PROJEITO
INTEGRADOR II
FACULDADE UNA DE
UBERLÂNDIA
www.una.br

Determinação da Vazão Residual Miníma pela Descarga de Fundo.

Aline Moreira dos Santos, Una Uberlândia, alinesantos_moreira@hotmail.com
Bruno Fernandes Barcelos, Una Uberlândia, bruno.barcelos@outlook.com
Sandielle Oliveira da Maia, Una Uberlândia, sandiellemaia@outlook.com
Wellington Machado da Silva, Una Uberlândia, wellingtonmp2008@yahoo.com.br

Resumo. *O presente trabalho tem como intuito a apresentação de um projeto de melhoria na implantação de equipamento responsável por garantir uma vazão mínima residual de 100% da* $Q_{7,10,}$ *para barramentos de curso de água. A estrutura, conhecida por "Sifão", tem a finalidade de permitir a passagem de um volume de água do reservatório localizado a montante do maciço, para a jusante do mesmo, garantindo assim, o fluxo natural do curso de água, permitindo, a vida correspondente flora, fauna aquática e terrestre.*

Palavras chave*:* $Q_{7,10}$*, Vazão residual, barramento.*

1. INTRODUÇÃO

As águas são essenciais para a higiene e o bem-estar humanos, bem como elemento decisivo para o progresso econômico e social, graças a uma série enorme de benefícios que oferecem: transporte hidroviário; pesca e agricultura; energia hidrelétrica; numerosos usos em processos industriais; melhores rendimentos agrícolas com a irrigação; recreação e lazer em praias, lagos, clubes e outros locais aprazíveis pela sua beleza cênica ou apropriados para esportes aquáticos; riqueza paisagística e valorização da qualidade de vida urbana e do turismo em cidades banhadas por cursos de água salubres e piscosos. Por outro lado, efeitos maléficos podem resultar do contato homem - água, como as inundações periódicas e os criadouros de mosquitos transmissores de malária e outras enfermidades.

> O planejamento, a execução, a operação e a manutenção de serviços e obras para utilização, controle e conservação das águas pressupõem a avaliação e o equacionamento das múltiplas variáveis que caracterizam o valor das mesmas. Quase todas essas variáveis podem ser quantificadas numericamente, assumindo dimensões desejáveis ou inadequadas. Outras representam atributos qualitativos, como é o caso da beleza cênica de uma praia ou rio, passíveis, porém, de avaliação quantitativa indireta (YASSUDA, 1993, p.06)

Uma das grandes intervenções realizadas em curso de água são as construções de barragens. As barragens ou barramentos são estruturas construídas transversalmente em um corpo de água, dotados de mecanismos de controle com a finalidade de obter a elevação de seu nível de água ou criar um reservatório de acumulação de água ou de

regularização de vazões. As barragens com regularização são, em geral, construídas para evitar grandes variações do nível de um curso de água, para controle de inundações, para melhoria das condições de navegabilidade ou ainda, para manutenção de fluxos de água perenes a jusante de seu eixo.

Para legalizar ambientalmente as barragens de curso de água, sejam elas, PCH, CGH, UHE, ou simplesmente barragens em propriedades para algum fim, é necessário outorgar o uso da água que sofre a interferência de tais empreendimentos. A correta aplicação do instrumento da outorga, mais do que um ato de regularização ambiental, se destina a disciplinar a demanda crescente das águas superficiais e subterrâneas entre os diversos usos concorrentes e ainda a indicar aos usuários de recursos hídricos, a necessidade da adoção de práticas modernas e conservacionistas (IGAM 2010).

A principal condicionante para outorga de barragens é a instalação de descarga de fundo, pois é essa a estrutura que garantirá a passagem de água de montante do barramento para jusante, independente do período no ano. O grande problema é que existem barragens de cursos de água, que já foram construídas a muito tempo e que são desprovidas do sistema de descarga de fundo, desrespeitando qualquer legislação ambiental, em especial a Portaria IGAM nº 49/2010. A melhor solução encontrada para resolver a falta de descarga de fundo, é a instalação do chamado "Sifão", esse equipamento é conhecido por garantir a transferência de um determinado liquido entre recipientes, através da física, com ajuda de cálculos hidráulicos.

A área de estudo escolhida para instalação de uma estrutura de descarga de fundo foi uma barragem localizada em uma propriedade rural, denominada Fazenda do Panga, no município de Uberlândia de coordenadas 19°12'16.10"S 48°20'18.25"W, conforme imagem de satélite (figura 1).

O presente trabalho apresenta um método de instalação de descarga de fundo (sifão) em reservatório de barragens de curso de água, qual material, extensão e diâmetro utilizado. Tais dados do equipamento são calculados em planilha do "Excel" e posteriormente conferidos com a vazão obtida no campo.

Figura 1 - imagem de satélite do barramento

2. OBJETIVO

A falta de descargas de fundo em barragens de curso de água vem fazendo com que falte água a jusante da barragens em periodos de seca, ocasionando areas de conflito a jusante das barragens. É necessario a instalação de tais equipamentos garantindo a vazão residual minima, e tambem a demanda de água para outros usuarios.

O objetivo do presente trabalho é apresentar uma melhoria no processo para instalaçao de descarga de fundo em barragens de curso de água. Com o projeto a ser desenvolvido será possivel determinar qual material a ser usado para instalação da descarga de fundo, e o dimensionamento a ser adotado (diametro, estensão, altura, declividade).

3. JUSTIFICATIVA

A escassez de água em determinadas regiões brasileiras é o grande motivo para os conflitos em bacias hidrográficas, e os usos dos recursos hídricos sem qualquer controle de volume é o grande responsável por tais escassez. Solucionar o conflito de água em uma determinada bacia hidrográfica, permitindo que todos usuários nela consiga captar um volume mínimo necessário para garantir a existência de tais atividades é um trabalho que exige muita engenharia e uma boa gestão.

O grande interesse em elaborar o presente trabalho é a necessidade de diminuir os conflitos proveniente da falta de água e o atendimento as condicionantes estabelecidas nos certificados e portarias de outorgas emitidas pelos órgãos ambientais.

Com a instalação da descarga de fundo e execução do projeto, será determinado qual a melhor opção, tipo de material, dimensões e resistividade do Sifão. Além disso, será garantido a jusante uma vazão residual mínima superior a 100% da $Q_{7,10}$, tal vazão garantirá a existência tanto da flora quanto da fauna que cerca uma bacia hidrográfica, permitindo também a migração de outros animais.

4. DESENVOLVIMENTO

A discussão sobre a gestão de recursos hídricos é relativamente recente no Brasil. A primeira diretriz legal que incorporou em seu bojo a preocupação com o uso sustentável dos recursos hídricos data de 1934, com a instituição do Código das Águas.

O estado de Minas Gerais pode ser considerado um estado avançado no que se refere à gestão adequada dos recursos hídricos. A primeira lei que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei Estadual 11.504/1994 foi aprovada três anos antes da Lei Federal de Recursos Hídricos nº 9.433/1997.

Conforme descrito por Rocha (2012), o processo de gestão de recursos hídricos foi, portanto, implementado quando já se encontrava instalada grande parte dos usuários. Os critérios para a análise de outorga foram estabelecidos posteriormente à implantação de muitos usuários. Quando as regularizações passaram a ocorrer, apesar da exigência das Anotações de Responsabilidade Técnica (ART), muitos usos foram se instalando gradativamente sem a interferência do estado devido à ausência de fiscalização e vistorias.

Conforme já mencionado o presente projeto elaborado com base nas necessidades e problemas surgidos durante a elaboração dos processos de outorgas e tentativas de atender as condicionantes estabelecidas nas portarias de outorgas de clientes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho começou a ser desenvolvido na data de 10/07/ 2018, inicialmente foram levantados referenciais bibliográficos sobre barragens e vazão de referencia. Além de pesquisas sobre recursos hídricos, foi levantado também referencias sobre hidráulica em especiais condutos forçados.

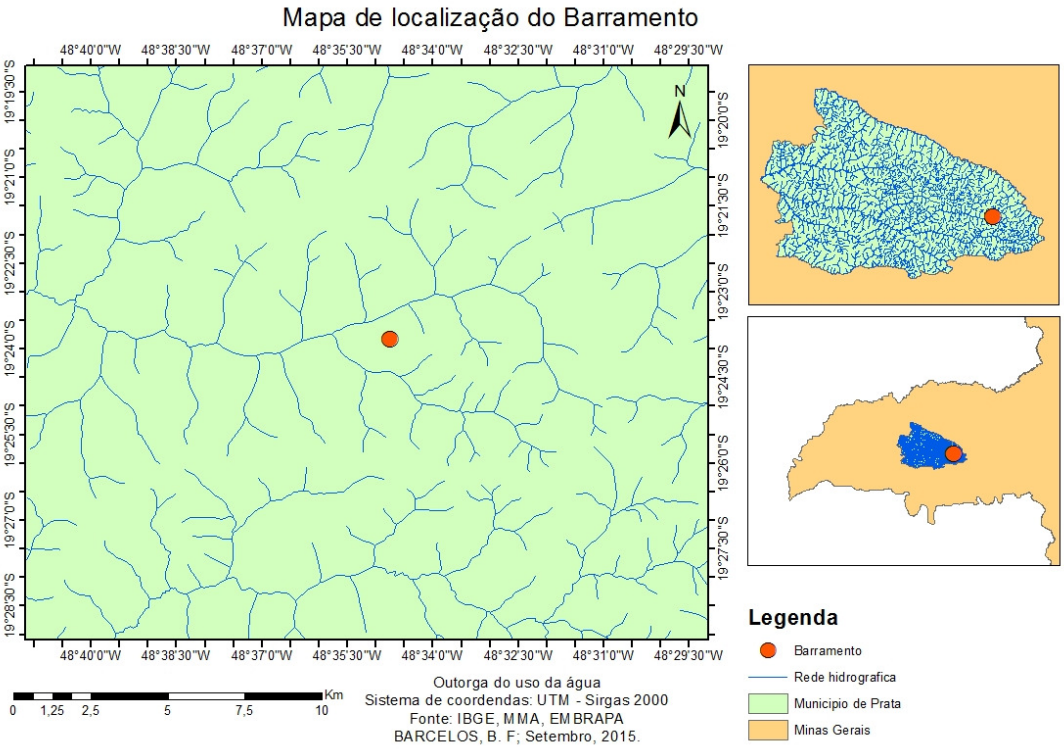
O modelo de pesquisa adotado para elaboração do trabalho é o de "experimentação", onde serão apresentados dados matemáticos, aplicação de formulas, em especial a equação dos condutos forçados. A equação adotada para formulação da planilha foi o "Método Racional Modificado", fornecido pelo Departamento de Agua e Energia Elétrica – DAEE, conforme Eq. (1):

Equação (1)

$$\mathbf{Q = C_d \cdot A_m \cdot (2.g.h)^{1/2}}$$

A_m – Área molhada (m^2); h – altura de água acima da estrada do descarregador (m); C_d – coeficiente de descarga
g – aceleração/força da gravidade (m/s)

Para se determinar qual o diâmetro da tubulação usada na construção da descarga de fundo, foi necessário primeiramente conhecer o valor da $Q_{7,10}$ do ponto onde se deseja instalar a descarga de fundo. A determinação da $Q_{7,10}$ foi adquirida através da manipulação de software SIG (Sistema de Informações Geográficas) de nome Arcgiz 10.1. Com a manipulação do Arcgiz foi obtida que o barramento possui uma área de contribuição referente a uma área de drenagem de 4,8 km², conforme mapa 01.



Além do SIG utilizado para manipulação de dados e determinação da área de drenagem, foram utilizados também: planilhas de Excel e bibliografias sobre o assunto. Com a manipilação desses dados chegou-se que a $Q_{7,10}$ do local onde se encontra o barramento é de 3,45 L/s.

O barramento alvo para execução do projeto foi escolhido levando em consideração alguns, fatores: proximidade, facilidade de acesso, dimensionamento das estruturas e material que o compõem. O barramento a que se mira o projeto, é alvo de regularização da outorga do uso de água perante a Secretaria estadual de meio ambiente responsável pela análise, dessa forma, já prevendo uma condicionante do órgão ambiental para instalação de sistema que garantirá a vazão residual mínima será executado o projeto no barramento supracitado.

Para facilitar os cálculos e determinar os materiais a serem utilizados, foi realizado um visita de campo, onde foi realizada a metragem do barramento, as medidas foram conseguidas através de trena de 50 metros, e GPS Garmin etrex 30. O maciço da barragem possui 55,19m de extensão, 3,0m de largura da crista, 33,30m de extensão da base do maciço e 4,2m de altura.

Figura 2 - Visão geral do barramento

Figura 3 - Crista, sentido margem direita do maciço

Figura 4 - Crista, sentido margem esquerda do maciço

Figura 5 - Imagem central do resrvatorio

Para determinação da $Q_{7,10}$ foi necessário também estimar o volume do reservatório alvo do presente processo. É importante destacar que para determinação do volume existente em um reservatorio de determinado barramento de curso de água é necessário realização a batimetria, sendo esse processo obtido com o uso de equipamentos tais como, ADCPs, Ecobatimetros ou Geoprocessamento. Por não possuir tais equipamentos, os dados apresentados referentes aos volumes de cada cota do barramento foram encontrados através de Geoprocessamento, afim de concluir os cálculos necessários para o dimensionamento hidráulico da descarga de fundo.

Com uma planilha de Excel foi estimado uma curva cota, área, volume, em que o reservatório do barramento possuiria uma profundidade de 3,95m, e volume de 9381,28 m³ de água até o seu volume normal, conforme apresentado na planilha a seguir:

Tabela 1 - Cota curva X Área X volume

	Cota (m)	Área inundada (m²)	Área média (m²)	Desnível (m)	Vol. parcial (m³)	Vol. acumulado (m³)
*	729,7	0	-	0	0	0
	730,65	340	169,93	0,9	322,87	322,87
	731,65	1.085	712,49	1,0	1.085,12	1.407,99
	732,65	2.689,06	1.887,09	1,0	2.689,06	4.097,04
**	**733,65**	**5.284,24**	**3.986,65**	**1,0**	**5.284,24**	**9.381,28**
***	***734,00***	***7.214,43***	***6.249,33***	***0,4***	***2.525,05***	***11.906,33***

* Cota do Talvegue da seção
** N.A. Normal
*** N.A. Máximo

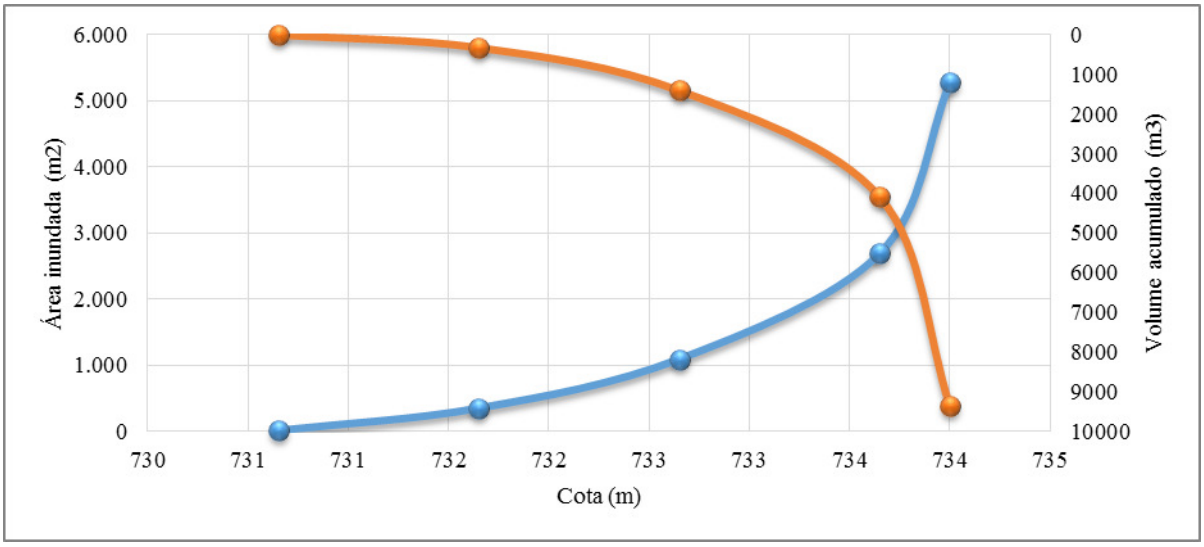


Figura 6 - Gráfico da curva cota x área x volume

Após o cálculo do volume de cada cota do barramento foi realizado o cálculo da vazão a ser mantida, para isso foi necessário utilizar o método anteriormente apresentado, conhecido como "Método racional modificado". Dessa forma, para se chegar ao volume da vazão mínima residual de 3,45 L/s, segue-se a Eq. (2):

***- Equação dos condutos forçados*:**

Equação (2)

$$Q = C_d \cdot A_m \cdot (2.g.h)^{1/2}$$

$C_d = 0,30$
$A_m = \Pi .D^2/4 = 0,00196m^2$
h = 2,2m
g= 9,81

$$Q = 0,00386m^3/s = 3,86L/s$$

Perdas de carga:

Tubulação: 8%
Curva 90º: 2,0%
Perda de Carga Total = 10,0%

$$Q_{real} = 0{,}00347 m^3/s$$

Onde:
A_m – Área molhada (m^2)
h – altura de água acima da estrada do descarregador (m)
C_d – coeficiente de descarga
g – aceleração/força da gravidade (m/s)

Para obter o valor mais próximo da vazão mínima residual foi necessário usar o dimensionamento de uma tubulação de 50mm de diâmetro, restando ainda sim uma vazão de 0,02 L/s alem da vazão necessária.

6. CONCLUSÃO

Com base nos cálculos apresentado, conclui-se que a descarga de fundo implantada, e vazão encontrada com base no diâmetro de 50mm utilizado, garantiria a vazão residual mínima de estabelecida pela legislação ambiental.

Alguns dados não foram possível alcançar, sendo eles o calculo do volume de cada cota do reservatorio da barragem, e o cálculo da descarga de fundo onde não precisaria retirar partes do maciço da barragem para instalação da descarga de fundo, pois, para tal procedimento necessitaria de um profundo conhecimento em engenharia, sendo isso possível no decorrer do curso.

De modo geral o projeto foi bastante satisfatório, pois, foi possível determinar que com a batimetria realizada no reservatório é possível determinar qual o dimensionamento a ser usado para instalçao de descarga de fundo.

7. REFERÊNCIAS

[1] DAEE. **Obras Hidráulicas Sujeitas à Outorga**. Curso Obras Hidráulicas Sujeitas à Outorga, São Paulo, pg 01-30.

[2] ROCHA, A. C. Bacias em Conflito pelo uso da Água no Estado de Minas Gerais. In: MAURO, A. A. D.; ROSOLEN, V.; FERREIRA, V. O. F. (Org). **Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos: exemplos mineiros CBH Araguari** – Uberlândia – MG: Assis Editora, 2012. 454 p.

[3] _____. Portaria IGAM n°. 49 de 1 de Julho de 2010. **Dispõe sobre o regime de outorgas de direitos de uso dos recursos hídricos no estado**. Diário do executivo - de Minas Gerais.6 de jul. 2010ª. Disponível em:http://www.semad.mg.gov.br/outorga/manual-deoutorga Acesso em: 18 ago. 2011.

[4] YASSUDA, E.R. **Gestão de Recursos Hídricos: Fundamentos e Aspectos Institucionais.** Revista de Administração Publica. Rio de Janeiro. Jun 1993. Pg05-18

8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.