

O SISTEMA DE INFORMAÇÃO GESTBARRAGENS *

Alberto Rodrigues da SILVA¹; Helena GALHARDAS¹; José BARATEIRO¹; Eliane PORTELA²

RESUMO

O GESTBARRAGENS é o sistema integrado de gestão da informação para o controlo de segurança de barragens de betão que suporta, nomeadamente, os seguintes processos: o processo de observação de grandezas físicas a partir da exploração, manual ou automática, dos sistemas de observação instalados nas barragens; o processo inerente às inspecções visuais realizadas periodicamente por intervenção humana; o processo de gestão e consulta geral da informação de suporte e documental relacionada com as barragens; e o processo de detecção de situações de anomalia nos dados observados que pode implicar a tomada de decisões de modo a garantir a segurança das barragens. Complementarmente, o GESTBARRAGENS apresenta mecanismos avançados de consulta e análise da informação (e.g., suportados por sistemas de informação geográficos e por sistemas de reporting) e mecanismos de sincronização da informação entre as diferentes instâncias do sistema mantidas por entidades distintas (e.g., Autoridade, LNEC, donos de obra). A arquitectura técnica do GESTBARRAGENS adopta ainda um modelo multi-instância, distribuído e federado sempre que tal for conveniente, e adopta modernas tecnologias de desenvolvimento de software, em particular tecnologias ligadas à Internet, sistemas de informação geográficos e computação móvel.

Neste artigo apresenta-se a visão geral do GESTBARRAGENS numa perspectiva dos sistemas de informação, e ainda os seus aspectos técnicos informáticos mais distintivos, nomeadamente os aspectos relacionados com: migração de dados legados; suporte à gestão dinâmica de instrumentação; suporte à gestão dinâmica de relatórios; capacidade de representação gráfica dos sistemas de observação das obras e, sobre estes a produção de gráficos representativos do seu comportamento; instalação e funcionamento do sistema segundo um modelo distribuído federativo; e definição de interfaces abertas para permitir a integração do GESTBARRAGENS com sistemas externos, como por exemplo sistemas móveis (e.g., PDA, PDT) usados em campanhas de observação.

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

* Projecto financiado pelo PRIME (Programa de Incentivos à Modernização da Economia), e realizado em parceria entre o LNEC, INESC-ID e CPPE/EDP, no período de Janeiro de 2004 a Dezembro de 2005.

¹ INESC-ID – Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores: Investigação e Desenvolvimento, Lisboa

² LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa

1 INTRODUÇÃO

O controlo de segurança das barragens de betão em Portugal está enquadrado pelo RSB [RSB 1990] e preconiza a interação entre várias entidades, nomeadamente Autoridade, LNEC, donos de obra, empreiteiros, empresas de projecto, consultores, etc.

O facto de existirem várias barragens distribuídas pelo país, com diferentes donos de obra, e distintas entidades responsáveis pela sua observação e pelo controlo das suas condições de segurança, aponta para a necessidade de existirem mecanismos e procedimentos para a gestão da informação [Portela 1999].

Os sistemas existentes até agora no LNEC e em donos de obra de referência, como a CPPE/EDP, são sistemas baseados em aplicações limitadas, desenvolvidos em tecnologias legadas e com enormes deficiências ao nível da sua manutenção, usabilidade e controlo de qualidade, ou são simplesmente sistemas baseados em ficheiros MS-Excel, MS-Access fracamente integrados entre si [Silva et al 1993]. Foi, por conseguinte, realizado em 2002 um estudo preliminar de concepção de um sistema de informação que suportasse um conjunto predefinido de requisitos gerais, o qual se designou por GESTBARRAGENS [Silva et al 2002]. Nesse estudo identificou-se um conjunto de aspectos associados ao controlo da segurança de barragens de betão que o GESTBARRAGENS deveria suportar, nomeadamente: (1) o processo de observação de grandezas físicas a partir da exploração, manual ou automática, dos sistemas de observação instalados nas barragens; (2) o processo de integração dos modelos de comportamento das barragens; (3) o processo inerente às inspeções visuais realizadas periodicamente por intervenção humana; (4) o processo de gestão e consulta geral da informação de suporte e documental relacionada com as barragens; e (5) o processo de detecção de situações de anomalia nos dados observados que pode implicar a tomada de decisões de modo a garantir a segurança das barragens. Complementarmente, o GESTBARRAGENS deveria apresentar mecanismos avançados de (1) consulta e análise da informação e (2) sincronização da informação entre as diferentes versões do sistema mantidas por entidades distintas (e.g., Autoridade, LNEC, donos de obra).

O GESTBARRAGENS pode ser analisado, na sua versão de instalação autónoma, uni-instância, como um portal Web (ver Figura 1) para gestão de informação associada ao controlo de segurança de barragens, com um sistema elaborado de gestão de utilizadores e de controlo de acessos correspondente. O GESTBARRAGENS é concebido e desenvolvido de forma modular e baseado numa arquitectura de dados comum, e ainda num conjunto integrado de módulos aplicativos (mais detalhes na Secção 2). Adicionalmente, o GESTBARRAGENS é um sistema que apresenta mecanismos inovadores ao nível de análise da informação, de sincronização com dispositivos móveis de leituras, de sincronização de informação entre múltiplas instâncias, e ainda integração e disseminação de informação com sistemas externos.

Neste artigo, faz-se na Secção 2 uma apresentação geral sobre os principais módulos aplicativos do GESTBARRAGENS. Na Secção 3 apresenta-se e discute-se as principais dificuldades técnicas do projecto e alguns dos seus aspectos mais distintivos. Na Secção 4 referem-se os aspectos em aberto e as principais conclusões do trabalho.



Figura 1: Visão geral do gestBarragens enquanto portal Web.

2 MÓDULOS APLICACIONAIS DO GESTBARRAGENS

O sistema GESTBARRAGENS encontra-se organizado em torno de diferentes módulos aplicativos, conforme ilustrado na Figura 2, os quais são de seguida descritos ao nível dos seus principais conceitos e respectivas relações estruturais.

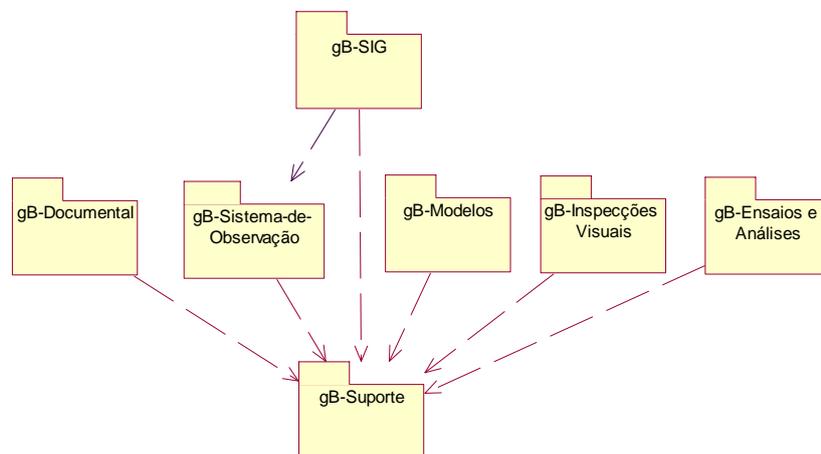


Figura 2: Visão modular do gestBarragens

2.1 gB-Suporte

O gB-Suporte envolve a gestão de aspectos considerados fundamentais e transversais a todos os módulos, envolvendo nomeadamente a gestão de entidades, de obras, de utilizadores e de permissões. Adicionalmente envolve a parametrização de vários aspectos do sistema

como por exemplo a configuração de relatórios ou a configuração do modo de instalação e de funcionamento do próprio sistema.

Uma pessoa pode estar associada a várias organizações (e.g., relação de entidade patronal), podendo uma organização ter várias pessoas associadas (e.g., trabalhadores da organização). Adicionalmente são definidos vários qualificadores de pessoas (e.g., título profissional, título académico, cargo profissional) e de organizações de modo a providenciarse uma classificação mais conveniente.

Gestão de Obras. A gestão de obras corresponde efectivamente à definição e caracterização das obras (neste caso concreto são “barragens”) através da sua definição estrutural de elementos e subelementos, etc. A Figura 3 ilustra os principais conceitos associados à definição de uma obra, sendo evidente o número significativo de informação envolvida.

Gestão de Utilizadores e Permissões. Cada utilizador tem associado um conjunto de permissões que lhe dão acesso a um conjunto de funcionalidades no sistema. Note-se que utilizador não é o mesmo que entidade (pessoa ou organização), dado que representa apenas uma “conta de utilizador” no sistema. Cada entidade pode ser associada a mais do que um utilizador, e adicionalmente a cada utilizador pode ser atribuído um conjunto de permissões predefinidas (e.g., UTécnicoObs, UGestorObs, UGestorDadosGeral, UGestorDocumental), sendo ainda que algumas das permissões são transversais a todo o sistema (e.g., UGestorDadosGeral) enquanto que outras são atribuídas de forma específica a uma determinada obra (e.g., UTécnicoObs, UGestorObs, UConsultorSIG). O mecanismo de gestão de utilizadores e de papéis é versátil de modo a permitir a definição de diferentes tipos e níveis de permissões conforme é exigido pelo facto do sistema ser utilizado por uma variedade de utilizadores (quer dentro quer fora do contexto organizacional onde o sistema é instalado).

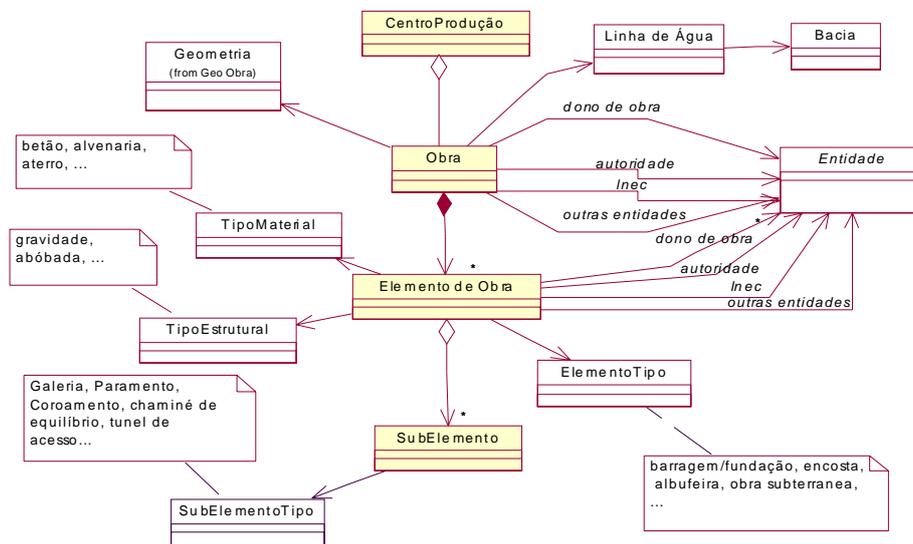


Figura 3: Visão estrutural da Gestão de Obras

2.3 gB-SIG

O sistema gB-SIG permite o tratamento, armazenamento e navegação de informação geográfica relativa a obras e elementos de obras, em particular informação relativa à geometria física dos elementos de obra, e sistemas de observação. O gB-SIG permite ainda a exploração dos resultados obtidos pela exploração dos sistemas de observação através de diagramas e desenhos (por exemplo, desenhos de deslocamentos obtidas nos vários pontos de observação no corpo da barragem). O módulo gB-SIG pode ser utilizado de forma independente ou integrada no gB-Sistema-de-Observação.

A Figura 5 ilustra os principais conceitos de suporte ao gB-SIG. Fundamentalmente, a cada obra ou elemento de obra encontra-se associado um ou mais desenhos designados por “PlanoVisualizaçãoSIG”. Cada um destes desenhos agrega vários temas SIG, correspondes a um determinado tipo de instrumento. Por motivos operacionais de desenho (i.e., o facto do desenho de determinados tipos de instrumentos exigir a combinação de linhas, pontos e polígonos) um tema pode agregar vários layers SIG (cada qual representando um tipo de elemento básico: linhas, pontos e polígonos). Adicionalmente, cada tema agrega vários pontos de medida (PontoMedidaSIG), aos quais se associa o respectivo “ponto de medida” do sistema de observação, e é apresentado graficamente com determinada simbologia e cor (conforme definido em TipoInstrumentoSIG) correspondente a um determinado Tipo de Instrumento. Finalmente, para cada plano de visualização, e com base nos dados de uma ou mais campanhas de observação, são produzidos dinamicamente diferentes gráficos de análise (mais detalhes na Secção 3.4).

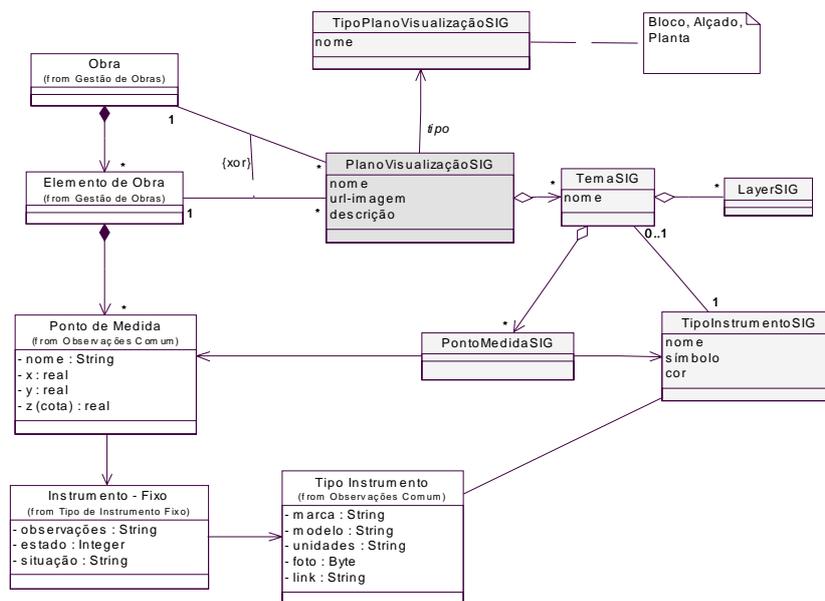


Figura 5: Visão estrutural do gB-SIG.

2.4 gB-Documental

O módulo gB-Documental permite a gestão da informação documental, envolvendo a gestão de estudos e documentos, nomeadamente relatórios, notas técnicas, fotografias, imagens, legislação, entre outros tipos de documento definidos pelo utilizador, que poderão

ser associados a obras, a autores e classificados por temas. A documentação pode ser pesquisada segundo critérios à escolha do utilizador e podem ser produzidos relatórios sobre toda a documentação armazenada. Os conceitos principais do gB-Documental consistem em Pastas e Documentos. Uma pasta é um elemento que serve como agregador lógico de documentos, podendo-se definir por exemplo a (1) pasta de fotografias da obra X; ou (2) a pasta de documentos técnicos da obra Y. Por outro lado, um documento deverá ser definido no contexto de uma pasta, tendo adicionalmente um conjunto significativo de qualificadores e de informação adicional (e.g., autores, temas, visibilidade e acesso ao documento).

2.5 Outros Módulos

Para além dos módulos acima referidos, encontram-se ainda em fase de concepção preliminar os módulos de gB-Inspeções-Visuais, gB-Modelos e o gB-Ensaio e Análises. O **gB-Inspeções-Visuais** é um sistema de gestão da informação resultante das inspeções visuais, e produção de relatórios segundo vários critérios. Por outro lado, o **gB-Modelos** deverá suportar a geração dos ficheiros de dados dos programas baseados em métodos numéricos e modelos de interpretação quantitativa. O gB-Modelos permitirá ainda guardar os ficheiros de resultados dos programas, e o armazenamento da informação relativa aos ensaios em modelos físicos de barragens. O **gB-Ensaio e Análises** consiste num módulo para o tratamento da informação proveniente dos ensaios e análises realizados nas obras. Numa fase posterior ao actual projecto, será concebido e desenvolvido o módulo **gB-Especialista**. Com este módulo pretende-se automatizar a componente de interpretação do comportamento das obras, criando-se as condições para suportar o ciclo de actividades envolvidas no controlo de segurança das obras de forma automatizada.

3 ASPECTOS TÉCNICOS DISTINTIVOS

O projecto conducente à concepção e construção do sistema GESTBARRAGENS teve de suportar vários requisitos e aspectos não triviais que são sucintamente discutidos nesta secção. Em particular são descritos os aspectos relativos (1) à migração de dados legados; (2) à gestão dinâmica de instrumentação; (3) à gestão dinâmica de relatórios; (4) à capacidade de analisar gráficos espaciais dos sistemas de instrumentação das obras e, sobre estes, de produzir gráficos do comportamento temporal das obras; (5) à instalação e funcionamento do sistema segundo um modelo distribuído federativo; e (6) à definição de interfaces abertas, para permitir a integração do GESTBARRAGENS com sistemas externos, como por exemplo integração com terminais móveis (e.g., PDA, PDT) usados em campanhas de observação.

3.1 Migração de Dados Legados

Pelo facto do LNEC e CPPE/EDP terem acumulado, ao longo de décadas de operação, informação de sistemas legados (e.g., SIOBE), um dos requisitos fundamentais do projecto consistiu na possibilidade de capturar a maior parte dessa informação e integrá-la no sistema de base de dados do GESTBARRAGENS. Este requisito exigia que o património de informação produzido e mantido ao longo de décadas fosse migrado e, por conseguinte, pudesse continuar a ser utilizado, agora através do GESTBARRAGENS. A informação a migrar focou-se fundamentalmente nos ficheiros de texto e binários mantidos pelo SIOBE (que suportava parte significativa da gestão dos sistemas de observação) [Silva et al 1993], e em vários tipos de ficheiros Excel (que suportavam a gestão de observações geodésicas). A principal dificuldade em suportar este requisito deveu-se ao facto da informação a migrar (tanto os ficheiros do SIOBE como os ficheiros Excel) não adoptar um modelo de representação de

dados normalizado, por exemplo segundo o modelo relacional. Adicionalmente, o processo de migração deveria identificar registos com dados incorrectos de modo a fornecer um mecanismo de controlo de qualidade de dados.

Para suportar este requisito, foi desenvolvida a ferramenta “InfoLegada2GB”, desenvolvida em Java sobre a plataforma Ajax [Galhardas et al 2001]. A plataforma Ajax permite definir, de forma declarativa, um programa de limpeza e transformação de dados. A lógica do programa de limpeza e transformação de dados é modelada através de um grafo directo de transformações de dados. Entre outros aspectos, a plataforma Ajax providencia um mecanismo de detecção e tratamento de excepções que, correspondem a registos de entrada de dados para os quais a execução de parte do programa de transformação e limpeza de dados falha. A ferramenta InfoLegada2GB permite migrar dados do SIOBE e dados relativos às observações geodésicas.

O componente de migração das observações geodésicas, tem como entrada um ficheiro Excel que contém a seguinte informação: (i) campanhas geodésicas: folha *Camp*; (ii) vértices: folha *DefPontos*; (iii) linhas de nivelamento: folha *DefNiv*; (iv) redes planimétricas: folha *DefPlan*; (v) leituras de desníveis: folhas *LeitDesn*; (vi) leituras de parâmetros meteorológicos: folha *LeitEst*; (vii) campanhas de referência: folha *ResCampRef*; (viii) resultados dos pontos fixos: folha *ResCen*; (ix) histórico de nomes de vértices: folha *DefPontosHist*; (x) leituras de ângulos horizontais: folha *LeitHz*; (xi) leituras de distâncias: folha *LeitDist*; (xii) resultados de altimetria: folha *ResAlt*; (xii) resultados de planimetria: folha *ResPlan*.

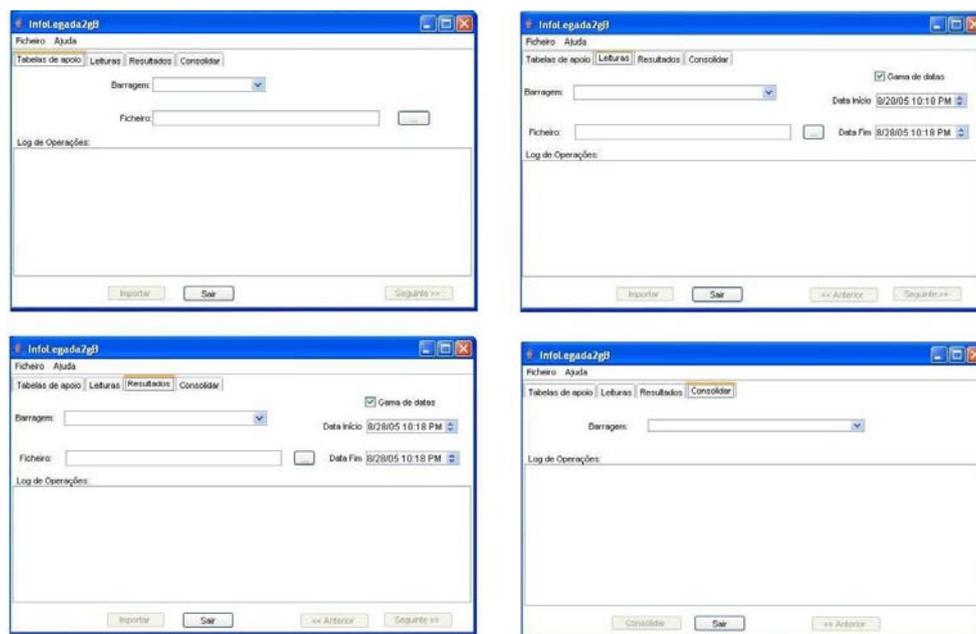


Figura 6: Migração dos dados do SIOBE

Os formatos dos ficheiros de entrada para o carregamento do sistema de observação, correspondem aos diferentes formatos existentes no SIOBE [Silva et al 1993] para as tabelas de apoio, leituras e resultados. Assim, dado que existem vinte e um tipos de instrumentos no SIOBE, a ferramenta de migração suporta o carregamento de sessenta e três tipos de ficheiros que correspondem às tabelas de apoio, ficheiros de leituras e ficheiros de resultados para cada tipo de instrumento.

O carregamento dos dados envolve quatro passos de migração: (i) carregamento das tabelas de apoio com a informação dos instrumentos; (ii) carregamento das leituras dos instrumentos; (iii) carregamento dos resultados e (iv) consolidação das campanhas de observação. É necessário fazer uma consolidação das campanhas, já que, no SIOBE não existia este conceito. Todas as leituras e resultados estão associados a uma data. Para agrupar várias leituras e resultados numa campanha, isto é, num período de tempo é necessário que não exista mais do que uma leitura ou resultado nesse intervalo para um determinado instrumento.

Existem várias dependências entre os quatro passos da migração. O carregamento das leituras e dos resultados, só poderá ser feito após o carregamento das tabelas de apoio dos tipos de instrumentos a que se referem os ficheiros de leituras e de resultados. Por outro lado, o carregamento dos resultados (num intervalo de datas) só deve ser feito após o carregamento das leituras relativas a esse intervalo. Finalmente, a consolidação das campanhas, só deve ser feita, quando estiver concluído o carregamento de todas as leituras e resultados de todos os tipos de instrumentos existentes na obra. A Figura 6, ilustra a interface da aplicação, com estes quatro passos.

3.2 Suporte à Gestão Dinâmica de Instrumentação

Um aspecto complexo tratado no âmbito do projecto foi a capacidade de gerir diferentes tipos de instrumentos. Note-se que sobre os vários elementos de uma obra são colocados diferentes tipos de instrumentos, por exemplo: fio-de-prumo, base de alongâmetro, extensómetro de fundação, piezómetro, termómetro de resistência, dreno, base tridimensional, inclinómetro, convergenciómetro, extensómetro incremental, piezómetro de corda vibrante.

A Figura 4 ilustra o modelo de domínio simplificado de campanhas de observações. Uma campanha agrega um conjunto de leituras realizadas sobre um determinado instrumento. Numa situação simples, cada instrumento seria classificado apenas por um descriptor do “tipo instrumento”, conforme sugerido na Figura 4. Todavia, tal abordagem não é viável pelo facto de existirem diferentes atributos, diferentes regras de validação de leituras, e diferentes regras de conversão de leituras em resultados, para os diferentes tipos de instrumentos. Por contraponto, a Figura 7 sugere, parcialmente, uma visão mais aproximada da dimensão da solução na qual, para cada tipo de instrumento existe uma tabela para as leituras, uma para os resultados e outra para a definição dos instrumentos (actualmente são suportados 28 tipos de instrumentos). Atente-se ainda que, segundo os requisitos do projecto, dever-se-ia permitir a gestão dinâmica de tipos de instrumentos.

A solução para o problema, não trivial, consistiu na definição de um conjunto de tabelas (com instrumentos, leituras e resultados associados), para cada tipo de instrumento. Adicionalmente, e por motivos de comodidade de gestão, envolveu a definição de uma interface (integrada no GESTBARRAGENS, mas apenas acessível ao administrador do sistema) que permitisse, interactivamente, a gestão de informação necessária à definição de tipos de instrumentos, e conseqüentemente a geração de *scripts* DDL/SQL para criação dessas tabelas e *scripts* de *stored-procedures* correspondentes. Complementarmente, o administrador do sistema pode alterar/adaptar os *stored-procedures* gerados, de forma a especificar convenientemente as regras específicas de validação de leituras e de conversão de leituras em resultados.

Verificou-se que a solução proposta suporta adequadamente os requisitos do GESTBARRAGENS, é facilmente escalável na capacidade de adição de novos tipos de instrumentos, e requer um esforço reduzido de intervenção humana.

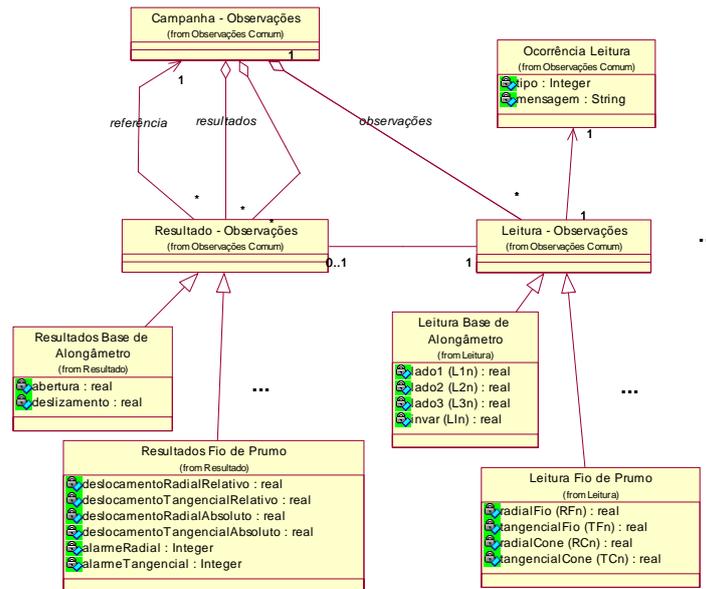


Figura 7: Modelo de domínio da gestão de campanhas de observação (versão mais real).

3.3 Suporte à Gestão Dinâmica de Relatórios

Uma funcionalidade comum da generalidade dos sistemas de informação é a capacidade de produção e publicação de relatórios específicos. No âmbito do GESTBARRAGENS escolheu-se o produto “SQL Server 2000 Reporting Services” como plataforma¹ para gestão, produção e publicação de relatórios. Os relatórios produzidos encontram-se perfeitamente integrados no GESTBARRAGENS (quer ao nível de interfaces Web quer ao nível dos mecanismos de controlo de acessos) e providenciam inúmeras funcionalidades comuns, tais como configuração de parâmetros de *design* e de apresentação (e.g., cores, imagem de *background*, logótipo, mostrar data/hora de publicação, mostrar nº de página), ou capacidade de impressão segundo diferentes formatos de *output* (e.g., HTML, PDF, DOC, Excel).

Os relatórios podem-se agrupar em dois grandes grupos: (1) relatórios predefinidos, i.e., desenhados e produzidos pelo programador, ainda na fase de implementação; e (2) relatórios definidos/produzidos dinamicamente por um gestor, de forma interactiva sobre o próprio sistema GESTBARRAGENS. É este segundo grupo de relatórios que merece uma nota particular de descrição.

A motivação principal para a existência da funcionalidade de produção dinâmica e interactiva de relatórios residiu no facto de se exigir um conjunto muito significativo de relatórios de análise estatística, designados por “relatórios de exploração”, – sobre diferentes tipos de instrumentos e com base em diferentes campanhas de observação – que poderiam apresentar aspectos relativamente semelhantes. Deste modo, providenciou-se um mecanismo de definição/produção dinâmica de relatórios, pelo facto de um relatório “SQL Server Reporting Services” ser definido por um dialecto XML (formato RDL, *Report Definition Language*), e apresentar capacidades de geração automática de código.

¹Esta plataforma apresenta inúmeras características técnicas que podem ser analisadas a partir de <http://www.microsoft.com/sql/reporting/>.

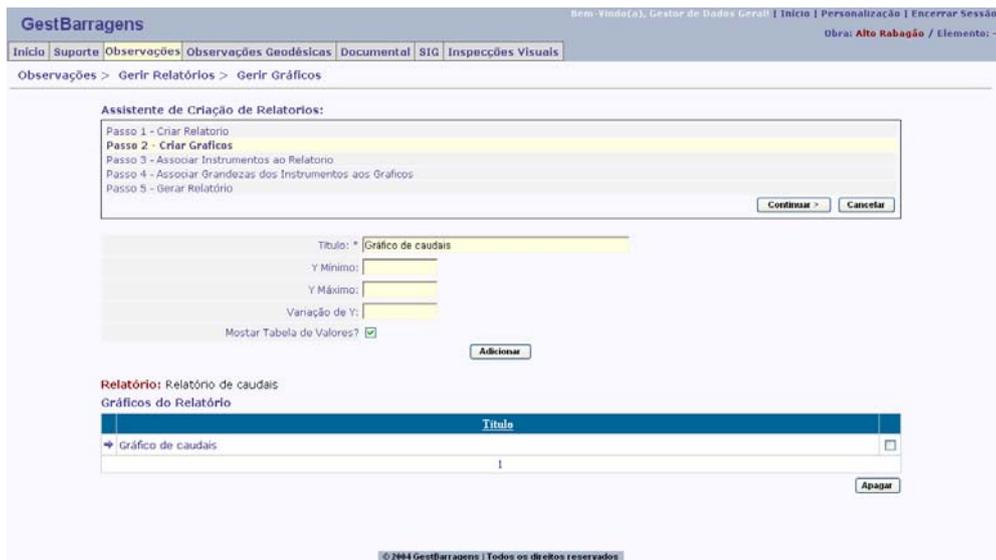


Figura 8: Assistente de definição/produção dinâmica de relatório.

A Figura 8 ilustra um aspecto do assistente de definição/produção dinâmica de relatórios do GESTBARRAGENS. Notar os vários passos envolvidos, desde a recolha da informação necessária até à produção do relatório propriamente dito (i.e., a geração de código XML segundo o formato RDL). Por outro lado, a Figura 9 ilustra um exemplo de publicação do relatório anteriormente definido.

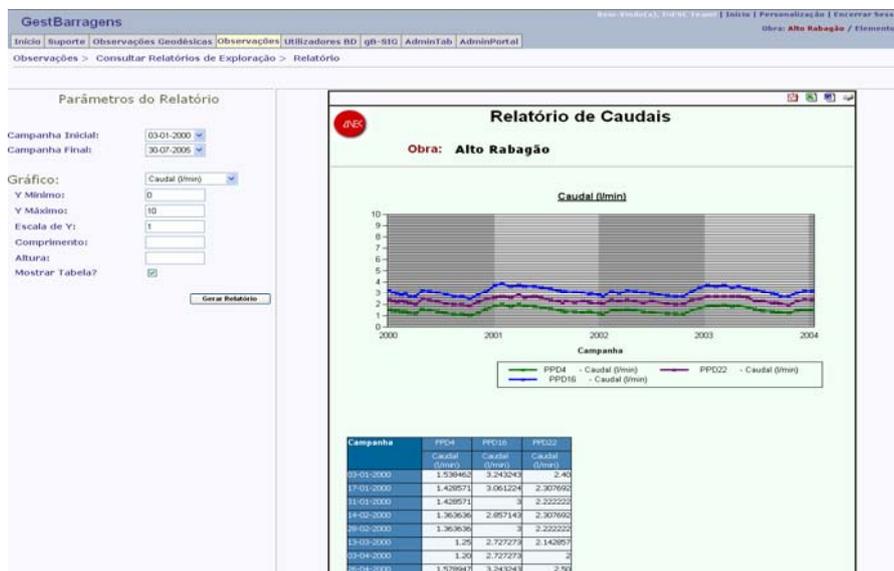


Figura 9: Publicação de um relatório definido dinamicamente.

3.4 Análises Espaciais sobre Sistemas de Instrumentação

Uma funcionalidade requerida para o GESTBARRAGENS foi a capacidade de gerar representações esquemáticas correspondentes a análises espaciais dos elementos de barragens.

Designou-se “planos de visualização” a essas representações esquemáticas, que correspondem tipicamente a desenhos técnicos do tipo alçados, plantas e perfis sobre esses elementos. Para além da simples gestão desses planos de visualização, pretendia-se que o sistema permitisse (1) a análise espacial dos vários grupos de instrumentos instalados sobre os respectivos elementos; e (2) a produção automática de gráficos-tipo (sobre os planos de visualização predefinidos) com base nos dados de várias campanhas de observação seleccionadas, e associadas principalmente às seguintes grandezas: deslocamentos horizontais, deslocamentos verticais, movimentos de juntas, caudais, subpressões, temperaturas e extensões/tensões.

Atendendo ao nível de exigência destes requisitos, considerou-se que a solução deveria basear-se na adopção de tecnologia SIG (Sistema de Informação Geográfica) de forma a permitir acelerar o processo de desenvolvimento e a providenciar uma experiência de utilização adequada. A solução concreta envolveu várias actividades², nomeadamente e em síntese: (1) conversão de desenhos técnicos, do formato AutoCAD da AutoDesk, para formato *shapefile*, da ESRI; (2) preparação dos *shapefiles* de forma a integrarem os diferentes sistemas de instrumentação (e.g., dreno, fio de prumo, base de alongâmetro, medidor de junta) e de observação geodésica (e.g., ponto auxiliar de nivelamento, ponto auxiliar tridimensional, ponto objecto de nivelamento, ponto objecto tridimensional); (3) publicação dos *shapefiles* no servidor de mapas arcIMS; (4) produção de páginas e módulos Web de forma a permitir um nível de integração adequado do gB-SIG com todo o sistema GESTBARRAGENS, providenciando-se um conjunto de operações comuns neste tipo de sistema, tais como aumentar, reduzir, arrastar, vista geral, obter detalhes sobre pontos/instrumentos, medir distâncias, e imprimir em diferentes escalas e formatos. A Figura 10 apresenta um plano de visualização do gB-SIG devidamente integrado no GESTBARRAGENS.

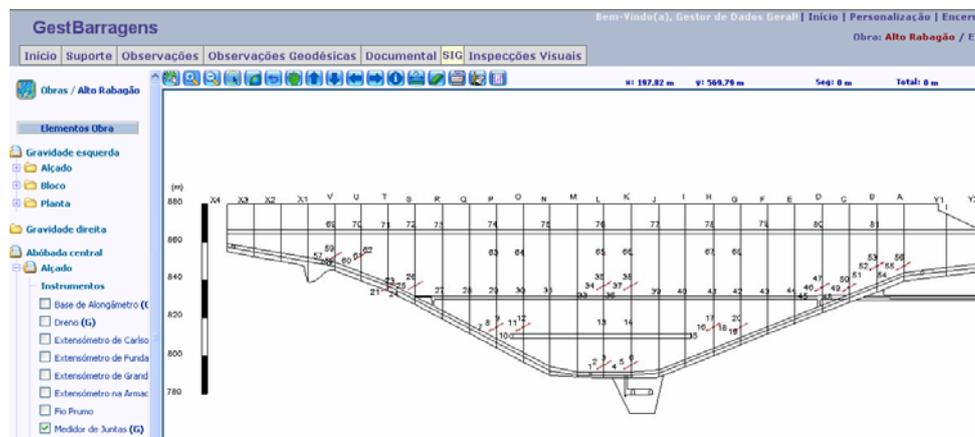


Figura 10: Plano de visualização do gB-SIG e respectivo nível de integração no GESTBARRAGENS.

Finalmente, foi implementado o mecanismo de produção dinâmica de gráficos, sobre os planos de visualização e com base na selecção de um conjunto variável de campanhas de observação e de outros parâmetros relevantes. A Figura 11 ilustra um exemplo de um gráfico produzido no âmbito do gB-SIG (Soares e Custódio 2005).

² Realizadas no âmbito de um Trabalho Final de Curso [Soares&Custódio 2005].

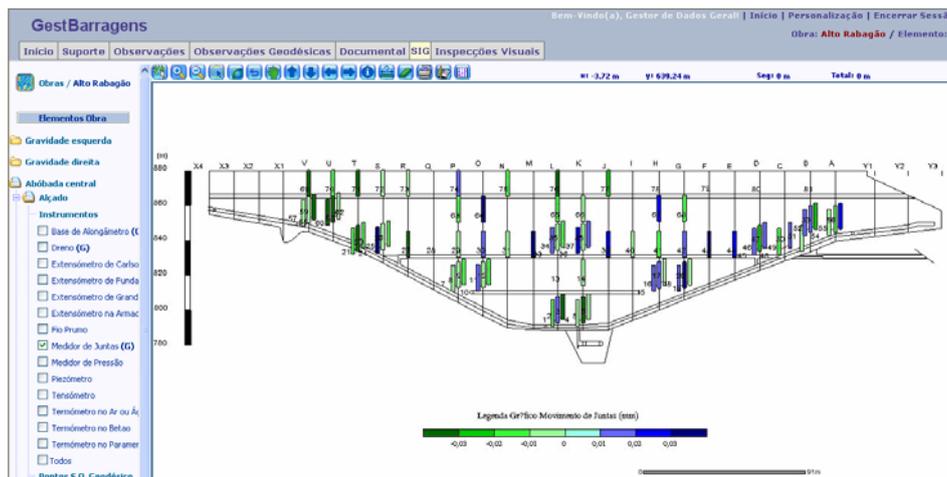


Figura 11: Gráfico produzido no contexto do gB-SIG.

3.5 Modelo de Funcionamento Federativo

O GESTBARRAGENS foi concebido para funcionar de duas formas distintas: autónoma ou federativa. No regime autónomo, a instância do GESTBARRAGENS funciona de forma totalmente independente relativamente a quaisquer outras entidades organizacionais.

No regime de funcionamento federativo, consideram-se dois tipos complementares de instalações do GESTBARRAGENS: instalação de instância-central e de instância-periférica. A instância-central (“i-central”) corresponde a uma instalação do sistema numa única organização, que deverá desempenhar o papel de coordenação e supervisão geral da segurança das barragens; sendo no caso concreto, em Portugal, o LNEC. Por outro lado, a instância-periférica (“i-periférica”) corresponde a uma instalação do sistema numa organização que também tenha a responsabilidade pela gestão da segurança de um conjunto mais restrito de barragens, tipicamente correspondendo a “donos de obra”; sendo no caso concreto do projecto a CPPE/EDP. A concepção deste modelo federativo é não-trivial e encontra-se analisada e discutida em maior detalhe em [Silva et al. 2005].

3.6 Abertura para Integração com outros Sistemas

O sistema GESTBARRAGENS, na sua versão decorrente do actual projecto, providencia várias funcionalidades de preparação, submissão e validação da informação de campanhas de observação. Tipicamente, os técnicos antes de realizarem uma campanha numa determinada obra, utilizam o sistema para produzirem um relatório em papel com informação de suporte a essa mesma campanha. Desse modo, levam para o campo um relatório em papel com a identificação dos vários instrumentos, com balizas de validação, e eventuais leituras obtidas em campanhas anteriores. Durante a campanha propriamente dita, registam nesse relatório os dados lidos, e mais tarde registam essa informação no sistema, via interface Web.

Um dos requisitos futuros do sistema, é permitir que os técnicos utilizem terminais portáteis (e.g., PDT) com uma aplicação específica para registo e validação de leituras dessas campanhas. Tal aplicação será desenvolvida e adoptada já num período posterior à conclusão deste projecto, para além de que será desenvolvida por uma empresa externa, pelo que o

GESTBARRAGENS deverá ser concebido de forma a suportar os requisitos de integração com essa ou outras aplicações que venham a ser desenvolvidas no futuro. A solução a esta questão passou pela definição de “pontos de acesso” do GESTBARRAGENS, de modo que essas ou outras aplicações possam comunicar directamente com o sistema de modo automático. De forma a garantir o maior nível de independência tecnológica – em termos de sistema operativo, linguagem de programação ou plataforma de execução – entre o GESTBARRAGENS e demais aplicações externas, decidiu-se que esses “pontos de acesso” deveriam ser concretizados através da tecnologia *XML Web Services*. Tipicamente os web services providenciam funcionalidades do tipo (1) obter sistema de instrumentação de uma dada obra e ou elemento; (2) submeter informação para preparação e criação de campanha; (3) obter preparação de campanha; (4) submeter informação de campanha, etc.

Notar que este mecanismo de suporte à integração com sistemas externos exige, naturalmente, a existência de mecanismos de controlo de acessos e de segurança, tendo em consideração que providencia pontos de abertura do sistema com o exterior.

4 CONCLUSÕES

O projecto de concepção e construção do sistema GESTBARRAGENS envolveu a participação de três instituições de referência ao nível de engenharia e de investigação do país. As sinergias e complementaridades decorrentes foram uma mais valia significativa. Neste artigo, apresentou-se a visão geral do GESTBARRAGENS, numa perspectiva dos sistemas de informação, enquanto sistema modular e constituído por diferentes subsistemas aplicativos. Para mais detalhes sobre o projecto do GESTBARRAGENS podem ser consultados os seguintes documentos [Silva et al 2005a, Silva et al 2005b, Soares&Custódio 2005, Martins 2005].

Discutiu-se em particular alguns aspectos não triviais que foram exigidos e tratados no âmbito do projecto, designadamente aspectos relacionados com: a migração e transformação de dados legados (um património de informação com largas dezenas de anos); o suporte à instrumentação múltipla e variada associada a sistemas de observação; a integração com sistema SIG para permitir análises espaciais e gráficos sobre os sistemas de observação correspondentes; o mecanismo de integração e sincronização de informação decorrente de uma arquitectura de instalação e funcionamento do sistema segundo um modelo multi-instância federativo; e finalmente, os mecanismos de suporte à integração do GESTBARRAGENS com sistemas externos, em particular com sistemas PDT que possam agilizar a realização de campanhas de observação.

Finalmente, é de referir que os princípios e soluções técnicas propostos e implementados no contexto do projecto GESTBARRAGENS poderão ser adoptados, com vantagem, para monitorizar sistemas de instrumentação de outros tipos de obras de engenharia civil, que não apenas barragens. Ou seja, as lições e abordagens decorrentes deste projecto poderão ser aplicadas noutras áreas da engenharia que apresentam problemas e requisitos semelhantes aos do controlo de segurança de barragens.

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, João Carmo, Jorge Gonçalves, Helder 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

- Galhardas, H., Florescu, D., Sasha, D., Simon, E., Saita C. A.. Declarative data cleaning: Language, model, and algorithms, Int'l Conf. on Very Large Data Bases (VLDB'01), Roma, Itália, Setembro de 2001.
- Martins, T., gB-Documental e gB-Inspeções-Visuais, Relatório do Trabalho Final de Curso, LEIC, IST/UTL, Setembro de 2005.
- Portela, E., Novas Metodologias de Apoio ao Controlo de Segurança de Barragens de Betão, Tese de Doutoramento, IST, Outubro 1999.
- RSB, Regulamento de Segurança de Barragens, Decreto-lei N.11/90 de 6 de Janeiro, Diário da República, Lisboa. 1990.
- Schmidt, T., Grounds, M., Dam Safety Management Tools (DSPMT), 21st USSD Annual Meeting and Lecture – The Future of Dams and Their Reservoirs, Denver, Colorado, 2001.
- Silva, A. R., Galhardas, H., Portela, E., 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, A. R., Galhardas, H., Portela, E.. Relatório Técnico INESC-ID, “O Modelo Multi-instância Federativo do GESTBARRAGENS”, Julho de 2005a.
- Silva, A. R., Galhardas, H., Barateiro, J., Portela, E., Relatório Técnico INESC-ID, “Especificação de Requisitos Técnicos do gestBarragens”, Versão 2.0, Dezembro de 2005b.
- Silva, H., Amante, J., Tavares de Castro, A., Sistema de Informação para Observação de Barragens de Betão (SIOBE), Manual de Utilização, LNEC, 1993.
- Soares, H. e Custódio, M., gB-Sistema de Informação Geográfico, Relatório do Trabalho Final de Curso, LEIC, IST/UTL, Julho de 2005.