

OBRAS PARA CONTROLE DE INUNDAÇÕES.

ÉDER C. MOREIRA¹, HENRIQUE ARAÚJO DE SOUZA², RODRIGO PINHEIRO DE OLIVEIRA³,
MYLLENA M. GONÇALVES⁴, REINALDO B. RIBEIRO FILHO⁵

¹Dr. Prof. Adjunto, Pós-Doc Eng. Civil, UFES, edercmoreira67@gmail.com;

²Graduando em Geologia, UFES, Alegre-ES, henriqueas.geo@gmail.com;

³Engenheiro Civil, Alegre-ES, oprodriigo@hotmail.com;

⁴Graduanda em Geologia, UFES, Alegre-ES, myllena.goncalves@edu.ufes.br;

⁵Assessor de Engenharia, CREA-ES, Reinaldofilho@gmail.com.

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
7 a 10 de outubro de 2024

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo principal a escolha da locação de um dique de contenção em Alegre (ES), por meio de uma revisão de métodos de controle de inundações. As inundações são desastres naturais frequentes e destrutivos, causando danos significativos ao meio ambiente, à propriedade e à vida humana. Diante disso, é fundamental compreender as diferentes estratégias e abordagens para mitigar os impactos das inundações. O trabalho aponta soluções como métodos estruturais e não estruturais de controle de inundações, o uso de modelagem hidrológica e hidráulica para previsão de inundações, estratégias de gerenciamento de recursos hídricos para prevenção de inundações e tendências atuais e futuras no campo do controle de inundações.

PALAVRAS-CHAVE: Diques de contenção, Controle de Inundações, Gerenciamento de Recursos Hídricos, Modelagem Hidrogeológica.

WORKS FOR FLOOD CONTROL.

ABSTRACT: This work aims primarily to choose the location of a containment dike in Alegre (ES) through a review of flood control methods. Floods are frequent and destructive natural disasters, causing significant damage to the environment, property, and human life. Therefore, it is essential to understand the different strategies and approaches to mitigate the impacts of floods. The work points out solutions such as structural and non-structural methods of flood control, the use of hydrological and hydraulic modeling for flood prediction, water resource management strategies for flood prevention, and current and future trends in the field of flood control.

KEYWORDS: Containment Dikes, Flood Control, Water Resource Management, Hydrogeological Modeling.

INTRODUÇÃO

As inundações representam um dos desastres naturais mais frequentes e destrutivos em diversas regiões do mundo, causando prejuízos econômicos, sociais e ambientais significativos. O controle de inundações é de extrema importância para a prevenção e mitigação desses eventos, envolvendo uma série de técnicas e estratégias que visam reduzir os impactos das cheias em áreas urbanas e rurais.

O Objetivo deste trabalho é realizar a locação de um dique de contenção próximo a malha urbana de Alegre (ES) para o controle de inundações, Tem como objetivos secundários apontar as principais técnicas, metodologias e tecnologias empregadas no planejamento, prevenção e gestão de inundações.

A falta de planejamento e fiscalização do uso do solo nas cidades do Brasil gerou um padrão de ocupação do espaço urbano desordenado, marcado por um processo acelerado de transformações.

As consequências da falta de planejamento urbano podem ser percebidas de diversas maneiras. As soluções de engenharia mais comuns se traduzem em obras que, na maioria das vezes resolvem o problema para um curto prazo, sem levar em consideração os aspectos relacionados à sustentabilidade e os problemas que estas mesmas soluções podem gerar em longo prazo (RIBEIRO e NICK, 2011).

A necessidade de pesquisar as inundações e as medidas de contenção tem aumentado devido aos impactos desastrosos causados por esses eventos. As manchas de inundação são ferramentas essenciais nesse contexto, pois possibilitam a delimitação de áreas afetadas por inundações observadas em campo ou previstas por um modelo. Essa ferramenta é utilizada para planejamento urbano e como sistema de alerta. As manchas de inundação e os sistemas de alerta (sonoro, digital, virtual e físico)

ajudam a notificar autoridades, Defesa Civil e a população em geral sobre as áreas a serem atingidas pela enchente (CPRM, 2024).

Uma abordagem tradicional para controlar inundações em áreas urbanas próximas a rios é a construção de diques. Essa medida visa evitar transbordamentos durante cheias. No entanto, os diques apresentam uma desvantagem em termos hidráulicos: ao reduzir a área de escoamento, podem aumentar a velocidade da água e os níveis de inundação (TUCCI, 2007). Portanto, é essencial realizar estudo e planejamento adequados, uma vez que a construção de diques de contenção é uma tarefa complexa e sensível, envolvendo a gestão da água e a prevenção de inundações. A segurança e a eficácia da estrutura devem ser priorizadas durante todo o processo de projeto e construção, incluindo o estudo do local (tipo de solo, topografia e outros fatores ambientais relevantes), determinação da altura e comprimento do dique, seleção de materiais para uma estrutura resistente, preservação da drenagem natural e programação da manutenção necessária para garantir a durabilidade do dique. Além disso, o controle de compactação do dique deve ser realizado a contento de acordo com norma ABNT.

É importante destacar que os métodos de controle de inundação incluem:

- Construção de Barragens (ou diques): Estruturas que retêm água, criando reservatórios que ajudam a controlar o fluxo;
- Drenagem Urbana: Sistemas de drenagem que facilitam o escoamento da água das chuvas em áreas urbanas;
- Reflorestamento: Plantar árvores e vegetação em áreas ao redor de rios e lagos para absorver água e reduzir a erosão do solo;
- Canalização de Rios: Transformar cursos d'água em canais artificiais para direcionar e controlar o fluxo de água;
- Zonas de Inundação (piscinões e caixas secas): Criar áreas que podem ser alagadas de forma controlada, minimizando o impacto em áreas urbanas;
- Muralhas de Contenção: Estruturas que impedem que a água invada áreas vulneráveis;
- Sistemas de Alerta Precoce: Tecnologias que monitoram condições climáticas e de solo para prever inundações;
- Uso de Materiais Permeáveis: Em áreas urbanas, usar pavimentos que permitem a infiltração da água, reduzindo a quantidade de escoamento;
- Estudo hidrogeológico da bacia: analisar todos os córregos e rios da região, fluxo hidráulico e curvas de nível e, se necessário, realizar dragagem dos canais.

Esses métodos podem ser utilizados isoladamente ou em combinação para melhor eficácia no controle de inundações. Assim sendo, tomou-se como medida imediata e eficaz para o controle de inundação a construção de dique de contenção do maior canal contribuinte de cheias e inundações no centro de Alegre (ES). Espera-se que este trabalho venha contribuir para o conhecimento atual sobre o controle de inundações, fornecendo *insights* valiosos para pesquisadores, gestores públicos e demais interessados na área.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia consistiu nos seguintes passos:

- Realização de pesquisa bibliográfica em bases de dados científicas, empregando termos relacionados ao gerenciamento de inundações;
- Avaliação crítica dos artigos escolhidos, destacando abordagens principais, tendências e lacunas na literatura científica, com destaque para diques de contenção;
- Estruturação e síntese das informações reunidas neste documento.

A construção do dique de contenção deverá seguir os seguintes passos: escolha da área de construção do dique, simulação da mancha de inundação, diálogo com proprietários de terra sujeita a inundação, licenciamento ambiental, laudo técnico e regulação via CREA para a construção, execução do dique de contenção com controle técnico por profissional habilitado.

A escolha da área de inundação foi tomada com base na análise de dois contribuintes significativos para as inundações no centro de Alegre (ES): o contribuinte Rio Café e o Ribeirão Conceição. Devido a situação de maior facilidade social e política, foi apontada a área do Ribeirão

Conceição (no Bairro Guararema) para a primeira instalação de dique. Foi analisada a situação de várzea para inundação em ambos os casos. Foi realizado voo por drone para o levantamento de curva de nível em detalhe e simulação de mancha de inundação, utilizando SIG.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente dois locais são apontados em Alegre (ES) para a instalação de diques de contenção. O primeiro local apontado é um terreno de várzea num dos contribuintes do Rio Café. Local de espalhamento e várzea já comum em cheias e inundações. O local é propício porque já é várzea de inundação e além disso, deve propiciar uma maior infiltração de águas no terreno, permitindo a recarga do aquífero. Associado a isso, pode-se ter uma revegetação da área, principalmente no encontro de talvegues, permitindo a preservação da umidade natural do terreno e até mesmo a surgência de água no período de escassez hídrica.

Outro local possível de construção de um dique de contenção em Alegre seria um terreno de várzea, próximo ao Chácara Clube, como se vê na Figura 1. Pelas mesmas razões, apontadas anteriormente seria um local adequado:

- Vale de inundação ou cheias já existente;
- Permite a recarga do aquífero no local;
- Há a possibilidade de revegetação;
- Há a possibilidade de manutenção de umidade natural do terreno com surgência de água na época de escassez hídrica.

Assim sendo, esses exemplos são apontados como resultados de áreas de pesquisa para a implantação de diques de contenção, formados por solos da região.

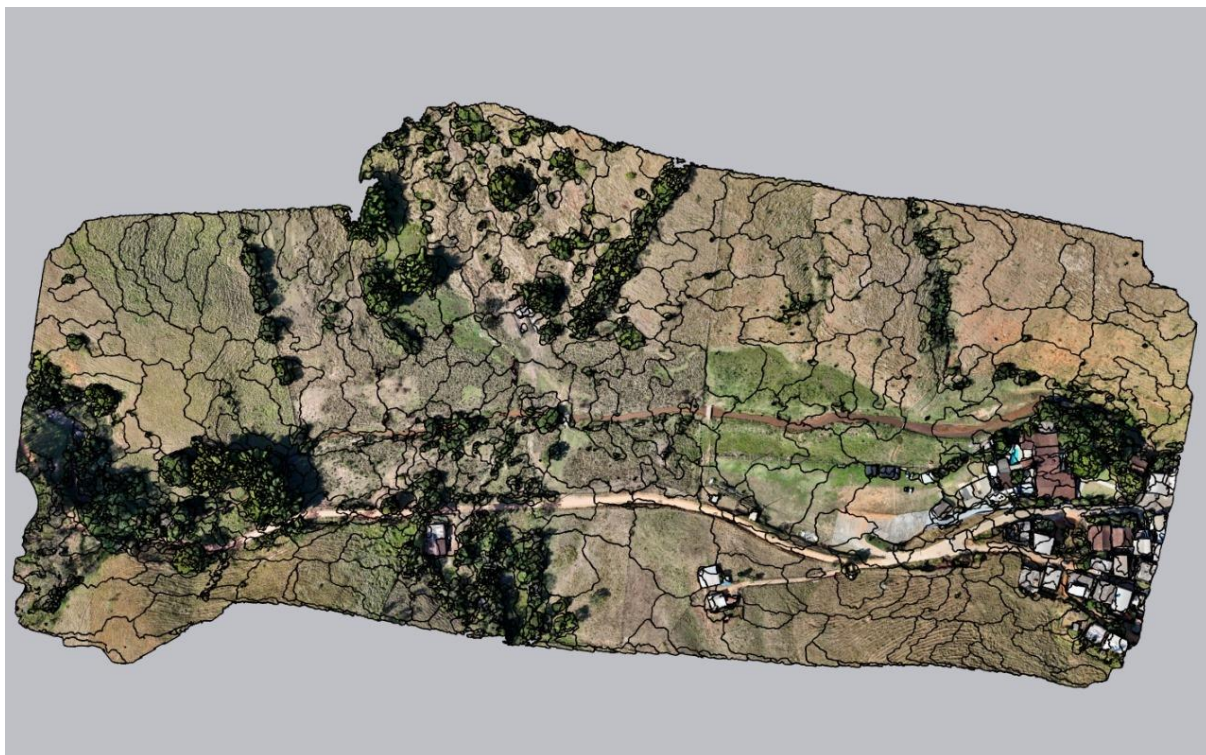


Figura 1- Vista de um vale indicado para implantação de um dique de contenção, no Bairro Guararema, Alegre (ES).

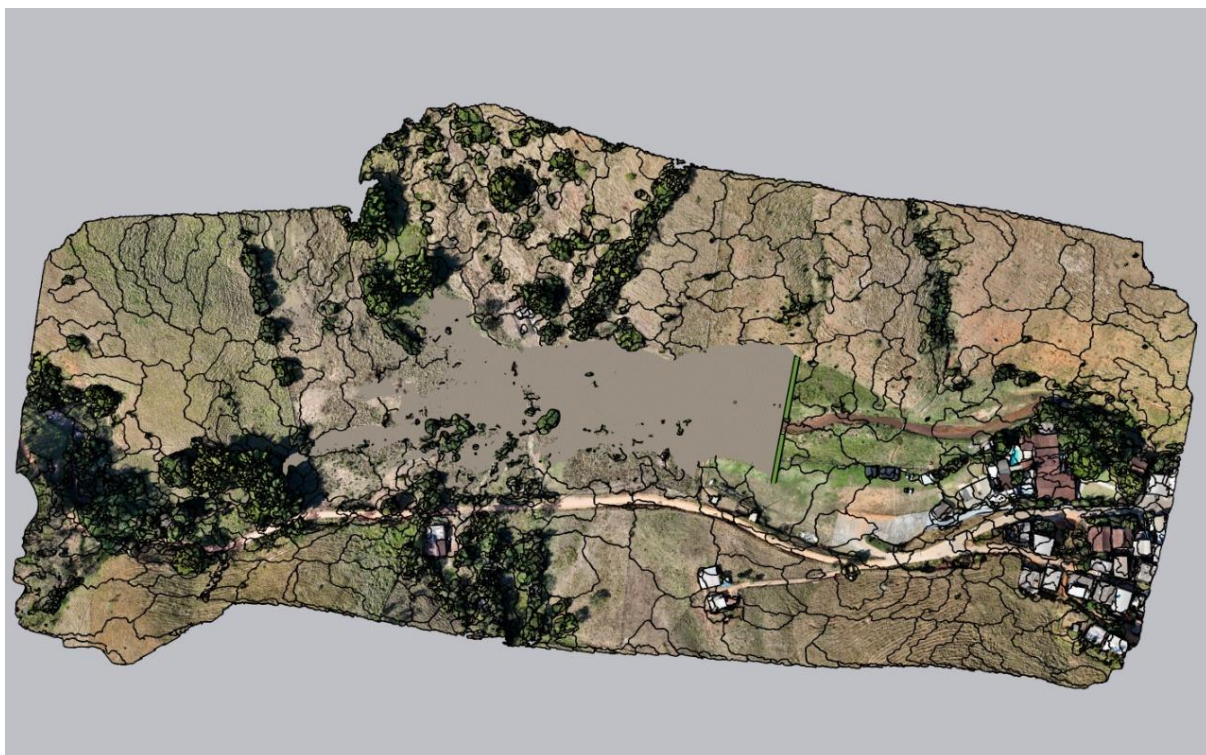


Figura 2 - Vista de um vale indicado para implantação de um dique de contenção em Alegre (ES), no Bairro Guararema (Chácara Clube), com a mancha de inundação.

Assim sendo, tomou-se como primeira opção rápida, eficaz e prática para o controle de inundação a construção de um dique de contenção no Bairro Guararema, a montante do centro urbano. Foi realizada a simulação de mancha de inundação, como se pode observar na Figura 2. Os proprietários foram contatados e as tratativas para a sua construção estão em andamento com proprietários, órgão ambiental, prefeitura e outros agentes envolvidos. Ainda, é importante entender que para a construção do dique de contenção é necessário que se tenha conhecimento das características geotécnicas do solo para a compactação adequada e que se garanta a estabilidade do mesmo.

Para a construção de diques de contenção de inundação, é essencial escolher um solo adequado que seja capaz de suportar as cargas e pressões associadas a essa estrutura. Algumas características do solo desejáveis para a construção de diques de contenção de inundação incluem: Compactação adequada: O solo deve ser compactado adequadamente para garantir a estabilidade do dique e sua capacidade de resistir às pressões da água. É necessário o controle da compactação realizando-se ensaios de compactação do solo pretendido a ser utilizado no dique. Permeabilidade controlada: O solo deve ter uma permeabilidade controlada, de forma a minimizar a possibilidade de erosão interna e vazamentos através do dique. Geralmente, solos argilosos são mais adequados nesse sentido. Boa capacidade de suporte de carga: O solo deve ter capacidade de suporte suficiente para suportar o peso da estrutura do dique, bem como as pressões hidrostáticas da água durante uma inundação. Estabilidade: O solo deve ser estável o suficiente para resistir às forças externas, como a pressão da água e variações de carga ao longo do tempo. Resistência à erosão: O solo deve ser resistente à erosão causada pela água em movimento, para evitar o desgaste e a instabilidade do dique ao longo do tempo. Essa estabilidade quanto a Erosividade, pode ser garantida com o plantio de capim vetiver. Consistência homogênea: É importante que o solo tenha uma consistência homogênea ao longo de toda a extensão do dique, para garantir uma distribuição uniforme de cargas e pressões. Potencial de assentamento controlado: O solo deve ter um potencial de assentamento controlado, de forma a minimizar deformações excessivas que possam comprometer a integridade do dique. É fundamental realizar estudos geotécnicos detalhados para avaliar as características do solo no local de construção do dique e garantir que ele atenda aos requisitos necessários para uma construção segura e eficaz.

Assim sendo, dois parâmetros são destacados aqui a Erosividade do solo e a compactação das camadas do aterro que servirão ao dique.

É importante ressaltar que Moreira et al. (2017) já vem discutindo essa questão da segurança da malha urbana de municípios, como em Alegre (ES). Também é necessário entender o problema da inundação como um todo nos municípios brasileiros, apontando um plano de macrodrenagem do município quanto a cheias e inundações.

Moreira e Pires (2022) apontam as características geotécnicas dos solos da região de Alegre (ES) que servem como base para o entendimento da construção de diques de contenção naquela região. A partir deste trabalho (MORIERA E PIRES, 2022), é possível apontar que solos dos horizontes A e B de um perfil de nitossolo vermelho são adequados para a construção de diques.

CONCLUSÃO

Assim sendo, pode-se concluir que o controle eficaz das inundações é crucial para mitigar os impactos devastadores desses eventos naturais. Este trabalho aborda uma variedade de métodos, estratégias e abordagens utilizadas no controle de inundações, incluindo técnicas estruturais e não estruturais, modelagem hidrológica e estratégias de gerenciamento de recursos hídricos.

Além disso, a importância do planejamento adequado e da escolha de locais apropriados para a construção de diques de contenção é destacada, levando em consideração as características geotécnicas do solo e a sustentabilidade a longo prazo. O trabalho visou contribuir para o conhecimento atual sobre o controle de inundações, fornecendo informações valiosas para pesquisadores, gestores públicos e demais interessados na área.

Em resumo, a abordagem multidisciplinar e a análise crítica dos métodos de controle de inundações apresentadas neste trabalho demonstram a importância de uma gestão eficaz e sustentável dos recursos hídricos para prevenir danos significativos ao meio ambiente, às propriedades e à vida humana causados por inundações.

A área escolhida apresenta os critérios necessários para a instalação de um dique de contenção, isto é, seria possível construir um dique de contenção no Bairro Guararema, no contribuinte Rio Conceição, obedecendo às normas técnicas e com projeto desenvolvido e executado por profissional habilitado na área.

AGRADECIMENTOS

Ao CREA/ES e UFES (PRPPG) pelo apoio à realização de pesquisas aplicadas no Município de Alegre (ES). Nosso agradecimento especial ao Presidente do CREA (ES) Jorge Silva pelo apoio a realização de atividades que contribuem com o desenvolvimento do sul capixaba.

REFERÊNCIAS

CPRM, 2024. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Manchas de inundações**. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sace/index_manchas_inundacao.php. Acesso em: 20 de junho de 2024.

MOREIRA E. C.; LANDI, R. S. ; ALMEIDA, V. B. M. . **Análise de situações de risco em Alegre (ES): Qualidade dos Solos**. In: GEOSUDESTE 2017, 2017, Diamantina (MG). Anais do Geosudeste 2017. Diamantina (MG): SBG, 2017. v. 1. p. 1-1.

MOREIRA, E; PIRES, P. M. Análise geotécnica do perfil de solo residual de granitoides no município de Alegre (ES). **GEOTECNIA (LISBOA)**, v. 1, p. 77-104, 2022. DOI: https://doi.org/10.14195/2184-8394_156_4.

RIBEIRO, L.; NICK, P. **Requalificação Fluvial Parcial X Barragem De Controle De Cheias: Medidas de mitigação para as enchentes no perímetro urbano da cidade de Resende – RJ**. Projeto de Graduação – UFRJ/ POLI/ Engenharia Civil, p. 70. 2011.

TUCCI, C. M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA. 393p. 2007.