhecimento especializado, da automatização de processos, da formação técnica de novas equipas especializadas, entre outros.

Este trabalho tem como principal objectivo apresentar uma proposta inovadora de modernização das actividades subjacente ao controlo de segurança de grandes barragens de betão com base em processos automatizados e com características inteligentes.

Neste contexto, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) promoveu, no início de 2004, o desenvolvimento do sistema GESTBARRAGENS, tendo como parceiros o Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores: Investigação e Desenvolvimento (INESC-ID) e a Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade (CPPE/EDP).

Palavras-chave: Barragem, Controlo de Segurança Estrutural, Sistema de Informação

¹ LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa.

² INESC-ID – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores: Investigação e Desenvolvimento, Lisboa.

1 – INTRODUÇÃO

O conceito de modernização está intrinsecamente relacionado com o aparecimento de novos sistemas que irão dar resposta a novas necessidades, ou ainda com a adaptação de sistemas existentes a novas realidades. A noção de mudança está naturalmente subjacente à modernização. É possível encetar mudanças partindo de duas posturas básicas: a ruptura, ou seja, a reinvenção de processos e meios, ou a continuidade, ou seja, a reavaliação de processos e meios. Porém, só podem existir alterações de processos quando se conhecem, a fundo, os já existentes.

Praticamente, desde a sua fundação, o LNEC, que completa brevemente 60 anos, tem vindo a dar uma importância significativa à segurança das barragens. A experiência acumulada ao longo de largos anos permitiu ao Departamento de Barragens de Betão (DBB) incorporar no seu seio as melhores práticas subjacentes ao controlo de segurança de barragens. Estabeleceram-se procedimentos e critérios de análise das condições de segurança destas obras consubstanciados nos estudos de projecto (incluindo a definição dos Planos de Observação), no acompanhamento da construção das obras (com o planeamento e a execução de ensaios, a concretização dos sistemas de observação e o controlo da segurança nesta fase) e, finalmente, no acompanhamento das fases de primeiro enchimento e de exploração das obras, com uma intervenção sistemática nas diferentes vertentes do controlo de segurança estrutural.

Neste contexto, o DBB vem sentindo, há vários anos, a necessidade de modernizar os seus sistemas informáticos. As mudanças implicam ultrapassar muitos obstáculos, de entre os quais a própria “decisão de mudança”. O resultado desta “vontade de mudar” está a ser concretizado através de um grande desafio: o desenvolvimento de um sistema de informação para suportar todas as actividades do controlo de segurança de barragens de betão, o sistema GESTBARRAGENS.

Contando com a parceria do INESC-ID, particularmente no que se refere aos meios tecnológicos de implementação de um sistema de informação, e com a CPPE/EDP como entidade receptora que demonstrará a viabilidade do GESTBARRAGENS, o LNEC promoveu uma candidatura ao programa PRIME – Programa de Incentivos à Modernização da Economia através da Medida 5.1 – Medida de Apoio às Actuais Infra-estruturas Tecnológicas de Formação e da Qualidade para o co-financiamento do projecto, a qual mereceu a aprovação do Ministério da Economia. O projecto tem uma duração de 24 meses e teve início em Janeiro de 2004, SILVA et al. (2002).

2 - ASPECTOS GERAIS

Três grandes linhas de acção norteiam a actividade geral do LNEC: a INOVAÇÃO, decorrente em larga medida da investigação programada; a APLICAÇÃO de novos conhecimentos nos programas de investigação por contrato, que visam a resolução de problemas específicos no âmbito da engenharia civil e da indústria da construção; e a DIFUSÃO desses conhecimentos no meio científico e técnico nacional, PEDRO et al. (1988). É precisamente na primeira linha referida que se insere o desenvolvimento do sistema GESTBARRAGENS, que permitirá melhorar as metodologias do controlo de segurança de barragens através da incorporação de novos conhecimentos e novas tecnologias de sistemas de informação.

Por outro lado, com a promoção do desenvolvimento do sistema GESTBARRAGENS o Departamento de Barragens de Betão procura preencher uma lacuna, existente no meio nacional, relativa à utilização de sistemas de apoio à decisão no contexto do controlo de

segurança de barragens.

O DBB é, actualmente, constituído por quatro núcleos, todos eles com uma participação activa no desenvolvimento do projecto GESTBARRAGENS:

- **Núcleo de Observação:** A este Núcleo cabe a realização de estudos no domínio da instrumentação, observação e controlo do comportamento estrutural de barragens de betão, durante as fases de construção e exploração. É também a este Núcleo que estão atribuídas as funções regulamentares cometidas ao LNEC em matéria de segurança estrutural de barragens de betão (Regulamento de Segurança de Barragens, Decreto-Lei nº11/90). A massa de informação obtida com estas actividades tem contribuído consideravelmente para a segurança e a economia das soluções adoptadas mais recentemente. Além disso, muitos dos fenómenos que têm ocorrido nas barragens têm sido interpretados e outros estão a ser investigados. Grande parte da aparelhagem de observação utilizada nas barragens (tal como marcas de pontaria, alvos de alinhamento, miras, coordenómetros, alongómetros, termómetros de resistência, pares termoeléctricos, extensómetros acústicos, etc.) foi estudada e construída nas oficinas do LNEC, muito particularmente nas primeiras obras instrumentadas em Portugal. O planeamento da observação, a colocação da aparelhagem, a leitura periódica dos aparelhos, a compilação dos dados e a sua interpretação constituem as principais actividades deste Núcleo.
- **Núcleo de Modelação Matemática e Física:** A actividade deste Núcleo tem por objectivo o desenvolvimento e aplicação de modelos matemáticos e físicos para a análise do comportamento estrutural de barragens de betão. A investigação nesta área permitiu acumular uma vastíssima experiência, da qual resultou uma importante contribuição para a eficiência e economia de muitas obras nacionais e estrangeiras e para o progresso dos conhecimentos sobre o comportamento das barragens de betão.
- **Núcleo de Fundações e Obras Subterrâneas:** Este núcleo tem como principais objectivos o desenvolvimento de técnicas de estudo e investigação do comportamento dos maciços rochosos, a condução de ensaios para caracterização das propriedades dos maciços rochosos e o julgamento da segurança de fundações rochosas.
- **Núcleo de Geodesia Aplicada:** A actividade deste Núcleo tem por objectivo o desenvolvimento e aplicação de métodos geodésicos à observação do comportamento de obras, nomeadamente barragens. A realização de campanhas de observação geodésica, integradas nos planos de observação de grandes barragens de betão, constitui uma das principais actividades deste Núcleo.

Tendo por base a estrutura orgânica do DBB, é fácil constatar a diversidade de actividades englobadas no controlo de segurança estrutural das barragens e o grau de exigência requerido pelo conjunto de tarefas a que os responsáveis pela segurança das obras estão sujeitos. O grande desafio deste projecto situa-se na integração, num sistema de gestão inovador, de todas as necessidades e requisitos levantados por cada um dos núcleos, e que correspondem também a algumas das principais preocupações das entidades responsáveis pelas obras.

Para o cumprimento das suas responsabilidades, o Núcleo de Observação desenvolveu, há cerca de três décadas, uma ferramenta informática denominada SIOBE (Sistema Informático de Observação de Barragens de Betão). Este sistema encontra-se actualmente em funcionamento no LNEC, nalguns Donos de Obras e nalgumas barragens em território nacional e internacional. Ao longo dos anos, o SIOBE tem sido objecto de diversos desenvolvimentos sem que, no entanto, se tenha alterado a sua estrutura tecnológica

subjacente. De facto, as suas aplicações são desenvolvidas em FORTRAN e a informação é mantida em ficheiros binários com modelos de representação de baixo nível. Mesmo em termos do sistema operativo, estas aplicações correm em MS-DOS, plataforma esta que tem sido abandonada ao longo dos anos, sendo substituída por outras mais versáteis e de melhor desempenho. Por outro lado, o SIOBE permite apenas o armazenamento, tratamento e exploração de informação numérica e não está convenientemente preparado para lidar com a cada vez mais frequente recolha automática de dados.

Para além da leitura periódica da aparelhagem instalada nas barragens, é fundamental para o controlo de segurança a realização de criteriosas inspecções visuais por pessoal especializado. A este respeito, têm sido desenvolvidos alguns estudos com vista a uma sistematização e padronização dos aspectos mais relevantes relacionados com estas inspecções, PORTELA (1999). Na sequência destes estudos desenvolveu-se um protótipo de aplicação informática, com vista a suportar o processo das inspecções visuais. Contudo, qualquer destes trabalhos ainda não teve a sequência necessária de forma a ser adoptado de forma sistemática, quer internamente, no LNEC, quer por outras entidades envolvidas no controlo de segurança.

Foi neste contexto que o DBB, particularmente o Núcleo de Observação, sentiu a necessidade de modernizar as suas ferramentas informáticas de apoio ao controlo de segurança de barragens, com a concepção de um novo sistema baseado nas mais recentes tecnologias de informação.

3 – O SISTEMA GESTBARRAGENS

O sistema GESTBARRAGENS (

Figura 1) foi idealizado com uma arquitectura modular e incremental, tendo como objectivo dar resposta às necessidades dos diversos interlocutores no processo de controlo de segurança das barragens e permitindo o seu acesso por diferentes tipos de utilizadores, mas garantindo os adequados requisitos de segurança da informação.

O sistema é formado pelos seguintes subsistemas ou módulos:

- gB-Suporte: subsistema de gestão e consulta geral da informação de suporte;
- gB-Sistema-de-Observação: subsistema de gestão de observações;
- gB-Inspeções-Visuais: subsistema de gestão de inspecções visuais;
- gB-Ensaio-e-Análises: subsistema de gestão dos ensaios e análises;
- gB-Modelos: subsistema de gestão de modelos;
- gB-Documental: subsistema de gestão da informação de suporte e documental;
- gB-SIG: subsistema de tratamento gráfico da informação;
- gB-Especialista: subsistema de detecção de anomalias e de inferência de soluções e/ou recomendações.



Figura 1 – Interface inicial do GESTBARRAGENS

De entre os módulos acima referidos, o módulo gB-Sistema-de-Observação é o sucessor do sistema SIOBE.

3.1 – O antecessor: o sistema SIOBE

O sistema SIOBE foi integralmente desenvolvido no LNEC, há cerca de três décadas (GOMES (1981)), e é constituído por um conjunto de programas de gestão e exploração de uma base de dados sequencial. É composto por cinco módulos, cujo conteúdo traduz, parcialmente, conhecimento específico do tratamento dos dados da observação das obras, e que permitem a exploração conveniente do sistema, nomeadamente:

- Módulo OBSERV; conjunto de programas que procede ao tratamento dos dados recolhidos directamente, em ficheiros ASCII, nos sistemas de observação das barragens.
- Módulo LISTAR; destina-se a efectuar as pesquisas na base de dados respeitantes a determinada barragem e tipo de aparelho e a listar os resultados obtidos de acordo com as opções consideradas.
- Módulo DIAGR; permite a elaboração de gráficos de evolução das grandezas ao longo do tempo.
- Módulo INTQUA; constituído por um conjunto de programas e subrotinas que permitem o tratamento numérico e gráfico de séries de resultados para a elaboração de análises quantitativas.
- Módulo EXTENS; módulo específico que explora o arquivo de resultados de extensómetros tipo Carlson, com vista ao cálculo de extensões corrigidas.

Naturalmente, após cerca de 25 anos de exploração, as tecnologias de base de desenvolvimento do sistema SIOBE encontram-se ultrapassadas. Os últimos desenvolvimentos nas tecnologias e ambientes de programação propiciam a migração deste sistema para um novo que preserve toda a informação residente no SIOBE, constituída não só pelos dados mas, acima de tudo, pelo conhecimento subjacente ao sistema, o qual reflecte a

experiência adquirida ao longo de várias décadas e cujo valor é indiscutível. A oportunidade de arquitectar e desenvolver um novo sistema para suportar as actividades do controlo de segurança de barragens de betão permite ultrapassar consideravelmente algumas das limitações actuais do sistema SIOBE, entre as quais revestem especial interesse o tratamento da informação proveniente dos sistemas de recolha automática de dados (RAD), o tratamento em suporte informático das campanhas de inspecções visuais, os resultados de ensaios e análises de materiais e informações sobre a qualidade das águas das albufeiras e águas drenadas.

3.2 – A solução proposta pelo sistema GESTBARRAGENS

Conforme foi referido anteriormente o GESTBARRAGENS é um sistema que trabalha com módulos integrados acessíveis via Web. Esta flexibilidade permite aos utilizadores e, particularmente, aos responsáveis pelo controlo da segurança das obras utilizar mecanismos avançados de consulta e análise da informação a partir de qualquer computador que tenha ligação à Internet. Os acessos são, naturalmente, condicionados de acordo com os perfis de utilizadores previamente definidos no sistema.

A solução adoptada para o GESTBARRAGENS permite a distribuição de instâncias múltiplas, a serem instaladas e geridas em diferentes organizações. Há, porém, uma instância central, actualmente no LNEC, a partir da qual todas as outras instâncias deverão desencadear processos de sincronização e disseminação da informação, de forma a manter um arquivo central actualizado.

3.2.1 – O módulo gB-Suporte

Através deste módulo é feita a gestão de pessoas, utilizadores, organizações e obras. Toda a informação inserida neste módulo servirá de suporte para todos os demais módulos do sistema. É no gB-Suporte que são definidos os diferentes perfis de utilizadores com diferentes privilégios no sistema, assim como a sua associação às organizações e obras (Figura 2). Este módulo é também responsável pela informação geral das obras que será partilhada com outros módulos (

Figura 3). A informação armazenada por este módulo é exaustiva e muito abrangente.

3.2.2 – O módulo gB-Sistema-de-Observação

O requisito principal do módulo gB-Sistema-de-Observação era a preservação de todos os dados mantidos no sistema SIOBE, de forma a serem reconvertidos e migrados para a base de dados do GESTBARRAGENS. Para além disto, todos os algoritmos de cálculo e análise existentes no SIOBE foram reavaliados em função dos novos requisitos e da própria arquitectura do sistema.

GestBarragens Bem-Vindo(a), Gestor de Dados Geral! | Início | Personalização | Encerrar Sessão
 Obra: Alto Rabagão / Elemento:

Início Suporte Observações Observações Geodésicas Documental SIG Inspeções Visuais

Suporte > Obras > Associar Entidades

Obra: Alto Rabagão

Tipo de Ligação:

Dono de Obra

	Nome	Tipo de Entidade	E-Mail
<input type="checkbox"/>	Ilídio Ferreira	Pessoa	ilidio.ferreira@cppe.edp.pt
<input type="checkbox"/>	CPPE - Companhia Portuguesa de Produção de Electricidade	Organização	ilidio.ferreira@cppe.edp.pt

1

Entidades não associadas

	Nome	Tipo de Entidade	E-Mail
<input type="checkbox"/>	Aires Fernando Fernandes Moita	Pessoa	amoita@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	Alexandra Martins	Pessoa	alexandra.martins@cppe.edp.pt
<input type="checkbox"/>	Ana Maria Fonseca	Pessoa	anafonseca@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	António Berberan	Pessoa	berberan@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	António José Pinto Tavares	Pessoa	atavares@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	António Lopes Batista	Pessoa	a.l.batista@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	António Miranda	Pessoa	
<input type="checkbox"/>	António Pinto da Cunha	Pessoa	pcunha@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	António Tavares de Castro	Pessoa	tcastro@Inec.pt
<input type="checkbox"/>	Carlos Alberto da Fonseca Resende	Pessoa	cresende@Inec.pt

1 2 3 4 5 ...

© 2004 GestBarragens | Todos os direitos reservados

Figura 2 – gB-Suporte: gerir associação de entidades/pessoas às obras

Embora garantindo a continuidade da informação migrada do SIOBE, algumas alterações de fundo foram introduzidas neste módulo. Referem-se, como exemplos o armazenamento simultâneo das leituras e dos *resultados* (o SIOBE armazena apenas *resultados*, que traduzem os parâmetros físicos relativos às grandezas observadas), a introdução do conceito de campanha, a introdução de diversos instrumentos utilizados na observação das obras e não tratados pelo SIOBE (inclinómetros, convergenciómetros, extensómetro incremental, piezómetro de corda vibrante, por exemplo), o armazenamento da informação proveniente da recolha automática de dados, o registo dos instrumentos utilizados na recolha de dados, o registo de características dos instrumentos e seu esquema de colocação na obra, a identificação e registo de anomalias, a preparação de elementos (fichas ou ficheiros) para realização da campanha, entre outros.

Por outro lado, a introdução de dados no módulo gB-Sistema-de-Observação passa a poder ser feita das seguintes formas: interfaces Web, ficheiros de dados, ficheiros produzidos pelos sistemas de recolha automática de dados (RAD) e ainda por XML Web Service (para permitir a integração com terminais portáteis).

Os sistemas de observação instalados nas obras, para além de um conjunto diversificado de instrumentos, contemplam o método de observação geodésica. Dada a especificidade das campanhas e da instrumentação deste tipo de observação, foi criado no GESTBARRAGENS um *submódulo* especificamente para apoiar as actividades relacionadas com a observação geodésica. Assim, aparece, como *submódulo* do gB-Sistema-de-Observação, o gB-Observações-Geodésicas.

GestBarragens Bem-Vindo(a), Gestor de Dados Geral! | Início | Personalização | Encerrar Sessão

Obra: **Alto Rabagão** / Elemento: -

Início | Suporte | Observações | Observações Geodésicas | Documental | SIG | Inspeções Visuais

Suporte > Obras > Alterar Obra

Identificação

Nome: * Alto Rabagão

Código INAG:

Código LNEC: 053

Código Dono de Obra: 321

Centro de Produção: Cávado-Lima

Localização

Distrito: Vila Real

Concelho: Montalegre

Freguesia: Viade de Baixo

Bacia Hidrográfica: Cávado

Linha de Água: Rio Cávado

Curso de Água: Rio Rabagão

Povoação Mais Próxima: Pisões

Estrada Mais Próxima: EN 103

Latitude: 41° 43' 57" (N)

Longitude: 07° 51' 38" (W)

Características da Bacia Hidrográfica

Tipo de Ocupação a Montante: N/A

Tipo de Ocupação a Jusante: N/A

Área de drenagem do aproveitamento (Km2): 210078

Precipitação média anual (mm): 1500

Geral

Fase Obra: Exploração

Número de Portelas: 0

Figura 3 – gB-Suporte: gerir obras

3.2.3 – O submódulo gB-Observações Geodésicas

Como referido anteriormente, desenvolveu-se um módulo específico para apoio às actividades relacionadas com a observação geodésica.

Refere-se que, actualmente, no LNEC, as leituras das observações geodésicas encontram-se registadas em cadernetas de campo e em ficheiros Excel, com uma estrutura não padronizada. Constituiu, naturalmente, requisito deste módulo a migração de toda a informação da observação das obras registada nos diferentes tipos de suporte. Para além disto, foram disponibilizadas no GESTBARRAGENS as ferramentas para execução dos programas de tratamento desta informação utilizados pelo LNEC.

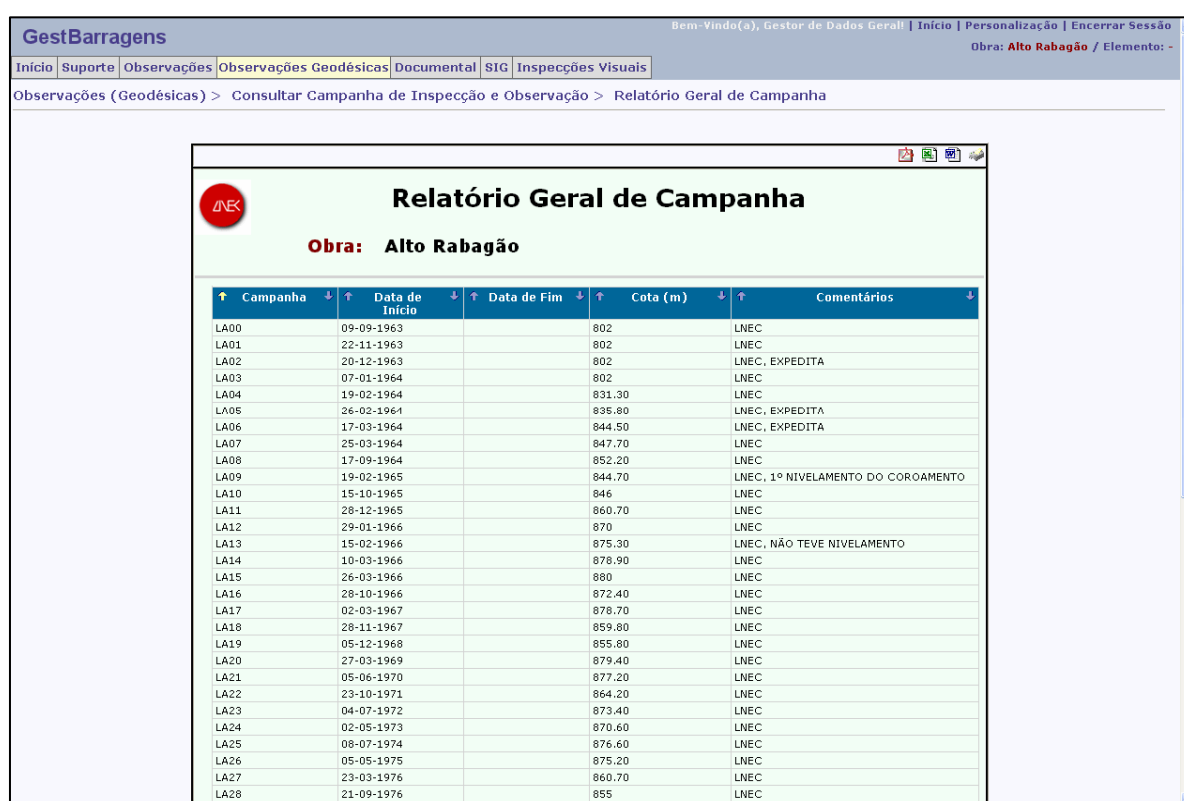
Outros dos requisitos específicos deste módulo foram:

- Gerir observações geodésicas: inclui a preparação de campanhas, emitindo uma ficha semelhante às cadernetas de campo, nas quais está também informação sobre as campanhas anteriores.
- Gerir os instrumentos de leitura: inclui a especificação dos instrumentos e a sua associação às campanhas de observação geodésica.
- Gerir redes, vértices, ligações, giros, etc.
- Preparar relatórios de observação geodésica: relatório geral de campanha, relatório de desníveis, relatório de ângulos azimutais, relatórios de resultados de observação (Figura 4).

3.2.4 – O módulo gB-Inspeções-Visuais

O controlo da segurança estrutural envolve a realização de campanhas de observação periódicas. Estas observações têm duas componentes: a primeira relacionada com a leitura da aparelhagem instalada na barragem para caracterizar o seu comportamento e ainda com os aspectos gerais de funcionalidade deste equipamento (suportadas pelo gB-Sistema-de-Observação, referido na Secção 3.2.2); e a segunda relacionada com as inspeções visuais.

As inspeções visuais, efectuadas criteriosamente por pessoal especializado, fornecem informação importante relativa ao desempenho da estrutura Naturalmente que diversos factores poderão condicionar a maior ou menor relevância das inspeções visuais no controlo de segurança, tais como o tipo de barragem, a existência de instrumentação instalada, a fiabilidade do sistema de observação e o cenário de deterioração, entre outros. No entanto, qualquer que seja a condicionante, as inspeções visuais são sempre uma componente indispensável da actividade do controlo de segurança.



Campanha	Data de Início	Data de Fim	Cota (m)	Comentários
LA00	09-09-1963		802	LNEC
LA01	22-11-1963		802	LNEC
LA02	20-12-1963		802	LNEC, EXPEDITA
LA03	07-01-1964		802	LNEC
LA04	19-02-1964		831,30	LNEC
LA05	26-02-1964		838,80	LNEC, EXPEDITA
LA06	17-03-1964		844,50	LNEC, EXPEDITA
LA07	25-03-1964		847,70	LNEC
LA08	17-09-1964		852,20	LNEC
LA09	19-02-1965		844,70	LNEC, 1º NIVELAMENTO DO COROAMENTO
LA10	15-10-1965		846	LNEC
LA11	28-12-1965		860,70	LNEC
LA12	29-01-1966		870	LNEC
LA13	15-02-1966		875,30	LNEC, NÃO TEVE NIVELAMENTO
LA14	10-03-1966		878,90	LNEC
LA15	26-03-1966		880	LNEC
LA16	28-10-1966		872,40	LNEC
LA17	02-03-1967		878,70	LNEC
LA18	28-11-1967		859,80	LNEC
LA19	05-12-1968		855,80	LNEC
LA20	27-03-1969		879,40	LNEC
LA21	05-06-1970		877,20	LNEC
LA22	23-10-1971		864,20	LNEC
LA23	04-07-1972		873,40	LNEC
LA24	02-05-1973		870,60	LNEC
LA25	08-07-1974		876,60	LNEC
LA26	05-05-1975		875,20	LNEC
LA27	23-03-1976		860,70	LNEC
LA28	21-09-1976		855	LNEC

Figura 4 – Interface do gB-Sistema-de-Observações Geodésicas. Relatório Geral de Campanha: barragem do Alto Rabagão

O gB-Inspeções-Visuais suporta o processo das inspeções visuais, particularmente a criação de fichas padrão para recolha de informação, o registo de todas as ocorrências, a elaboração de pesquisas e relatórios vários, a execução das inspeções visuais com recurso aos terminais portáteis (PDT), o suporte de desenhos esquemáticos das ocorrências, a associação de fotografias e/ou vídeos da inspecção, entre outros.

3.2.5 – O módulo gB-Ensaio-e-Análises

Os estudos dos materiais são iniciados mesmo antes do início da construção das obras, com a caracterização geológica e geotécnica do local da obra e a definição das características do betão a utilizar em função dos materiais disponíveis. Inúmeros ensaios e análises são realizados desde esta fase até à exploração normal das obras.

Tradicionalmente, os resultados destes ensaios e análises são compilados em relatórios técnicos, os quais, após alguns anos, constituem um valioso património da obra. Porém, a recuperação desta informação, para o controlo de segurança na fase de exploração normal da barragem é, em geral, um trabalho árduo e moroso.

A proposta apresentada no módulo gB-Ensaio-e-Análises pretende reunir e integrar a informação considerada de maior relevância para o controlo de segurança das obras, de forma consistente e organizada.

3.2.6 – O módulo gB-Modelos

O gB-Modelos é o módulo de suporte à integração e exploração dos vários tipos de modelos utilizados no controlo de segurança das barragens, nomeadamente: (1) modelos de interpretação quantitativa de resultados; (2) modelos numéricos; e (3) modelos físicos.

As principais funcionalidades do gB-Modelos são as seguintes:

- Possibilidade de utilização de programas de interpretação quantitativa e de programas de elementos finitos já existentes, introduzindo um pequeno número de dados de base. Armazenamento de dados e resultados.
- Possibilidade de utilização de programas de elementos finitos na fase de projecto produzindo os ficheiros de dados para os programas de desenho utilizados nesta fase.
- Armazenamento dos dados e resultados de ensaios em modelos físicos.
- Definição da informação necessária e sua organização, para estabelecer a comunicação entre o gB-Modelos, os outros módulos do GESTBARRAGENS, em especial o GB-SIG, e os programas de interpretação quantitativa e de elementos finitos.

3.2.7 – O módulo gB-Documental

O gB-Documental (Figura 5) é o módulo que suporta a gestão de toda a documentação (documentos, fotografias, desenhos, etc.) gerada e/ou utilizada no contexto do controlo de segurança das obras, com a finalidade de garantir uma melhor acessibilidade da informação.

Todos os documentos existentes em suporte digital poderão ser adicionados ao sistema para consulta. Os documentos mais antigos, e com maior interesse para actividade, deverão ser digitalizados para inserção no sistema. Existe um mecanismo que permite gerir a visibilidade do documento.

Toda a documentação é classificada no sistema e, para uma melhor organização, pode ainda ser agrupada por obra, por tipos de documentos, por pastas e/ou por temas.

Os mecanismos de pesquisa e produção de relatórios são de vária ordem e incluem pesquisa por atributo (autor, título, obras, etc.), texto, palavras-chave, etc.

Outra funcionalidade deste módulo é a de permitir gerir o empréstimo físico dos documentos catalogados no sistema.

GestBarragens Bem-Vindo(a), Gestor Documental! | Início | Personalização | Encerrar Sessão
 Obra: - / Elemento: -

Início Suporte Observações Observações Geodésicas Documental gB-SIG Inspeções Visuais

Documental > Documentos > Alterar Documento

Informação geral

Título: * Determinação das Propriedades Mecânicas da Rocha de Fundação da Barragem c

Tipo de Documento: * Relatório

Data de Publicação: 01-04-1958 (dd-mm-aaaa)

Idioma: Português

Visibilidade: Pública

Número de Documento:

Cliente: LNEC

Palavras-chave:

Comentários:

Suporte electrónico

Ficheiro:

NOTA: Se escolher um novo ficheiro, o original será substituído.

Suporte em papel

Local de arquivo:

Número de páginas: 22

Número de exemplares:

Informação de edição

Editora:

ISBN:

© 2004 GestBarragens | Todos os direitos reservados

Figura 5 – gB-Documental

3.2.8 – O módulo gB-SIG

O módulo gB-SIG é a ferramenta de visualização gráfica do GESTBARRAGENS (Figura 6). O módulo integra informação georreferenciada que permite a consulta de informação sobre a barragem e sobre o sistema de observação, com diferentes vistas sobre a obra. Neste módulo é ainda possível visualizar graficamente resultados de uma análise aos dados da observação, através de um conjunto de gráficos-tipo que englobam, principalmente, as seguintes grandezas: deslocamentos horizontais, deslocamentos verticais, movimentos de juntas, caudais e subpressões. Esta visualização poderá ser ainda de resultados de modelos de interpretação quantitativa e de cálculos numéricos.

3.2.9 – O módulo gB-Especialista

Para que o controlo de segurança se efectue atempadamente, tendo em conta o crescente volume da informação disponível, torna-se essencial desenvolver metodologias de tratamento automático e inteligente dos dados obtidos através da exploração dos sistemas de observação instalados nas obras. O módulo gB-Especialista pretende integrar as técnicas de gestão de base de dados, disponibilizadas nos demais módulos do GESTBARRAGENS, com as ferramentas existentes no âmbito da inteligência artificial (e.g., sistemas periciais), possibilitando, assim, o tratamento flexível e dinâmico dos dados, de modo a permitir a obtenção de informação útil, confiável e atempada, decorrendo daí um conhecimento do comportamento de cada obra que permita garantir, a cada momento, a sua segurança.

Uma vez que o módulo gB-Especialista se apoia nos demais módulos do GESTBARRAGENS, e atendendo o limitado prazo de execução do projecto, este módulo será analisado e implementado numa segunda fase de desenvolvimento do sistema, mas será, naturalmente, integrado no sistema GESTBARRAGENS.

4 – CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A colaboração eficiente entre as diferentes entidades envolvidas no controlo de segurança constitui condição essencial para a sua correcta execução, em qualquer das fases da vida da obra, com uma comparticipação de esforços e meios otimizada. Essa colaboração assume especial importância em caso de detecção de anomalias susceptíveis de afectar as condições de segurança da barragem. Nestas circunstâncias, a necessidade de proceder ao rápido diagnóstico da situação e ao estudo e implementação, em casos urgentes, das eventuais medidas correctivas implica uma adequada capacidade de resposta dos vários intervenientes, no âmbito da sua competência específica. Salienta-se, em particular, a importância da informação relativa ao comportamento anterior da obra e à evolução do comportamento actual, cuja disponibilidade, em condições de utilização imediata, é indispensável.

Desta forma, a solução proposta pelo LNEC, através do sistema GESTBARRAGENS, constitui um elo de ligação entre os principais intervenientes no controlo de segurança das obras, com uma total sincronização entre si, enriquecendo e tornando mais eficiente o controlo de segurança das obras.

Por outro lado, embora a concepção inicial do sistema abranja apenas as barragens de betão, a sua extensão a outros tipos de obras, prioritariamente a barragens de aterro, constitui um objectivo num futuro próximo. O sistema GESTBARRAGENS foi proposto, no âmbito dos trabalhos desenvolvidos no Departamento de Barragens de Betão do LNEC, com um período previsto de desenvolvimento de 24 meses. Este Departamento possui uma larga experiência no controlo de segurança de barragens de betão, nomeadamente através da exploração de sistemas de observação, que atingem – em grandes barragens – várias centenas de aparelhos.

No que se refere às barragens de aterro, tanto a quantidade como a variedade de aparelhos instalados é significativamente inferior, constituindo, com poucas excepções, um subconjunto dos tipos de aparelhos utilizados nas barragens de betão. Porém, outros aspectos particulares das barragens de terra e enrocamento deverão ser devidamente analisados para a sua total integração no GESTBARRAGENS.

O sistema GESTBARRAGENS tem também como outro objectivo futuro a sua articulação com os sistemas de apoio à gestão de emergências que tem vindo a ser desenvolvidos no âmbito dos Planos de Emergência das barragens. A sua integração com outros sistemas no âmbito do controlo da segurança hidráulico-operacional e ambiental não oferece quaisquer dificuldades, uma vez que o sistema GESTBARRAGENS será um sistema com uma arquitectura aberta e o seu desenvolvimento recorrerá às ferramentas informáticas mais utilizadas.

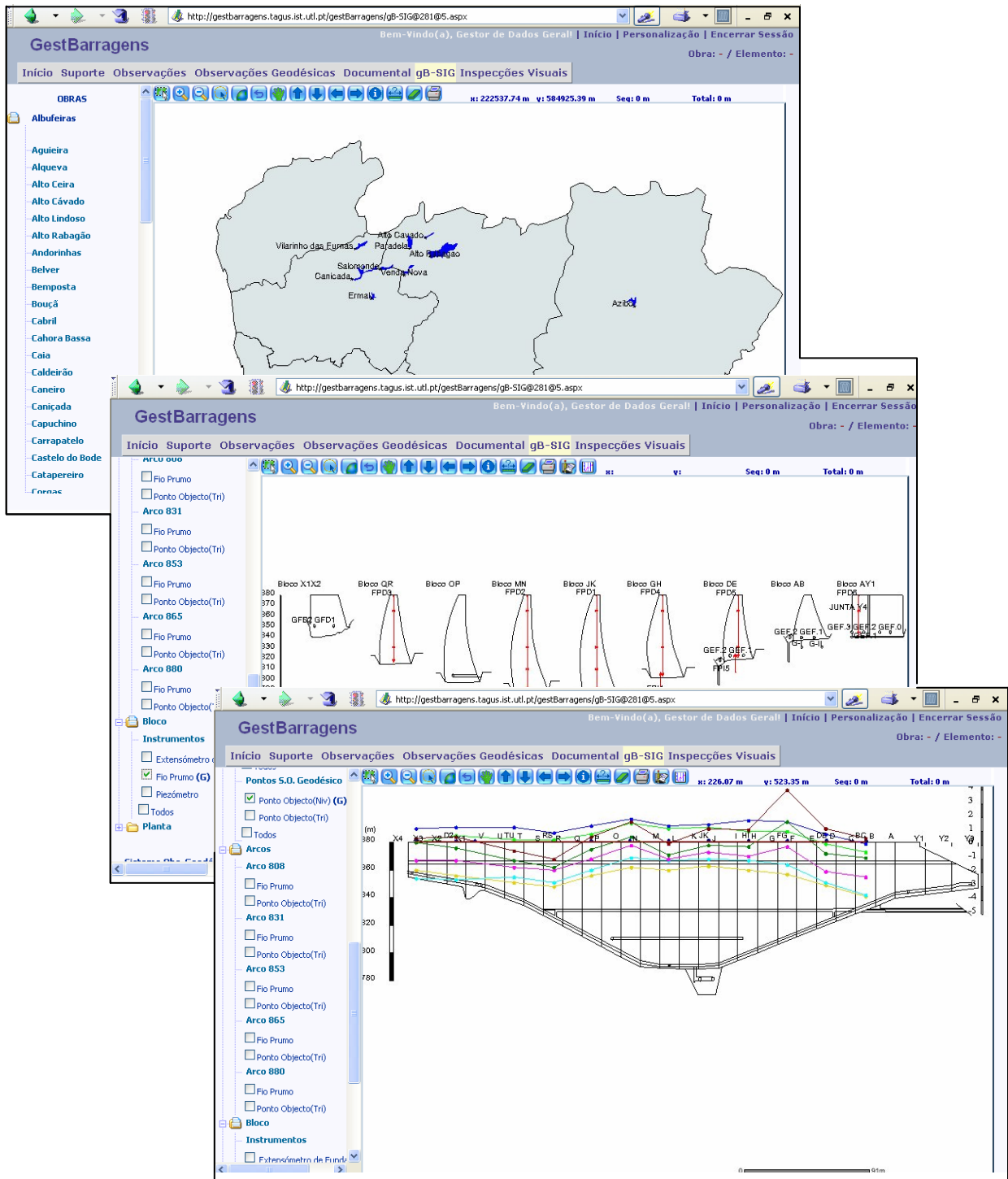


Figura 6 – Módulo gB-SIG

O sistema GESTBARRAGENS tem também como outro objectivo futuro a sua articulação com os sistemas de apoio à gestão de emergências que tem vindo a ser desenvolvidos no âmbito dos Planos de Emergência das barragens. A sua integração com outros sistemas no âmbito do controlo da segurança hidráulico-operacional e ambiental não oferece quaisquer dificuldades, uma vez que o sistema GESTBARRAGENS será um sistema com uma arquitectura aberta e o seu desenvolvimento recorrerá às ferramentas informáticas mais utilizadas.

A barragem seleccionada como protótipo para este projecto foi a barragem do Alto Rabagão, que, de entre as grandes barragens portuguesas, é uma das que possui o maior número de instrumentos de observação instalados. Para além disso, é a primeira barragem da CPPE a ter montado um sistema de recolha automática de dados que contempla todos os principais tipos de aparelhos tradicionalmente automatizados (fios de prumo, bases de alongâmetro, piezómetros, caudalímetros e extensómetros de fundação). A aplicação exhaustiva do GESTBARRAGENS a esta barragem permitirá um teste adequado a todo o sistema desenvolvido, apontando as alterações e desenvolvimentos futuros necessários a uma optimização do seu funcionamento e utilização

AGRADECIMENTOS

O sistema GESTBARRAGENS é o resultado de um trabalho de equipa de três organizações distintas: o LNEC, o INESC-ID e a CPPE. O empenho dos participantes no projecto foi um factor determinante para a sua concretização. Desta forma, os autores deste artigo agradecem a contribuição, muito expressiva, dos seus colegas. Por parte do LNEC: António Lopes Batista, José Mora Ramos, José Luís Soares de Pinho, António Tavares de Castro, José Piteira Gomes, Luísa Braga, Juan da Mata, João Amante, Pedro Pavia, João Casaca, Maria João Henriques, Ana Maria Fonseca, João Leal, João Coelho, Joaquim Vieira, Luís Lamas, José Muralha, Noemi Leitão, José Vieira de Lemos, Sérgio Oliveira, Jorge Pereira Gomes, Luís Mendes, João Dias Costa; por parte do INESC-ID: Hugo Matos, Jorge Gonçalves, Henrique Bastos, João Carmo, Hélder Soares, Marco Custódio, Tiago Martins, João Matos, Gonçalo Franco, José de Vitor de Sousa; por parte da CPPE: Ilídio Ferreira, Vitorino Almeida, Alexandre Martins e Fernando Almeida.

BIBLIOGRAFIA

- GOMES, A.F.S., *Automatização das Actividades de Observação de Barragens e Análise Quantitativa de Resultados*, Tese Especialista, LNEC, Lisboa, 1981.
- PEDRO, J. O., DUARTE, R. T., PINA, C. A., *Actividade do Laboratório Nacional de Engenharia Civil no Domínio da Mecânica Estrutural. Situação Actual e Perspectivas de Desenvolvimento*, Memória nº 723-LNEC, Lisboa, 1988.
- PORTELA, E. A., *Novas Metodologias de Apoio ao Controlo de Segurança de Barragens de Betão*, Tese de Doutoramento, IST, Lisboa, Outubro 1999.
- SILVA, A. R., GALHARDAS, H., PORTELA, E. A., *Relatório Técnico INESC-ID, "GESTBARRAGENS: Sistema Integrado de Gestão da Informação para o Controlo de Segurança de Barragens"*, Versão 1.3, Fevereiro de 2002.
- SILVA, H., AMANTE, J., TAVARES DE CASTRO, A., *Sistema de Informação para Observação de Barragens de Betão SIOBE. Manual de Utilização*, LNEC, 1993.