

XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA

CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS SERRA DOS CAVALOS E GUILHERME AZEVEDO QUANTO A CATEGORIA DE RISCO E DANO POTENCIAL ASSOCIADO

*Anderson Matheus de Sousa Lima¹; Artur Paiva Coutinho²; Jonas Onis Pessoa³; Anderson Luiz
Ribeiro de Paiva⁴ & Athirson Mikael de Sousa Lima⁵*

RESUMO – Barragens são construções que trazem muitos benefícios para os indivíduos, mas muita cautela deve existir quanto ao funcionamento delas, pois podem ter um grande poder destruidor caso falte uma supervisão e manutenção adequada. Com isso, esta pesquisa teve o objetivo de realizar a classificação quanto às Categorias do Risco – CRI e Dano Potencial Associado – DPA, das barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo, ambas localizadas no município de Caruaru, no estado de Pernambuco. Para a montagem da pesquisa, fez-se uso da exigência posta no art. 7º da Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, o qual estabelece que as barragens sejam classificadas por CRI, DPA e pelo volume que possuem. Dessa forma, isto faz com que se trace a situação mais recente da barragem, através de pontuações dadas pelo quadro de avaliação contido na Resolução 143, de 10 de julho de 2012, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CRNH. Portanto, após a análise de todas as informações e das devidas comparações feitas, a classificação foi “*alto*” para a CRI e “*alto*” para o DPA, em ambas as barragens, justificando, então, que elas precisam receber mais atenção com manutenção e supervisão para que se previnam possíveis acidentes.

ABSTRACT– Dams are constructions that bring many benefits to individuals, but great care must be taken in their operation, as they can have great destructive power if they lack supervision and adequate maintenance. With this, this research aimed to carry out the classification regarding the Risk Categories – CRI and Associated Potential Damage – DPA, of the Serra dos Cavalos and Guilherme Azevedo dams, both located in the municipality of Caruaru, in the state of Pernambuco. To set up the research, use was made of the requirement set out in art. 7 of Law No. 14,066, of September 30, 2020, which establishes that dams are classified by CRI, DPA and by the Volume they have. In this way, this makes it possible to trace the most recent situation of the dam, through scores given by the evaluation table contained in Resolution 143, of July 10, 2012, of the National Water Resources Council – CRNH. Therefore, after analyzing all the information and the due comparisons made, the classification was “*high*” for the CRI and “*high*” for the DPA, in both dams, justifying, therefore, that they need to receive more attention with maintenance and supervision to prevent possible accidents.

Palavras-Chave – Segurança; Água; Monitoramento.

¹) Mestrando em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Avenida da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Recife, PE, CEP: 50740-550, anderson.mlima@ufpe.br

²) Professor do Núcleo de Tecnologia, Centro Acadêmico do Agreste - CAA/UFPE, Caruaru, Pernambuco – arthur.coutinho@ufpe.br

³) Doutorando em Engenharia Civil do PPGEC/UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, ..., jonas.pessoa@ufpe.br

⁴) Professor do Dept. de Engenharia Civil e Ambiental, PPGEC/UFPE, Avenida da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, ..., anderson.paiva@ufpe.br

⁵) Graduando em Engenharia Química, do Departamento de Engenharia Química (DEQ), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Rua Antônio Joaquim Pequeno, 73, Campina Grande/PB, CEP 58429-078, mikael.lima@eq.ufcg.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Uma barragem é definida como sendo qualquer estrutura em um fluxo permanente ou temporário de água com o propósito de comportar ou acumular substâncias líquidas ou misturas de líquidos e sólidos, incluindo o barramento e estruturas relacionadas (SILVA & SILVA, 2020).

Assim, mesmo sabendo o quanto as barragens são essenciais para o desenvolvimento humano, acidentes recentes destacam a necessidade de métodos que indiquem o nível de risco a que a população é submetida (SOUZA & SILVA, 2017; SOARES *et al.*, 2020; COSTA *et al.*, 2020; BOTELHO, 2021).

O art. 7º, da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, alterada pela Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020, expõe que as barragens de acumulação de água sejam classificadas por Categoria de Risco – CRI, Dano Potencial Associado – DPA e Volume. Segundo a lei, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, por meio da Resolução nº 143/2012, estabelece critérios de classificação que leva em consideração, entre outros fatores, as características e o estado de conservação da represa.

A partir do exposto, esta pesquisa teve o objetivo de realizar a classificação, quanto às Categorias do Risco e ao Dano Potencial Associado, das barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo, ambas localizadas no município de Caruaru, no estado de Pernambuco. Dessa forma, pretendeu-se analisar a situação dessas barragens, tendo em vista que elas estão muito próximas, e verificar se apresentam risco de se romperem e comprometerem a área a jusante.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área de estudo

Abaixo, são apresentados, nas Tabelas 1 e 2, resumos das principais características das barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo, respectivamente, em sua generalidade, tratando-se das próprias barragens.

Tabela 1 – Aspectos gerais da barragem Serra dos Cavalos

Capacidade	986.800 m ³	Riacho barrado	Capoeirão
Localização	Parque Serra dos Cavalos, Caruaru-PE	Área da bacia hidráulica	15,97 ha
Ano de construção	1916	Proprietário	DNOCS
Tipo	Terra com dreno	Extensão do coroamento	115,00 m
Altura máxima	14,40 m	Finalidade	Abastecimento humano

Fonte: UFPE e DNOCS (2021).

Tabela 2 – Aspectos gerais da barragem Guilherme Azevedo

Capacidade	766.000 m ³	Riacho barrado	Taquara e Olheiros
Localização	Parque Serra dos Cavalos, Caruaru-PE	Área da bacia hidráulica	10,00 ha
Ano de construção	1959	Proprietário	DNOCS
Tipo	Terra	Extensão do coroamento	96,00 m
Altura máxima	15,40 m	Finalidade	Abastecimento humano

Fonte: UFPE e DNOCS (2021).

As barragens analisadas neste estudo, que se fez uso do instrumento de classificação por CRI e DPA, estão localizadas no município de Caruaru, no Agreste do estado de Pernambuco, barrando riachos da bacia hidrográfica do rio Ipojuca (Figura 1).

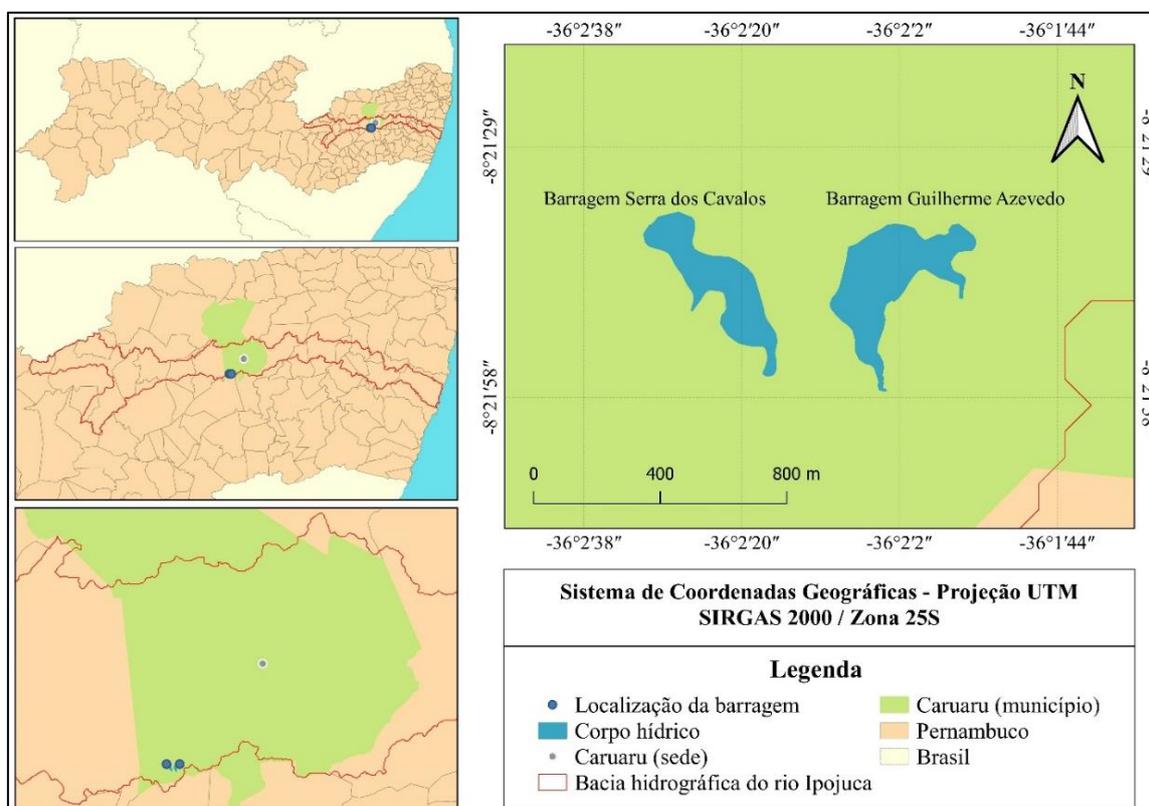


Figura 1 – Localização das barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo

2.2 Classificação das barragens

Para a classificação das barragens conforme a CRI e DPA, foi preciso a definição de alguns critérios (Figura 2) a serem analisados, ficando assim sob a competência do Conselho Nacional de Recurso Hídricos, que através da Resolução n° 143/2012, instituiu esses critérios gerais de classificação de barragens com obediência ao art. 7° da lei n° 14.066/2020.

Matriz de Classificação – Resolução nº 143/2012



Figura 2 – Matriz composta pelos critérios de classificação

2.2.1 Categoria de Risco – CRI

Na classificação por Categoria de Risco, os parâmetros em que se baseia essa definição consistem nas características da própria bacia que podem levar a ocorrência de acidentes (Figura 3).



Figura 3 – Classificação quanto à Categoria de Risco

Assim, para essa classificação, os aspectos e características analisadas são: Características Técnicas intrínsecas ao projeto – CT; Estado de Conservação das estruturas e do barramento – EC; Documentos e procedimentos de manutenção que atendam ao Plano de Segurança da Barragem – PS.

2.2.2 Dano Potencial Associado – DPA

Na classificação quanto ao DPA, os parâmetros são baseados na identificação dos riscos que qualquer acidente na barragem poderia causar à população a jusante (Figura 4).

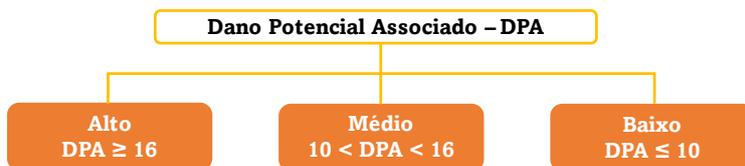


Figura 4 – Classificação quanto ao Dano Potencial Associado

2.3 Obtenção dos dados

O desenvolvimento deste trabalho se deu através do estudo de caso de duas barragens, visando as suas classificações quanto a CRI e ao DPA, fazendo uso, para tanto, da Lei nº 14.066/2020, da Resolução nº 143/2012 e de dados fornecidos pelo Convênio (2021) entre a Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e o Departamento Nacional de Obras contra as Secas – DNOCS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O procedimento de classificação das barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo, por CRI e DPA, conforme consta no anexo II da Resolução nº 143/2012, faz o uso de quatro tabelas, em que para cada uma delas é realizada a descrição dos parâmetros e pontuações correspondentes a atribuir na avaliação da barragem.

3.1 Classificação por Categoria de Risco

Esta classificação direciona os empreendedores ou operadores, mediante forma da lei, na tomada de decisão sobre os procedimentos da maneira mais adequada. As Figuras 5, 6 e 8 apresentam os parâmetros e pontuações para os critérios de CT, EC e PS. Nessas figuras, a avaliação com (*) se refere a barragem Serra dos Cavalos e com (**), a barragem Guilherme Azevedo.

Parâmetro	Descrição das características técnicas					Barragens
Altura (a)	Altura ≤ 15m (0)	15m < Alt. < 30m (1)	30m ≤ Alt. ≤ 60m (4)	Alt. > 60m (7)	-	14,40m *
						a = 0
Comprimento (b)	Comp. ≤ 50m (0)	50m < Comp. < 200m (1)	200 ≤ Comp. ≤ 600m (2)	Comp. > 600m (3)	-	115,00m *
						b = 1
Tipo de Barragem quanto ao material de construção (c)	Concreto convencional (1)	Alvenaria de pedra / concreto ciclópico / concreto rolado - CCR (2)	Terra homogênea / enrocamento / terra enrocamento (3)	-	-	Terra com dreno *
						c = 3
Tipo de fundação (d)	Rocha sã (1)	Rocha alterada dura com tratamento (2)	Rocha alterada sem tratamento / rocha alterada fraturada com tratamento (3)	Rocha alterada mole / aspriloto / solo compacto (4)	Solo residual / aluvião (5)	Dado não disponibilizado e/ou não encontrado *
						d = 5
Idade da Barragem (e)	entre 30 e 50 anos (1)	entre 10 e 30 anos (2)	entre 5 e 10 anos (3)	< 5 anos ou > 50 anos ou sem informação (4)	-	106 anos *
						e = 4
Vazão de Projeto (f)	CMP (Cheia Máxima Provável) ou Deca milenar (0)	Milenar (2)	TR = 500 anos (5)	TR < 500 anos ou desconhecida/ Estudo não confiável (10)	-	Dado não disponibilizado e/ou não encontrado *
						f = 10
						Dado não disponível e/ou não encontrado **
						f = 10

Figura 5 – Características Técnicas – CT para as barragens analisadas. Fonte: Autores (2022).

Por meio da Equação 1 foi obtida uma pontuação para as Características Técnicas – CT de cada barragem.

$$CT = (a) + (b) + (c) + (d) + (e) + (f) \quad (1)$$

$$CT_{\text{Serra dos Cavalos}} = (0) + (1) + (3) + (5) + (4) + (10) \therefore CT_{\text{Serra dos Cavalos}} = 23$$

$$CT_{\text{Guilherme Azevedo}} = (1) + (1) + (3) + (5) + (4) + (10) \therefore CT_{\text{Guilherme Azevedo}} = 24$$

Parâmetro	Descrição do Estado de Conservação			Barragens
Confiabilidade das Estruturas Extravasoras (g)	Estruturas civis e eletromecânicas em pleno funcionamento / canais de aproximação ou de restituição ou vertedouro (tipo soleira livre) de sobstruídos (0)	Estruturas civis e eletromecânicas preparadas para a operação, mas sem fontes de suprimento de energia de emergência / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões ou obstruções, porém sem riscos a estrutura vertente (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) com erosões e/ou parcialmente obstruídos, com risco de comprometimento da estrutura vertente (7)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas / canais ou vertedouro (tipo soleira livre) obstruídos ou com estruturas danificadas (10)
				A estrutura do vertedouro encontra-se aterrada e possivelmente no mesmo nível do coroamento da barragem * g = 10
Confiabilidade das Estruturas de Adução (h)	Estruturas civis e dispositivos hidroeletrônicos em condições adequadas de manutenção e funcionamento (0)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e com medidas corretivas em implantação (4)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados, com redução de capacidade de adução e sem medidas corretivas (6)	Estrutura comprometidas, com problemas de corrosão e vazamentos na tubulação e nos dispositivos de controle * h = 6
				Estruturas com corrosão e vazamentos; Falta ou deficiência nas instruções de operação; precariedade de acesso (árvores e arbustos); falta de manutenção ** h = 6
Percolação (i)	Percolação totalmente controlada pelo sistema de drenagem (0)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras estabilizadas e/ou monitorada (3)	Umidade ou surgência nas áreas de jusante, paramentos, taludes ou ombreiras sem tratamento ou em fase de diagnóstico (5)	Surgência nas áreas de jusante, taludes ou ombreiras com carreamento de material ou com vazão crescente (8)
				Dado não disponibilizado e/ou não encontrado * i = 8
Deformações e Recalques (j)	Inexistente (0)	Existência de trincas e abatimentos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Trincas e abatimentos de impacto considerável gerando necessidade de estudos adicionais ou monitoramento (5)	Surgências nas áreas a jusante sem tratamento ** j = 5
				Existem trincas e abatimentos que merecem estudos, principalmente devido a drenagem e sinais de movimento * j = 8
Deterioração dos Taludes / Paramentos (k)	Inexistente (0)	Falhas na proteção dos taludes e paramentos, presença de arbustos de pequena extensão e impacto nulo (1)	Erosões superficiais, ferrugem exposta, crescimento de vegetação generalizada, gerando necessidade de monitoramento ou atuação corretiva (5)	Presença de deformações / afundamentos devido a erosão das chuvas e tráfego de veículos ** k = 5
				Depressões acentuadas nos taludes, escorregamentos expressivos, com potencial de comprometimento à segurança (7)
Eclusa (*) (l)	Não possui eclusa (0)	Estruturas civis e eletromecânicas bem mantidas e funcionando (1)	Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e com medidas corretivas em implantação (2)	Presença de árvores e arbustos, e erosões * k = 5
				Presença de árvores e arbustos, e erosões ** k = 5
				Estruturas civis comprometidas ou Dispositivos hidroeletrônicos com problemas identificados e sem medidas corretivas (4)
				Não possui eclusa * l = 0
				Não possui eclusa ** l = 0

Figura 6 – Estado de Conservação – EC para as barragens analisadas. Fonte: Autores (2022).

Para a Figura 6, a aplicação da Equação 2 fornece a pontuação da categoria em questão.

$$EC = (g) + (h) + (i) + (j) + (k) + (l) \quad (2)$$

$$EC_{\text{Serra dos Cavalos}} = (10) + (6) + (8) + (8) + (5) + (0) \therefore EC_{\text{Serra dos Cavalos}} = 37$$

$$EC_{\text{Guilherme Azevedo}} = (10) + (6) + (5) + (5) + (5) + (0) \therefore EC_{\text{Guilherme Azevedo}} = 31$$

A Figura 7 mostra alguns dos principais problemas encontrados nas duas barragens analisadas.



Figura 7 – Defeitos nas barragens (Serra dos Cavalos–amarelo; Guilherme Azevedo–vermelho). Fonte: Autores (2022).

Parâmetro	Descrição do Plano de Segurança de Barragem					Barragens
Existência de documentação de projeto (n)	Projeto executivo e “como construído” (0)	Projeto executivo ou “como construído” (2)	Projeto básico (4)	Anteprojeto ou Projeto conceitual (6)	Inexiste documentação de projeto (8)	Sem acesso a projetos anteriores * n=8 Sem acesso a projetos anteriores ** n=8
Estrutura organizacional e qualificação técnica dos profissionais da equipe de Segurança da Barragem (o)	Possui estrutura organizacional com técnico responsável pela segurança da barragem (0)	Possui técnico responsável pela segurança da barragem (4)	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem (8)	-	-	Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem * o=8 Não possui estrutura organizacional e responsável técnico pela segurança da barragem ** o=8
Procedimentos de roteiros de inspeções de segurança e de monitoramento (p)	Possui e aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (0)	Possui e aplica apenas procedimentos de inspeção (3)	Possui e não aplica procedimentos de inspeção e monitoramento (5)	Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções (6)	-	Não há registro da última inspeção regular realizada * p=6 Não possui e não aplica procedimentos para monitoramento e inspeções ** p=6
Regra operacional dos dispositivos de descarga da barragem (q)	Sim ou Vertedouro tipo soleira livre (0)	Não (6)	-	-	-	Não * q=6 Não ** q=6
Relatórios de inspeção de segurança com análise e interpretação (r)	Emite regularmente os relatórios (0)	Emite os relatórios sem periodicidade (3)	Não emite os relatórios (5)	-	-	Emite relatórios sem periodicidade * r=3 Emite relatórios sem periodicidade ** r=3

Figura 8 – Plano de Segurança de Barragem – PS para as barragens analisadas. Fonte: Autores (2022).

Para a Figura 7, a aplicação da Equação 3 fornece dados referentes as características do Plano de Segurança de Barragem – PS.

$$PS = (n) + (o) + (p) + (q) + (r) \quad (3)$$

$$PS_{\text{Serra dos Cavalos}} = (8) + (8) + (6) + (6) + (3) \therefore PS_{\text{Serra dos Cavalos}} = 31$$

$$PS_{\text{Guilherme Azevedo}} = (8) + (8) + (6) + (6) + (3) \therefore PS_{\text{Guilherme Azevedo}} = 31$$

3.2 Classificação por Dano Potencial Associado

Quanto ao Dano Potencial Associado, a análise de critérios versa na identificação de riscos que as barragens exibem para o território à jusante. A Figura 8 expande cada um dos pontos referentes a esta categoria, contemplados na Equação 4.

$$DPA = (s) + (t) + (w) + (v) \quad (4)$$

Parâmetro	Descrição do Dano Potencial Associado				Barragens
Volume Total do Reservatório para barragens de uso múltiplo ou aproveitamento energético (s)	Pequeno <= 5hm ³ (1)	Médio 5 a 75hm ³ (2)	Grande 75 a 200hm ³ (3)	Muito Grande > 200hm ³ (5)	Pequeno * s = 1
					Pequeno ** s = 1
Potencial de perdas de vidas humanas (t)	INEXISTENTE (Não existem pessoas permanentes / residentes ou temporárias/ transitando na área a jusante da barragem) (0)	POUCO FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe estrada vicinal de uso local) (4)	FREQUENTE (Não existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, mas existe rodovia municipal ou estadual ou federal ou outro local e/ou empreendimento de permanência eventual de pessoas que poderão ser atingidas) (8)	EXISTENTE (Existem pessoas ocupando permanentemente a área a jusante da barragem, portanto, vidas humanas poderão ser atingidas) (12)	Há várias edificações à jusante * t = 12
					Dado não disponibilizado e/ou não encontrado ** t = 12
Impacto ambiental (u)	SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem não apresenta área de interesse ambiental, áreas protegidas em legislação específica ou em contra-se totalmente descaracterizada de suas condições naturais) (3)	MUITO SIGNIFICATIVO (quando a área afetada da barragem apresenta interesse ambiental relevante ou protegida em legislação específica) (5)	-	-	Área de preservação ambiental * u = 5
					Área de preservação ambiental ** u = 5
Impactos socioeconômicos (v)	INEXISTENTE (Quando não existem quaisquer instalações e serviços de navegação na área afetada por acidente da barragem) (0)	BAIXO (quando existe pequena concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais ou de infraestrutura na área afetada da barragem) (4)	ALTO (quando existe grande concentração de instalações residenciais e comerciais, agrícolas, industriais, de infraestrutura e serviços de lazer e turismo na área afetada da barragem ou instalações portuárias ou serviços de navegação) (8)	-	Há várias edificações à jusante, mas sem menção para outros tipos de instalações * v = 8
					Dado não disponibilizado e/ou não encontrado ** v = 8

Figura 8 – Dano Potencial Associado – DPA para as barragens analisadas. Fonte: Autores (2022).

3.3 Avaliação geral das barragens

Da Equação 5, é possível obter a pontuação para a Categoria de Risco.

$$CRI = \sum(CT) + \sum(EC) + \sum(PS) \quad (5)$$

$$CRI_{\text{Serra dos Cavalos}} = (23) + (37) + (31) \therefore CRI_{\text{Serra dos Cavalos}} = 91$$

$$CRI_{\text{Guilherme Azevedo}} = (24) + (31) + (31) \therefore CRI_{\text{Guilherme Azevedo}} = 86$$

Da Equação 4, pode-se obter a pontuação para o Dano Potencial Associado.

$$DPA_{\text{Serra dos Cavalos}} = (1) + (12) + (5) + (8) \therefore DPA_{\text{Serra dos Cavalos}} = 26$$

$$DPA_{\text{Guilherme Azevedo}} = (1) + (12) + (5) + (8) \therefore DPA_{\text{Guilherme Azevedo}} = 26$$

A partir das faixas de classificação destacadas nas Figuras 3 e 4 deste trabalho, e que estão inseridas no anexo II da resolução nº 143/2012, para a classificação de barragens de acúmulo de água, no que refere à Categoria de Risco e o Dano Potencial Associado, com os valores obtidos de 91 pontos para o CRI e 26 pontos para o DPA, tem-se que a barragem Serra dos Cavalos é classificada como de “*Categoria de Risco Alto*” e “*Dano Potencial Associado Alto*” de acordo com esta avaliação. Fazendo o mesmo para a barragem Guilherme Azevedo, com 86 para o CRI e 26 para o DPA, tem-se que ela é classificada também como de “*Categoria de Risco Alto*” e “*Dano Potencial Associado Alto*”.

4 CONCLUSÕES

De acordo com a Resolução nº 143/2012, as barragens Serra dos Cavalos e Guilherme Azevedo foram classificadas ambas como sendo de Categoria de Risco Alto e Dano Potencial Associado Alto. Dessa forma, elas devem estar sujeitas a receberem atenção, já que apresenta fatores que trazem por consequência altos riscos à segurança das barragens. Com isso, faz-se necessário que os problemas observados nelas sejam solucionados para que não venham a se expandir e causar grandes implicações futuras, que acarretem a falta de segurança na estrutura e que prejudiquem a área à jusante dela. Apesar de realizadas as classificações das barragens, a ausência de informações detalhadas sobre as relações socioeconômicas e o meio ambiente faz com que o DPA não se caracterize corretamente.

É importante destacar que surge um alerta pelo risco que cada uma das barragens apresentou quando avaliada de forma individual, mas o fato de estarem muito próximas chama atenção para se ter cuidado redobrado, pois o rompimento que pode ser causado, levará a um prejuízo ambiental e socioeconômico de grande impacto.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece a bolsa de pesquisa recebida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Também, à Universidade Federal Pernambuco – UFPE e ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, pelo documento de inspeção e monitoramento de barragens fornecido, realizado através do convênio entre eles. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM, pela concessão da bolsa de estudo de doutorado ao terceiro autor.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, M.R.; FARIA, M.P.; MAYR, C.T.R.; OLIVEIRA, L.M.G. (2021). “*Rompimento das barragens de Fundão e da Mina do Córrego do Feijão em Minas Gerais, Brasil: decisões organizacionais não tomadas e lições não aprendidas*”. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional 46(16), pp. 1 – 11.

BRASIL. Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. “*Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB*”. (2010). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm>. Acesso em: 27 jun. 2022.

_____. Lei nº 14.066, de 30 de setembro de 2020. “*Política Nacional de Segurança de Barragens – PNSB*”. (2020). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112334.htm>. Acesso em: 27 jun. 2022.

Resolução nº 143/2012. CNRH – CONSELHO NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS. “*Critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo seu volume*”. (2012). Disponível em: <https://sistemas.anm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=7231#:~:text=JULHO%20DE%202012,-Estabelece%20crit%C3%A9rios%20gerais%20de%20classifica%C3%A7%C3%A3o%20de%20barragens%20por%20categoria%20de,%2020de%20setembro%20de%202010.>>. Acesso em: 27 jun. 2022.

COSTA, G.B.R.; LAU, G.R.; SILVA, C.F.; MANTEL, M.C.B.; PERES, M.C.M.; LUNA, T.N.S.S.; SILVA, P.N. (2020). “*Rompimento da barragem em Brumadinho: um relato de experiência sobre os debates no processo de desastres*”. Revista Saúde Debate 44(2), pp. 377 – 387.

SILVA, E.L.; SILVA, M.A. (2020). “*Segurança de barragens e os riscos potenciais à saúde pública*”. Revista Saúde Debate 44(2), pp. 242 – 261.

SOARES, A.L.C; DUARTE, S.F.; GOMES, L.N.L.; OLIVEIRA, S.C. (2020). “*Impacto do rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro da mina do feijão, em Brumadinho, quanto ao uso e à cobertura do solo e à qualidade das águas superficiais do rio Paraopeba*”. Rev. UFMG 27(2), pp. 356 – 381.

SOUZA, J.G.; SILVA, I.M.C.F. (2017). “*Classificação de barragem quanto à categoria de risco e dano potencial associado – um estudo de caso*”. Revista FENEC 1(2), pp. 246 – 256.