

XXIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

ADEQUAÇÃO DA BASE DE DADOS E DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE SEGURANÇA DAS BARRAGENS SOB FISCALIZAÇÃO DO DAEE NO ESTADO DE SÃO PAULO

Julio Fracaroli Canholi; Clayton Bittencourt Junior¹; Carlos Lloret Ramos; Yvone de Faria Lemos de Lucca; Maria de Fátima Souza Curi e Noboru Minei²

RESUMO – O objetivo do presente projeto foi o de adequar a base de dados do Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) e criar o Sistema de Informações sobre Segurança de Barragens (SISB) da Autarquia. Os trabalhos envolveram o mapeamento dos espelhos d'água com área superior a 4 hectares em todo o estado de São Paulo, cruzamento das informações com os Autos de Outorga existentes, inspeções das barragens em campo, cadastramento das barragens enquadradas na Lei Federal 12.334/2010 e desenvolvimento do SISB em ambiente *Webgis*. Foram levantados 3554 espelhos, enquadradas 142 barragens de acordo com a lei, inspecionadas 80 barragens com Dano Potencial Médio ou Alto.

ABSTRACT– This work had the objective to adapt the DAEE database and develop the Autarchy's Dam Safety Information System (SISB). It has involved the detection of reservoirs by remote sensing, checking existing conferments, field inspections, registration of the dams fitting in the Federal Law 12.334/2010 and developing of the SISB webgis application. 3554 reservoirs were surveyed, 142 dams registered and also 80 structures with medium or high associated potential damage were inspected.

Palavras-Chave – barragens, segurança, sensoriamento.

1. INTRODUÇÃO

O Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE) possui, de acordo com a Lei 12.334/2010, a atribuição de fiscalizar as barragens para as quais concedeu a outorga de interferência e uso de recursos hídricos em águas de domínio do Estado. Não lhe compete a fiscalização de barragens de geração de energia elétrica, rejeitos minerários ou resíduos industriais. Não obstante essas atribuições, dada a baixa informatização e a distribuição das informações técnicas em suas diferentes unidades regionais, não havia um inventário sobre a quantidade de barragens outorgadas de forma satisfatória no Estado, assim como um grande desconhecimento sobre aquelas existentes, porém não outorgadas.

1) Afiliação: HIDROSTUDIO ENGENHARIA, Rua Cardoso de Almeida, 167, cj 101 São Paulo/SP. 11 3670-1763. hidrostudio@hidrostudio.com.br

2) Afiliação: CENTRO TÉCNOLÓGICO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS, Avenida Lúcio Martins Rodrigues, 120 São Paulo/SP. 11 3039 3201.cramos@sp.br

Desta maneira, buscou-se criar as condições para a atualização das informações e ampliação do banco de dados do órgão acerca das barragens sob sua fiscalização, garantir a observância de padrões mínimos de segurança de barragens, de modo a reduzir as possibilidades de incidentes ou acidentes, promover a capacitação de seu corpo técnico e dos donos de barragens além de estabelecer procedimentos para o gerenciamento das informações sobre segurança de barragens. Esse trabalho foi desenvolvido entre fevereiro de 2017 e junho de 2018.

2. OBJETIVOS

Em termos gerais, o objetivo do projeto foi o de adequar a base de dados do DAEE sobre barragens, desenvolver levantamentos e inspeções de campo, treinar técnicos para a aplicação da Lei 12.334/10 e elaborar o Sistema de Informações sobre Segurança de Barragens para gerenciamento das informações.

O projeto contemplou o desenvolvimento das seguintes atividades:

- definição de uma metodologia eficaz para detecção dos reservatórios de maneira automática/semiautomática a partir de imagens de sensores orbitais (Sentinel 2A);
- cruzamento dos espelhos detectados com as informações dos Autos de Outorga existentes;
- listagens das estruturas não outorgadas;
- identificação e cadastro das barragens outorgadas, enquadradas na Portaria 3907/2015 do DAEE;
- vistoria e inspeção de 80 barramentos no Estado de São Paulo;
- desenvolvimento da aplicação *webgis* para gestão das informações sobre segurança de barragens.

3. METODOLOGIA

A metodologia para as diferentes atividades é apresentada a seguir.

a) Detecção dos Espelhos d'água

A metodologia para detecção foi baseada nos procedimentos concebidos e aplicados pela FUNCEME (2008), porém otimizada para minimizar a dependência da interpretação visual do usuário e permitir a identificação mais precisa dos espelhos d'água, em prazo e custo significativamente menores, através da aplicação de técnicas de classificação de imagens orientada a objetos (OBIA). Um exemplo é apresentado na Figura 1. Foram obtidas imagens orbitais gratuitas com uso predominante do sensor Sentinel 2 MSI e, quando aplicável, Landsat 8. Foi dada

preferência às imagens sem nuvens e do período entre março a abril, época que se caracteriza pelo fim do período chuvoso e na qual os reservatórios se encontram mais cheios. Em seguida, foram realizadas as correções atmosféricas, radiométricas e geométricas das imagens, realce, suavização e geração dos mosaicos.

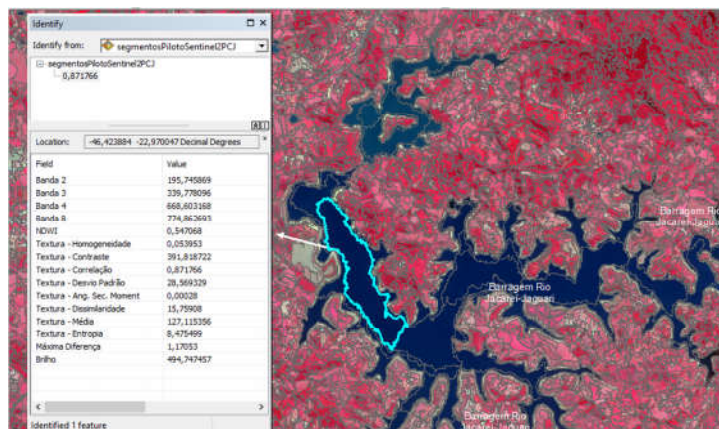


Figura 1 – Objeto gerado em processo de segmentação e atributos

A primeira etapa na classificação orientada a objetos é o processo de segmentação, que consiste na divisão da imagem em regiões homogêneas ou objetos em porções da imagem, com características espectrais e espaciais similares.

O resultado da segmentação são objetos, regiões e uma série de atributos associados que são exportados para a execução da seleção de amostras e análise exploratória estatística para a identificação dos atributos mais significativos e respectivos limiares que definem os objetos que correspondem a massas d'água. Ao final, foi realizada a classificação e ajustes pertinentes, tais como: agregação de objetos contíguos, erros de classificação e correção de traçados.

O limite mínimo definido para a detecção dos espelhos d'água foi definido em 4 hectares, o que equivale a um reservatório Tipo 1 (SÃO PAULO, 2017) com 50% do volume água.

b) Cruzamento com as informações do Banco de Dados das Outorgas Concedidas

A partir dos espelhos georreferenciados foi realizado cruzamento com as informações existentes no banco de registros de outorgas do DAEE. O banco possui apenas informações cadastrais sobre as outorgas, e não apresenta informações técnicas dos barramentos, tais como altura e volume. Inicialmente foi realizada a consistência do banco com correção das coordenadas dos registros para o cruzamento das informações. Em seguida, foram identificados os números dos Autos de Outorga e as informações dos usuários. Nessa mesma etapa foram identificados os registros referentes a barramentos que não são de responsabilidade do DAEE, e seus respectivos espelhos foram retirados da análise.

d) Vistoria dos Barramentos Selecionados e Comunicação aos Empreendedores

Em barramentos selecionados, foram realizadas inspeções visuais, de forma a avaliar as condições gerais das estruturas e capturar fotografias para inserção no banco de dados para futuras análises. Durante as visitas foram explicados os objetivos da Lei 12.334/2010 e da Portaria 3907/2015 para os empreendedores, assim como os passos a serem tomados para a elaboração dos planos de segurança e atendimento da legislação.

e) Desenvolvimento da Aplicação *Webgis* para gerenciamento das informações

A nova base de dados do DAEE sobre as barragens existentes foi desenvolvida para funcionar em *website* próprio, possibilitando o acesso de diferentes níveis de usuários e de consulta. Nesta interface são identificados usuários que têm a função de cadastrar estruturas e manter o sistema atualizado (empreendedores e fiscais), usuários que estão interessados em visualizar dados e informações (público geral) e usuário administrador que terá a função de fornecer permissões de acesso de outros usuários e de manter o sistema funcionando continuamente.

A base de dados contém recursos computacionais para facilitar a alimentação de dados no sistema e obtenção de informações por meio de consulta, tais como mapas, arquivos, informações técnicas, etc. Também é possível realizar a edição de dados tabulares e espaciais usando recursos internos, bem como podem ser preparados arquivos para serem exportados.

Além das características do sistema acima elencadas, será possível o recebimento dos planos de segurança via aplicação, permitindo a fiscalização remota da documentação dos barramentos, garantindo a otimização do uso dos recursos financeiros e humanos na inspeção das barragens em pior estado de conservação. A captura da tela inicial do sistema é apresentada na figura 3.

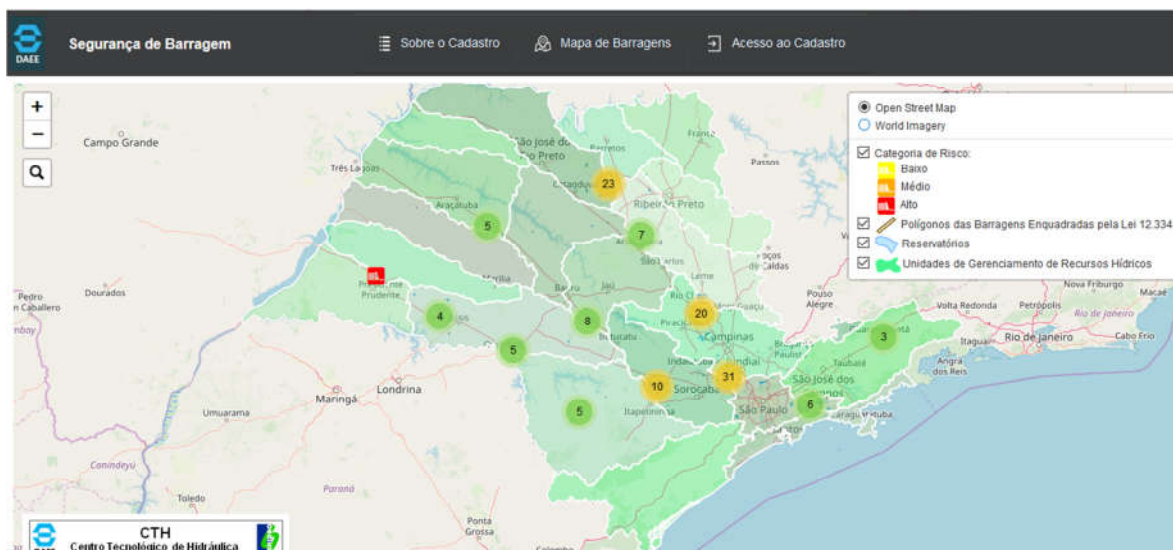


Figura 3 – captura de tela da página inicial do sistema

4. RESULTADOS

No âmbito do mapeamento, foram levantados 3534 espelhos d'água nas 22 UGRH's do Estado de São Paulo. Destes, 669 foram selecionados para análise das outorgas, enquanto 226 foram sinalizados como sem outorga e prioritários para fiscalização. Dos 669 registros, foram enquadradas na Lei 142 barragens, de 63 diferentes empreendedores ou operadores, que deverão desenvolver os Planos de Segurança. 80 destas barragens foram visitadas. A tabela 1 resume os resultados.

Tabela 1 – Resumo dos Resultados por UGRHI

UGRHI	Nome	Espelhos > 4ha Levantados*	Outorgas Selecionadas para Análise	Barragens Sem Outorgas Sinalizadas para Fiscalização	Registros de Barragens Enquadradas no SNISB	Visitas Técnicas
1 e 2	Paraíba do Sul e Mantiqueira	204	3	7	4	3
3 e 7	Baixada Santista e Litoral Norte	14	0	1	1	1
4	Pardo	90	20	12	3	0
5	Piracicaba, Capivari e Jundiá	219	132	30	29	29
6	Alto Tietê	110	6	20	16	15
8	Sapucaí-Mirim	127	18	6	0	0
9	Mogi-Guaçu	462	105	30	17	6
10	Tietê/Sorocaba	272	58	15	22	14
11	Ribeira de Iguape	63	0	0	0	0
12	Baixo Pardo/Grande	162	36	20	8	0
13	Tietê/Jacaré	136	34	10	9	0
14	Alto Paranapanema	564	154	18	6	0
15	Turvo/Grande	111	37	10	9	0
16	Tietê/Batalha	92	8	2	3	0
17	Médio Paranapanema	172	28	12	10	2
18	São José dos Dourados	34	6	2	0	0
19	Baixo Tietê	293	8	12	3	0
20	Aguapeí	69	6	6	1	0
21	Peixe	47	4	10	0	5
22	Pontal	293	6	3	1	5
TOTAL		3534	669	226	142	80

Das barragens enquadradas 38 apresentaram altura ou volume superior aos indicados na Portaria 3907/2015, enquanto que as outras 104 foram enquadradas segundo o DPA.

Os principais usos das barragens enquadradas são resumidos na Tabela 2. Os usos preponderantes foram: Industrial (praticamente a totalidade ligada ao setor sucroalcooleiro) e Abastecimento Público.

Tabela 2 – Resumo dos Usos das Barragens

Tipo de Uso	Quantidade
Controle de Cheias	3
Abastecimento Público	48
Irrigação	22
Lazer/Paisagismo	12
Indústria	57
Total	142

Entre os tipos de barragens cadastradas predominaram as barragens de terra, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Tipos de Barragens

Tipo de Estrutura	Quantidade
Barragem de Terra	136
Barragem de Concreto	5
Barragem de Alvenaria	1
Total	142

Dentre os 63 empreendedores, apenas 2 já haviam elaborado Planos de Segurança, enquanto outros 2 estavam com contratações em andamento. Durante as visitas notou-se grande desinformação sobre a legislação, enquanto que, entre os que sabiam da necessidade de elaborar os planos, muitos não os haviam iniciado devido a conflitos de competência, como entre operadores e proprietários de barragens ou entre entes que compartilhavam a barragem.

Nas visitas, a maior parte das anomalias observadas referiu-se à falta de equipes de segurança, ausência de documentação de projeto e licenças, vegetação e cupinzeiros nos canais de aproximação e taludes de jusante, ausência de registros de operação e instrumentação, presença de animais e dificuldade de acesso e construções irregulares a jusante. Essas anomalias, embora não elevem significativamente o nível de perigo das estruturas, demonstram descaso dos empreendedores com relação às estruturas, quando não o seu completo abandono.

No tocante aos registros cadastrais existentes e Autos de Outorga, observou-se elevada inconsistência dos registros, seja devido à desatualização dos cadastros (como, por exemplo, mudança de proprietários ou operadores) como diferenças entre as características outorgadas e efetivamente construídas (muitas devido a erros de preenchimento e falha na análise do outorgante).

Ao final, foi dada a carga inicial dos dados na aplicação *Webgis*, a qual pode ser acessada em <https://sisb.dae.sp.gov.br>.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nesse projeto foram detectadas e registradas 142 barragens enquadradas na Lei 12.334/2010 e na Portaria 3907/2015 do DAEE. Os proprietários e operadores foram visitados para capacitação sobre a necessidade de cumprimento das exigências legais, assim como notificados para iniciar a elaboração dos Planos de Segurança e utilizar a plataforma *Webgis* desenvolvida no âmbito do projeto para envio das informações à fiscalização.

Entende-se que esse projeto é um passo inicial no conhecimento das informações sobre as barragens do Estado sob fiscalização do DAEE, o qual deverá ser continuamente atualizado.

Recomenda-se, em continuidade aos resultados aqui apresentados, a solicitação da atualização cadastral dos proprietários de barragens no sistema de outorga eletrônica, a capacitação de técnicos em segurança de barragem nas diretorias regionais do DAEE, assim como o fortalecimento das campanhas de comunicação com os empreendedores e operadores de barragens e o fomento da cultura relacionada à segurança das estruturas.

AGRADECIMENTOS

Ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). A equipe de apoio formada pelos profissionais Geogr. Luiz Henrique Bocalini Lacerda, Téc. Luiz Rinaldi e Téc. Carlos Alberto de Oliveira.

REFERÊNCIAS

BRASIL. *Lei Federal 12.334, de 20 de setembro de 2010*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Seção 1 -21 set. 2010.

SÃO PAULO (Estado). *Portaria DAEE 3907, de 15 de dezembro de 2015 (Reti-Ratificada em 26 de junho de 2017)*. Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Executivo, São Paulo, SP, 27 de jun. 2017., Seção 1 pp. 127.

FUNCEME. *Mapeamento dos espelhos D'Água do Brasil*. Fortaleza, 2008.