

Análise Multicritério como Ferramenta para Escolha do Local de Implantação de Barragem de Terra

Maria Belen Marin 1

Engenheira Civil, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil,
mariabmaarin@gmail.com

Samuel João da Silveira 2

Professor Dr., Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil,
samueljs@ifsc.edu.br

Jucelio Gonçalves 3

Professor MSc, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil,
jucelio@ifsc.edu.br

Gisele Marilha Pereira Reginatto 4

Engenheira Civil MSc, Nova Engevix, Florianópolis, Brasil, gisele.reginatto@novaengevix.com.br

Fernanda Simoni Schuch 5

Professora Dra., Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil,
fernandass@ifsc.edu.br

RESUMO: A implantação de barragens desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na gestão dos recursos hídricos. A tomada de decisão na implantação das mesmas demanda a aplicação de metodologias robustas de análises com multicritérios e, neste sentido, explora-se a aplicação do método de análise hierárquica (AHP) como ferramenta para auxiliar nesse processo decisório. O objetivo da pesquisa foi escolher o local mais apropriado para a implantação de uma barragem de terra, considerando-se 5 critérios: hidráulico, qualidade d'água, interferências na área de implantação, ambiental e econômico-financeiro. Aplicou-se o método AHP às respostas obtidas em um questionário estruturado, direcionado a profissionais especializados na área de implantação de barragens de modo a se obter um peso para cada critério de análise. Após, avaliou-se duas alternativas de locais para implantação da obra e, para cada uma delas, por meio da análise dos dados obtidos nos relatórios técnicos da empresa de engenharia, atribui-se uma nota relativa aos critérios de escolha. Segundo os avaliadores o critério mais importante é o hidráulico hidrológico, seguido dos ambientais, interferências, qualidade d'água e por último o econômico financeiro. Ao final, cada local de implantação recebeu uma nota final e, a partir desta, escolheu-se o melhor local para a implantação de uma barragem de terra.

PALAVRAS-CHAVE: Escolha de local para barragem de terra. Analytic Hierarchy Process (AHP). Análise de Decisão Multicritério.

ABSTRACT: The construction of dams plays a pivotal role in promoting sustainable development and ensuring effective water resource management. Decision-making related to dam site selection necessitates the application of robust multi-criteria analysis methodologies. In this context, the Analytic Hierarchy Process (AHP) is employed as a decision-support tool. This study aimed to identify the most suitable location for the construction of an earth dam, based on five criteria: hydraulic performance, water quality, land use conflicts at the proposed site, environmental impact, and economic-financial feasibility. The AHP method was applied to responses collected through a structured questionnaire administered to professionals with expertise in dam implementation, enabling the determination of weights for each criterion. Subsequently, two site alternatives were evaluated. For each alternative, scores were assigned to the selection criteria based on data extracted from technical reports prepared by the engineering firm. According to the specialists consulted, the most important criterion was hydrological and hydraulic performance, followed by environmental considerations, site

interferences, water quality, and, lastly, economic-financial aspects. Each site received a final score, and based on these results, the most appropriate location for the construction of the earth dam was determined.

KEYWORDS: Choosing a location for an earth dam. Analytic Hierarchy Process (AHP). Multicriteria Decision Analysis.

1 INTRODUÇÃO

As barragens têm desempenhado um papel crucial para a sociedade, desde o controle de inundações, abastecimento de água, como fonte de energia hidrelétrica, fornecimento para o consumo humano, uso industrial e irrigação agrícola, proporcionando benefícios como controle de cheias (WCD, 2000).

Atualmente no Brasil há 25.943 barragens cadastradas no Sistema Nacional de Informação sobre Segurança de Barragens e, as barragens de terra são as mais comuns entre as barragens no Brasil (SNISB, 2025).

Conforme o SNISB (2025) tais obras podem ser classificadas quanto ao tipo de material empregado no maciço sendo 3.369 de terra (57%), 341 (6%) de enrocamento ou terra-enrocamento, 352 (6%) de concreto convencional ou CCR (concreto compactado a rolo), e 1.638 (28%) não possuem esta informação no cadastro. Quanto ao uso principal das barragens cadastradas no País, o sistema afirma serem destinadas para: irrigação 9.61(37%); dessedentação animal 5.43 (21%); regularização de vazão 2.846 (11%); abastecimento humano de água 2.017 (8%); aquicultura 1.813 (7%); geração hidrelétrica 1.303 (5%); disposição de rejeitos de mineração 931 (4%); uso industrial 596 (2%); recreação 631 (2%); paisagismo 526 (2%); outros 232 (1%).

De acordo com a Agência Nacional de Águas, as barragens de terra incluem o barramento, o reservatório e as estruturas associadas, são essenciais para uma gestão eficaz dos recursos hídricos. No entanto, a construção e operação de barragens de terra podem apresentar riscos significativos para as populações, bens materiais e ambientais ao seu redor (ANA, 2016).

Na maioria das vezes, os problemas podem ser atribuídos não só a falhas no projeto, mas também à falta de monitoramento durante a construção. Sendo provável que o projeto não tenha sido elaborado e executado por um profissional qualificado ou por uma empresa com a devida experiência. Além disso, os erros podem ocorrer devido a falhas humanas nas fases preliminares, como na investigação geológica e geotécnica, dados e critérios de projeto inadequados, fiscalização deficiente, operação incorreta, erros na interpretação dos dados de monitoramento e operação indevida, entre outros fatores (Menescal, 2000).

É fundamental, portanto, que o projeto seja baseado em estudos detalhados e na análise cuidadosa de todos os aspectos relacionados ao empreendimento, a fim de minimizar impactos negativos e garantir a segurança e a eficácia da barragem.

Neste contexto, escolher o local para a implantação de uma barragem, objetivo deste trabalho, é fundamental para a solução de um problema de engenharia, seja este relativo ao abastecimento hídrico, geração de energia ou contenção de cheias. Deve ser feita uma avaliação abrangente e criteriosa com base na análise de fatores geotécnicos, hidrológicos, ambientais, sociais, econômicos e de segurança, além de critérios definidos por especialistas na área (Carvalho, 2008).

A aplicação de um método de análise formal e rigoroso matematicamente contribui para definição objetiva de um problema em uma linguagem universal, possibilitando a tomada de decisões coletiva. Um dos métodos amplamente aceito nos processos de análise de decisão, é o multicritério focado na análise de hierarquia (AHP), desenvolvido por Thomas Saaty em 1977. O AHP tem sido utilizado em uma variedade de problemas que envolvem tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos. Este método se destaca por sua capacidade de estruturar problemas complexos em uma hierarquia de critérios e subcritérios, facilitando a tomada de decisões (Gomes et al, 2024). Sendo assim, este será o método utilizado para se chegar à escolha do melhor local para a implantação da barragem de terra apresentado neste artigo.

2 MÉTODO DA PESQUISA

A sequência de etapas que compõem o método desta pesquisa aplicada seguiu o mostrado no organograma abaixo (Figura 1):

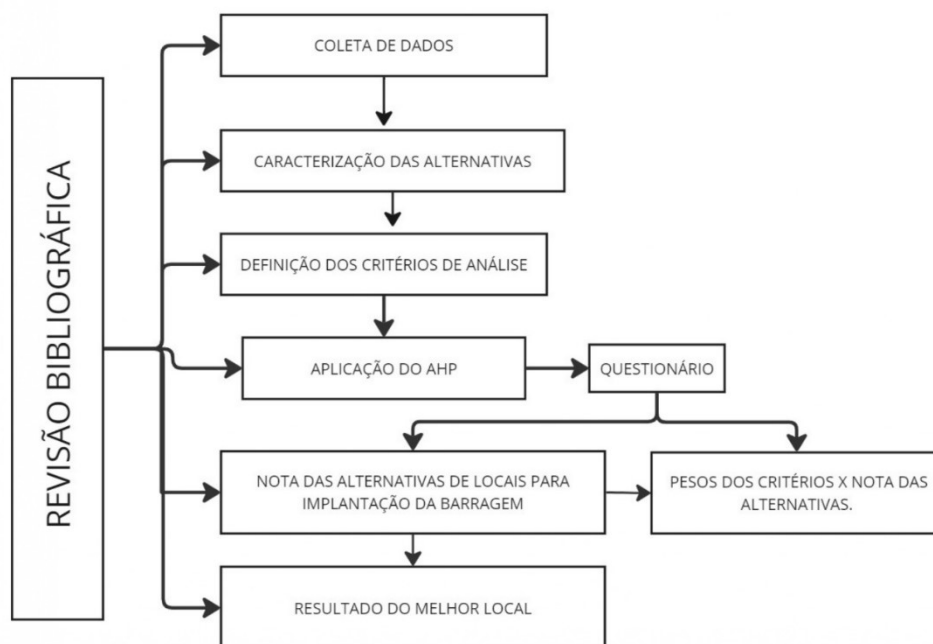


Figura 1. Organograma as etapas da pesquisa

Iniciou-se pela revisão de literatura inerente a barragens de terra, buscando informações em fontes oficiais, artigos e teses sobre critérios técnicos para escolha do local apropriado para implantá-la. A revisão bibliográfica foi aprofundada com foco na análise multicritério. Optou-se pelo método Analytic Hierarchy Process (AHP) (Costa, 2002), para auxiliar na tomada de decisão sobre a escolha do local adequado para a implantação da barragem de abastecimento.

Paralelamente iniciou-se a busca por dados para a caracterização, e consequente comparação, de duas alternativas de locais, para implantar a barragem de terra, objeto de análise. Obteve-se assim, documentos elaborados por empresa especializada em projeto, execução e operação de barragens, ressaltando-se que, por questão de sigilo, o nome da empresa e dos empreendimentos não serão divulgados.

Os dados coletados com a empresa são descritivos, e constam em relatórios de estudo técnicos, os quais são elaborados para cada empreendimento e contém levantamentos para elaboração de projeto. Tais dados podem ser obtidos na forma de texto ou ainda na forma de valores, ou seja, há dados qualitativos e quantitativos. Os tipos de critérios a serem avaliados por especialistas (como prevê o método AHP), para cada alternativa de locação, foram obtidos destes relatórios, uma vez que eles já obedecem a diretrizes dos órgãos reguladores nacionais como a ANA. Estabeleceu-se, portanto, a partir da análise destes relatórios e da revisão da literatura um conjunto abrangente e robusto de critérios a serem avaliados (Tabela 1) a serem hierarquizados em grau de importância: Hidráulico/hidrológico, ambiental, interferências, qualidade d'água e financeiro econômico.

Tabela 1. Descrição dos critérios de análise

Critérios	Subcritérios	Relação geral dos critérios
Hidráulico/hidrológico	Vazão Captada (m ³ /s)	Quantidade de água retirada de uma fonte hídrica, parâmetro é crucial para avaliar o uso e a gestão dos recursos hídricos.
Ambientais	Meio Biótico	Aspectos ambientais associados a APPS, AFF, AS.
	Meio Físico	Aspectos ambientais relacionados diretamente à área alagada, processos minérios na ADA e trecho do rio alagado.
	Meio socioeconômico	Aspectos ambientais ligados à dinâmica populacional e de infraestrutura pública, bem como ao patrimônio cultural, histórico, artístico, espeleológico e arqueológico da área diretamente e indiretamente influenciada.



Interferências	Rede de Transmissão	Redes de transmissão dentro de uma bacia antes da implantação de uma barragem é fundamental para garantir a eficiência, segurança e viabilidade do projeto, além de facilitar a integração da energia hidrelétrica na rede elétrica região.
Qualidade d'água	Vazão Incremental	Referente ao ponto de captação, que em termos de qualidade d'água é mais favorável.
Financeiro	Custo (mi R\$)	Corresponde ao somatório dos custos supracitados, ou seja, os custos socioambientais e compensatório, de construção da barragem, de remoção da vegetação.

Após, elaborou-se um questionário e convidou-se profissionais com experiência de atuação nas áreas de engenharia, para respondê-lo, perguntando-se qual a importância que o avaliador dava para um critério em relação a outro. O questionário foi dividido em três partes sendo uma introdutória onde se explicou o tema da pesquisa, uma segunda parte com uma breve explicação do método AHP e dos critérios a serem analisados e, uma terceira parte, com 10 (dez) perguntas que atribuíam pontos aos critérios analisando-os par a par. Este questionário foi elaborado num formulário google e enviado por e-mail para 25 avaliadores entre abril e junho/2024. Dentre os 25 e-mails enviados, 12 respostas foram recebidas e 3 foram descartadas por inconsistências nas respostas. Destaca-se portanto que se realizou a análise com base na qualidade das respostas obtidas e na consistência das informações fornecidas. A partir daí calculou-se o peso atribuído aos critérios de cada avaliador conforme Saaty(1987).

A partir do questionário aplicado realizou-se as devidas comparações par a par conforme descrito no método desta pesquisa. A partir dos julgamentos iniciais do decisores, montou-se uma primeira matriz de comparações pareadas dos critérios. Com base na resposta do primeiro decisor, obteve-se a matriz de julgamento. Segundo passo, foi dividir cada elemento da matriz original de cada decisor, pela soma da coluna, obtendo assim a matriz normalizada. O terceiro passo, foi realizar o cálculo da média das linhas da matriz normalizada, assim resultado valores dos vetores prioridade (W_i), que representam a importância relativa dos critérios. Realizou-se este procedimento metodológico para todos os decisores e assim obteve-se os resultados das respostas para vetor prioridade (W_i), para todos os decisores.

No quarto passo realizou-se os cálculos das consistências, com a multiplicação da matriz de comparação original (A), pelo vetor de prioridade (W_i), e o soma de cada linha da matriz, resultando em um novo vetor resultante (W) (autovalor). Após, calculou-se para cada decisor, os valores de índice de consistência (IC) e a razão de consistência (RC) com base no autovalor principal. Estas etapas são necessárias para se verificar se as respostas dadas pelo decisores são válidas, ou seja, se estão dentro de um intervalo de variância entendido como satisfatório.

Num outro momento, a partir da análise dos relatórios de cada empreendimento (cada alternativa de local de implantação), tabelou-se uma nota, ou seja, uma pontuação, obtida em função das características físicas e financeiras da proposta. Algumas destas características já se encontravam na forma quantitativa, outras na forma qualitativa e, portanto, precisava-se padronizá-las, de modo que a pontuação total de cada critério fosse igual, deixando-se apenas o peso do critério estabelecido pelo método AHP a influenciar na tomada de decisão. Sendo assim, para aplicar uma nota às alternativas dos locais, estabeleceu-se que cada um dos 5 critérios pode fornecer uma pontuação total de 1 a 45 pontos.

Após a definição dos pesos dos critérios e a atribuição de notas aos locais, a avaliação final foi realizada multiplicando o vetor de prioridade de cada alternativa pelo vetor de prioridade dos critérios de acordo com o método descrito por Saaty (1987). Essa multiplicação gerou um valor para cada alternativa, refletindo a sua adequação geral com base nos critérios estabelecidos. A alternativa que apresentou o maior valor resultante dessa multiplicação foi selecionada como a melhor opção para a implantação da barragem, conforme determinado pelo método AHP. Esse processo garantiu que a escolha do local fosse baseada em uma análise quantitativa e ponderada, considerando a importância relativa de cada critério na decisão final. O software empregado para executar os cálculos necessários foi a planilha eletrônica Excel.

3 RESULTADOS

Analisando-se os dados modelados de acordo com o método da pesquisa, observou-se que todas as razões de consistência foram inferiores ao limite máximo estipulado $RC < 0,10$, ou seja, as respostas desses

decisores são consistentes. Quando há vários decisores envolvidos no processo é ainda necessário combinar as avaliações individuais, para formar uma tabela agregada, que representará a decisão coletiva. Para tanto, utilizou-se a média geométrica dos pesos dos decisores, obtendo-se um vetor peso final para os critérios conforme exposto abaixo na Tabela 2.

Tabela 2: Peso dos vetores para cada critério

CRITÉRIOS	VETOR PESO	
Hidráulico/Hidrológico	0,38	38%
Ambientais	0,28	28%
Interferências	0,17	17%
Qualidade d'água	0,11	11%
Econômico-Financeiro	0,06	6%

Observando-se a tabela acima, verifica-se que os critérios hidráulico/hidrológicos e ambientais foram apontados pelos avaliadores como os prioritários na análise hidrológica e que, o econômico-financeiro foi considerado o menos prioritário. Esses fatores combinados são essenciais para a compreensão dos impactos ambientais e do planejamento de estratégias de manejo e conservação na região.

A partir dos relatórios de empreendimentos utilizados como alternativas A e B de análise na pesquisa, elaborou-se a tabela 3 abaixo:

Tabela 3. Dados das alternativas de locais para implantação de barragem de terra

DADOS LEVANTADOS	Local A	Local B
Vazão captada m ³ /s	2,639	2,436
Área a ser alagada com o enchimento do reservatório (ha)	460,6	500,3
Número de processos minerários interceptando a Área Diretamente Afetada (ADA)	5	6
Extensão dos cursos d'água naturais atingidos pelo reservatório (km)	19,85	22,48
Áreas de Preservação Permanente (APPs) atingidas pelo reservatório (ha)	86,59	158,64
Áreas de Formação Florestal atingida pelo reservatório (ha)	201,87	164,34
Áreas utilizadas para Silvicultura atingidas pelo reservatório (ha)	10,90	6,14
Bens culturais (na AID)	10	11
Comunidades tradicionais (AID)	29	15
Comunidades tradicionais (ADA)	38	25
Rede de Transmissões	Sem interferências	Com interferências
Vazão Incremental	Não	Sim
Econômico-Financeiro	R\$ 1.217 mi	R\$ 217 mi

Nas tabelas 4 a 8 são colocadas as pontuações obtidas para os critérios de análise documental das barragens.

Tabela 4. Pontuação para o critério hidráulico / hidrológico

DESCRIÇÕES	ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO	
Hidrólogo/hidráulico	Local A	Local B	Local A	Local B
Vazão captada m ³ /s	2,639	2,436	45	45



Tabela 5. Pontuação para o critério ambiental

DESCRIÇÕES	ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO	
	Local A	Local B	Local A	Local B
Área a ser alagada com o enchimento do reservatório (ha)	460,6	500,3	1	1
Número de processos minerários interceptando a Área Diretamente Afetada (ADA)	5	6	3	2
Extensão dos cursos d'água naturais a atingidos pelo reservatório (km)	19,85	22,48	3	2
Áreas de Preservação Permanente (APPs) atingidas pelo reservatório (ha)	86,59	158,64	3	1
Áreas de Formação Florestal atingida pelo reservatório (ha)	201,87	164,34	2	3
Áreas utilizadas para Silvicultura atingidas pelo reservatório (ha)	10,90	6,14	1	2
Bens culturais (na AID)	10	11	5	4
Comunidades tradicionais (AID)	29	15	3	4
Comunidades tradicionais (ADA)	38	25	2	3
TOTAL			23	22

Tabela 6. Pontuação para o critério interferências

DESCRIÇÕES	ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO	
	Local A	Local B	Local A	Local B
Interferências				
Rede de Transmissões	Não	Sim	45	1

Tabela 7. Pontuação para o critério qualidade de água

DESCRIÇÕES	ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO	
	Local A	Local B	Local A	Local B
Qualidade d'água				
Vazão Incremental	Não	Sim	45	1

Tabela 8. Pontuação para o critério econômico financeiro

DESCRIÇÕES	ALTERNATIVAS		PONTUAÇÃO	
	Local A	Local B	Local A	Local B
Econômico-Financeiro	R\$ 1.217 mi	R\$ 217 mi	10	45

A seguir, multiplicando-se o peso de cada critério (obtido pelo AHP) à pontuação obtida para cada critério nos documentos analisados, obteve-se a nota final de cada critério (Tabela 9). Somando-se a nota de todos os critérios para cada local, obteve-se uma nota final (Tabela 10).

Tabela 9. Nota final de cada critério para cada alternativa de local

ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS	Peso AHP para o critério	Pontuação do Critério (obtido na análise dos relatórios)	Nota final do critério
LOCAL A	Hidráulico/Hidrológico	0,38	45	17,1
	Ambiental	0,28	23	6,44
	Interferências	0,17	45	7,65
	Qualidade d'água	0,11	45	4,95
	Econômico-financeiro	0,06	13	0,78
LOCAL B	Hidráulico/Hidrológico	0,38	45	17,1
	Ambiental	0,28	22	6,16
	Interferências	0,17	1	0,17
	Qualidade d'água	0,11	1	0,11
	Econômico-Financeiro	0,06	45	2,7

Tabela 10. Valores da avaliação de cada alternativa de local para implantação da barragem

	Critério	Hidráulico/Hidrológico	Ambientais	Interferências	Qualidade d'água	Econômico-Financeiro	Prioridades Globais
Alternativa	Peso do Critério	0,38	0,28	0,17	0,11	0,06	
	LOCAL A	45	23	45	45	10	36,74 37%
	LOCAL B	45	22	1	1	45	26,24 27%

A tabela acima mostra na coluna denominada prioridades globais, que o Local A obteve maior pontuação que o Local B (37% e 27% respectivamente) e portanto, que dentre os dois locais analisados, o 'Local A' deve ser o escolhido, considerando-se o método aplicado nesta pesquisa.

Nota-se que a diferença de 10% entre as alternativas pode, não ser considerada tão significativa, porém, quanto maior o numero de critérios e subcritérios a serem analisados, mais precisa deve ficar a análise.

Após uma análise dos critérios hidráulicos/hidrológicos, ambiental, interferências, qualidade da água e econômico, o Local A foi escolhido como a melhor opção para a implantação da barragem. O Local A se destacou por sua superioridade em vazão e capacidade de armazenamento, melhor viabilidade econômica e menores interferências com infraestruturas existentes e da qualidade da água indicou possui condições adequadas para o tratamento e controle da água. Embora o Local B tenha apresentado vantagens ambientais, o Local A ofereceu um equilíbrio mais favorável entre os aspectos técnicos e econômicos. A decisão de optar pelo Local A reflete a necessidade de priorizar a eficiência e a viabilidade geral do projeto, com a implementação de medidas para mitigar os impactos ambientais identificados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de tomada de decisão envolve a complexidade em lidar com diversas alternativas, cada uma com características que devem ser consideradas de forma conjunta, e a subjetividade na determinação do que é mais ou menos importante. Por isso, a metodologia de análise multicritério AHP, foi utilizada, para dar apoio ao processo de decisão, da alternativa do local mais indicado para implantação de barragem de terra.

Para aplicar o método AHP e determinar os pesos dos critérios escolhidos, observou-se que a experiência profissional dos decisores têm um papel importantíssimo na tomada de decisões, tornou a aplicação do método mais assertiva, sem haver discrepâncias significativas na importância atribuída aos critérios por cada um deles. A utilização do método aplicado não se limita a somente definir a importância para cada critério, é necessário também envolver-se com o problema.

A forma de se pontuar os critérios a partir de cada alternativa de local para implantação de uma obra, neste caso, de uma barragem de terra, é fator fundamental para se chegar a um bom resultado da avaliação.

Uma vez que as empresas de engenharia necessitam realizar estudos preliminares para avaliar a viabilidade de seus projetos, utilizar-se dos dados já obtidos para auxiliar no processo de tomada de decisão, torna-se economicamente viável e eficaz. Portanto, para replica do método utilizado na seleção de alternativas de localização de barragens de abastecimento, os trabalhos de prospecção de estudos já realizados por empresa especializada são fundamentais para análise. Recomendam-se a fortemente a utilização de informações, não só de revisão de literatura, mas de dados já realizados por empresas especializada, é importante que seja feito visitas técnicas ao local selecionado, com experiencia de profissionais da área antes da definição das alternativas de local e coleta de dados correspondente.

Para a avaliação dos locais estabeleceu-se que cada critério pode receber uma pontuação máxima de 45 pontos e, esta determinação ocorreu em função dos dados quantitativos e qualitativos expressos nos relatórios analisados. Para os casos aqui analisados a forma pontuação se mostrou eficiente, mas, para obras localizadas em regiões com características muito distintas ou com peculiaridades locais, estes valores podem ser adaptados desde que se mantenha a coerência de um somatório total igual para cada critério.

Enfim, ressalta-se que, quanto mais detalhados forem os subcritérios analisados, mais preciso deve ser o resultado e, a lista destes pode variar de empreendimento para empreendimento, salientando-se as características de cada área, região ou bacia hidrográfica analisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas. *Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens. Diretrizes para a Construção de Barragens*. Brasília, ANA, SRE, 2016. 121p. Disponível em: <https://www.ana.gov.br>. Acessado em 16/06/2025.
- CARVALHO, J. A. *Dimensionamento de pequenas barragens de terra para a irrigação*. Lavras, MG: Editora UFLA. 2008. 158 p.
- COSTA, H. G. *Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão*. Niterói: HGC, 2002. 104 p.
- GOMES, L. F. A. M.; GONZÁLEZ, M. C. A.; CARIGNANO, C. *Tomada de decisões em cenários complexos: introdução aos métodos discretos do apoio multicritério à decisão*. [S.l.]: Ed. Thomson, 2004.
- MENESCAL, R. A. Ministério da Integração Nacional. *A Segurança de Barragens e a Gestão 51 de Recursos Hídricos no Brasil*. 2.ed. / [Organizador, Rogério de Abreu Menescal]. Brasília: Proágua, 2005. 316p.
- SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process - What it is and what it is used*. Mathl Modeling, Vol. 9, 2-5, pp.161 a 176. 1987. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0270025587904738>. Acessado em 16/06/2025.
- SNISB, Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Disponível em: <https://www.snisb.gov.br/portal-snisb/inicio>. Acessado em 16/06/2025.
- WCD. The World Commission on Dams. *Barragens e Desenvolvimento: Um novo modelo para tomada de decisões – O Relatório da Comissão Mundial de Barragens*. 2000. Disponível em: www.dams.org. acesso em 25 abril, 2024.