



Custos de Manutenção de Barragens de terra no Estado do Ceará – Estudo de Caso

Wesley Nathan B. do V. Gomes¹, Carla Beatriz. C. Araújo²,

¹Campus Crateús – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Caixa Postal 63.707-800 – Crateús – CE – Brasil

²Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará (UFC)
Caixa Postal 60.440-900 – Fortaleza – CE – Brasil

wesley_nathan23@alu.ufc.br, carlabeatriz@ufc.br

Abstract. *This work analyzed the maintenance services in the Martinópolis and Caracas dams and evaluated the costs of postponing these repairs. Information on maintenance was obtained from the reports of the Water Resources Management Company (COGERH) of the State of Ceará. In addition to the survey of maintenance that has already occurred at the dams, hypothetical scenarios were generated simulating the worsening of existing anomalies. In the cost survey, it was found that pathologies intensified in consecutive years, causing maintenance costs to rise, on average, by 1716.3%, and in hypothetical scenarios, by 896.82%. It was noted that the delay in treating the damage, increases the associated costs and the chances of the appearance of anomalies.*

Resumo. *Este trabalho analisou os serviços de manutenção nas barragens Martinópolis e Caracas e avaliou os custos das postergações destes reparos. As informações sobre as manutenções foram obtidas nos relatórios da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH) do Estado do Ceará. Além do levantamento das manutenções já ocorridas nas barragens, foram gerados cenários hipotéticos simulando o agravamento das anomalias existentes. No levantamento dos custos, verificou-se que se intensificou as patologias em anos consecutivos, fazendo os custos de manutenção subirem, em média 1716,3%, e nos cenários hipotéticos de 896,82%. Notou-se que a demora em tratar os danos, eleva os custos associados e as chances do surgimento de anomalias.*

1. Introdução

As barragens desempenham um papel central para o desenvolvimento de um país, pois têm finalidades que atendem aos requisitos técnicos, econômicos e estruturais que podem cumprir as necessidades específicas de uma região. Manter a integridade dessas estruturas tão importantes é um desafio complexo, já que são constituídas de materiais naturais e, por isso, o risco de falha nunca é descartado (SNISB, 2019).

Em 2010 foi criada a Lei Federal nº 12.334, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (BRASIL, 2010). Nessa lei são definidos os responsáveis pela manutenção e operação da barragem, as categorias de risco e o dano potencial associado. Isto contribui para uma gestão descentralizada, atribuindo aos diversos atores seus respectivos papéis nas diferentes fases da vida útil da estrutura.

No Brasil, acontecem em média mais de 3 acidentes de barragens por ano, segundo a Agência Nacional de Águas ANA (2017). Esta agência é a responsável pelo



Relatório de Segurança de Barragens (RSB) que é publicado anualmente. As publicações indicam que os incidentes de grau de periculosidade baixo devem ser controlados com rapidez, para que não levem a acidentes, evitando assim danos a sociedade em um problema que pode ter enormes proporções.

De acordo com a ANA (2017), o número de acidentes e incidentes deve ser ainda maior visto que muitas barragens não são monitoradas pelo órgão. Apenas cerca de 25% das barragens estão com suas informações completas junto aos órgãos responsáveis, havendo um grande número de barragens que não há informações sobre as condições de segurança e manutenção.

Para realizar o monitoramento destas estruturas é necessário ter uma equipe multidisciplinar que consiga através de inspeções identificar quaisquer anomalias existentes, e desta forma, quando necessárias, tomar as medidas cabíveis. Estas inspeções devem ser realizadas seguindo os parâmetros do PNSB, tendo uma periodicidade que varia de acordo com o risco associado a barragem.

A ruptura de barragens acarreta danos muitas vezes irreparáveis, como a perda de vidas humanas, ou a devastação de ecossistemas, como rios e florestas, além dos impactos econômicos e sociais causados por esses desastres, como a destruição de cidades ou povoados. Essas consequências variam de acordo com diversos fatores, como: altura e tipo do barramento, ocupações a jusante, obras complementares, entre outros, e caracterizam o nível de risco.

Neste contexto a prevenção desses eventos deve ser realizada pela utilização das inspeções visuais, que têm por finalidade identificar possíveis anomalias que possam levar a estrutura do barramento ao colapso.

Além disso, caracterizar os custos das intervenções de manutenção pode ajudar os responsáveis pela manutenção das barragens a definir as estratégias de execução das atividades necessárias para garantir a segurança e integridade das estruturas do barramento.

O presente trabalho identificou os serviços de manutenção a serem realizados em dois barramentos através de levantamentos nos relatórios produzidos pela Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) de competência do Governo do Estado do Ceará.

2. Materiais e Métodos

Neste trabalho, foi realizado a catalogação das patologias que geraram as manutenções identificadas, sendo elaborado uma avaliação financeira, como também, os prováveis agravamentos dos problemas e suas consequências econômicas e estruturais.

A metodologia do trabalho dividiu-se em três partes: A primeira foi o levantamento dos dados de manutenções nas barragens Martinópolis e Caracas; a segunda foi a estimativa de custos dessas manutenções; a terceira descreve os cenários hipotéticos gerados a partir dos já existentes.

2.1. Informações das barragens

As barragens escolhidas para o estudo de caso, foram as que tiveram os maiores custos associados as manutenções realizadas nos anos estudados nos relatórios da COGERH.

A Barragem Martinópolis, concluída em 1984, foi uma das escolhidas para a realização do levantamento de custos e da geração dos cenários hipotéticos, localizada na cidade de Martinópolis, situado na Bacia do Coreaú. Tem capacidade de acumulação de 23.200.000 m³ e é administrada pelo Governo Federal, através do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) e tem as seguintes características técnicas do corpo do barramento: comprimento de 240 metros, largura do coroamento de 4,5 metros, altura de 11 metros e o vertedouro tem largura de 100 metros, como mostrado na figura 1.

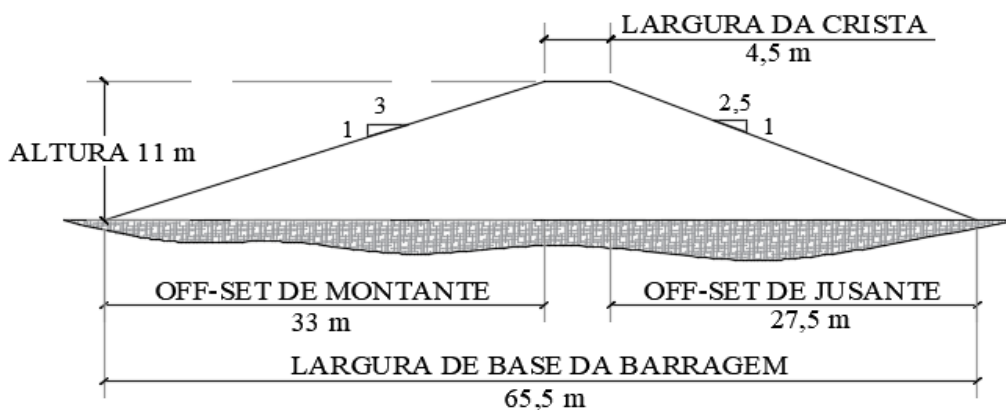


Figura 1. Perfil transversal barragem Martinópolis

A Barragem Caracas, concluída em 1985, está localizada na cidade de Canindé, situado na Bacia do Curu. Tem capacidade de acumulação de 9.630.000 m³ e é administrada pelo Governo do Estado do Ceará, através da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH) e tem as seguintes características técnicas do corpo do barramento: comprimento de 636 metros, largura do coroamento de 4,5 metros, altura de 17 metros e o vertedouro tem largura de 65 metros, como mostrado na figura 2.

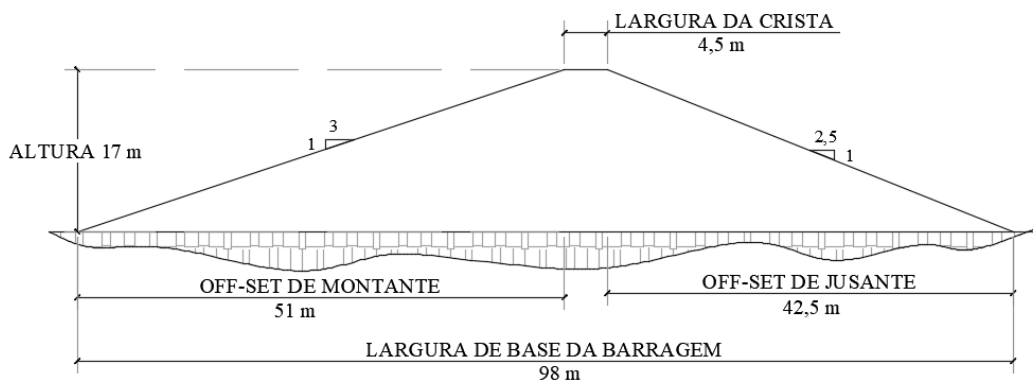


Figura 2. Perfil transversal barragem Caracas

2.2. Levantamento de custos de manutenção

O inventário das manutenções em barragens no Ceará foi realizado por meio dos relatórios anuais de segurança de barragens, da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH). Foi realizada a catalogação das barragens em que foram recomendadas e/ou executadas manutenções durante os anos de 2006 a 2014,

tendo-se identificado: as anomalias encontradas, as possíveis causas e consequências que poderiam acontecer caso não fossem executados os reparos, as áreas das barragens foram encontradas as anomalias.

O levantamento de custos foi realizado para cada uma das barragens escolhidas, em cada um dos anos que foram recomendadas as manutenções, tomando como base a tabela SEINFRA 026.1 de 2018 (CEARÁ (ESTADO), 2018), e utilizando um BDI relativo a serviços e outro referente a insumos, de acordo com o Acórdão nº 2622/2013 do TCU (BRASIL, 2013).

Foram desenvolvidos os orçamentos dos reparos necessários e comparativos de valores em cada um dos anos de intervenção. Algumas considerações foram necessárias: em decorrência de não existirem informações sobre os tipos de material que compõem os maciços dos barramentos e as inclinações dos taludes de montante e jusante, foram utilizados os dados do trabalho de Viera *et al.* (1996), que indica que barragens de terra que não estejam sujeitos a esvaziamento rápido devem apresentar inclinações conforme Quadro 1. Assim considerou-se que os barramentos são constituídos de argilas de baixa compressibilidade ou siltes de baixa compressibilidade, com inclinações a montante de 3 H:1V e a jusante de 2,5 H:1 V.

Quadro 1. Inclinação dos Taludes (Vieira *et al.*, 1996)

Caso	Sujeito a Esvaziamento Rápido	Classificação dos Solos	Montante	Jusante
A	NÃO	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	2,5:1	02:01
		CL, ML	03:01	2,5:1
		CH, MH	3,5:1	2,5:1
B	SIM	GW, GP, SW, SP	Permeável, não adequado	
		GC, GM, SC, SM	03:01	02:01
		CL, ML	3,5:1	2,5:1
		CH, MH	04:01	2,5:1

Os volumes de aterro para recomposição em ambos os taludes, foram definidos com uma espessura de 15 cm ao longo de toda a sua extensão, como mostrado na Figura 3, para casos iniciais, por não serem de grandes proporções, e com passar dos anos essa espessura foi sendo acrescida, a depender do tempo do prolongamento do reparo.

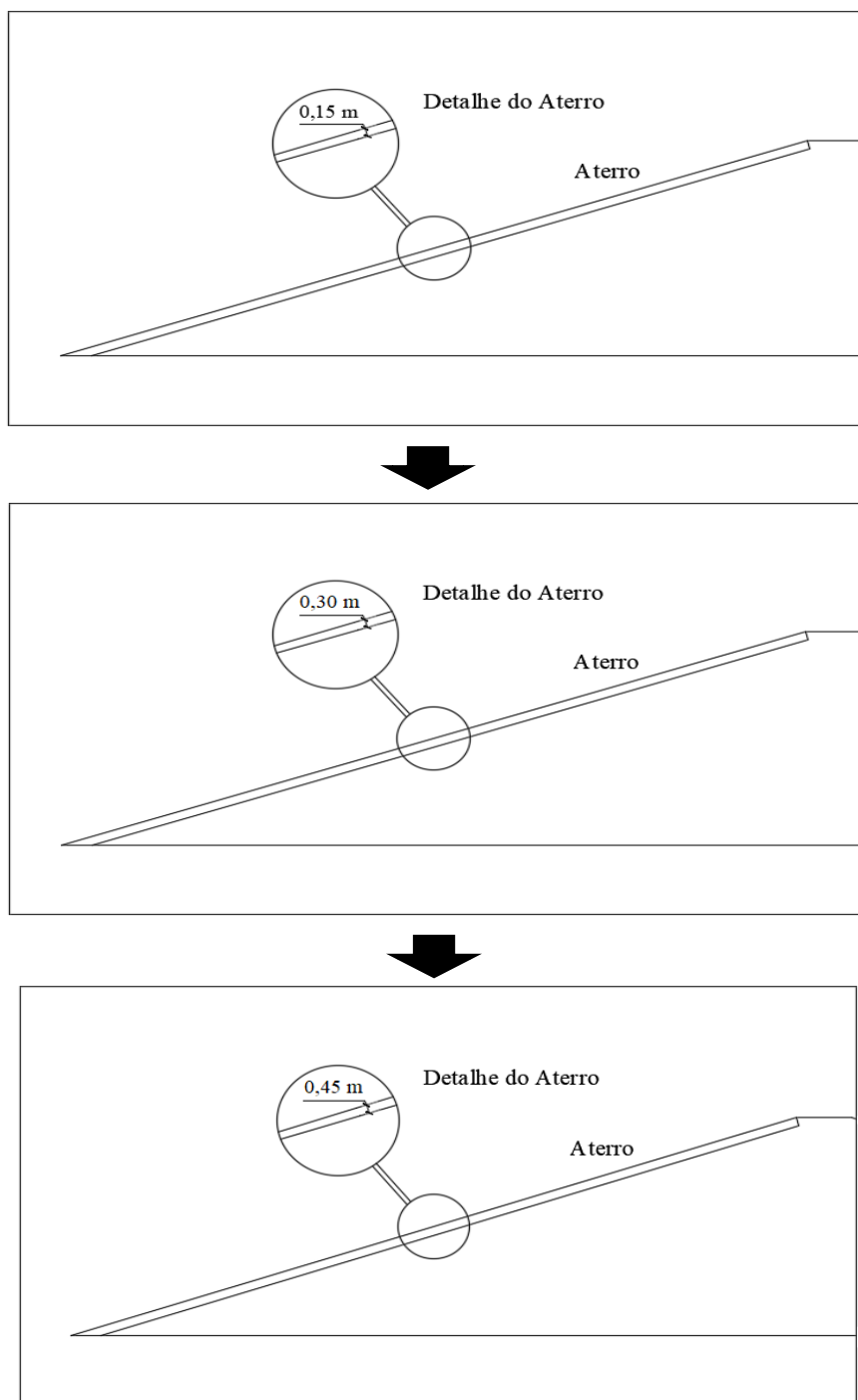


Figura 3. Detalhe do aterro recomendado

Para casos em que havia necessidade de reposição do enrocamento em um estágio inicial ou rip-rap a ser colocado, considerou-se o equivalente a 30% da área total do talude da barragem, e foram acrescidos em 30% ao longo do tempo (Figura 4).

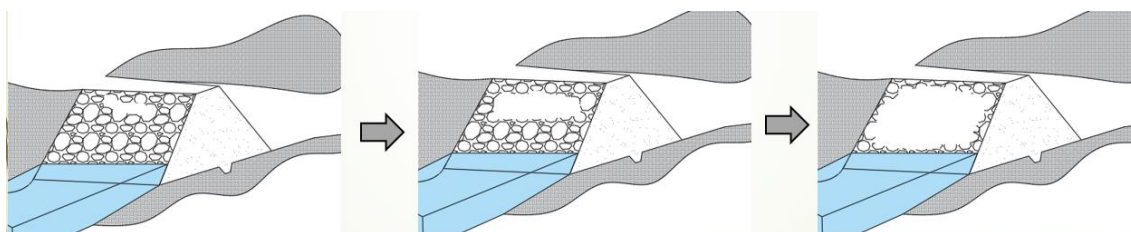


Figura 4. Detalhe do enrocamento

Como não foram obtidos dados das proporções dos canteiros de obras da barragem nos anos estudados, tomou-se como base os valores de mobilização e desmobilização de equipamentos para a montagem dos canteiros de obras, da licitação do Governo do Estado do Ceará nº 20180001 (CEARÁ (ESTADO), 2018).

As calhas e meio fio a serem recuperadas no início dos serviços de manutenção corresponderam a 40% do número total. Quando se fazia necessário a execução de calhas, a quantidade variava de acordo com as dimensões de cada barragem, que tinham o perfil onde dutos interligavam as calhas da crista até o pé do talude, como mostrado na Figura 5.

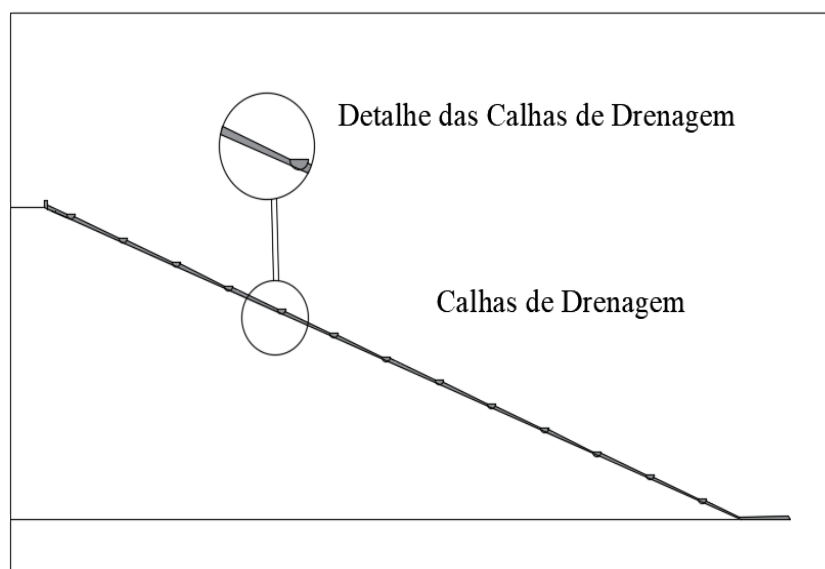


Figura 5. Detalhe das calhas

As informações das dimensões dos vertedouros e outras informações de obras complementares foram retiradas do atlas eletrônico das barragens desenvolvido pela Secretária dos Recursos Hídricos-SIRH, vinculada ao Governo do Estado do Ceará (CEARÁ (ESTADO), 2019).

2.4. Geração dos Cenários Hipotéticos

A geração de cenários hipotéticos consistiu na criação de duas situações hipotéticas consecutivas para cada um dos anos que foram solicitados os reparos, utilizando a premissa que as restaurações recomendadas não foram executadas e que ocorreria um agravamento das anomalias, além do surgimento de novos problemas.

Para a elaboração destes cenários buscou-se as possíveis consequências das anomalias já identificadas, e as ações corretivas que deveriam ser realizadas com o

agravamento dos casos primários. Tomou-se como base as informações retiradas dos relatórios da COGERH e do MSIB (2010). Após isso, foi realizada a estimativa dos orçamentos associados à não realização das manutenções em barragens no estado do Ceará.

As principais anomalias e seus respectivos reparos foram estimados da seguinte forma:

- Erosões: o aterro a ser executado foi alteado 15 cm por ano de atraso no reparo, com o enrocamento a recomposição era acrescida a metade da área total no primeiro ano e no segundo era recomposto a área total do talude;
- Calhas de drenagem e meio fio: as áreas que sofreriam os reparos foram elaboradas com incremento de 20% a mais do que o estágio inicial de deterioração, e no segundo ano atingia o total de calhas a serem reparadas;
- Formigueiros: as áreas que seriam realizados os reparos foram concebidas com incremento de 10% a mais do que o estágio inicial de deterioração, e no segundo ano atingia um acréscimo de 20% da área afetada inicialmente;
- Problema de árvores e arbustos: as áreas afetadas eram 70% do total no primeiro ano, e no segundo ano a área total era comprometida;
- Vertedouro: os reparos a serem realizados após um ano das recomendações eram correspondentes há 60% do total da área do vertedouro, e ao final do segundo ano a área total do vertedouro necessitaria de reparos.

3. Resultados e Discussões

3.1. Resultados dos Levantamentos das Informações da Barragem Martinópolis

As informações das Barragens Martinópolis e Caracas retiradas dos relatórios da COGERH estão indicadas no quadro 2. Os corpos dos barramentos são constituídos de terra, seus vertedouros são revestidos de concreto, seus taludes de montante são revestidos com enrocamento, os taludes de jusante possuem uma camada de proteção vegetal e seus coroamentos tem calhas de drenagem ao longo de toda sua extensão.

Quadro 2. Informações das Barragens Martinópolis e Caracas

BARRAGEM	MATERIAL	ÁREAS EM M ²			
		VERTEDOURO	TALUDE MONTANTE	TALUDE JUSANTE	COROAMENTO
MARTINÓPOLE	TERRA	500	8348,41	7108,42	1200
CARACAS	TERRA	292,5	34190,55	29112,2	2862

3.2. Resultados dos Levantamentos das Manutenções

Na Barragem Martinópolis, as anomalias encontradas nesta estrutura geraram reparos que foram indicados e ocorreram nos anos de 2010, 2011, 2013 e 2014. Os locais atingidos por anomalias foram os taludes e vertedouro, detalhados a seguir.

Já na Barragem Caracas, as anomalias encontradas correspondem aos anos de 2006, 2010 e 2011. Os locais que sofreram intervenção foram os taludes, coroamento e vertedouro.

Observou-se que muitos dos reparos não são realizados nos anos recomendados, gerando uma piora nas condições da barragem em anos seguintes, como será exposto em seguida.

3.3. Resultados dos Levantamentos dos Custos

Na Barragem Martinópolis teve quatro anos indicados para reparos, os custos associados a estes reparos são apresentados no Figura 6. No caso inicial, os serviços a serem executados eram de baixa complexidade, compostos de: recuperação do enrocamento a montante, revestimento vegetal a jusante e limpeza de vegetação no sangradouro.

Em 2011, os custos foram quase 219,85% maiores que o ano anterior, o que mostra que os serviços indicados em 2010 não foram executados e houve um agravamento na situação, pois começou-se a ter problemas com erosões em ambos os taludes e a área atingida no vertedouro foi maior.

Em 2013, alguns serviços já tinham sido executados, já que o serviço no vertedouro foi finalizado, e a recomposição vegetal no talude de jusante também, os serviços que ainda deveriam ser realizados seriam a montante que não foram sanados desde o ano de 2010, e com isso houve uma pequena queda de 8,8% nos custos.

Em 2014, os custos tiveram um aumento de 83,6% em comparação com o ano anterior, isso ocorreu devido a postergação de alguns serviços, com isso os problemas se desenvolveram, necessitando de reparos em toda a área do barramento.

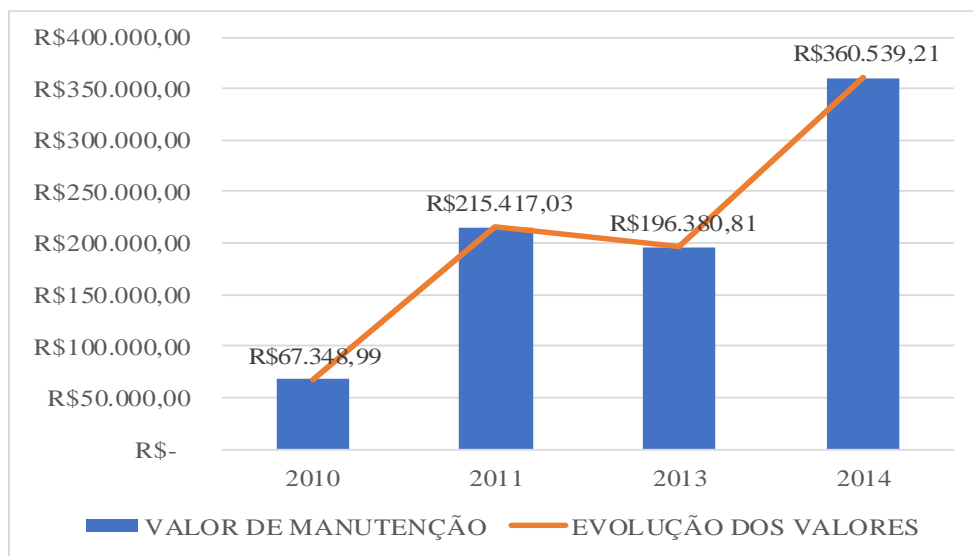


Figura 6. Gráfico dos levantamentos de custos da Barragem Martinópolis

A Barragem Caracas, teve três anos com indicação de manutenção, os custos associados a estes serviços estão indicados no (Figura 7). Em 2006, apenas no coroamento foi apontado para a realização de serviços de manutenção, o que gerou um custo mais baixo.

Em 2010, os serviços a serem executados mostram que houve uma piora na condição da barragem, com os problemas que existam no coroamento se espalhando por todo o corpo do barramento e vertedouro, o que levou os custos a subirem para 1701,4%, em relação ao primeiro ano estudado.

Em 2011, houve um novo agravamento do quadro, com as áreas afetadas tendo um aumento, e apresentando novas patologias, o que promoveu um encarecimento de 71,9% referente a 2010, e 2.997,28% referente a 2006.

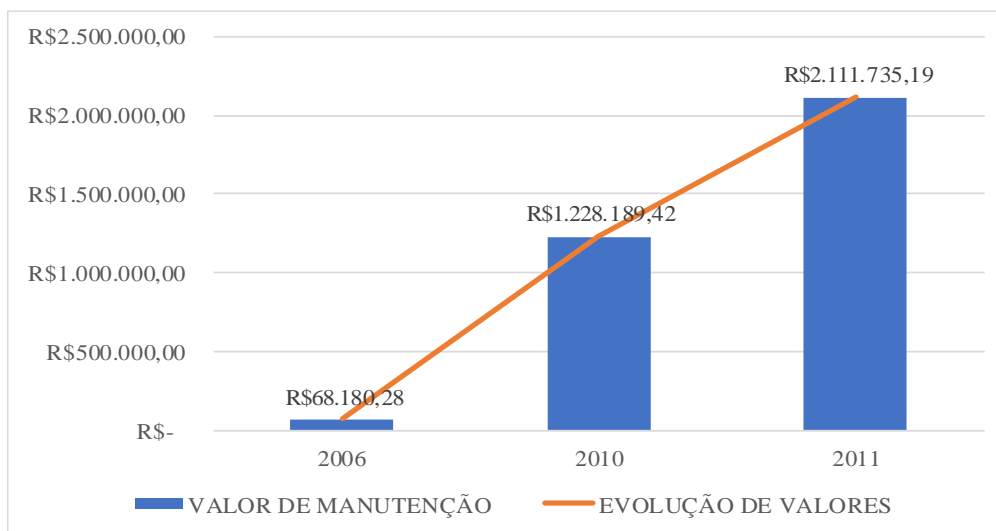


Figura 7. Gráfico dos levantamentos de custos da Barragem Caracas

3.4. Resultados dos Cenários Hipotéticos Gerados

3.4.1. Barragem Martinópolis

Os cenários gerados para a Barragem Martinópolis considerando os serviços de manutenção não executados em 2010 (denominado Cenário 0), concebe-se uma piora na situação do barramento (Figura 8). As estimativas de custos associado aos cenários gerados da Barragem Martinópolis são apresentadas na Figura 9.

Os resultados do primeiro cenário se dão pelo agravamento dos problemas: de erosão que decorrem em consequência da não execução do enrocamento do talude de montante e da não realização do revestimento vegetal do talude de jusante, acarretando também no carreamento de material dos taludes, e no vertedouro a um aumento na área a ser desmatada, com isso gera uma amplificação das despesas de manutenção correspondente a 219,86% com relação ao cenário base (Cenário 0).

No Cenário 2, os volumes de aterro têm acréscimos de 100%, devido as erosões terem tido um agravamento, e o vertedouro tem a sua área entorno de 80% coberta com vegetação, fazendo-se necessário a realização de desmatamento e compactação do solo devido a erosões, resultando em um crescimento dos custos em 582,65% em relação ao ano base.

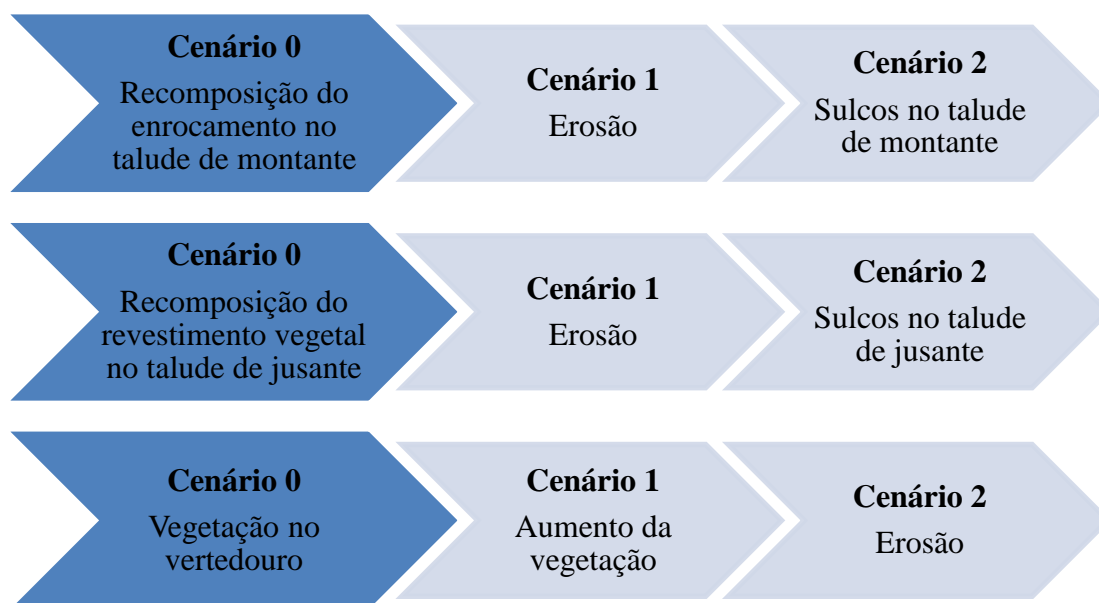


Figura 8. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2010 (Cenário 0) para a Barragem Martinópole

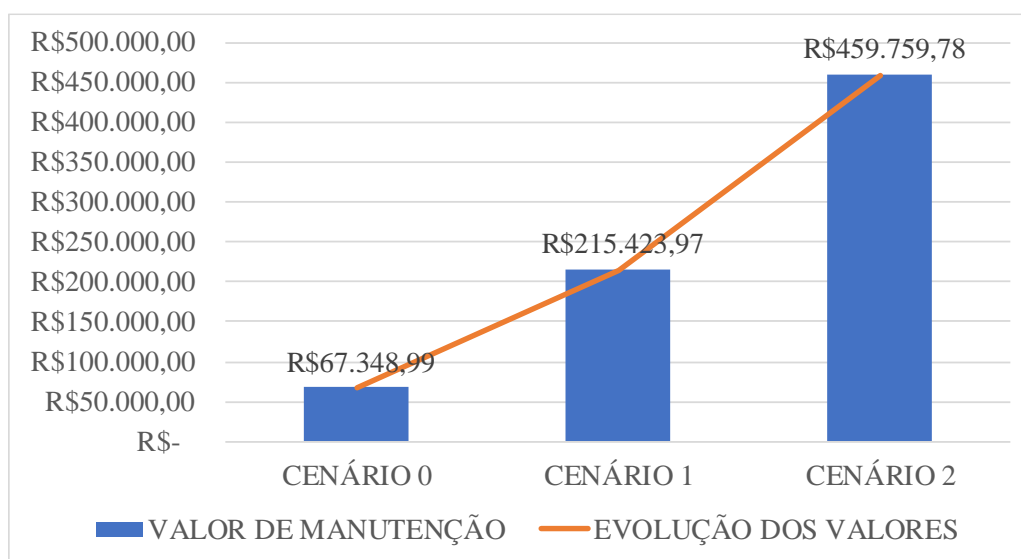


Figura 9. Elevação dos Custos de Manutenção a partir da Piora do cenário de anomalias de 2010 na barragem Martinópole

Os cenários gerados a partir da consideração que os serviços de manutenção não foram realizados em 2011 (denominado cenário 0), apresenta-se uma piora nas anomalias encontradas, deteriorando ainda mais a situação do barramento (Figura 10).

No primeiro cenário o quadro se agrava devido ao aumento das anomalias do ano anterior, como: o aterro nos taludes estimou-se um acréscimo de 33% no seu volume, devido ao aumento das erosões e a não recomposição do enrocamento de proteção, no talude de jusante as erosões se dão pela falta de proteção vegetal; e a área a ser desmatada no vertedouro foi acrescida de 20%; resultando em um acréscimo de 22,68% no custo de manutenção em relação ao cenário inicial.

No Cenário 2, estimou-se que o volume de aterro nos taludes continua a elevar-se, já que as erosões continuam a evoluir, e os serviços no vertedouro, além do

desmatamento, também considerou-se a necessidade de aterro e compactação já que o aumento da vegetação causa esse efeito adverso na estrutura, e com isso os custos tiveram um aumento de 71,72% em comparação com caso inicial, como mostra a Figura 11.

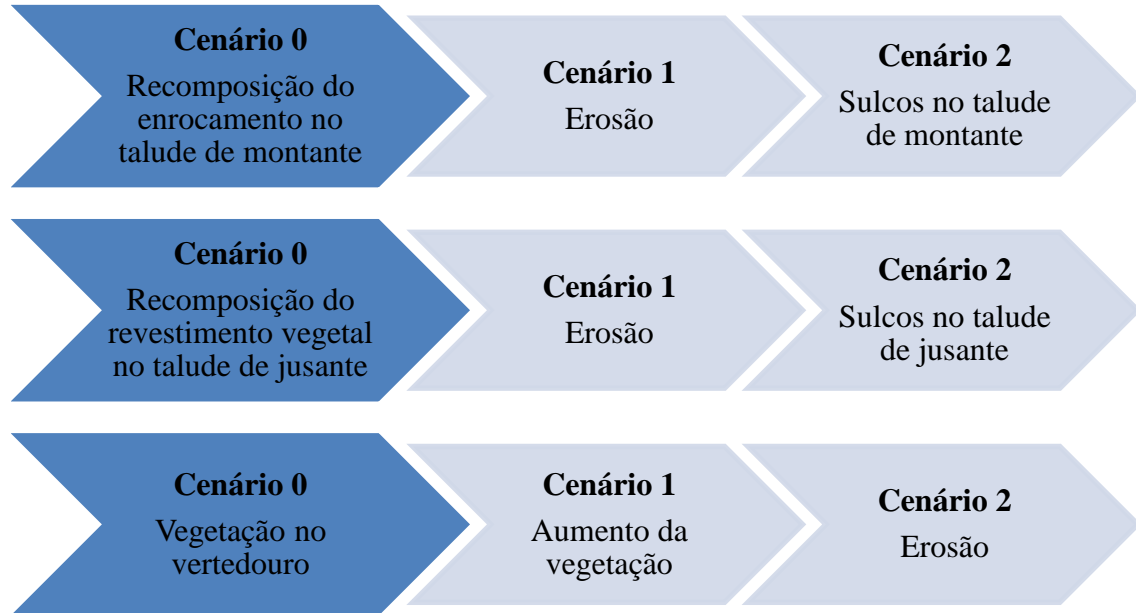


Figura 10. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2011 (Cenário 0) para a Barragem Martinópolis

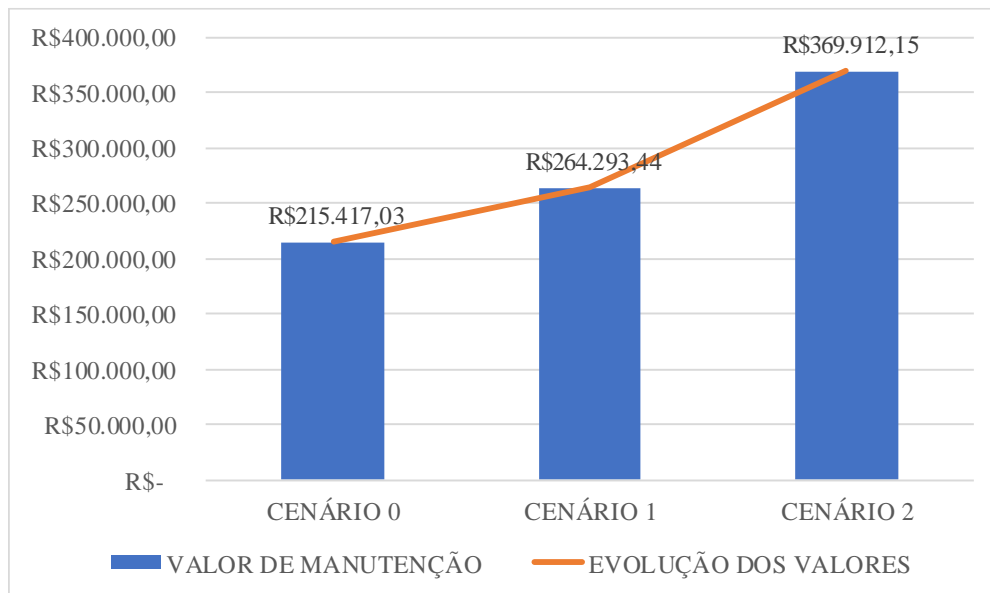


Figura 11. Elevação dos Custos de Manutenção a partir da Piora do cenário de anomalias de 2011 na barragem Martinópolis

Os cenários hipotéticos gerados a partir de 2013 (denominado cenário 0), consideraram que os serviços de manutenção não foram realizados no mesmo ano, para a barragem Martinópolis, e por decorrência disso houve uma piora na condição do barramento (Figura 12).

Os problemas no primeiro cenário se restringem aos taludes, e considerou-se o agravamento da seguinte forma: aumento de 33% no volume de aterro, a montante dado pelo enrocamento onde a área a ser recomposta continuaria a sofrer erosões, resultando ao final do Cenário 1 um aumento de 41,28% nos custos de manutenção.

Já o para o Cenário 2, tem-se uma elevação ainda maior no aterro para compactação, visto que se estima que as erosões continuariam a ocorrer, e o carreamento de material degradaria ainda mais os taludes, gerando uma elevação nos gastos de 142,47% em comparação com os valores do Cenário 0. As estimativas de custos gerados estão expostas no Figura 13.

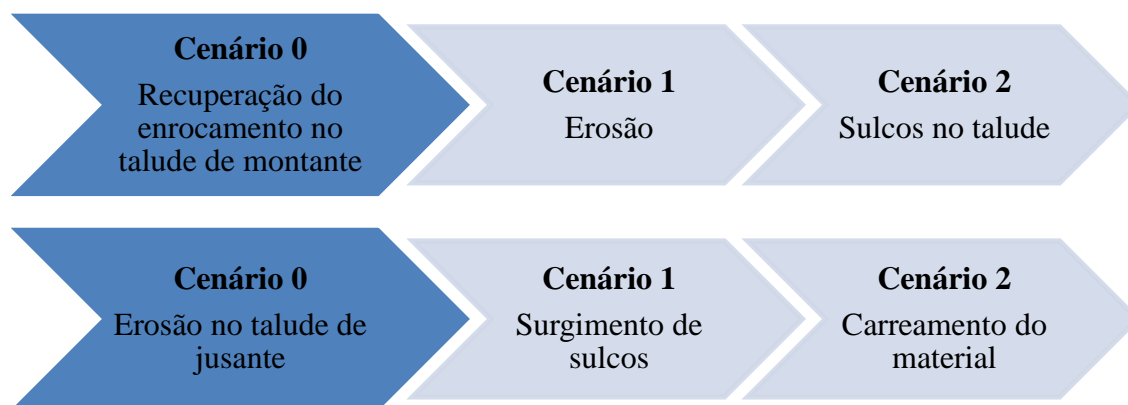


Figura 12. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2013 (Cenário 0) para a Barragem Martinópolis

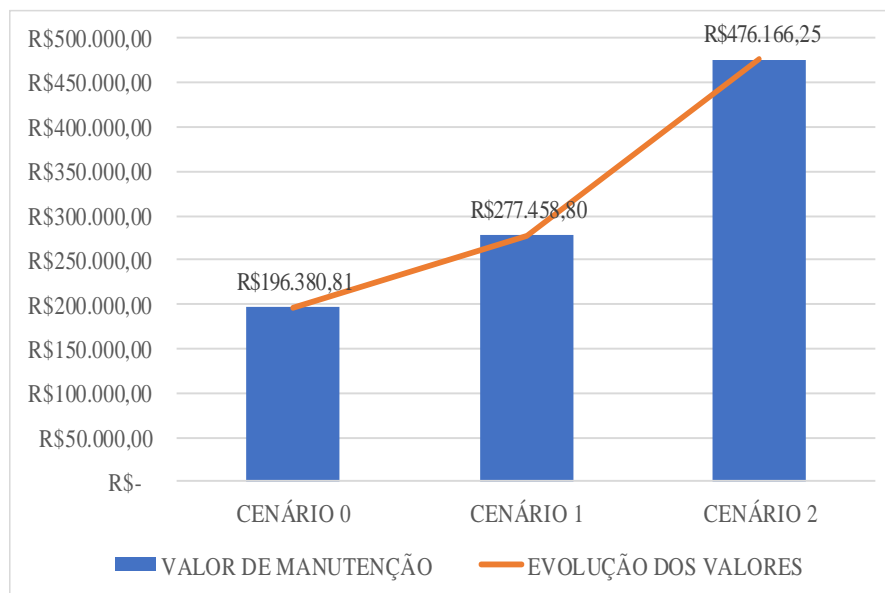


Figura 13. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2013 (Cenário 0) para a Barragem Martinópolis

Considerando que os serviços de manutenção que deixaram de ser executados em 2014 (denominado cenário 0), os cenários hipotéticos mostram que as anomalias têm um aumento que leva as consequências mostradas na Figura 14.

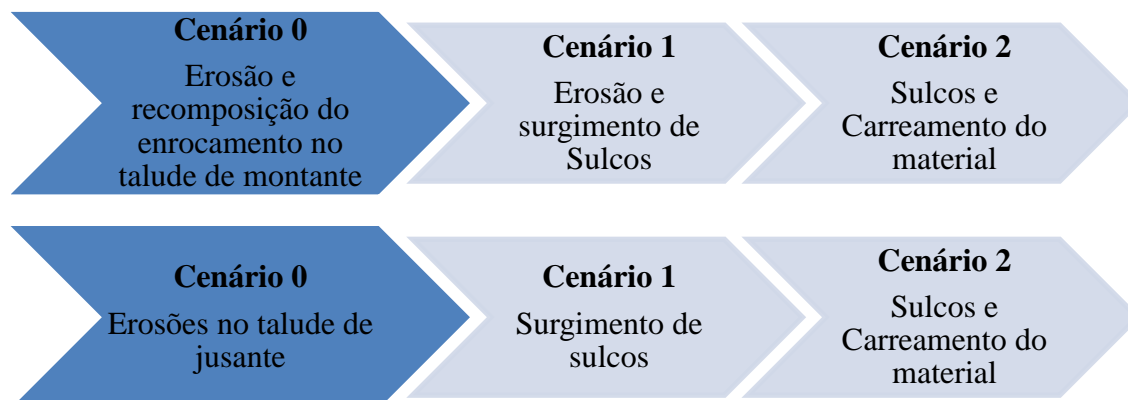


Figura 14. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2014 (Cenário 0) para a Barragem Martinópolis

O quadro inicial tem com erosões em ambos os taludes, e deterioração do enrocamento no talude de montante, no primeiro cenário criado, mostram um agravamento do quadro fazendo com que necessite de regularização dos taludes, devido a deslizamentos gerados pelas erosões, além de proteção vegetal no talude de jusante, com isso os custos tem um encarecimento de 17,17% em relação ao quadro inicial.

Já para o segundo cenário gerado, o aterro tem um acréscimo de 200% do volume inicial, a recomposição do enrocamento que correspondia a 30% de sua área ao final do segundo cenário já passou a ser toda a sua extensão, e a jusante além da proteção vegetal, também deverá ser executado calhas de drenagem, o que levou as despesas a terem um expansão de 189,1% com relação ao quadro base, como mostrado na Figura 15.

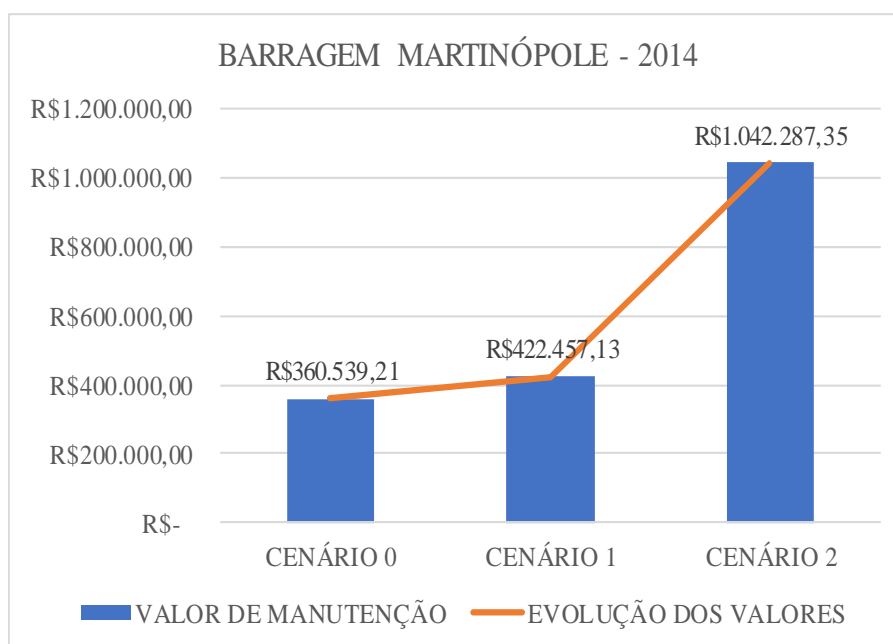


Figura 15. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2014 (Cenário 0) para a Barragem Martinópolis

3.4.1. Barragem Caracas

No ano de 2006 (Cenário 0) os cenários hipotéticos foram realizados, depois de identificados problemas apenas no coroamento, como: tocas de animais e formigueiros, raspagem e limpeza do terreno. Com a piora do quadro (Cenário 1), a anomalia aumentaria pela estrutura, atingindo os taludes, necessitaria de serviços de desmatamento em 50% da área dos taludes, remoção formigueiros em 30% da área dos taludes e compactação do solo nos taludes e no coroamento. Com isso, os custos de manutenção ao final deste cenário é 1.001% superior, em comparação com o inicial.

Já no segundo cenário, toda a área dos taludes seria afetada pelas anomalias e com isso os custos de manutenção teriam um incremento substancial, chegando a 1.211% em relação ao Cenário 0 (Figura 17).

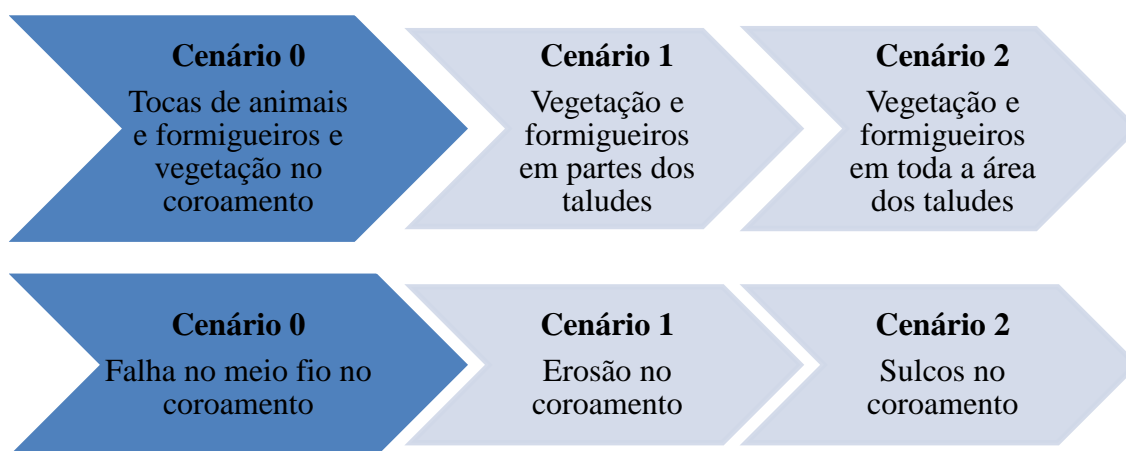


Figura 16. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2006 (Cenário 0) para a Barragem Caracas

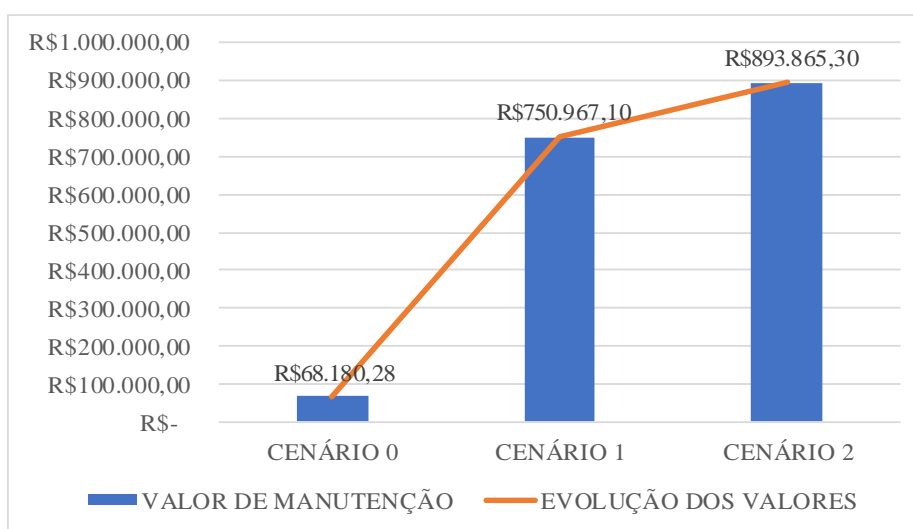


Figura 17. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2006 (Cenário 0) para a Barragem Caracas

O agravamento das anomalias encontradas no ano de 2010 (Cenário 0), considerou uma evolução em todos os problemas iniciais, conforme indicado na (Figura 18). Em 2010, a Barragem Caracas apresentou os seguintes problemas: crescimento excessivo de

vegetação no coroamento, em ambos os taludes e no vertedouro; erosões, formigueiros ou tocas de animais; deterioração das calhas de drenagem e do concreto no vertedouro.

No primeiro cenário, considerou-se que: as anomalias se agravariam e atingiriam 50% da área do coroamento, 40% das áreas dos taludes; 60% das calhas precisariam de reparos; no vertedouro 60% da área seria atingida, gerando um acréscimo de 20,4% em relação ao quadro inicial.

Já para o último cenário, as anomalias com tocas de animais ou formigueiros atingiriam 70% das áreas no coroamento nos taludes, a área de todo o coroamento e dos taludes precisaria passar por desmatamento, 80% das calhas de drenagem necessitariam de substituição, a deterioração no concreto atingiria a toda a sua área. Todos esses problemas levariam a deslizamentos de terra, e com isso os gastos de manutenção chegariam a 56,4% superiores em relação ao Cenário 0 (Figura 19).

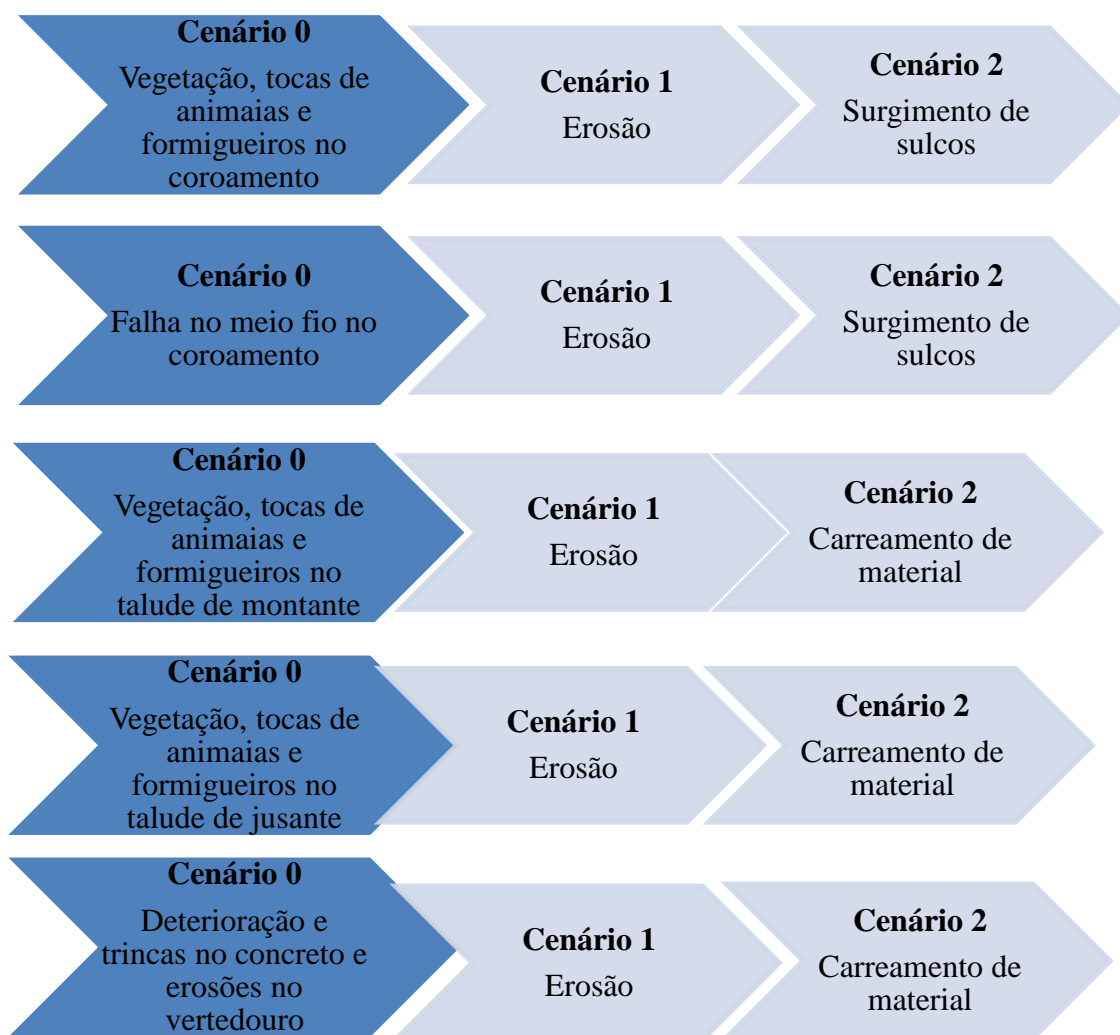


Figura 18. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2010 (Cenário 0) para a Barragem Caracas

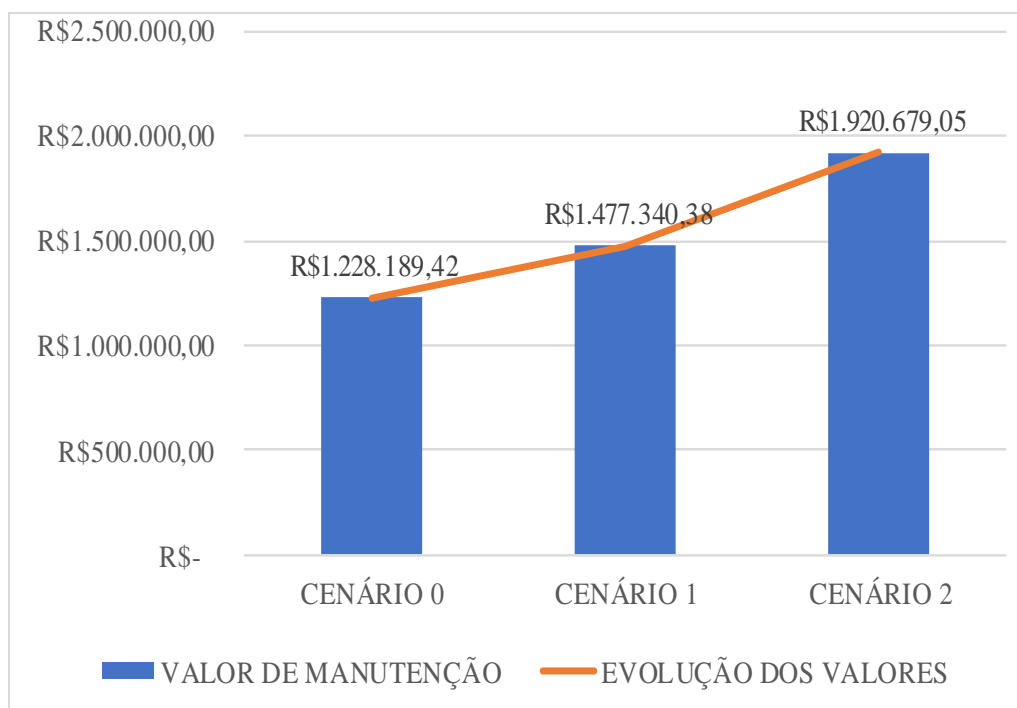


Figura 19. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2010 (Cenário 0) para a Barragem Caracas

Para a Barragem Caracas no ano de 2011, o agravamento dos cenários hipotéticos foi considerado conforme apresentado na (Figura 20). No cenário inicial, os problemas estão espalhados em todo o corpo do barramento, já para o Cenário 1 considerou-se que: os formigueiros ocupariam uma área de 70% do coroamento e dos taludes, o que poderia gerar um alto risco a integridade dessa barragem, as calhas já têm 70% do total comprometidas, e o vertedouro tem 80% da sua área degradada, com isso o incremento dos custos é de 21,43%.

Já para Cenário 2, os formigueiros atingiriam 80% das áreas dos taludes e do coroamento, com isso geraria a necessidade de aterro no coroamento, as calhas estariam em sua totalidade comprometidas, no vertedouro os danos também o atingiriam toda sua extensão, gerando deslizamentos. Com isso, a elevação das despesas do último cenário seria de 59% em relação ao Cenário 0 (Figura 21).

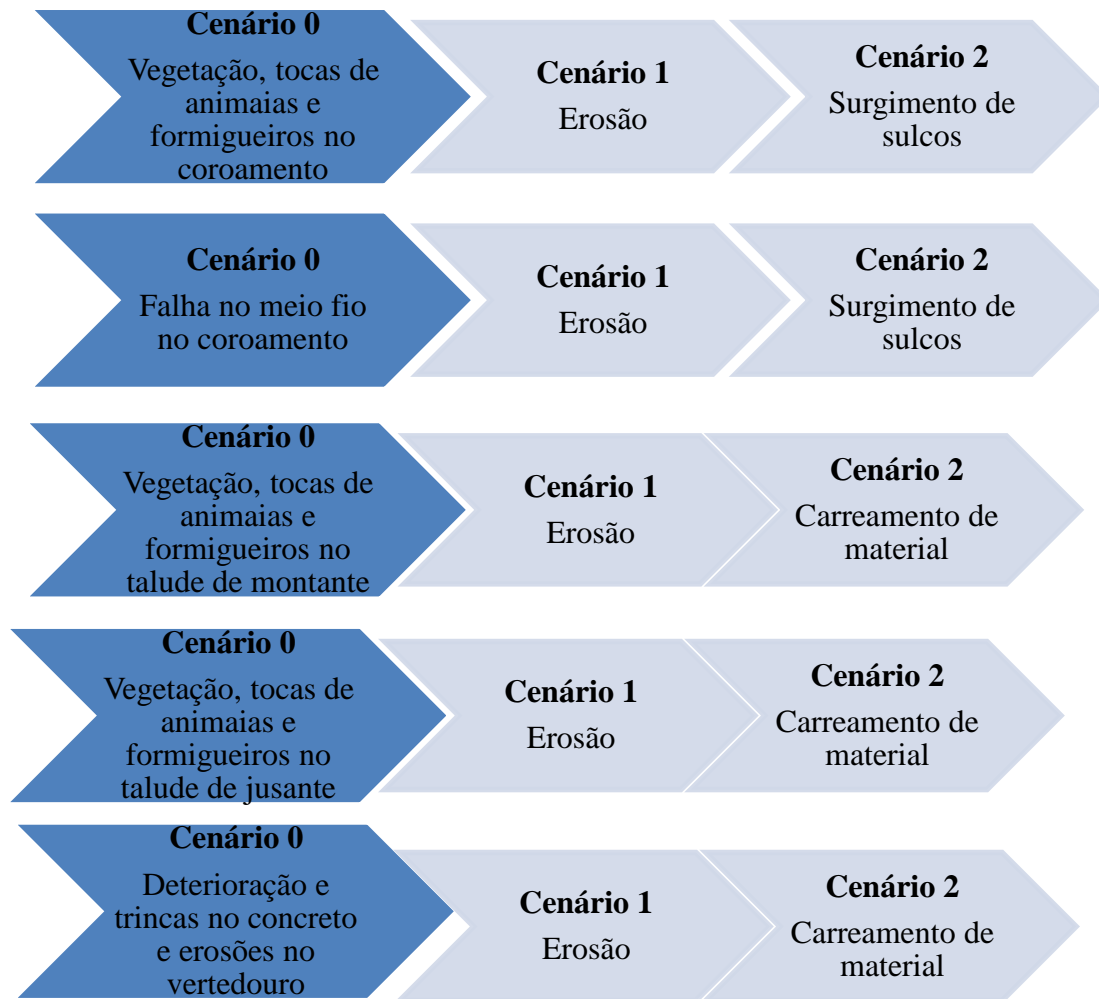


Figura 20. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2011 (Cenário 0) para a Barragem Caracas

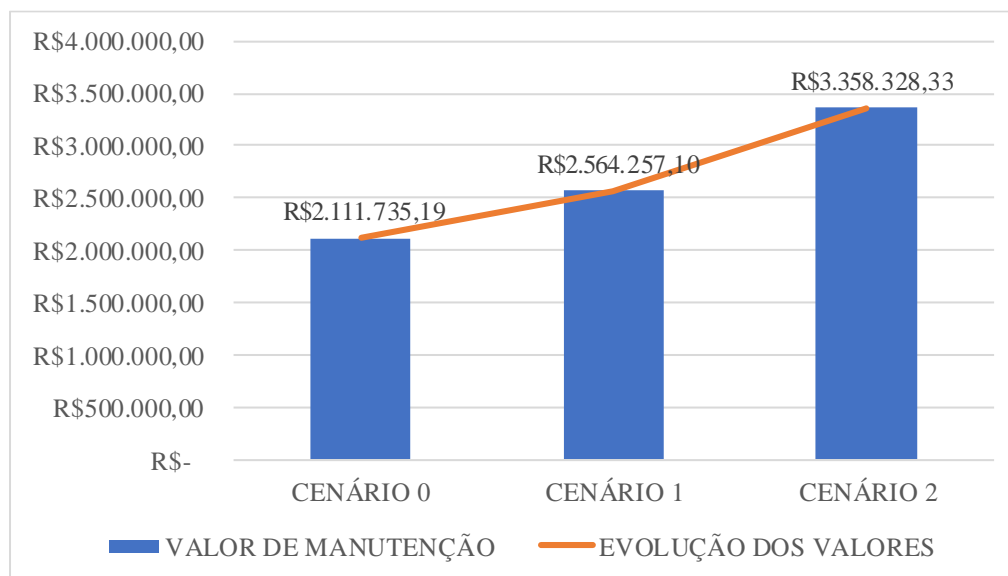


Figura 21. Evolução das Anomalias a partir do Ano de 2011 (Cenário 0) para a Barragem Caracas



5. Conclusões

A partir dos relatórios da COGERH, os levantamentos de custos das manutenções das barragens, verificou-se que em anos que as anomalias não foram minimizadas, ou seja, foram postergadas para outros anos, os custos aumentam em média 1.716,3%. Isto é, a cada 1 unidade de real empregada no início da manifestação da anomalia, acrescenta-se 17,16 unidades, devido a postergação das intervenções, levando em consideração os casos ocorridos nas barragens estudadas no período de 2006 a 2014.

Os resultados dos cenários hipotéticos gerados mostram que, devido a postergação do reparo dos danos, ocorreriam aumentos nos custos que foram em média para o Cenário 1 de 130,9%, e para o Cenário 2 foram de 232,6%. Ou seja, em cenários controlados os aumentos foram vultuosos, mas ainda assim com valores abaixo dos casos reais, que se deve ao fato de que tiveram uma postergação menor com desdobramentos a curto prazo.

Portanto, observa-se que a rapidez da realização das manutenções afeta o agravamento da situação, bem como em elevações no orçamento dos serviços. Essas ações acarretam uma série de fatores indesejáveis como, o aumento do problema identificado a princípio e o surgimento de novas falhas. Os custos para a realização dos reparos crescem à medida que não ocorrem as primeiras correções.

Referências

- Agência Nacional de Águas – ANA (2017). Relatório de Segurança de Barragens, ANA, Brasília, 2018.
- Agência Nacional de Águas – SNISB (2019). SNISB: Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Brasília.
- BRASIL (2010). Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens. Brasília.
- Manual de Segurança e Inspeção de Barragens – MISB (2010). Ministério da Integração Nacional. Brasília, 2010.
- CEARÁ (ESTADO) (2018). Edital de licitação nº 04922/2018. Concorrência Pública Nacional nº 20180001. **Fortaleza:** órgão oficial do Estado do Ceará, Fortaleza.
- CEARÁ (ESTADO). Secretaria dos Recursos Hídricos – SIRH (2019). Atlas eletrônico dos recursos hídricos do Ceará.
- CEARÁ (ESTADO). Secretaria de Infraestrutura - SEINFRA (2018). Tabela Seinfra de custos e insumos. Fortaleza, Ceará.
- BRASIL (2013). Tribunal de Contas da União. Processo n. TC 036.076/2011-2. TCU. Relator: Edital de licitação Ministro-Substituto Marcos Bemquerer Costa. Acórdão nº 2622/2013. 25 set. 2013.
- VIEIRA, V. P. P. B., Neto, A. G., Miranda, A. N., Malveira, V. T. C. (1996). Roteiro para projetos de pequenos açudes. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p.132.