

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-ANHAGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**AVALIAÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA: LEVANTAMENTO DE
PATOLOGIAS E VERIFICAÇÃO DO BARRAMENTO NO PARQUE
CASCAVEL EM GOIÂNIA-GO.**

PAULO HENRIQUE DIAS DA SILVA

GOIÂNIA
Maio/2019

PAULO HENRIQUE DIAS DA SILVA

**AVALIAÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA: LEVANTAMENTO DE
PATOLOGIAS E VERIFICAÇÃO DO BARRAMENTO NO PARQUE
CASCAVEL EM GOIÂNIA-GO.**

Projeto de pesquisa apresentado ao Centro
Universitário de Goiás – Uni-
ANHANGUERA, sob orientação da Professora
Mestre Kelen Cristiane Noleto da Costa, como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharelado em Engenharia Civil

GOIÂNIA
Maio/2019

FOLHA DE APROVAÇÃO

PAULO HENRIQUE DIAS DA SILVA

ESTUDO DE CASO, LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EXISTENTES NA
BARRAGEM DE TERRA DO PARQUE CASCAVEL, GOIÂNIA-GO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera, defendido e aprovado em 22 de maio de 2019 pela banca examinadora constituída por:

Kelen Cristiane Noletto da Costa

Prof. Ms. Kelen Cristiane Noletto da Costa

Orientadora

Elias Anacleto de Toledo Junior

Prof. Esp. Elias Anacleto de Toledo Junior

Membro

Helena Bernardes Cortez

Prof. Esp. Helena Bernardes Cortez

Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e amigos pelo apoio durante todo o curso, agradeço especialmente a Professora Mestre Kelen Cristiane Noletto da Costa por toda compreensão e dedicação para a realização do trabalho final do curso.

RESUMO

O trabalho em estudo foi a barragem de terra do parque cascavel, construída com finalidade de paisagismo e lazer, localizada na região de Goiânia. O objetivo do estudo foi identificar patologias e verificar a regularização do barramento existente. Foram realizadas visitas in loco para identificações patológicas, que visivelmente não aparenta existir. Recente a prefeitura em parceria com algumas construtoras, fizeram uma reforma no parque, onde retiraram todo o lixo resolvendo o problema de assoreamento que existia no reservatório. O talude do barramento encontra-se em boas condições, sem erosões, trincas ou recalque. Nas visitas foram levantados dados para verificar as condições de regularização do barramento. Desta forma, foi possível constatar que o barramento está inserido na bacia hidrográfica do rio meia ponte, que abrange uma área de gestão correspondente a 14.500 km² e vazão específica de 4,32 L/s/km². O tipo de solo predominante na região é latossolo seguido por argissolo. Com vazão de entrada de 117,7 L/s e saída com 85,54 L/s e consumo de 32,16 L/s, devido a evaporação do espelho d'água junto com a percolação da água no solo. Foi estimado um volume total represado de 14.713,5 m³, através da área total alagada e estimativa de altura. Foi feito levantamento de um raio de 10 km a montante e jusante do barramento, onde a montante verificamos que o barramento pode sofrer a influência do carregamento de sólidos e solos podendo acarretar o assoreamento, a jusante caso ocorra um rompimento poderá causar danos a residências, vias e centros comerciais. Com a vazão específica e uma área de drenagem com 9.574,30 m² foi calculado a vazão de referência de 0,0414 L/s, comparada a vazão de consumo o valor chega à ser 777,54 vezes menor, sendo assim a barragem não atende os critérios da SECIMA, na qual não poderia ter sido construída.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura de contenção. Reservatório de água. Investigação. Danos ambientais.

1. INTRODUÇÃO

Desde as épocas mais remotas, o ser humano tem se preocupado e buscado um meio de armazenar água e, embora ainda exista a grande necessidade de se pensar como aperfeiçoar diferentes técnicas para estocar e reutilizar a água, o uso dos reservatórios sofreram alterações significativa para o seu uso final. No entanto, os reservatórios podem ser projetados e construídos para diversas finalidades, por exemplo: abastecimento, irrigação, controle de cheias, paisagismo e etc.

Os reservatórios resultam da construção das barragens, que são estruturas construídas transversalmente à direção do fluxo d'água, o que geralmente pode modificar as condições naturais do curso d'água, ou se o projeto for mal executado pode levar a vários problemas patológicos, ambientais e estruturais, tais como: a erosão, o assoreamento, fissuras ou trincas, percolação e outros. (ANA, 2016).

Entretanto, as barragens com seus reservatórios podem ser construídas por diferentes materiais e ter variadas formas, cada uma com sua finalidade para atender as necessidades de cada projeto específico, onde elas são definidas em dois grupos distintos: barragens convencionais (concreto, terra, enrocamento e mista), que são mais utilizadas, e não convencionais (Gabião, Madeira, Alvenaria de pedra). As barragens de terra é o tipo de barragem mais comum em todo o mundo por conta da sua fácil execução, são simplesmente estruturas compactadas que dependem da sua massa para resistir ao deslizamento e tombamento, por não ter uma estrutura de material rígido como o concreto, permite um apoio maior em fundações deformáveis, gerando esforços menores em relação a outras barragens, usadas para qualquer tipo de fundação. (MARANGON, 2004).

Contudo, as barragens de terra são mais elementares e podem ser feitas em qualquer tipo de fundação, desde as rochas compactas, até terrenos de materiais inconsolidados. Existem dois tipos de barragens de terra, homogênea, construída com apenas um tipo de material, e de terra zoneada, compostas por um núcleo de material impermeável. As escolhas são determinadas por meio de investigações geológicas/geotécnicas e hidrológicas. Entretanto, seja qual for a finalidade e característica de operação da barragem, ainda assim pode existir um certo grau de risco para a população e o ambiente que circunda a jusante do barramento, o que pode levar a danos em nível social, econômico ou ambiental.

Por esse motivo é importante vistoriar a barragem periodicamente para estabelecer critérios e assim decidir o tipo de manutenção a ser feita, que podem ser classificadas como preditiva, preventiva e corretiva.

A manutenção preditiva é aquela que indica as condições reais de funcionamento das máquinas com base em dados que informam o seu desgaste ou processo de degradação, a manutenção preventiva tem como objetivo evitar a ocorrência de problemas na barragem, à medida que a manutenção corretiva visa à reparação dos problemas identificados. Na prática, esse monitoramento não é realizado com frequência o que pode acarretar no surgimento de diversas patologias, como a deposição gradual dos sedimentos carregados pelo curso d'água, ocasionando o assoreamento e diminuição da capacidade de armazenamento do reservatório, fissuras e trincas, erosão, rompimento dos taludes, percolação pela má compactação ou o baixo dimensionamento dos vertedouros das barragens de terra, onde ele não é projetado para escoar grandes quantidades de água nos períodos chuvosos. (ANA, 2016).

O trabalho em estudo é a barragem do parque cascavel, que é classificada como uma barragem de terra, construída com a finalidade de paisagismo e lazer. Localizada no Parque Cascavel, região sudoeste de Goiânia no setor jardim Atlântico, entre as av. Leblon e Guarapari. O parque cascavel no qual está contido a barragem de terra foi criado pela lei nº 7.884 de 1999. Em 2008 houve sua construção, após parcerias entre o setor público e privado, devido a uma grande demanda do mercado imobiliário. Após a sua construção o parque vem sofrendo com problemas de assoreamento, que é o depósito de sedimentos, lixos, entulho ou outras matérias no fundo dos rios e lagos, esse acúmulo impede que os rios e lagos portem todo o volume hídrico, podendo provocar o transbordamento com grandes quantidades de chuvas, o assoreamento ocorre devido a degradação da bacia hidrográfica, causados por desmatamento, monocultura, que é a produção ou cultura agrícola de apenas um único tipo de produto agrícola, construções etc. O objetivo do estudo foi a identificação de patologias e a verificação da regularização do barramento existente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com intuito de identificar as patologias e a regularização no barramento do Parque Cascavel. No qual foi realizado pesquisas para a identificação das patologias no barramento, as causas é métodos para resolver os problemas propostos. Também foi realizado uma visita in loco no dia 10 de março de 2019, para a coleta de dados e a verificação da situação da barragem, foi utilizado software como Google Earth para determinar em qual bacia hidrográfica está inserido a barragem e demarcação da área alagada. O cálculo do volume do reservatório foi realizado, com software AutoCAD e global mapper, onde foram coletadas as curvas de nível e desenhado o perfil da barragem no software AutoCAD e dividido em 13 partes, para cada parte a área da seção transversal foi ponderando uma altura média de 1,7 metros, vezes a área alagada em questão, somando as 13 partes chegamos no volume total.

Para o cálculo das vazões de entrada e saída foi utilizado o método do flutuador, que consiste em fazer várias medições para verificar quanto tempo para o flutuador percorrer uma distância de 10 metros, através desse tempo conseguimos calcular a velocidade do flutuador, com a velocidade foi calculado a área da seção da vazão, fazendo a batimetria do local, com a velocidade e área foi calculado as vazões de entrada e saída.

Foram realizadas pesquisas no site e manual da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD), para verificar os requisitos quanto ao uso de outorga da água, foram levantados dados no site do Instituto nacional de meteorologia (INMET), com o intuito de coletar o maior índice pluviométrico, para o cálculo do volume em dias chuvosos, foi realizado um estudo a montante e a jusante com um raio de 10 km do barramento, para a verificação do impacto que o barramento pode sofrer e o impacto que pode acabar resultando com o seu rompimento e também o índice de demanda das vazões referente a bacia hidrográfica. A seguir na Tabela 1 os dados necessários para o estudo do barramento.

Tabela 1. Dados do barramento estudado

Data da visita in loco:	Domingo, 10 de março de 2019
Coordenadas Geográficas:	16° 43' 52.23'' S; 49° 17' 36.63'' O.
Finalidade:	Paisagismo
Cota do talude (Março, 2019):	790 m
Cota da Lâmina d'água (Março, 2019):	786 m

Tabela 1. Dados do barramento estudado

Profundidade máxima (Março, 2019):	1,7 m
Comprimento	30 m
Largura	45 m
Área alagada	8.147,6948 m ²
Bacia hidrográfica	Rio meia ponte

A Figura 1, mostra uma imagem de satélite do Google, do barramento estudado.



Figura 1. Vista superior do barramento.
Fonte: Google Earth

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tempos depois da inauguração do parque cascavel o barramento vem sofrendo problemas com o assoreamento depositados no percurso do córrego cascavel e no reservatório do barramento, foi analisado diversas formas de medidas preventivas, uma maneira preventiva seria o estudo da área para a criação do barramento, verificar se não há grandes chances de acumulação de sedimentos no local e ter um olhar além da área do parque, olhando para as cabeceiras dos rios, o alto da bacia hidrográfica, que possui uma grande contribuição para o escoamento de sedimentos. Preservar a mata ciliar, que é a formação vegetal as margens dos córregos, rios e lagos, Que mitigam o assoreamento e erosões. A seguir na Tabela 2. Outras medidas preventivas afim de mitigar problemas patológicos.

Tabela 2. Medidas preventivas do controle de sedimentos e do assoreamento do reservatório.

Medidas preventivas		
Seleção do local do aproveitamento	Se mais de um local for disponível para a barragem e formação do reservatório, selecionar aquele que tiver menor aporte de sedimentos	A escolha do local vai depender dos custos financeiros que incluam a proteção da área mais desprotegida
No projeto do reservatório	Prever volume morto adequado	Aumento da altura da barragem
	Prever volume reservado para sedimentos	Aumento da altura da barragem
	Prever descarregador de sedimentos com comportas (para correntes de densidades e para sedimentos do leito.)	Usinas afastadas da barragem necessitam de desarenador após a tomada d'água
Controle de erosão na bacia (traz benefícios diversos, sendo o mais eficiente mas de difícil aplicação pelo barrageiro; necessário pedir apoio de outras entidades para o gerenciamento de bacia)	Conservação e manejo do solo na agricultura	Práticas vegetativas: Florestamento e reflorestamento, Pastagem, Plantas de cobertura, Culturas em faixas, Cordões de vegetação.
		Práticas edáficas: Controle do fogo, Adubação verde, Adubação química, Adubação orgânica
		Práticas mecânicas: Distribuição racional dos caminhos, Plantio em contorno, Terraceamento, Sulcos e camalhões, Canais escoadouros
	Controle de sedimento em estradas, cidades, obras diversas, controle de erosão urbana e rural.	Contenção ou proteção de taludes, Obras de drenagem, Controle de erosão em ravinas e voçorocas

Tabela 2. Medidas preventivas do controle de sedimentos e do assoreamento do reservatório.

Medidas preventivas		
Controle de erosão nos cursos d'água e margens de reservatórios	Controle de erosão nas calhas e desbarrancamentos	Proteção com vegetação ciliar, Proteção estrutural (enrocamento, espigões etc.)
Controle da afluência de sedimento já na calha	Barragens a montante	Retirar periodicamente o sedimento retido
	Rede de vegetação	
	Canais de derivação em by-pass	Canal, Conduto
	Desvios de enchentes para área de inundação	Bacias de decantação
Controle de deposição de sedimentos	Descarregador com comporta	Correntes de densidade, Sedimento de fundo
	Depleção do reservatório	Uma grande depleção do reservatório provoca o escorregamento dos depósitos para o volume morto.
	Operação planejada do reservatório	Existem programas de computador para essa operação visando acomodação do sedimento

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas - SIH (2000)

Na visita realizada para a coleta de dados e análise das patologias do barramento, não foram constatada nenhuma patologia visivelmente. Recentemente a prefeitura fez uma revitalização no parque onde retiraram todo lixo e assoreamento do reservatório e fizeram três barramentos de nível e contenção, estrutura armada (gabião), para conter o assoreamento recorrente no parque, esses três barramentos tem a função de impedir todo o assoreamento levado pelas águas pluviais, que eram depositados no reservatório do parque, onde diminuía o seu volume útil e deixava o reservatório com uma aparência desagradável.

Mas para os barramentos de contenção terem efeito constante, é necessário que periodicamente a prefeitura vá no parque para remover todo o assoreamento acumulado, para que os sedimentos não ultrapasse a altura do barramento e acabe chegando no reservatório. Também foi analisado o talude do barramento, onde o mesmo encontra-se em boas condições, sem patologias aparentes como: erosões, trincas ou recalques.

A seguir na Figura 2, o parque com assoreamento no reservatório.



Figura 2. Reservatório com assoreamento antes da revitalização.

Segue Figuras 3, 4 e 5, parque cascavel pós reforma, livre de patologias e vemos os barramentos de nível e contenção realizado pela prefeitura.



Figura 3. Barramento de nível e contenção. Parque revitalizado, livre de patologias.



Figura 4. Barramento de contenção e nível com assoreamento acumulado a montante.

Na Figura 5 a seguir, barramento de nível, onde ele possui acumulado a montante uma grande quantidade de sedimentos, necessitando a retirada dos mesmos.



Figura 5. Barramento de contenção com assoreamento aparente.

Quando o barramento do parque cascavel já se encontrava com assoreamento, a prefeitura iniciou junto com a iniciativa privada uma manutenção corretiva de remoção de toda a patologia onde eles esvaziaram todo reservatório, adentaram com maquinário no barramento removendo todo depósito de sedimentos, lixos e entulhos, que chegavam a ter cerca de 1,3 m de altura, foram necessários cerca de 600 caminhões para remover todo o assoreamento acumulado, devolvendo o volume hídrico de projeto do barramento. (SÍLVIO, 2018).

Na Tabela 3. Vemos outras medidas corretivas para remoção de assoreamento em reservatórios.

Tabela 3. Medidas corretivas do controle de sedimento e do assoreamento do reservatório.

Medidas corretivas		
Remoção de sedimento do reservatório	Dragagem (local de deposição é importante)	Eventual
		Quase permanente
	Obras de derivação by-pass	Canal
		Conduto
	Sinfonagem	Por cima da barragem ou as vezes retirando sedimentos de mais distante através do descarregador de fundo
Descarregador de fundo	Às vezes sendo necessário já construir com barragem pronta	
Alteamento da barragem	Dimensionar adequadamente	Quando possível porque aumentará o nível e o espelho d'água

Fonte: Agência Nacional de Energia Elétrica - Aneel / Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas - SIH (2000)

Depois de analisado as patologias do barramento, foi feita a verificação da regularização do parque cascavel, que está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte. Esta foi regulamentada pelo Decreto nº 5.580, de abril de 2002. O Comitê da bacia abrange uma área de gestão correspondente a 14.500 km², com população de 2.248.000 habitantes composta por 37 municípios. A Bacia do Rio Meia Ponte drena uma área de aproximada de 4.897,279 km², correspondendo a 83% da região, sendo que 13 municípios estão completamente inseridos nela. (SECIMA, 2015). A bacia hidrográfica fornece uma vazão específica de 4,32 L/s/km², que foram utilizados para cálculos do barramento em estudo. A seguir figura 6, imagem de satélite da bacia hidrográfica do rio meia ponte.

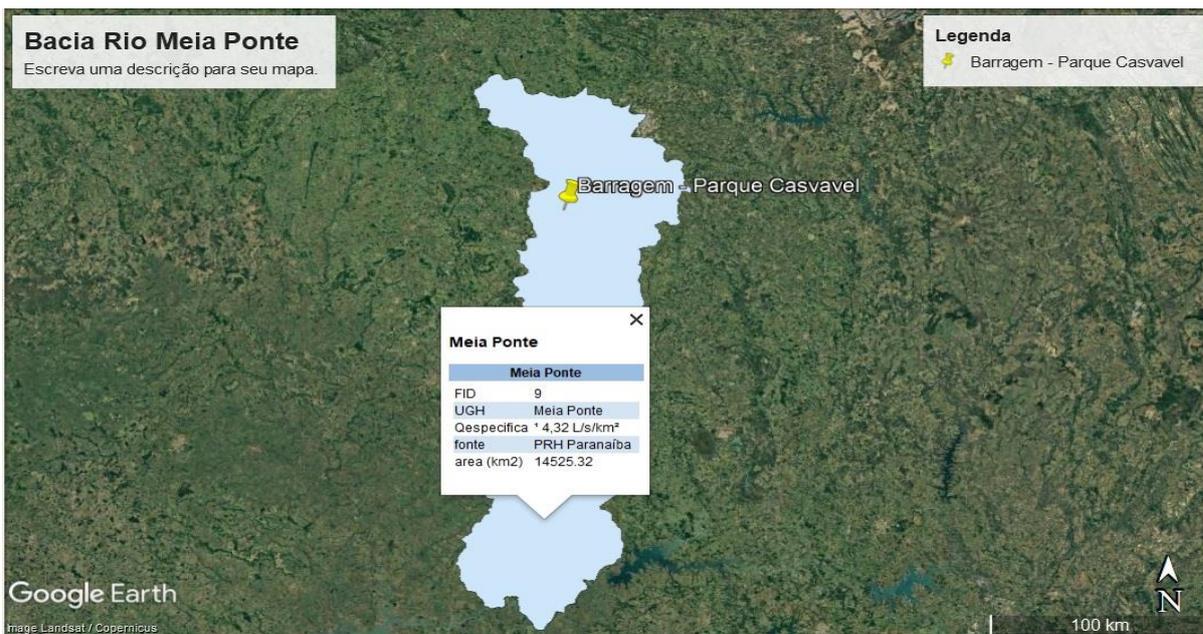


Figura 6. Bacia Hidrográfica do Rio meia ponte.
Fonte: Google Earth.

Foram coletas as curvas de nível do barramento para identificar as cotas de sua altitude, através das cotas identificou-se que houve movimentação de terra para a construção da barragem, onde as cotas não mostram um declive para a formação de um reservatório. A figura 7 a seguir exibi as curvas de nível da barragem do parque cascavel.

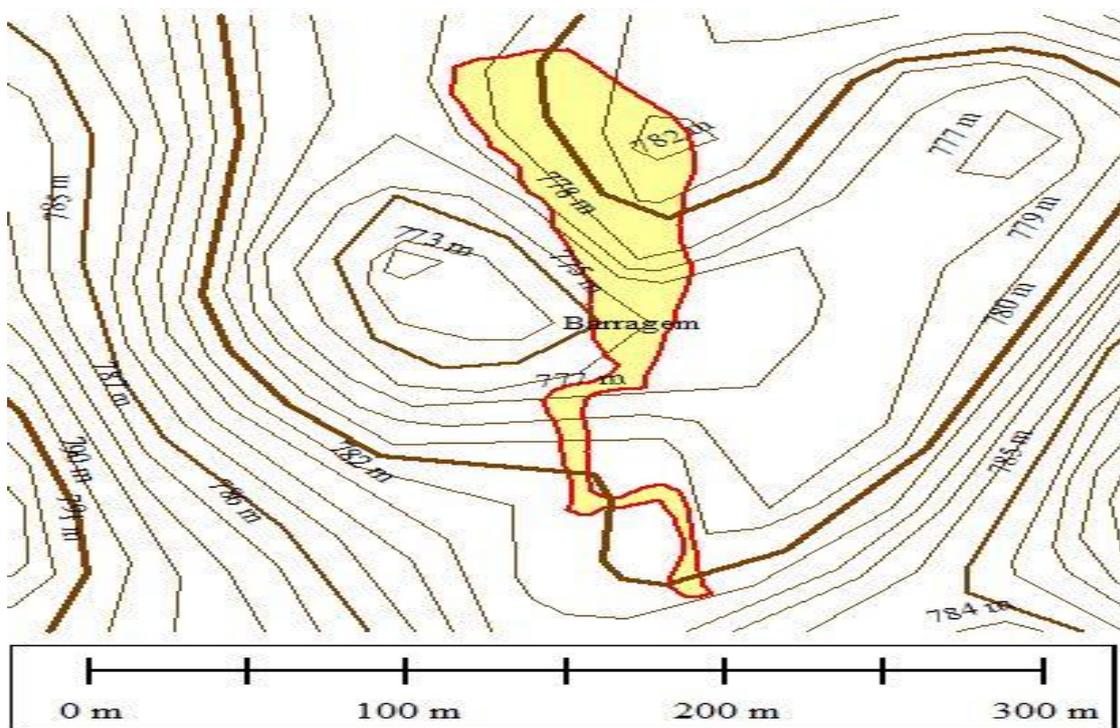


Figura 7. Curvas de nível da Barragem do parque cascavel.
Fonte: Global Mapper

Volume total do barramento de 14.713,5 m³ ou 0,0147135 hm³.

A seguir na Figura 8, o perfil da barragem usado para o cálculo do volume.

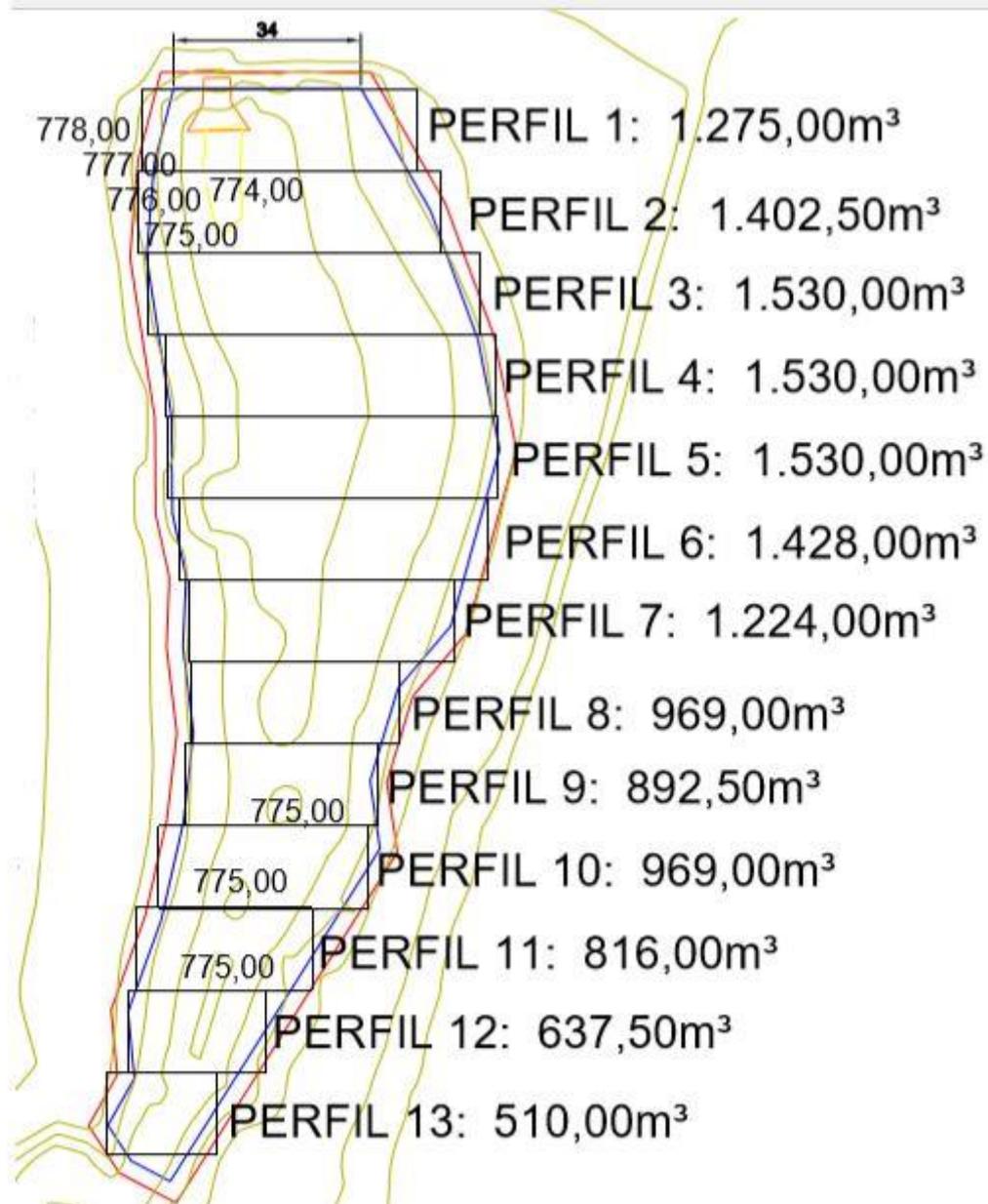


Figura 8. Perfil usado para o cálculo de volume

Foi feita a Análise a montante e a jusante (ZAS) do barramento, levantando um raio de 10 km a montante e a jusante do barramento, onde 10 km a montante verificamos que o barramento pode sofrer a influência do carregamento de sólidos e solos acarretando o assoreamento, devido a drenagem de águas pluviais, 10km a jusante caso ocorra um rompimento da barragem em estudo o incidente causara danos a residências as Margens do

córrego cascavel, vias com alto fluxo de automóveis, como: av. (C-140, T-9, C-4, T-2.), e centro comerciais com grande movimentação de pessoas.

Com base nas informações do Ministério das minas e energia (1983), na Folha SE. 22 de Goiânia a barragem em estudo se enquadra no grupo Araxá, Folha SE-X-B, a área em sua maior parte tem sua formação geológica – Micaxistos e quartzitos. Tem-se o relevo ondulado ou levemente ondulado, com vegetação savana. Os solos predominantes são do tipo Latossolo, seguido por Argissolo.

Segundo a SECIMA (2017) o clima de Goiânia é do tipo tropical, com secas no inverno e chuvosas na primavera, com a temperatura média anual de 23,15°C. A precipitação acumulada mensal varia entre 0 e 300 mm, sendo sua concentração mais frequente nos meses de outubro a março.

O cálculo das vazões de entrada e saída foi obtido através do método do flutuador, onde foi demarcado uma distância de 10 metros no córrego cascavel, em que, foi medido o tempo necessário para que o flutuador percorresse a distância dos 10 metros, o ensaio foi repetido diversa vezes para se chegar em uma média de tempo, com esse tempo médio e a distância dos 10 m foi possível descobrir a velocidade que o flutuador percorria o trajeto demarcado, também coletamos o perfil a montante para o cálculo da vazão de entrada e a jusante para a vazão de saída, com os dados do perfil foi-se calculado a área de cada seção (montante e jusante), com a área de cada perfil podemos calcular as vazão das duas seções.

Toda água que passa pelo canal, usada para encher o reservatório do barramento, segue o cálculo para vazão de entrada.

Perfil analisado:

- Batimetria lado direito (h1): 62 cm
- Batimetria lado esquerdo (h2): 56 cm
- Batimetria centro (h3): 66cm
- Largura do perfil de entrada (L): 6,13 m
- Distância (D): 10 m

$$Hm = \frac{(h1 + h2 + h3)}{3} \quad (1)$$

$$A = L \times Hm \quad (2)$$

Onde:

A = área estimada do perfil

Hm = altura média

L = Largura do canal

Utilizando as equações (1) e (2), encontramos: Hm = 0,613 m e A = 3,76 m².

Abaixo segue Tabela 4, contendo o tempo médio que o flutuador percorria a distância dos 10 metros.

Tabela 4. Vazão de entrada - Dados obtidos no ensaio.

Medição	Tempo decorrido
1°	5m 6s = 306s
2°	3m 40s = 220s
3°	5m 34s = 334s
4°	5m 52s = 352s
5°	5m 39s = 339s
6°	6m 3s = 363s
Tempo médio = 319s	

$$Vm = \frac{D}{TM} \quad (3)$$

$$Qe = A \times Vm \quad (4)$$

Onde:

Vm = velocidade média

D = distância

Tm = tempo médio

Qe = vazão de entrada

Através das equações (3) e (4), foi obtido: Vm = 0,0313 m/s e Qe = 117, 7 L/s.

Toda água que passa pela caixa de nível (vazão de saída), segue o cálculo para vazão de saída.

Perfil analisado:

- Altura da lâmina d'água (H): 6 cm
- Largura do perfil de saída (L): 2,10 m
- Largura a ser desconsiderada (Ld): 12 cm

$$At = H \times L \quad (5)$$

$$Ad = Ld \times H \quad (6)$$

$$Ac = At - Ad \quad (7)$$

Onde:

Área total = At

Área desconsiderada = Ad

Área considerada = Ac

A partir das equações (5), (6) e (7), temos: At = 0,126 m², Ad = 0,0072 m² e Ac = 0,118 m².

A seguir tabela 5, contendo o tempo percorrido pelo flutuador.

Tabela 5. Vazão de saída - Dados obtidos no ensaio.

Medição	Tempo decorrido
1°	14,07s
2°	14,47s
3°	13,72s
4°	14,57s
5°	14,19s
6°	13,28s
7°	13,09s
8°	13,63s
Tempo médio = 13,89s	

$$Vm = \frac{D}{T} \quad (8)$$

$$Qs = A \times Vm \quad (9)$$

Onde:

Qs = vazão de saída

A partir das equações (8) e (9), temos: $Vm = 0,72$ m/s e $Qs = 85,54$ L/s.

Através dos dados das duas vazões podemos determinar o consumo do barramento, subtraindo a vazão de entrada pela vazão de saída, a seguir o cálculo demonstrando.

$$\text{Consumo} = Qe - Qs \quad (10)$$

O consumo é dado pela equação (10) onde o consumo = 32,16 L/s ou 27,32% da vazão de entrada, respeitando a vazão ecológica que seria 20% da vazão de entrada. O consumo é dado pela evapotranspiração e percolação da água no solo.

No barramento do parque cascavel a vazão de saída é escoada por uma estrutura conhecida como caixa de nível tipo monge, esta estrutura serve para controlar o nível de água no reservatório e garante a vazão de jusante, onde o mesmo mantém o nível da água na altura prevista em projeto e o excesso passa por uma tubulação sob o talude, mesmo em períodos com grandes índices pluviométricos o monge mantém o nível do reservatório especificado em projeto.

Segue figura 9, da caixa de nível tipo monge do barramento do parque.



Figura 9. Caixa de nível tipo monge, parque cascavel.

O índice de demanda é a disponibilidade e demanda de recursos hídricos, realizado mediante a análise da razão entre a vazão de retirada, ou seja, a água captada destinada a atender os diversos usos consuntivos, e a disponibilidade hídrica. (ANA 2010). Para podermos calcular o índice de demanda temos que calcular a vazão de referência destinada ao barramento do parque cascavel. Abaixo veremos o cálculo da vazão de referência.

$$Q_{ref} = (Q_{esp} \times A_d) \quad (14)$$

Onde:

Q_{ref} : Vazão de referência

Q_{esp} : Vazão específica da bacia hidrográfica do rio meia ponte de 4,32 L/s/Km²

A_d : Área de drenagem (km²)

Para a área de drenagem foi estipulado uma área de drenagem de 4 km² que é muito além do real, somente usado para calcularmos o índice de demanda do barramento.

Através da equação (14), vemos que a vazão de referência, $Q_{ref} = 17,28 \text{ l/s}$. (valor estipulado).

Com a vazão de referência calculada foi determinado o índice de demanda do barramento estudado, segue cálculo.

$$i = \frac{Q_{consumo}}{Q_{ref}} \times 100 \quad (15)$$

Conforme equação (15), vemos que $i = 186,1\%$. Através desse valor vemos que o índice de demanda é 1,86 vezes maior que a vazão de referência e que em porcentagem o valor é de 186,1%, extremamente maior que o recomendado para a liberar a outorga de uso de água segundo o manual de outorga da SEMAD.

4. CONCLUSÃO

Através deste estudo, foi possível observar os problemas causados pelo assoreamento no reservatório do Parque Cascavel, vimos a importância de estudos preliminares para a construção de uma barragem, afim de evitar patologias que possam comprometer o barramento e os cursos d'água. Como descrito no decorrer do trabalho o assoreamento causa inúmeros problemas como: redução da capacidade de armazenamento dos reservatórios, criação de banco de sedimentos, depositados pelo cursos d'água.

Como medida de mitigar problemas causados pelo o assoreamento, foi proposto neste estudo, medidas preventivas e corretivas para controlar o assoreamento, uma das medidas proposta para reduzir drasticamente o assoreamento é o reflorestamento das margens dos cursos d'água e a preservação da mata ciliar que é de suma importância para o controle do assoreamento, além de ser uma medida preventiva natural, que ajuda o meio ambiente e não gera custos de manutenção.

No presente trabalho também foi proposto a verificação da regularização do barramento onde, a Bacia Hidrográfica do Rio meia ponte possui uma vazão específica de 4,32 l/s/Km², considerando uma área de drenagem de 4 km², a vazão de referência corresponde a 17,28 L/s., portanto, se a vazão de consumo é de 32,16 L/s, conclui-se que a vazão de uso corresponde a um percentual extremamente alto (186,1%) da vazão de referência. Com base no Manual Técnico de Outorga (SEMAD, Dezembro, 2012), o comprometimento da bacia, neste caso, é classificado como altamente crítico $I > 100\%$, onde segundo o manual os usuários podem não ter garantia adequada de acesso à água ou a garantia não é igual para todos os usuários situados a montante ou a jusante, todos os pedidos de outorga devem ser indeferidos, de acordo com a análise quanto ao uso racional da água.

Contudo de acordo com a Lei Estadual de Nº 13.123, de 16 de julho de 1997, no Art. 3º item VII, fala que pode ser feito a compatibilização do gerenciamento dos recursos hídricos com o desenvolvimento regional, observando os aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos e com a proteção do meio ambiente.

Com isso podemos concluirmos que apesar do cálculo do índice de demanda ser superior ao do requisito de outorga identificamos que o consumo da agua em relação a vazão de entrada e muito baixo (27,32%) e que com a implantação/ regularização da barragem, o setor Jd.

Atlântico terá uma valorização de seus imóveis. Consequentemente essa valorização gerará novas fontes de renda e mais qualidade de vida aos moradores da região.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Curso segurança de barragens, módulo II: inspeção e auscultação de barragens, unidade 1: anomalias em barragem.** São Paulo, 2013. 110 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Manual do Empreendedor sobre Segurança de Barragens: Guia Prático de Pequenas Barragens, Volume III.** Brasília, 2016. 126 p.

ANA 2010. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2010** / Agência Nacional de Águas (ANA). – Brasília. 76 p.

ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas. **GUIA DE AVALIAÇÃO DE ASSOREAMENTO DE RESERVATÓRIOS.** Brasília, 2000. 107 p.

FOLHA SE.22 GOIÂNIA X-B: **Levantamento de Recursos Naturais.** 1983. ed. Rio de Janeiro, RJ: Divisão de Publicação, 1983. 768 p. v. 31.

GOIÂNIA. Lei nº 7884, de 18 de maio de 1999. **Dispõe sobre a criação e denominação do parque ecológico atlântico e dá outras providências.** Goiânia, GO, maio 1999.

GOIÁS. Lei nº 13.123, de 16 de julho de 1997. **Estabelece normas de orientação à política Estadual de recursos hídricos, bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências.** Goiás, BRASIL, julho 1997.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Consulta Dados da Estação Automática: Goiânia (GO).** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo_sim.php?QTAWMg>. Acesso em: 09 de mar. 2019.

MARANGON, D. S. **Tópicos em Geotecnia e Obras de Terra.** UFJF - Universidade Federal de Juiz de Fora. 2004.

Ministério da Integração Nacional - MI. **Manual de Segurança e Inspeção de Barragens.** Brasília, 2002. 148 p.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura - FAO. **Manual sobre Pequenas Barragens de Terra.** Roma, 2011. 120 p.

SECIMA. Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. **Manual Técnico de Outorga.**

SÍLVIO, T. **Lago do Parque Cascavel é esvaziado para conter assoreamento e provoca morte de vários peixes, em Goiânia.** G1 Goiás, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/go/goias/noticia/2018/10/02/lago-do-parque-cascavel-e-esvaziado-para-conter-assoreamento-e-provoca-morte-de-varios-peixes-em-goiania.ghtml/>>. Acesso em: 20 de maio, 2019.

TANUS, H. M. **Importância da Inspeção na Prevenção de Falhas em Barragens: Estudo de Caso.** Rio de Janeiro: UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. 117 p.

AVALIAÇÃO DE BARRAGEM DE TERRA: LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS E VERIFICAÇÃO DO BARRAMENTO NO PARQUE CASCAVEL EM GOIÂNIA-GO.

SILVA, Paulo Henrique Dias¹; COSTA, Kelen Cristiane Noletto²

¹Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA.

²Professora, Mestra, Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás Uni-ANHANGUERA.

O trabalho em estudo foi a barragem de terra do parque cascavel, construída com finalidade de paisagismo e lazer, localizada na região de Goiânia. O objetivo do estudo foi identificar patologias e verificar a regularização do barramento existente. Foram realizadas visitas in loco para identificações patológicas, que visivelmente não aparenta existir. Recente a prefeitura em parceria com algumas construtoras, fizeram uma reforma no parque, onde retiraram todo o lixo resolvendo o problema de assoreamento que existia no reservatório. O talude do barramento encontra-se em boas condições, sem erosões, trincas ou recalque. Nas visitas foram levantados dados para verificar as condições de regularização do barramento. Desta forma, foi possível constatar que o barramento está inserido na bacia hidrográfica do rio meia ponte, que abrange uma área de gestão correspondente a 14.500 km² e vazão específica de 4,32 L/s/km². O tipo de solo predominante na região é latossolo seguido por argissolo. Com vazão de entrada de 117,7 L/s e saída com 85,54 L/s e consumo de 32,16 L/s, devido a evaporação do espelho d'água junto com a percolação da água no solo. Foi estimado um volume total represado de 14.713,5 m³, através da área total alagada e estimativa de altura. Foi feito levantamento de um raio de 10 km a montante e jusante do barramento, onde a montante verificamos que o barramento pode sofrer a influência do carregamento de sólidos e solos podendo acarretar o assoreamento, a jusante caso ocorra um rompimento poderá causar danos a residências, vias e centros comerciais. Com a vazão específica e uma área de drenagem com 9.574,30 m² foi calculado a vazão de referência de 0,0414 L/s, comparada a vazão de consumo o valor chega à ser 777,54 vezes menor, sendo assim a barragem não atende os critérios da SECIMA, na qual não poderia ter sido construída.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura de contenção. Reservatório de água. Investigação. Danos ambientais.