

# AUTOMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE BARRAGEM, GERAÇÃO DE RELATÓRIOS E CRIAÇÃO DE BANCO DE DADOS DE RESULTADOS

## **Ricardo Maffi**

Acadêmico do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo

#### **Márcio Felipe Floss**

Professor do curso de Engenharia Civil da Universidade de Passo Fundo

**Resumo.** Inspeções de barragens tem sido um assunto emergente no cenário nacional da construção civil. Em 2010 foi criada a Lei Nº 12.334 / 2010, que, em seu Artigo 1º, estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Visando agilidade, praticidade e automatização dos processos, será formulada uma planilha eletrônica para as inspeções de segurança a serem barragens, nas incluindo realizadas classificação da barragem quanto ao potencial de risco, formulação de ит calendário para reinspeções, geração de relatórios oficiais, detalhamento de anomalias nas instalações e a formulação de um banco de dados de inspeções realizadas. A planilha eletrônica está sendo montada no software Microsoft Access e é compreendida por tabelas para armazenamento de dados, formulários para inserção de dados e relatórios para pesquisa de dados inseridos.

**Palavras-chave:** Barragens, Inspeções, Automatização

# 1. INTRODUÇÃO

A ruptura de barragens é um evento de grandes dimensões e que pode atingir de diversos modos a sociedade e o meio ambiente, atingindo casas, lojas, lavouras, florestas, etc. De acordo com a Aneel (2013), unificando os conceitos de Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), Pequena Central Hidrelétrica (PCH) e Central Geradora Hidrelétrica (CGH), existem 1053 barragens para fins de geração de energia no Brasil, mais as destinadas a outros usos.

Com a introdução da Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), que prevê a aplicação da lei a todas as barragens destinadas à acumulação de água e que tiverem a altura, do ponto mais baixo da fundação até a crista, maior que 15 metros e/ou com uma capacidade de reservatório maior que 3.000.000 metros cúbicos, é esperado que a probabilidade de ocorrerem rupturas seja a menor possível. Para manter as barragens de acordo com as normas de segurança, foi criado um sistema de inspeção das instalações, classificação quanto ao potencial de risco e divulgação dos resultados, tanto para os órgãos fiscalizadores quanto para a população em geral.

Se tratando de um assunto recente e ainda pouco aprofundado, é comum a falta de material especializado para busca de informações e para as inspeções nas barragens. Para suprir parte dessa nova demanda, foi criada a Planilha de Cadastro e Inspeção de Barragem, que tem a finalidade de ser o objeto de uso para registro dos cadastros dos proprietários e das barragens e das inspeções a serem realizadas nos empreendimentos.

## 2. DOCUMENTOS BASE DA PLANILHA

Para a formulação das tabelas no software, foram tomados como base o



Manual de Preenchimento da Ficha de Cadastro de Barragem, de autoria de Menescal et al. (2005) e o Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem (2ª Edição), também de autoria de Menescal et al. (2010). Nos manuais são listadas todas as informações necessárias para um cadastro, tanto de proprietário quanto de empreendimento, e todos os pontos serem inspecionados a nas instalações das barragens.

A avaliação e classificação das barragens será feito através do método da Matriz Potencial de Risco, que está descrita por Barbosa et al. (2002) no Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.

Para criar o calendário de reinspeções, foi utilizada a tabela de freqüência de reavaliações feita por Menescal et al. (2004).

#### 2.1. Matriz Potencial de Risco

O método da Matriz Potencial de Risco foi criado pela COGERH/CE e é tido como o mais completo, por isso a escolha da sua utilização. A matriz é composta por índices que avaliam vários aspectos das instalações das barragens e atribui um número ao resultado, sendo a melhor classificação o menor número. Os índices que compõe a matriz são a Periculosidade (P), que diz respeito às características de projeto das barragens; a vulnerabilidade (V), que está relacionada com a situação atual da estrutura, da instalação e dos equipamentos da barragem, bem como a manutenção desses itens; e a importância (I), que mensura os valores estratégicos da barragem em caso de uma eventual ruptura. Cada índice é subdividido em itens, e cada item recebe uma pontuação, sendo a pontuação do índice a soma das pontuações dos itens.

Para calcular o potencial de risco de uma barragem, é utilizada a Eq. 1, fazendo uso dos valores atribuídos aos índices.

$$PR = \frac{P+V}{2I} \qquad (1)$$

Com base no resultado da equação, é atribuída uma classificação, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - F	Potencial de	Risco - PR
--------------	--------------	------------

Classe	Potencial de Risco - PR
А	> 65 (ou V=10) – ALTO
В	40 a 65 – MÉDIO
С	25 a 39 – NORMAL
D	15 a 24 – BAIXO
E	< 15 – MUITO BAIXO

Fonte: adaptado de Barbosa, 2002, p.83.

#### 2.2. Ficha de Inspeção de Barragem

A ficha de inspeção apresentada no Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem (2ª Edição) é composta por uma lista dos setores das barragens. Em cada setor existe uma listagem dos itens a serem analisados durante as inspeções. A ficha de inspeção possui um modelo "checklist", onde deve ser assinalada a situação em que cada item se encontra durante a inspeção. É utilizado um sistema de siglas e legendas, descritas na Tabela 2.

Tabela2 - Legendas das classificações da

	Ficha de Inspeção
	Situação
NA	Este item Não é Aplicável
NE	Anomalia Não Existente
D\/	Anomalia constatada pela
FV	Primeira Vez
DS	Anomalia Desapareceu
DI	Anomalia Diminuiu
PC	Anomalia Permaneceu Constante
AU	Anomalia Aumentou
NI	Este item Não foi Inspecionado
INI	(Justificar)
Fonto: A	dantada da Manaccal at al 2005 n 11

Fonte: Adaptado de Menescal et al, 2005, p.11.

Caso seja detectada uma anomalia, ou variação de uma já existente, devem ser

<sup>Notas: 1. Barragens com PR acima de 55 devem</sup> ser reavaliadas por critérios de maior detalhe.
2. Barragens incluídas na classe A exigem intervenção, a ser definida com base em inspeção especial.



medidas a magnitude e o nível de perigo dessa anomalia. Elas estão listadas na Tabela 3.

	Magnitude	Nív	el de Perigo
I	Insignificante	0	Nenhum
Ρ	Pequena	1	Atenção
Μ	Média	2	Alerta
G	Grande	3	Emergência

Fonte: Adaptado de Menescal et al, 2005, p.11.

#### 3. PLANILHA DE CADASTRO E INSPEÇÃO DE BARRAGEM

Para a montagem das fichas de cadastro e inspeções e dos bancos de dados das inspeções e possíveis anomalias, está sendo utilizado o programa Microsoft Access. Os itens descritos nos manuais foram portados para tabelas no software, como é mostrado na Figura 1, no manual, e na Figura 2, no software.

Identificação do propi *Empresa / Proprietário	rietário / responsável:		
*Endereço:	/ Kesponau/01,		
Rua:	Nº:	Andar:	Sala:
Cidade:	Estado:	(	CEP:
*Telefone:			
*E-mail:			
Outros:			

Figura 1 - Tabela do Manual de Preenchimento da Ficha de Cadastro de Barragem

	Nome do campo	Tipo de dados
8	MatrículaProprietário	Numeração Automática
	NomeProprietário	Texto Curto
	EndereçoRua	Texto Curto
	EndereçoNúmero	Número
	EndereçoAndar	Texto Curto
	EndereçoSala	Texto Curto
	EndereçoCEP	Texto Curto
	EndereçoCidade	Texto Curto
	EndereçoEstado	Texto Curto
	ContatoTelefone	Texto Curto

Figura 2 - Tabela do software da Identificação do Proprietário

Cada item da ficha de Identificação do Proprietário corresponde a uma linha da tabela no software, assim os dados inseridos ficam bem especificados a qual informação eles se referem. Esse modo de visualização, chamado de Modo Design, torna mais prática a montagem da tabela, mas é no Modo Exibição que os dados ficam mais facilitando organizados. a leitura e interpretação das informações. Os dados são mostrados em colunas e cada linha representa um proprietário diferente, como pode ser visto na Figura 3 a seguir.

Identificação F	Proprietário					
Matrícula 🔹	Empresa / Prr -	Rua 🔹	Número •	Andar -	Sala 🛛	
8	Empresa X	Rua A	123	3	301	99
9	Empresa Y	Rua B	234	5	502	99
(Novo)						

Figura 3 - Dados inseridos na tabela

No Modo Design, cada item possui um nome para melhor diferenciar as informações, no entanto, é possível escolher uma legenda para cada item, que aparece no Modo de Exibição e nos formulários. Esse processo pode ser observado nas imagens. Enquanto na Figura 2 está escrito "EndereçoRua", na Figura 3 o campo está descrito apenas como Rua.

Como as tabelas possuem o propósito de apenas guardar informações, elas não são tão intuitivas na hora de inserir dados. Por isso foram criados os formulários, com campos a preenchidos dados serem com os necessários. Esses campos podem ser editados em forma, tamanho, posição, etc, para que fiquem organizados de modo que facilitem o uso deles. Na criação de formulário é possível criar outro tipos de inserção de dados, como um campo de seleção, com opções pré-estabelecidas, como os estados disponíveis para seleção. O formulário com a Ficha de Cadastro de Proprietário está apresentado na Figura 4.



Matrícula:	11				
Empresa / Prop	prietário / Responsável: Er	mpresa X			
Endereço:					
Rua:	Rua A		Número:		1
Andar:	3 Sala:	301	CEP:	99001-010	0
Andar: Cidade:	3 Sala: Passo Fundo	301	CEP: Estado	99001-010	D
Andar: Cidade:	3 Sala: Passo Fundo	301	CEP: Estado	99001-010 AC AL	D
Andar: Cidade: Contato:	3 Sala: Passo Fundo	301	CEP: Estado	99001-010 AC AL BA	D
Andar: Cidade: Contato: Telefone	3 Sala: Passo Fundo (54) 3311-3311	301	CEP: Estado	99001-010 AC AL BA CE DF	D

Figura 4 - Ficha de Cadastro de Proprietário

É possível montar um formulário para cada tabela, ou um formulário para várias tabelas, podendo navegar entre eles através de botões criados dentro dos formulários.

Os próximos passos da montagem da planilha incluem concluir os formulários para inserção se dados, seguindo os mesmos moldes dos apresentados anteriormente, e estabelecer relações entre eles para facilitar a navegação entre as informações.

Tendo como base o Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragem (2ª Edição), serão montadas tabelas para armazenar os dados das anomalias descritas por Menescal et. al. (2010). Toda vez que uma anomalia for detectada na ficha de inspeção, o software pedirá que seja escolhida uma anomalia cadastrada, já filtrando as possíveis escolhas.

Serão criadas tabelas para armazenar a Matriz Potencial de Risco e calcular o Potencial de Risco. Com o cálculo feito, o software criará em um relatório um calendário indicando a data de reinspeção das barragens.

Para pesquisa dos cadastros e inspeções já feitas, serão montados relatórios. Os relatórios são uma ferramenta do software para filtragem e visualização dos dados contidos nas tabelas. Um segundo relatório será montado com o intuito de ser uma apresentação formal dos resultados das inspeções. Serão utilizados como base relatórios disponibilizados pela ANA ou outro órgão fiscalizador da segurança de barragens.

As barragens com mais de uma inspeção cadastrada terão um gráfico de desempenho. Esse gráfico terá a função de avaliar as variações da manutenção da segurança ao longo do tempo.

### Agradecimentos

Agradecimentos à minha família, amigos e colegas que estão engajados comigo na tentativa de transformar esse projeto em um software profissional para uso nas inspeções de barragens do país.

# 4. REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Energia Elétrica. **Capacidade de Geração do Brasil**. 2013 Disponível em <u>http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacida</u> <u>debrasil/capacidadebrasil.cfm</u> Acesso em 16 abr. 2013.

Barbosa, L. (Ministro). **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2002.

Menescal, R. de Abreu. et al. **Manual de Preenchimento da Ficha de Cadastro de Barragens**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005.

Menescal, R. de Abreu. et al. **Manual de Preenchimento da Ficha de Inspeção de Barragens**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2005.

Menescal, R. de Abreu. et al. Uma metodologia para avaliação do potencial de risco em barragens do Semi-Árido. A Segurança de Barragens e a Gestão de Recursos Hídricos no Brasil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2004e. p. 137-153.