

Inspetor – Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens

D. A. F. Balbi, CEMIG, A. L. C. Carim, CEMIG e R. A. Magalhães, IDEIAJATO

RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar o INSPETOR - Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens. Este sistema foi desenvolvido no projeto 0032 do programa anual de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico CEMIG-ANEEL, iniciado no ciclo 2000/2001. Tem a finalidade de integrar e simplificar as etapas de análise de instrumentação, inspeção, planejamento e execução de serviços relativos à segurança e manutenção civil de barragens.

Os usuários trabalham com dados georreferenciados (deteriorações, leituras de instrumentos, serviços, fotos, desenhos, etc.) em ambiente *web* e podem contar com os recursos do sistema nos trabalhos de escritório ou de campo.

PALAVRAS-CHAVE

Auscultação, Diagnóstico, Geoprocessamento, Inspeção, Segurança de Barragens, Software

I. SISTEMA INTEGRADO DE SEGURANÇA E MANUTENÇÃO

O INSPETOR é um sistema inteligente que trabalha com módulos integrados acessados via *web*, permitindo às equipes de segurança e manutenção de barragens efetuarem as suas atividades de qualquer computador que tenha conexão com a *internet* ou com a *intranet* da CEMIG. Foram também desenvolvidas interfaces para computadores de mão (palmtops) e portáteis (notebooks) onde os usuários contam com alguns dos recursos disponíveis em servidores mesmo quando estiverem no campo desconectados.

II. CONTEXTO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

A CEMIG, através da Gerência de Segurança de Barragens e Manutenção Civil – GE/SM, garante a segurança das barragens e usinas hidrelétricas por ela mantidas e operadas, promovendo o acompanhamento do comportamento estrutural, hidrológico, operacional e funcional das instalações.

As equipes realizam periodicamente inspeções em barragens, coleta de dados, análises de instrumentação,

deteção e documentação de deteriorações e avaliação do comportamento das estruturas civis de barragens. Posteriormente é realizado planejamento físico e financeiro de serviços a serem executados para garantir a segurança da barragem e acompanhamento das intervenções.

Esse procedimento e os resultados gerados a partir da inspeção são registrados em relatórios apresentados aos interessados e armazenados na empresa. Somado a isso, o setor dispõe de arquivos técnicos com fotografias, desenhos e outros documentos que dão suporte às etapas citadas.

A fim de integrar as etapas e simplificar os processos tornando o trabalho mais eficiente e dinâmico, a CEMIG defendeu dentro do Programa Anual de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico CEMIG-ANEEL, ciclo 2000/2001, a elaboração de um sistema computacional que abrangesse toda a inspeção, coleta e análise da instrumentação e etapas procedentes. Esse *software* integra os diversos sistemas específicos de barragens ou corporativos atualmente utilizados.

Junto à ANEEL esta Pesquisa e Desenvolvimento está classificada na categoria Desenvolvimento Experimental e no tema Pesquisa Estratégica.

O novo software recebeu o nome de INSPETOR – Sistema Inteligente de Controle e Segurança de Barragens e possui 14 módulos especialistas: Inspetor, Monitor, Detector, Gestor, Executor, Relator, Photor, Cadastor, Pretor, Pintor, Gedoc, GeoCemig, Editor e Tutor.

O INSPETOR uniformiza e simplifica o acesso aos dados pelos usuários, agora feito via *web*, otimizando o tempo de execução e melhorando a qualidade dos serviços prestados pela equipe de segurança e manutenção de barragens da CEMIG. A Figura 1 apresenta um esquema da interação entre do ciclo de trabalho das equipes de segurança e os módulos especialistas.

III. DIAGNÓSTICO DA SEGURANÇA DAS BARRAGENS

As inspeções de campo e a instrumentação de auscultação das estruturas devem ser encaradas sempre como mutuamente complementares. Os dados das mesmas devem ser analisados conjuntamente, pois muitas vezes os problemas surgem em regiões não instrumentadas, onde apenas as inspeções de campo podem detectá-los. Estas inspeções associadas a uma análise criteriosa dos dados fornecidos

D. A. F. Balbi trabalha na Companhia Energética de Minas Gerais (e-mail: balbi@cemig.com.br).

A. L. C. Carim trabalha na Companhia Energética de Minas Gerais (e-mail: adellcc@cemig.com.br).

R. A. Magalhães trabalha na Ideiajato Ltda. (e-mail: contato@ideiajato.com.br)

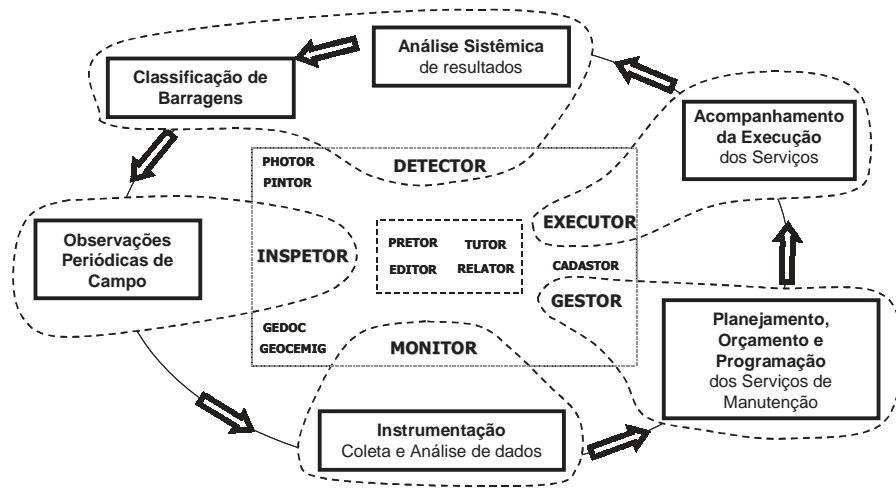


FIGURA 1 - Interação entre o INSPETOR e as atividades de Segurança de Barragens

pela instrumentação de auscultação da barragem, formam a mais importante e eficiente ferramenta para a avaliação do comportamento das estruturas civis em geral.

A. Inspeções Visuais

As inspeções visuais objetivam detectar deteriorações em potencial e alertar sobre condições que podem comprometer a segurança das estruturas das barragens. As equipes que vão a campo devem contar com análises prévias da instrumentação para verificar possíveis problemas nas regiões auscultadas ou nos aparelhos. É importante estudar a documentação existente e estar provido de desenhos dos locais a serem visitados. As inspeções podem ser divididas em cinco tipos: Rotineiras, Periódicas, Formais, Especiais e de Emergência, como preconizado pelo CBDB (Comitê Brasileiro de Barragens) e utilizado pelas principais empresas do mundo.

1) Inspeção Informatizada

O módulo **Inspetor** foi desenvolvido visando a informatização de todo o processo de inspeção de barragens:

- Elaboração e controle do cronograma de inspeções;
- Registro das deteriorações, data de detecção, causa provável e reparo proposto;
- Registro dos reparos realizados para sanar cada deterioração;
- Elaboração do relatório de inspeção.

Para tal, as equipes de inspeção civil contam com a possibilidade de acessar documentos, fotos, dados e análises da instrumentação e análises sistêmicas de deteriorações, estando no escritório ou no campo.

O módulo possui versão para instalação em computadores portáteis, que disponibiliza ao inspetor de barragens todas as informações necessárias à execução das suas tarefas. As observações realizadas no campo são cadastradas instantaneamente utilizando-se recursos de georreferenciamento, tendo por base um desenho de engenharia representando toda a extensão administrável do empreendimento. Posteriormente, os dados registrados no módulo são incorporados às bases de dados no servidor, através de *upload*.

Os desenhos das usinas foram inseridos no sistema, o que possibilita vincular textos, documentos e imagens em qualquer ponto dos mesmos, bastando que o usuário georreferencie na tela o local ao qual deseja associar a informação. Isso pode ser feito tanto na interface *web* quanto na interface do computador portátil desconectado. Ainda é possível vincular com coordenadas geográficas registros de leituras de instrumentação e serviços propostos ou solicitados, em planejamento, em andamento ou concluídos.

Ao exibir os desenhos da instalação, todos os vínculos existentes são representados na forma de ícones customizados, que se sobrepõem à imagem. Esses ícones atuam como *hyperlinks*, permitindo a abertura do registro ao qual correspondem, para consulta e edição. A Figura 2 apresenta a tela do módulo Inspetor com as deteriorações georreferenciadas sobre o desenho.



FIGURA 2 - Interface do Módulo Inspetor

2) Relatório de Inspeção

A integração georreferenciada de todas as informações utilizadas na avaliação da segurança estrutural, funcional e ambiental das instalações (barragens e estruturas anexas) de propriedade da CEMIG e de terceiros, compõe um documento único denominado Relatório de Inspeção. Finalizado e aprovado, é disponibilizado para consulta em módulos comentados adiante.

No Relatório de Inspeção cada deterioração está representada em “fichas” padronizadas, onde são registrados todos os eventos relacionados a um determinado problema, suas causas prováveis, reparos propostos e executados, quando for o caso. Permite acompanhar toda a vida da deterioração, desde sua detecção até a solução final. Essas informações são mantidas indefinidamente no sistema, constituindo-se um histórico de grande importância para o monitoramento das instalações.

3) Funcionalidades de Apoio

O **Inspetor** provê recursos de elaboração automática de cronogramas de inspeção, com emissão de alertas via e-mail para os usuários responsáveis pelas inspeções (antecedência de 30 dias, 1 semana, etc.), e disponibiliza normas, guias e instruções relativas à execução das inspeções.

Os módulos **Editor** e **Pintor** são responsáveis pela manutenção das interfaces do INSPETOR, enquanto que o **Tutor** é utilizado para personalizá-las segundo as preferências dos usuários. A função do **Pretor** é controlar os acessos aos recursos e funcionalidades do Sistema.

B. Informatização da Auscultação

Com a evolução dos recursos computacionais surgiram novas soluções para as fases de coleta, transmissão, processamento e análise dos dados da instrumentação. A associação da informatização destes sistemas à velocidade das transações *web* originou o módulo **Monitor**.

1) O Monitor WEB

Em 2003 o módulo **Monitor** passou a ser o aplicativo responsável pela gestão da instrumentação civil, substituindo os antigos sistemas de auscultação de barragens na manutenção, consistência, cálculo e análise de dados de instrumentação obtidos a partir de leituras de campo efetuadas por leituristas, com recursos de georreferenciamento. Este módulo apresenta 3 versões:

- A primeira, totalmente integrada aos módulos do Sistema INSPETOR, instalada no servidor, operada via *web* a partir do computador usuário;
- A segunda, instalada em computadores de mão como aplicativo autônomo para coleta e consistência dos dados de instrumentação, disponibiliza Guias de Leitura digitais para consulta. Dados obtidos no campo atualizam *a posteriori* o banco do servidor via *upload*;

- A terceira, instalada em computadores portáteis, oferece os mesmos recursos da anterior e ainda possibilita visualizar as seções e plantas das barragens, diagramas e instrumentos georreferenciados.

O **Monitor** traduz as leituras feitas no campo em parâmetros físicos relativos às grandezas a serem analisadas (pressão, deformação, nível d'água, etc.), provendo ainda controle de limites que alertam aos responsáveis pela instrumentação sobre o seu comportamento inadequado. Para isso tomou-se como base a série histórica de leituras e as informações fornecidas pelos projetistas. Os dados são mostrados em tabelas, curvas ou graficamente sobre as plantas e seções das estruturas, como visto na Figura 3.

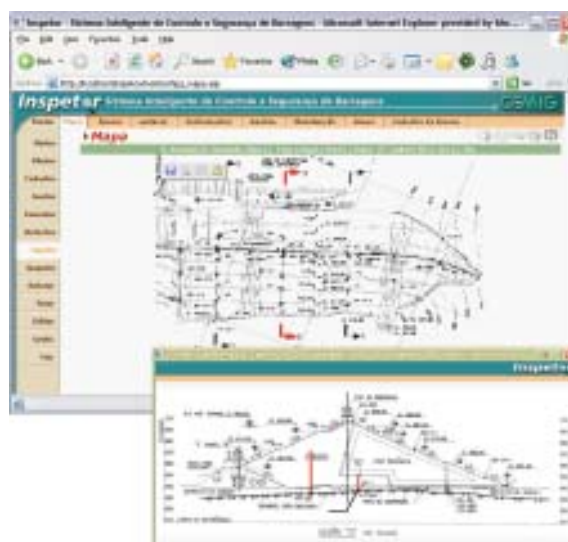


FIGURA 3 - Seção instrumentada representada no Monitor

C. Gerenciamento da Segurança de Barragens

O módulo **Detector** objetiva gerenciar a segurança de barragens, através da informatização dos processos de Classificação de Barragens e das análises sistêmicas das deteriorações observadas há mais de 50 anos nas instalações da CEMIG, anteriormente estudados por [1]. Possibilita determinar periodicidades de inspeções, complexidade de sistemas de monitoramento, definir prioridades para alocação de recursos e o fornecimento de *feedback* para os órgãos projetistas.

A classificação das Barragens é determinada a partir do Risco Estimado representado por essa estrutura, risco este igual à probabilidade de ruptura multiplicada pela consequência do evento. No cálculo da probabilidade são utilizados dois índices:

- **Potencial de Risco** – quantifica o risco em potencial de uma possível ruptura da barragem,
- **Vulnerabilidade** – define as condições atuais da barragem a uma possível ruptura;
- A **Consequência** em caso de ruptura é dada em função da capacidade de geração, do volume do reservatório e dos danos estimados a jusante. A determinação da condição atual das estruturas é obtida pontuando-se a gra-

vidade de cada deterioração observada no empreendimento que afeta a sua vulnerabilidade e a urgência da implementação das ações corretivas.

Com o sistema, a pontuação, anteriormente feita depois das inspeções em um *software* à parte, passou a ser atualizada no módulo **Inspetor** durante o cadastro de cada deterioração. O cadastramento dos demais índices e as análises relativas à classificação das barragens são feitos no **Detector**.

Neste módulo é possível visualizar a evolução da condição das estruturas civis, avaliar o impacto de deteriorações nos índices de vulnerabilidade e tecer comparações entre barragens, estruturas, épocas, tipos, arranjos, etc.. As análises e correlações são elaboradas a partir da emissão de grande variedade de gráficos, definidos previamente ou segundo a necessidade do usuário.

O **Detector** classifica as barragens e determina o tipo e a periodicidade das inspeções a serem efetuadas em suas estruturas civis, refletindo no cronograma de inspeções e serviços planejados. Quando ocorre mudança na classe da instalação, os responsáveis pela mesma recebem alertas emitidos pelo módulo indicando a nova classificação, para as devidas providências.

IV. A GESTÃO DA INFORMAÇÃO

A necessidade de informação *on line*, em tempo real, completa, dinâmica e interativa motivou a CEMIG ao gerenciamento de informações corporativas. A gestão da documentação da empresa é feita utilizando o GEDOC – Sistema de Gerenciamento Eletrônico da Documentação. Outro *software*, o GeoCemig - Sistema de Informações Georreferenciadas da Cemig, une os inúmeros bancos de dados e sistemas gráficos que utilizam recursos de mapeamento, cartografia e geoprocessamento desenvolvidos separadamente na empresa.

A. Documentação Técnica

O GEDOC é o sistema corporativo de gerenciamento de toda a documentação gerada e/ou utilizada na empresa com a finalidade de garantir melhor acessibilidade da informação, com redução de arquivos em papel.

O Sistema INSPETOR possui interface com o GEDOC para facilitar aos usuários consultar a toda essa documentação, incluindo CAD, seja pela *intra* ou pela *internet*. Há controle de acessos e facilidades de busca ao estilo *web search*, que incluem pesquisa de atributos padrão, texto e palavras-chave comuns aos usuários de engenharia, para *download* e uso no campo.

B. Informações Corporativas Georreferenciadas

O GeoCemig é a ferramenta de consulta *on line*, análise espacial e integração de informações georreferenciadas

da CEMIG, que forma uma base de dados única do sistema elétrico, associadas a índices de desempenho (usinas, linhas de transmissão e subestações), de consumidores especiais, telecomunicações, hidrometeorologia, distribuição de gás, bem como informações geográficas, ambientais e de infra-estrutura do Estado de Minas Gerais, aplicadas sobre uma base de ortofotocartas e imagens de satélite.

O GeoCemig integra-se ao INSPETOR pelo módulo homônimo GeoCemig, que importa os dados necessários ao suporte ao usuário, interagindo com demais módulos do sistema que usam geoprocessamento. São importados dados como: Usinas Hidrelétricas, Aeroportos, Hidrografia, Municípios, Rodovias, etc..

O usuário acessa essas informações e as imagens de satélite e ortofotocartas georreferenciadas, mesmo ao utilizar o *notebook* no campo, desconectado.

V. UNIFORMIZAÇÃO DOS BANCOS DE DADOS

Entende-se por uniformização dos bancos de dados, uma base de dados única, sem redundâncias, de atualização programada, responsável e segura. O acervo fotográfico de segurança de barragens da CEMIG possui aproximadamente 12.000 imagens catalogadas, em constante crescimento. Conta também com documentos e grande quantidade de dados e catálogos de empresas fornecedoras de serviço que foram digitalizados e armazenados eletronicamente. Todas essas informações precisavam ser organizadas de forma a simplificar o seu acesso às equipes da gerência. A seguir são descritos os aplicativos responsáveis pela gestão desses dados dentro do Sistema INSPETOR.

A. Mídias

Em 1999 o acervo fotográfico foi digitalizado formando o banco de dados Photor, com o objetivo de arquivar e organizar essas imagens, permitindo manter um registro cronológico útil no acompanhamento de qualquer evento ou deterioração. Com a implantação do INSPETOR, foi expandido e passou a permitir a manutenção de todos os tipos de mídias, como apresentações, vídeos, áudio, cruéis e catálogos de fornecedores.

O **Photor** armazena os dados da mídia associando-os a palavras-chave, dados autorais, título e finalidade, localização geográfica, inclusive georreferenciando-os a uma estrutura civil dentro do INSPETOR.

B. Cadastro de Fornecedores

O **Cadastor** é o módulo que permite incluir e manter dados dos fornecedores de produtos/serviços, tais como nome, endereço, contatos, produtos, serviços, etc., bem como a manutenção dos assuntos aos quais determinado fornecedor está vinculado (ex.: pintura, terraplenagem, etc.).

O cadastro comercial possui aproximadamente 30 assuntos e o módulo emite alerta periódico ao usuário quando os dados dos fornecedores estiverem desatualizados e

permite a emissão de uma solicitação de atualização de dados que pode ser enviada via e-mail ou fax.

C. Um Armário Digital

O módulo **Relator** foi desenvolvido para funcionar como um “armário digital”, uma “biblioteca virtual” técnica e administrativa. Sua principal função é reproduzir em meio eletrônico a estrutura de arquivamento já consagrada pela equipe como a mais simples e ágil.

Este módulo simula uma estrutura hierárquica por empresa e instalação onde armazena *hyperlinks* para documentos e outros tipos de mídias que estejam cadastrados nos demais módulos do INSPETOR, incluindo o GEDOC. É possível resgatar relatórios de análise de instrumentação e inspeção, normas, instruções técnicas de serviços, catálogos de fornecedores, desenhos, fotografias, documentos históricos, licitações e contratos.

O destaque aqui é a possibilidade de personalizar, para cada usina, os documentos a serem levados a uma inspeção. Quando o inspetor de barragens conecta seu *notebook* ao servidor e aciona o comando para baixar arquivos de uma usina, os documentos pré-selecionados vêm marcados para *download*. Os arquivos são copiados para *notebook* na mesma estrutura hierárquica da árvore, o que permite ao usuário, independente do servidor central, consultá-los durante a inspeção.

VI. GESTÃO DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Serviços de naturezas diversas oriundos das deteriorações diagnosticadas no módulo **Inspetor** durante o ciclo de inspeções nas instalações são cadastrados, planejados e priorizados utilizando o módulo **Gestor**. O acompanhamento da execução desses serviços é feito no módulo **Executor**. O Gestor e o Executor têm como característica gerir a solução das deteriorações em barragens através da Priorização, Planejamento, Programação, Acompanhamento, Contabilização e Relato em todas as etapas dos eventos físicos e financeiros envolvidos.

A. Gestor

O **Gestor** é responsável pelo cadastro, priorização e planejamento de obras e serviços detectados nas inspeções. Cada deterioração ou grupo de deteriorações correlacionadas origina um serviço, que é criado vinculado à sua localização na usina, inclusive através de georreferenciamento.

Adaptado aos processos administrativos já empregados na CEMIG, o módulo apresenta uma estrutura de parâmetros tais como diretriz, negócio, fluxos de aprovação, priorização de serviços, formulários e relatórios baseados na própria estrutura administrativa, que facilitam a

busca pois é possível pesquisar os serviços cadastrados através de filtros de seleção por quaisquer dados.

1) *Árvore Hierárquica de Localizações*

Através do Gestor é possível configurar as árvores hierárquicas que descrevem em detalhes as diversas localizações dos equipamentos e serviços nos vários tipos de instalações e empresas para as quais serão criadas requisições de serviços.

2) *Automatização do Controle de Patrimônio*

O Manual de Unidade de Cadastro, MUC, foi elaborado pela CEMIG para simplificar o atendimento à exigências da ANEEL, que determina aos concessionários do Serviço Público de Energia Elétrica atualizar e manter organizados os controles de adição e retirada de ativos da empresa, ou seja, investimentos. O MUC uniformiza a codificação desde o cadastramento dos materiais até a sua capitalização a fim de auxiliar a empresa no atendimento à legislação.

Este manual foi automatizado no módulo através de um filtro inteligente que pré-seleciona os itens do manual segundo sua localização na árvore da instalação. Esta solução agiliza o trabalho de relacionar os serviços a uma determinada Unidade de Adição e Retirada (UAR) ou Unidade de Cadastro (UC) e minimiza os erros associados a esse processo, já que o usuário tem que optar por itens previamente cadastrados no sistema.

3) *Documentação Associada ao Serviço*

Uma série de documentos relevantes é associada a um serviço, como normas e instruções técnicas, que estão disponíveis no módulo Relator e podem ser vinculadas ao serviço e consultadas pelos usuários que editam ou visualizam o mesmo. A emissão de relatórios é bastante flexível, com variedade de documentos pré-formatados possibilitando a emissão de vários modelos adicionais, a partir de filtros e composição dinâmica de dados do serviço.

B. Executor

O **Executor** é o módulo de gerenciamento e acompanhamento da execução dos serviços planejados no Gestor, através do cadastro de Contratos e das planilhas de acompanhamento físico e financeiro.

O objetivo é controlar, acompanhar e gerir todos os serviços cadastrados no Gestor e aprovados para execução com recurso financeiro já defendido. O acompanhamento físico-financeiro do serviço é feito através de planilha com etapas administrativas pré-definidas, planilha das licitações em andamento e planilha com fases executivas/técnicas a serem definidas pelo usuário.

Ao final da execução do serviço seu vínculo com

todas as etapas anteriores, desde a detecção da deterioração, permite elaborar relatório de conclusão do serviço incluindo todas as informações acrescidas durante a sua solução. Este relato completo incluindo descrição, técnicas, custos, prazos, documentos, executores, etc., torna o encerramento do ciclo da deterioração totalmente documentado e vinculado, configurando o relatório de reparo executado constante na ficha de deterioração dentro do módulo Inspetor.

VII. PRÓXIMO PASSO

É intenção que o Sistema INSPETOR sirva de modelo ou padrão para aferição da qualidade e da segurança das concessões existentes, caso a ANEEL assim o deseje.

O sistema é modular: a licença do uso da tecnologia de cada módulo pode ser vendida separadamente a qualquer interessado. Poderá ser instalado como versão acadêmica, fomentando o uso como ferramenta padrão de controle da segurança de barragens. Os dados das usinas da CEMIG poderão alimentar estes bancos acadêmicos, desde que não afetem o sigilo de informações da empresa, visando estudos aprofundados de ocorrências registradas e podendo tornar-se ferramenta em cursos de especialização e mestrado em barragens. O benefício prático do projeto abrange todos os proprietários de barragens e populações a jusante e a montante. Seus resultados alimentarão pesquisas adicionais, seja nos convênios firmados ou em estabelecimento com Universidades, Centros de Pesquisa ou Empresas Projetistas.

As instalações inicialmente beneficiadas são as quarenta e cinco usinas e as seis barragens de perenização operadas pela CEMIG, além daquelas em construção. Os benefícios serão estendidos às instalações de outras empresas concessionárias de energia que queiram licenças do sistema. Tudo visando à garantia da segurança das estruturas civis de barragens.

Os sistemas semelhantes hoje implantados em outras empresas ao redor do mundo abrangem apenas parte do módulo Monitor, responsável pelo monitoramento dos dados da instrumentação. Todavia são sistemas residentes e fechados. O sistema INSPETOR não possui similares: é resultado de desenvolvimento natural da empresa, consolidando procedimentos, instruções, modelos e guias, alguns publicados externamente. Foi a oportunidade de reavaliá-los, integrá-los e automatizá-los, facilitando a etapa mais importante da segurança de barragens: a análise de engenharia com tecnologia de ponta.

O Sistema não inclui instalação de sensores e não se trata de automação das leituras dos instrumentos das barra-

gens. O sistema prevê automação dos processos correlatos ao controle e segurança de barragens, composto de muitas ferramentas de captação, organização, análise e divulgação de dados sistêmicos e gráficos, fundamental para a gestão e implantação da manutenção civil das estruturas. A implantação do INSPETOR ensinará novos produtos:

- Novos desenvolvimentos e metodologias a partir do sistema inteligente;
- Customização personalizada para leiturista, inspetor, gerente, etc.;
- Parametrização eficaz pela retro-análise, com redefinição de critérios;
- Instalações com consulta *on line* de estado das estruturas;
- Treinamentos, pela formação de biblioteca de consulta e históricos;
- Operação assistida de maneira mais próxima e preparo para futura automação da auscultação, onde implantado;
- Novos recursos de hardware/software dimensionados para a atividade.

VIII. CONCLUSÕES

O INSPETOR foi Projeto de Pesquisa e Desenvolvimento e encontra-se com todas as suas funções concluídas e está sendo implantado na CEMIG, atendendo às equipes da Superintendência de Geração.

O Sistema visa à uniformização e à simplificação do acesso aos dados de diferentes programas pelas equipes de segurança de barragens. A interface possibilita aos usuários obter, tratar e atualizar informações pertinentes aos trabalhos de manutenção de estruturas civis de geração, sem que esses usuários tenham que se preocupar com o sistema de origem das informações com que estarão trabalhando. Provê estrutura de dados para diversas informações alfanuméricas e georreferenciadas que são incorporadas à sua base de dados: enciclopédia de usinas, banco de dados de viagens (hospitais, estradas, etc.), sinônimos para pesquisa de documentos, tutoriais, desenhos técnicos, fotografias, documentos, relatórios de inspeção, etc.

Suas funcionalidades de georreferenciamento permitem vincular e identificar, a partir da localização em um mapa, todas as informações disponíveis nos seus bancos de dados sobre aquela região, em quaisquer formatos em que elas se encontrem (relatórios, vídeos, fotos, dados históricos, etc.).

Finalmente, efetua transações via *intra* ou *internet*, permitindo ao usuário conectar seu computador portátil ao sistema para obter e atualizar informações, provido, naturalmente, de esquema de segurança que evite acessos não autorizados. A aplicação em ambiente *web* permite o uso

em qualquer computador com acesso à internet, sem necessidade de softwares adicionais, atualizações ou *upgrade* no computador do usuário. As aplicações portáteis (*notebook* e *palmtop*) permitem a utilização indiscriminadamente no campo.

O acúmulo estruturado e o fácil manuseio de informações relativas ao comportamento das estruturas civis nos diversos tipos de arranjo estrutural, subsidiará os atuais e novos projetos de barragens, visando à sua manutenção e operação, prolongando a sua vida útil. Sistematizados os dados, prosseguiremos com o objetivo de agrupá-los por área de interesse, extraindo peculiaridades, incidências e correlações que possam significar avanço e direção de estudos de Engenharia de Segurança de Barragens.

Assim, conseguir-se-á vislumbrar a evolução dos arranjos estruturais de barragens, mapear e quantificar as ocorrências mais comuns analisando a frequência entre causas geotécnicas, hidráulicas, estruturais e outras. Esta análise pode ser cruzada, com o tipo, época, forma de arranjo, etc., objetivando outras conclusões e sugestões. Finalmente, pode-se comparar o conhecimento da época do projeto ou construção com as ocorrências de deterioração mais frequentes, e erros renitentes versus estado da arte atual.

Os principais benefícios da implementação do INSPECTOR são: facilidade de uso pelas equipes de campo; agilização de processos; aumento de qualidade das informações tratadas; minimização de erros; redução de custos pela minimização de erros e; agilidade no tratamento da informação.

Como contribuições do projeto à capacitação científica e tecnológica podemos citar: aumento de qualidade das informações tratadas; aperfeiçoamento da equipe de desenvolvimento do sistema e de todos os usuários diretos em todas as novas ferramentas; aumento da velocidade de emissão de diagnósticos e consolidação do Centro de Excelência de Segurança e Controle de Barragens.

Dentre as contribuições econômicas temos: menores custos com contratação devido a agilização de processos e incremento dos serviços de consultoria. A obtenção de patentes, registro, marca e ISO em andamento serão complementadas pela transferência e difusão tecnológica, imprescindíveis, proporcionadas pelo licenciamento a consultores, projetistas, concessionárias, universidades e centros de pesquisa, além do treinamento de técnicos e engenheiros de segurança de barragens.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] R. A. Magalhães, "Subsídios para interação entre projeto e manutenção de barragens: Realimentando o processo" in Seminário Nacional de Grandes Barragens, XXII, 1999, pp. 29-44.
- [2] BRASIL. Ministério da Integração Nacional, Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica. Manual de Segurança e Inspeção de Barragens, Brasília, 2002. 148p.
- [3] BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Manual dos Programas de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro, Brasília, 2001. 44p.