

## **APLICAÇÃO DE CHECKLIST REFERENTE A VISTORIA E FISCALIZAÇÃO DE BARRAGEM**

DELGADO, CRISTIANE CAMPELO ALVES<sup>1</sup> ; E TOLEDO JÚNIOR, ELIAS ANACLETO<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Professor Especialista Engenheiro Civil, UNIGOIAS-GO, engenharia@eliastoledo.com.br;

<sup>2</sup> Bacharel em Engenharia Civil, UNIGOIAS-GO, criatianecampeloalvesdelgado@gmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC  
15 a 17 de setembro de 2021

**RESUMO:** O rompimento de um barramento ocasiona grandes transtornos sociais e ambientais, em vista disto é de suma importância o estudo do Plano Nacional de Segurança de Barragens bem como políticas públicas que foram criadas com o intuito de se desenvolver regras para a fiscalização e vistoria de barramentos. A Política Nacional de Segurança de Barragens foi adotada de fato no Brasil em 2010 pela lei 12.334 que foi ratificada no ano de 2020, a implantação da lei surgiu quando sentiu-se a necessidade de criar um instrumento mais eficiente no que diz respeito à segurança das barragens de contenção e conseqüentemente garantir maior proteção ambiental e segurança às pessoas que vivem à jusante ou nas áreas de influência dos barramentos. Em concordância com as leis e políticas vigentes, este trabalho consistiu em desenvolver um checklist para servir de apoio aos engenheiros que atuam ou pretendem atuar na área de segurança e fiscalização de barragens. O desenvolvido do checklist fruto deste trabalho foi realizado através da compilação dos documentos já existentes na fiscalização e regulamentação de um barramento, o mesmo foi testado em barramentos já existentes para que atendesse de forma completa a atual solicitação das leis e resoluções do PNSB. O checklist desenvolvido e a forma de coleta e tratamento dos dados atende sua finalidade de se fornecer um documento unificado onde é possível determinar de forma clara e rápida os riscos impostos por um barramento sendo ele de qualquer finalidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Barramentos. PNSB. Lista verificação. Inspeção. Regulamentação.

## **APPLICATION OF CHECKLIST REFERRING TO THE INSPECTION AND FISCALIZAÇÃO OF DAM**

**Abstract:** The rupture of a dam causes great social and environmental disturbances, in view of this, it is extremely important to study the National Dam Safety Plan as well as public policies that were created in order to develop rules for the inspection and inspection of dams. The National Dam Safety Policy was in fact adopted in Brazil in 2010 by law 12,334 which was ratified in 2020, the implementation of the law came when it was felt the need to create a more efficient instrument with regard to the safety of containment dams and consequently ensure greater environmental protection and safety for people living downstream or in the areas of influence of the dams. In accordance with current laws and policies, this work consisted of developing a checklist to support engineers who work or intend to work in the area of dam safety and inspection. The development of the checklist resulting from this work was carried out through the compilation of documents that already exist in the inspection and regulation of a dam, it was tested in existing dams so that it fully met the current request of the laws and resolutions of the PNSB. The checklist developed and the way in which data is collected and processed fulfills its purpose of providing a unified document where it is possible to clearly and quickly determine the risks imposed by a bus for any purpose.

**KEYWORDS:** Buses. PNSB. Checklist. Inspection. Regulation.

## **INTRODUÇÃO**

O estudo do Plano Nacional de Segurança de Barragens e do Sistema Estadual de Goiás, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD GO), é de grande importância tendo em vista que os acidentes envolvendo o colapso em barragens geram grandes problemas socioeconômicos e ambientais, incluindo a perda de vidas, desta forma a regulamentação desta política faz-se necessária. Ao analisar os eventos ocorridos de 2000 a 2020 envolvendo o rompimento de barragens, pode-se observar que muitos trouxeram consequências graves e irreparáveis, como ocorreu com o rompimento da barragem de Brumadinho-MG, que causou a morte de pelo menos 272 pessoas e o desaparecimento de outras onze, além do grande impacto socioeconômicos e ambientais que mesmo dois anos após a tragédia ainda é possível de ser observado.

Este artigo tem por objetivo apresentar a importância do estudo do plano nacional de segurança de barragens, atentando que o rompimento de um barramento acarreta grandes transtornos ambientais e sociais, por isso a importância de se determinar um checklist que traga segurança a fiscalização e cadastramento de barragens. Tendo em vista que com uma padronização de fiscalização é possível evitar que ocorram falhas humanas, sendo importante destacar que muitas das tragédias ocorridas poderiam ter sido evitadas caso a fiscalização ocorresse de forma correta. Desta forma, para a criação do checklist foi abordado de forma ampla a lei de segurança de barragens e suas resoluções, além da análise de como é feito atualmente o cadastramento e fiscalização de barragens pela SEMAD GO, ANA e outros órgãos. Após a elaboração do checklist fruto deste estudo será feita a adaptação do mesmo para um aplicativo mobile, o qual será aplicado em barramentos de finalidades diversas, como de paisagismo, contenção de rejeitos, barramentos que apresentem grandes riscos a população assim como barramentos que apresentam um risco menor, até que o checklist esteja adequado a utilização global.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para obter os resultados e respostas acerca da problematização apresentada no presente artigo foi realizado o levantamento dos itens que são levados em consideração no cadastramento de barragens, após a análise dos mesmos foi feita a elaboração de um novo documento considerando os padrões já adotados. Com o checklist inicial foi feita a aplicação em 13 barramentos de finalidades e condições diversas afins de se obter um documento que abrangesse de forma geral cada situação, os mesmos encontram-se situados em diversas partes do país, sendo possível, portanto, observar os pontos onde o documento precisa ser aprimorado. O intuito da criação do checklist é fazer com que o mesmo sirva de parâmetro essencial no cadastramento e fiscalização de um barramento, seja para uso dos órgãos de fiscalização ou por profissionais que atuam na engenharia civil especializada em barragens.

O presente artigo tem por finalidade oferecer uma maior segurança e servir de base para engenheiros que atuam ou pretendem atuar no segmento de fiscalização e cadastramento de barragens, além de atender aos critérios básicos definidos no Plano Nacional de Segurança de Barragens. Inicialmente o checklist ficará disponível na plataforma Google Formulários, onde é possível extrair os dados para planilhas em Excel após preenchimento, em seguida os dados passaram por análise e atribuição de valores para as características do barramento, sendo possível caracterizar o grau de risco que o mesmo oferece a sociedade e observar se os critérios mínimos exigidos no PNSB estarão sendo atendidos.

A partir do desenvolvimento do checklist no Google Formulários foi possível iniciar a testagem dos barramentos fornecidos por uma empresa especializada no segmento, conforme ocorreu esta testagem foi possível observar pontos em que o checklist poderia ser aprimorado a fim de se garantir a segurança necessária na coleta de dados para posterior análise, a qual foi realizada em planilhas em Microsoft Excel onde foi possível automatizar o processo de classificação do barramento levando em consideração parâmetros já adotados em metodologias conhecidas como MENESCAL,2009 e outros, à seguir serão apresentadas estas diretrizes:

- Periculosidade - este parâmetro leva em consideração informações fundamentais de um barramento como: Altura, volume total do barramento, tipo de barragem, tipo de fundação e vazão de projeto. A estes parâmetros são atribuídas notas onde a sua somatória resulta na classificação do barramento quanto a periculosidade;

- Vulnerabilidade - este parâmetro considera o estado atual do barramento e seus principais equipamentos e projetos. Nesse item é feita a atribuição de notas aos seguintes itens: tempo de operação, existência de projeto, tomada de água, percolação, deformação e deterioração dos taludes. Com a atribuição dos valores a estes itens é feita a somatória e posterior classificação do barramento quanto a sua vulnerabilidade;

- Importância estratégica – neste parâmetro é levado em consideração dados relacionados ao volume útil do barramento, população a jusante e custo da barragem, com a determinação dos itens é feita a relação numérica e posterior somatória dos itens que será utilizada na classificação final;

- Potencial de risco – este parâmetro tem fundamental importância pois com ele a barragem pode ser classificada de alta (A) à muito baixa (E) (MENESCAL,2009);

- Estado de Conservação – neste parâmetro é avaliada a descrição do estado de conservação do barramento, onde são avaliados o volume total do barramento, potencial de perdas de vidas humanas, impacto ambiental e o impacto sócio econômico;

- Plano de Atendimento Emergencial (PAE) – este parâmetro é estabelecido com o intuito de se amenizar os efeitos de um possível rompimento da barragem, nele são avaliados itens referentes as ações de emergência a serem adotadas, a pontuação neste parâmetro permite a classificação de satisfatório a insatisfatório;

- Classificação final do barramento – neste parâmetro é feita a classificação final do barramento levando em consideração as pontuações obtidas nos itens acima citados, nessa classificação é possível obter o parecer final quanto ao estado do barramento.

Para que a atribuição desses valores ocorresse de forma rápida foram desenvolvidas tabelas dinâmicas e formulas utilizando recursos presentes no Excel. Assim sendo possível atribuir valores aos parâmetros acima citados de forma rápida e prática, sendo este o principal intuito deste estudo, tornar o checklist uma ferramenta prática e rápida de classificação e fiscalização de barragens além de trazer uma maior segurança para atendimento dos parâmetros estabelecidos pelo PNSB.

A etapa seguinte foi o teste da efetividade da ferramenta proposta que foi conduzida pela consulta de documentos já existentes, podendo destacar que foi utilizado como base o cadastramento de barragens realizado pela SEMAD GO. Após a análise desta base de dados foi compilado informações presentes em MENESCAL,2009. O checklist fruto deste trabalho foi criado inicialmente no Google Formulários, onde é possível preencher as informações a respeito do barramento em estudo e exportar o mesmo para Excel, onde se concentra a fase principal de determinação de risco do barramento.

Para se chegar ao resultado final do checklist foram feitos diversos testes até que o mesmo atendesse melhor aos parâmetros finais de classificação, o formulário foi dividido em nove sessões, onde cada uma contém uma fase importante para a classificação do barramento. No link a seguir é possível acessar ao *checklist* desenvolvido ao longo deste trabalho:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdR1zSUTjF7ttRPWIyJYXNNfIbwtDW2OJ-\\_xiz-nv9Sx8SbAg/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdR1zSUTjF7ttRPWIyJYXNNfIbwtDW2OJ-_xiz-nv9Sx8SbAg/viewform?usp=sf_link)

Faz-se necessário ressaltar que muitos dos itens presentes no formulário se encontram no formulário com opções pré-estabelecidas, ou seja, os itens possuem opções em forma de lista suspensa permitindo que haja uma padronização, o que facilita na classificação quando os mesmos são extraídos para planilha em Excel. Destaca-se que cada um dos itens apresentados acima é de grande importância tendo em vista os critérios pré-estabelecidos pelo PNSB, assim como os itens de determinação do potencial de risco associado e categoria de risco dos barramentos, que são os principais métodos de aferição das condições reais dos mesmos.

Após a exportação do formulário preenchido foram utilizadas ferramentas presentes no Excel afim de se automatizar o processo de determinação de risco e de certa forma diminuir o tempo em que o profissional ou responsável pelo barramento demoraria para executar as etapas de classificação.

Para a determinação final do checklist desenvolvido foi realizado a testagem do mesmo em aproximadamente 13 barramentos de finalidades diversas fornecidos por uma empresa que atua no segmento, sendo assim o mesmo sofreu alterações até que se enquadrasse perfeitamente aos padrões impostos pela Lei nº 14.066/2020 que diz respeito ao Plano Nacional de Segurança de Barragens.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a testagem dos barramentos acima citados foi possível concluir que o checklist atende de forma satisfatória a lei de Segurança Nacional de barragens e suas principais diretrizes. No entanto podemos destacar que o mesmo não atende plenamente todos os tipos de barramento testados, tendo em vista que alguns dados utilizados para a testagem foram fornecidos pelos alunos do curso de Engenharia civil nesta instituição e por uma empresa especializada no segmento de barragens.

Com a aplicação do checklist foi possível observar que faz-se necessário um maior aprofundamento dos profissionais no que diz respeito a fiscalização e cadastramento de barragens pois com os dados fornecidos se percebeu uma falha na coleta de informações. Portanto o checklist proposto por este estudo atende sua finalidade de orientar de forma clara e prática a atual geração de engenheiros que necessitam da informação na mão de forma ágil e prática.

Este artigo apresenta, portanto, uma ferramenta ágil e fácil para servir de suporte aos engenheiros que atuam ou pretendem atuar na área, de forma que essa será fornecida gratuitamente a esses profissionais inicialmente e aprimorada em uma futura pós-graduação, pretendendo, portanto, transformar o formulário em um aplicativo para celular.

Como resultado do checklist temos a classificação do barramento de acordo a avaliação numérica dos parâmetros citados anteriormente e sua classificação final com as seguintes diretrizes abordadas:

- Satisfatório: O barramento opera com segurança em todas as condições de carga previsíveis e finais, sem identificar deficiências de segurança existentes ou potenciais;
- Aceitável: O barramento demonstra desempenho de segurança, defeitos que não são reconhecidos em condições normais de carga;
- Qualidade condicionalmente inferior: O barramento apresenta riscos potenciais de segurança na presença de cargas anormais;
- Qualidade inferior: Existem deficiências de segurança em condições normais de carregamento;
- Insatisfatório: O barramento apresenta falhas de segurança em circunstâncias normais.

Além da sua classificação quanto ao dano potencial associado e categoria de risco, de acordo com as diretrizes adotadas por MENESCAL,2009. As informações citadas anteriormente encontram-se na análise final realizada em Excel após o preenchimento dos dados pelo formulário disponível na plataforma Google Formulários.

## CONCLUSÃO

O checklist desenvolvido e a forma de coleta e tratamento dos dados atende sua finalidade de se fornecer um documento unificado onde é possível determinar de forma clara e rápida os riscos impostos por um barramento sendo ele de qualquer finalidade, foi possível também determinar uma forma rápida e ágil de coleta de dados para o atual mercado de trabalho, tendo em vista que o mesmo nos impõe cada vez mais essa necessidade de possuir a informação instantânea.

Pretende-se oferecer o checklist fruto deste artigo de forma gratuita aos profissionais de engenharia que atuam no segmento de barragens ou pretendem atuar, e posteriormente realizar o aprimoramento do formulário onde o mesmo será desenvolvido para plataforma mobile.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/> .Acesso em: 03/10/2020 17:14.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de segurança de barragens** - RSB. Brasília, 2012/2013. Disponível em: < <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorioanual-de-seguranca-de-barragem/2013>> Acesso em: 25/10/2020

ANA. (2012). **Resolução nº 91/2012**. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2012/91-2012.pdf> Acesso em: 02/10/2020

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais.** Brasília, 2010.

BRASIL. Resolução nº 143, de 10 de junho de 2012. **Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume.** Brasília, 2012.

MENESCAL, R.A. (2009). **Gestão da Segurança de Barragens no Brasil: Proposta de um Sistema Integrado, Descentralizado, Transparente e Participativo.** Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 769 p.