

# A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra 2

6,0 Gt CO<sub>2</sub>  
Ingrid Aparecida Gomes  
(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Ingrid Aparecida Gomes**

(Organizadora)

**A Produção do Conhecimento nas  
Ciências Exatas e da Terra**

**2**

**Atena Editora**

**2019**

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P964 A produção do conhecimento nas ciências exatas e da terra 2  
[recurso eletrônico] / Organizadora Ingrid Aparecida Gomes. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A produção do  
Conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-239-5

DOI 10.22533/at.ed.395190404

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Gomes,  
Ingrid Aparecida. II. Série.

CDD 507

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “A produção do conhecimento nas Ciências Exatas e da Terra” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu II volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca do ensino e educação.

As Ciências Exatas e da Terra englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas atuais. Estas ciências estudam as diversas relações existentes da Astronomia/Física; Biodiversidade; Ciências Biológicas; Ciência da Computação; Engenharias; Geociências; Matemática/ Probabilidade e Estatística e Química.

O conhecimento das mais diversas áreas possibilita o desenvolvimento das habilidades capazes de induzir mudanças de atitudes, resultando na construção de uma nova visão das relações do ser humano com o seu meio, e, portanto, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

A ideia moderna das Ciências Exatas e da Terra refere-se a um processo de avanço tecnológico, formulada no sentido positivo e natural, temporalmente progressivo e acumulativo, segue certas regras, etapas específicas e contínuas, de suposto caráter universal. Como se tem visto, a ideia não é só o termo descritivo de um processo e sim um artefato mensurador e normalizador de pesquisas.

Neste sentido, este volume é dedicado aos trabalhos relacionados a ensino e aprendizagem. A importância dos estudos dessa vertente, é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora, agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Ingrid Aparecida Gomes



## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APLICAÇÃO DA FUNÇÃO DENSIDADE COM DISTRIBUIÇÃO BETA EM UM AMBIENTE DE DESENVOLVIMENTO INTERVALAR	
Dirceu Antonio Maraschin Junior Alice Fonseca Finger	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>6</b>
APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO FATORIAL PARA A OTIMIZAÇÃO NA SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS POLISSACARÍDICAS	
Nilvan Alves da Silva Edilson Lima Cosmo Júnior Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DETECÇÃO DE FALHAS E DIAGNÓSTICO TERMODINÂMICO NOS COMPONENTES DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	
Ronald de Paiva Gonçalves Euler Guimarães Horta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>23</b>
APLICAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE I PARA CLASSIFICAÇÃO DE SETORES DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Gabriele M. Kestlarek Fernando Jorge C. M. Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>34</b>
ANÁLISE DE GESTÃO DO ESTOQUE DE MATÉRIA-PRIMA UTILIZANDO A METODOLOGIA MASP EM UMA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Elizabeth Cristina Souza Baltazar De Mesquita João Marcelo Carneiro Mariana Brasil Accioly Paula Nilton da Silva Oliveira Junior Raissa Costa Martins Thuanny Cunha dos Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3951904045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>41</b>
CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS NA REGIÃO CENTRAL DE RONDÔNIA	
Mirian Gusmão Emanuel Maia Anna Frida Hatsue Modro Fernando Ferreira Morais	

**DOI 10.22533/at.ed.3951904046**

**CAPÍTULO 7 ..... 58**

ANÁLISES DO ACÚMULO DE SEDIMENTOS EM UM REPRESAMENTO DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG

Lucas José Ferreira Viana

Youlia Kamei Saito

Mateus Ribeiro Benhame

Ítalo Oliveira Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.3951904047**

**CAPÍTULO 8 ..... 71**

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE LINGUAGENS DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIOS

João Felipe Pizzolotto Bini

Marcos Antonio Quináia

**DOI 10.22533/at.ed.3951904048**

**CAPÍTULO 9 ..... 89**

COMPARATIVO SOBRE OS PRINCIPAIS MODELOS DE BANCOS DE DADOS NOSQL

João Dutra Cristoforu

Josiane Michalak Hauagge Dall’Agnol

Lucélia de Souza

Gisane Aparecida Michelon

**DOI 10.22533/at.ed.3951904049**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

DESENVOLVIMENTO DE UMA INTERFACE GRÁFICA PARA ANÁLISE E MONITORAMENTO DE PARÂMETROS DE FUNCIONAMENTO DE UM FÓRMULA SAE

Piêtro da Silva Santos

Ronald de Paiva Gonçalves

**DOI 10.22533/at.ed.39519040410**

**CAPÍTULO 11 ..... 114**

DESENVOLVIMENTO WEB: SOFTWARE DE AUXILIO NA GESTAO DE EVENTOS

Francisco de Assis Nunes Cavalcante

Rafael Miranda Correia

**DOI 10.22533/at.ed.39519040411**

**CAPÍTULO 12 ..... 126**

ELABORAÇÃO DE PRODUTOS EM ROBÓTICA ASSOCIADOS A CONCEITOS SOBRE AS EXPERIÊNCIAS DOS USUÁRIOS

Nathalino Pachêco Britto

Maria Elizabeth Sucupira Furtado

Atiele Oliveira Cavalcante

Bruno Lourenço

Natã Lael Gomes Raulino

**DOI 10.22533/at.ed.39519040412**

**CAPÍTULO 13 ..... 134**

**ESTRUTURA PARA APLICAÇÃO EM ROBÔ PARA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS SUSTENTÁVEL**

Rudi Artur Munieweg  
Karla Beatriz Vivian Silveira  
Sidney Ferreira de Arruda

**DOI 10.22533/at.ed.39519040413**

**CAPÍTULO 14 ..... 141**

**ESTUDO DE FERRAMENTAS DE TESTE BASEADO EM MODELOS EM APLICAÇÕES ANDROID**

Jean Carlos Hrycyk  
Inali Wisniewski Soares  
Luciane Telinski Wiedermann Agner

**DOI 10.22533/at.ed.39519040414**

**CAPÍTULO 15 ..... 148**

**FT-NIR IN THE CONSTRUCTION OF PLS MODELS FOR DETERMINATION OF TOTAL FLAVONOIDS IN SAMPLES OF PROPOLIS SUBMITTED TO DIFFERENT PROCESSES**

Matheus Augusto Calegari  
Bruno Bresolin Ayres  
Larrisa Macedo dos Santos Tonial  
Tatiane Luiza Cadorin Oldoni

**DOI 10.22533/at.ed.39519040415**

**CAPÍTULO 16 ..... 162**

**MODELAGEM MATEMÁTICA E ESTABILIDADE DE SISTEMAS PREDADOR-PRESA**

Paulo Laerte Natti  
Neyva Maria Lopes Romeiro  
Eliandro Rodrigues Cirilo  
Érica Regina Takano Natti  
Camila Fogaça de Oliveira  
Altair Santos de Oliveira Sobrinho  
Carolina Massae Kita

**DOI 10.22533/at.ed.39519040416**

**CAPÍTULO 17 ..... 178**

**MODELAGEM POR SUPERFÍCIE DE RESPOSTA SOBRE O USO COMBINADO DO NITROGÊNIO NA BASE COM DIFERENTES ÉPOCAS DE FORNECIMENTO EM COBERTURA EM SISTEMA SOJA/AVEIA**

Adriana Roselia Krausig  
Douglas César Reginatto  
Odenis Alessi  
Vanessa Pansera  
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann  
José Antonio Gonzalez da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.39519040417**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>185</b>
<b>PROPOSTA DE AMBIENTES INTELIGENTES IOT SOB A ÓTICA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA</b>	
Larissa Souto Del Rio	
João Octávio Barros Silva	
Marcelo da Silva de Azevedo	
Éder Paulo Pereira	
Ivania Aline Fischer	
Roseclea Duarte Medina	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>194</b>
<b>LANÇAMENTO DE SATÉLITES ARTIFICIAIS</b>	
Jadilene Rodrigues Xavier	
Edinei Canuto Paiva	
Sebastiao Batista De Amorim	
Celimar Reijane Alves Damasceno Paiva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>219</b>
<b>REMOTE SENSING TOOLS FOR FIRE MONITORING: THE CASE OF WILDFIRE IN CHILE IN 2017</b>	
Gabriel Henrique de Almeida Pereira	
Clóvis Cechim Júnior	
Giovani Fronza	
Flávio Deppe	
Eduardo Alvim Leite	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>229</b>
<b>LÓGICA FUZZY COMO PROPOSTA INOVADORA NA SIMULAÇÃO DA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE TRIGO PELAS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS E USO DO NITROGÊNIO</b>	
Ana Paula Brezolin Trautmann	
Osmar Bruneslau Scremin	
Anderson Marolli	
Adriana Roselia Krausig	
Ângela Teresinha Woschinski de Mamann	
José Antonio Gonzalez da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.39519040421</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>236</b>



## ANÁLISES DO ACÚMULO DE SEDIMENTOS EM UM REPRESAMENTO DO RIBEIRÃO SÃO BARTOLOMEU NO MUNICÍPIO DE VIÇOSA – MG

### **Lucas José Ferreira Viana**

Universidade Federal de Viçosa, Setor de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica,  
Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa – MG

### **Youlia Kamei Saito**

Universidade Federal de Viçosa, Setor de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica,  
Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa – MG

### **Mateus Ribeiro Benhame**

Universidade Federal de Viçosa, Setor de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica,  
Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa – MG

### **Ítalo Oliveira Ferreira**

Universidade Federal de Viçosa, Setor de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica,  
Departamento de Engenharia Civil  
Viçosa – MG

**RESUMO:** Três levantamentos batimétricos foram realizados em uma seção de um represamento na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, com o objetivo de gerar um banco de dados para estudo do local e controle do uso dos recursos hídricos, cada vez mais escassos na cidade. Neste trabalho, foram comparados os dados de volume útil da área em três observações realizadas em épocas distintas, com consequente estimativa

do volume de sedimentos acumulado no local. Na análise foi verificado que, entre o primeiro e o segundo levantamentos, o acúmulo de sedimentos foi maior que entre o segundo e o terceiro levantamentos. Isto pode ser justificado pela ocorrência de chuvas mais intensas no primeiro período em relação ao segundo, apesar do primeiro período ter sido bem menor. Também foi observado um acúmulo maior de sedimentos no leito do represamento. Em um período de 4,2 anos, houve um acúmulo de 2252 m<sup>3</sup> de sedimentos resultando em uma taxa anual de 536 m<sup>3</sup>. Novos estudos precisam ser realizados e medidas necessitam ser tomadas pelos órgãos competentes visando um controle do assoreamento da área para amenizar o cenário de crise hídrica da cidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Batimetria, Levantamento Batimétrico Monofeixe, Sedimentação, Assoreamento.

**ABSTRACT:** Three bathymetric surveys were performed in a reservoir located at the Federal University of Viçosa, Viçosa - MG, with the aim of generating a database to study the site and to control the use of water resources, which are increasingly scarce in the city. In this study, the data of the available volume of the area was compared in three observations executed at different times. The volume of accumulated sediment in the area was calculated on the basis

of comparisons. In the analysis, it was verified that the accumulation of sediments was greater in the interval between the first and second surveys than between the second and third surveys. This can be explained by the occurrence of more intense rainfall in the first period than in the second, despite the first period being much shorter. An increase in the accumulation of sediment in the dam bed was also observed. In a period of 4.2 years, 2252 m<sup>3</sup> of sediment was retained, resulting in an annual rate of 536 m<sup>3</sup>. Future studies should be conducted and actions should be taken by the competent authorities to control the silting in the area, to reduce the effects of the water crisis scenario in Viçosa.

**KEYWORDS:** Bathymetry, Singlebeam Bathymetric Survey, Sedimentation, Silting.

## 1 | INTRODUÇÃO

A maior parte da superfície terrestre é coberta de água, estando, em quase sua totalidade, presente nos mares, geleiras e na forma de vapor na atmosfera. A porcentagem disponível para o homem está constituída de rios e lagos no interior dos continentes (BLANCO, 1999 apud FERREIRA et al., 2012). A água tem significativa importância biológica, econômica e histórica. Entre algumas funções, este elemento ajuda a dissolver nutrientes e levá-los a todas as partes do organismo humano; é o material mais utilizado pela indústria, principalmente na refrigeração de equipamentos; os rios e mares são meios de transportes; pode gerar energia elétrica através das usinas hidrelétricas; as primeiras grandes civilizações surgiram nos vales de grandes rios para que pudessem aplicar práticas de sistemas de irrigação, tornando o solo produtivo (BRUNI, 1994).

Ainda sobre a importância da água, segundo a lei nº 9.433/97, a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e deve-se assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Mas infelizmente, um dos maiores problemas que ameaçam a disponibilidade hídrica é o assoreamento dos corpos d'água e reservatórios. Esse fator é algo natural, porém, com o desmatamento, a degradação do solo e escavações em locais impróprios, as erosões se intensificam. Por consequência, a taxa de transporte de sedimentos pelas águas das chuvas também aumenta. Assim, esses sedimentos são depositados no leito dos rios e principalmente em represamentos, que têm o espaço útil de armazenamento hídrico reduzido. Além de restringir outras atividades como a navegação, o assoreamento em reservatórios utilizados para abastecimento de água de cidades prejudica o abastecimento urbano causando muitos transtornos para a população (SILVEIRA et al., 2009).

Neste contexto de agravamento de crises de abastecimento devido o assoreamento de reservatórios, levantamentos batimétricos são de grande importância. Destes, podem-se gerar um histórico do assoreamento e assim, disponibilizar essa informação à órgãos competentes para que seja criada uma gestão de uso adequado,

principalmente em tempos de crise hídrica, além de planejar possíveis correções de problemas de infraestrutura local, tal como realizado por Ferreira et al., 2012.

A bordo de uma embarcação, o levantamento batimétrico é realizado utilizando um sistema de sondagem, que é composto por ecobatímetros, para a medição da profundidade; por receptores *GNSS (Global Navigation Satellite System)*, para o georreferenciamento da profundidade; e, em alguns casos, por sensores periféricos que medem, por exemplo, a atitude da plataforma de sondagem e o perfil da velocidade do som. Através do ecobatímetro, pulsos sonoros ou ultrassonoros são emitidos verticalmente na água pela parte denominada transdutor. A partir do transdutor, as ondas percorrem a massa de água até atingir o fundo, sendo que parte dessa energia é absorvida; parte é transmitida, por espalhamento, tanto pelo fundo como por partículas presentes na coluna d'água, como peixes, troncos, bolhas de ar, etc; e parte é refletida, chegando à superfície. A energia que retorna à superfície é captada pelo transdutor e tem-se então, o tempo de percurso que onda de som levou para sair do transdutor e voltar ao mesmo. Conhecendo a velocidade do som na água, pode-se calcular a profundidade do ponto de interesse (FERREIRA et al., 2015). Pode-se entender o ecobatímetro como um relógio, medindo o intervalo de tempo entre a saída e a chegada de um mesmo pulso acústico (*ping*) ao transdutor. Tradicionalmente, para a medição de profundidades são utilizados ecobatímetros monofeixe e multifeixe, detalhes sobre estes sistemas podem ser consultados, por exemplo, em IHO (2005) e Ferreira et al. (2015).

Teoricamente, a velocidade do som na água é cerca de quatro vezes maior que a velocidade no ar, considerando a temperatura de 25°C. Mas, na prática, é necessário considerar vários fatores, tais como: temperatura, pressão e salinidade. Portanto, deve-se calibrar os equipamentos de acordo com as características da água do local, no momento do levantamento. Podem ser utilizados para calibração, por exemplo, uma placa metálica (método de *bar-check*) para que se tenha uma profundidade conhecida e possa calibrar a velocidade do som manualmente (atualmente em desuso). Hoje, existem equipamentos que realizam esta correção automaticamente denominados Perfiladores de Velocidade do Som, que geram um perfil de velocidade versus a profundidade digital. (IHO, 2005).

Outro fator muito importante em um levantamento batimétrico é a necessidade de obtenção precisa da posição da embarcação usando *GNSS (Global Navigation Satellite System)*. A posição do barco é obtida usando posicionamento diferencial por *GNSS* conhecida como tecnologia *RTK (Real Time Kinematic)* que consiste na correção da posição em tempo real realizada via link de rádio entre a estação base e a estação fixa (FERREIRA et al., 2012) como esquematizado na Figura 1. *RTG (Real Time GIPSY)*, Banda L paga, *DGPS (Differential Global Positioning System)*, são outros exemplos de tecnologias que usam posicionamento diferencial.

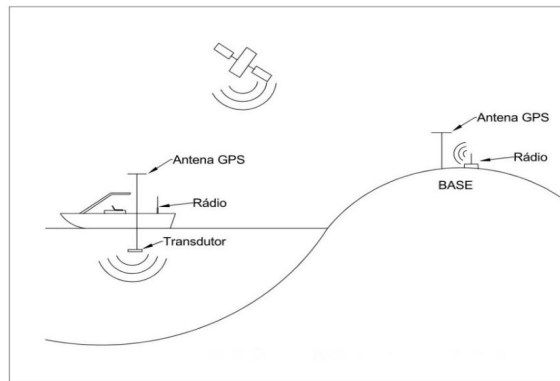


Figura 1: Esquema de um levantamento batimétrico empregando RTK.

O abastecimento de água de todo o município de Viçosa, localizada na Zona da Mata mineira, é realizado pela empresa SAAE (Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto). A água é retirada de um reservatório artificial localizado na Universidade Federal de Viçosa (UFV) que é abastecido pelo Ribeirão São Bartolomeu, que corta a cidade. Devido ao rápido crescimento populacional, a expansão do campus universitário e recentes crises hídricas no período de estiagem (maio a setembro), há uma necessidade constante de estudos da área para se solucionar os problemas de falta de água. Vale ressaltar que no ano de 2015, Viçosa enfrentou uma de suas piores crises de abastecimento hídrico a qual a represa em questão não supriu a demanda do município no período de estiagem. Um rígido racionamento de água, uso do volume morto do reservatório, campanhas de conscientização e até mesmo fiscalização contra o uso não racional da água foram algumas das medidas adotadas pelos órgãos competentes na época para superar tal crise. Previsões em relação a disponibilidade de água para os próximos anos não são otimistas.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

A área de estudo escolhida foi a parte final do segundo represamento, denominado Lagoa 2, à jusante do Ribeirão São Bartolomeu (Figura 3), localizado no campus da UFV (Universidade Federal de Viçosa) no município de Viçosa, zona da mata de Minas Gerais (Figura 2). Esta está compreendida entre as latitudes  $20^{\circ}45'57,95''$  e  $20^{\circ}46'0,62''$  Sul, e longitudes  $42^{\circ}52'11,65''$  e  $42^{\circ}52'15,53''$  Oeste. As dimensões do reservatório são aproximadamente 667 metros de linha de talvegue e largura máxima de 66 metros e seu volume de água é utilizado pela empresa SAAE (Sistema Autônomo de Água e Esgoto) para a captação e abastecimento do campus e da cidade. Foram realizados três levantamentos batimétricos: o primeiro em dezembro de 2010, o segundo em junho de 2012 e o último em fevereiro de 2015.

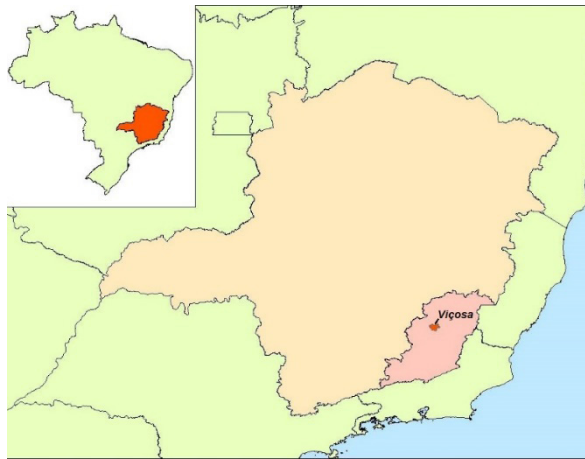


Figura 2: Localização do município de Viçosa, MG. Fonte de dados: IBGE.



Figura 3 – A) Represamentos ao longo do Ribeirão São Bartolomeu (Montante: Lagoa 1; Jusante: Lagoa 5). B) Área de estudo. Fonte: Google Earth (Acesso em 15/05/2016).

## 2.2 Materiais

Para coleta de dados em campo e posterior processamento foram utilizados os seguintes equipamentos e recursos computacionais:

- Uma embarcação motorizada para sondagem;
- Notebook, para coleta e processamento dos dados;
- Um ecobatímetro de dupla frequência modelo *Hydrobox* da *Syqwest Inc.*, que emite frequências de 33 e 210 kHz. Este equipamento possui precisão de 2,5 centímetros para profundidades entre 0 e 40 metros;
- Um par de rádios *Pacific Crest* e antenas usados para enviar correções RTK da estação base de referência para a estação móvel. O rádio da base opera com uma potência de 35W e o rádio do móvel com uma potência de 2W;
- Um par de receptores RTK de dupla frequência GRT – G2 (um para a estação base e outro para a estação móvel), com precisão horizontal no modo cinemático de 10 mm + 1 ppm e no modo estático de 5 mm + 0,5 ppm, juntamente com o software *NovAtel CDU* para configuração destes;



- Chapa metálica para calibração da velocidade do som na água (método *bar check*);
- Softwares *Hydromagic* e *Hypack*, usados no planejamento das linhas de sondagem e de controle do levantamento e no processamento dos dados;
- Software *Hydrobox Acquisition* da *Syqwest Inc*, usado para a configuração do ecobatímetro, monitoramento das profundidades e realização da comunicação com os softwares *Hydromagic* e *Hypack*;
- Software *Topograph* para geração do MDE (Modelo Digital de Elevação) e cálculo do volume;
- Baterias e cabos.

### 3 | METODOLOGIA

Primeiramente, vale ressaltar que foi aplicada a mesma metodologia para todos os levantamentos batimétricos realizados. Na fase de planejamento, as diretrizes da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação), definidas, atualmente, na NORMAM-25 de 2014, foram consideradas para os levantamentos batimétricos visando atender todos os critérios no levantamento, processamento e apresentação dos resultados.

Com o objetivo de não exceder um erro gráfico máximo de 10 centímetros na carta final, verificaram-se os erros finais posicionais dos dados do RTK e do ecobatímetro. Com base nesta análise, adotou-se uma escala de 1/500 para a planta batimétrica. A partir desta escala, planejou-se as linhas regulares de sondagem e de verificação utilizando o software *Hydromagic* e uma planta topográfica da área, obtida em levantamento anterior. Adotou-se uma distância de 5 metros entre as linhas de sondagem. Já para as linhas de verificação, optou-se por um afastamento aproximado de 10 metros nos levantamentos visando maior qualidade.

Após o planejamento, foi realizada a montagem dos equipamentos na embarcação, os quais são: notebook, receptor RTK, ecobatímetro *Hydrobox*, rádio *Pacific Crest* com 2W de potência e antena para receber o sinal RTK. Todos os equipamentos foram devidamente posicionados e alimentados por baterias. Já para a base fixa, um receptor RTK, um rádio *Pacific Crest* com 35W de potência e uma antena de transmissão também foram devidamente instalados e alimentados por baterias.

Tendo concluída a montagem da base móvel e da base fixa, foram configurados os equipamentos para se obter as correções RTK e de frequência do ecobatímetro. Além desses ajustes, foi medida a altura de imersão do transdutor, conhecido como *draft*, com toda equipe de levantamento a bordo e em seus devidos lugares. Isso é de extrema importância porque o valor do *draft* está diretamente relacionado ao peso da embarcação e é somado aos valores de sondagem. Além disso, a velocidade média do som foi calibrada usando o método *bar check*.



Durante o levantamento, utilizou-se uma régua para verificar a variação do nível da água. No entanto, não houveram variações relevantes, adotando-se a altitude de 655,451 metros como Nível de Redução (NR), o qual é um plano de referência estabelecido nas cartas náuticas brasileiras e hipoteticamente assume-se que o nível da água não irá estar abaixo deste em nenhum momento (VIEIRA et al, 2015). O NR é a referência vertical para as cartas náuticas segundo a DHN. Obteve-se esta altitude a partir de nivelamento geométrico de alta precisão realizado a partir da estação Referência de Nível (RN 3307F) do IBGE localizada no campus da universidade.

Na fase de processamento dos dados, utilizou-se o software *Hydromagic*, visando também, efetuar testes com o software, que é relativamente novo no mercado. Algumas validações foram realizadas através do *Hypack*, muito utilizado por empresas de hidrografia. Uma etapa importante é a verificação manual da existência de afastamentos entre as linhas de sondagem superiores a uma tolerância estipulada, conhecidos como “feriados”. Com base em estudos anteriores como em Ferreira et al., 2012, a tolerância para os feriados é de 1 milímetro na escala adotada para o levantamento. Observada a presença de feriados, foram realizadas novas sondagens de correção para prosseguimento do processamento.

Como a finalidade do presente trabalho é a comparação do volume útil da área escolhida para os diferentes levantamentos, somente o que interessa para o estudo é a camada superior do fundo da represa o que é basicamente lama fluida. Segundo PIANC (1997), o uso de ecobatímetros de diferentes frequências fornece uma ferramenta muito útil para a identificação da presença de camadas de lama fluida. Isto deve-se ao fato de altas frequências (100 – 210 kHz) indicarem o topo da camada de lama fluida enquanto que ondas sonoras de baixas frequências (15 – 33 kHz), penetram essa camada. Portanto, somente foram considerados dados coletados em alta frequência para o processamento.

Pelo software *Hydromagic*, foram eliminadas as falsas profundidades (*spikes*), os erros de posicionamento (*tops*) e gerou-se um arquivo de coordenadas tridimensionais para cada levantamento. Para calcular a altitude de cada ponto empregou-se o software Microsoft Excel, considerando inicialmente que a altitude na linha d’água é de 655,451 metros, obtida a partir do nivelamento geométrico citado. As altitudes dos demais pontos foram obtidas através da diferença entre a altitude da linha d’água e as respectivas profundidades. Dessa forma, todas as altitudes são referenciadas ao Nível Médio dos Mares (NMM). Com as tabelas de coordenadas, gerou-se para cada levantamento o MDE (Modelo Digital de Elevação) no software *Topograph*, e calculou-se o volume útil do represamento pelo método da malha triangular.

Adotando o mesmo NR para todos os levantamentos, geraram-se as curvas de nível de 1 em 1 metro e calcularam-se os respectivos volumes. A partir disso, obteve-se uma relação Cota versus Volume Acumulado para cada ano que podem ser observados na Tabela 1.

ALTITUDE (m)	VOLUME ACUMULADO (m <sup>3</sup> )		
	2010	2012	2015
650,451	216	58	28
651,451	2954	2079	1732
652,451	7953	6814	6288
653,451	14156	12941	12163
654,451	21386	20172	19134
655,451	29657	28010	27043

Tabela 1 – Volume útil acumulado do reservatório em função da cota correspondente.

A seguir na Figura 4, são apresentados os Modelos Digitais de Elevação (MDE) dos levantamentos realizados na área para cada ano. A partir dos valores da Tabela 1, plotou-se o gráfico da Figura 5 que mostra a relação Cota versus Volume Acumulado comparando os dados para os diferentes anos.

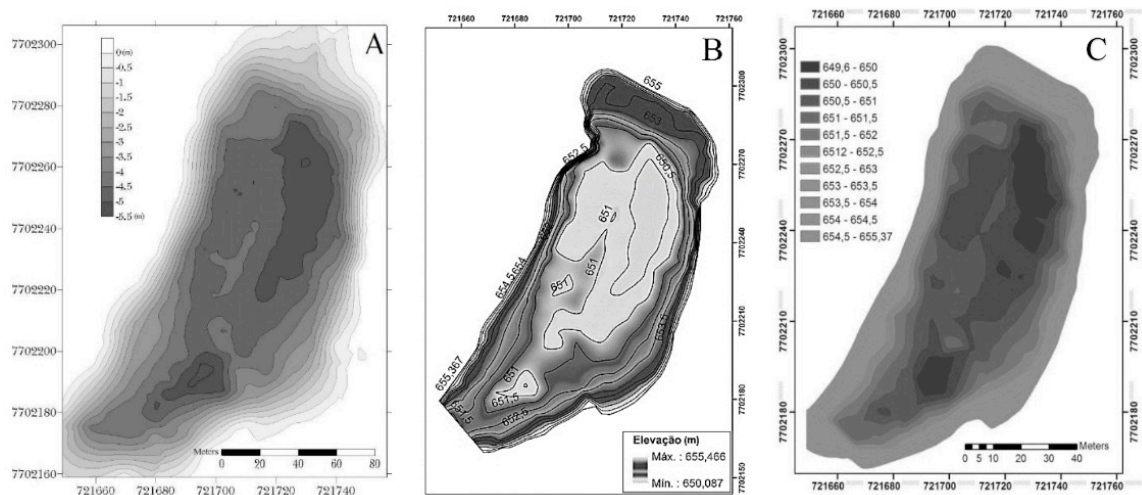


Figura 4: Modelos Digitais de Elevação dos levantamentos referentes aos anos de A) 2010 (FERREIRA et al., 2012), B) 2012 e C) 2015.

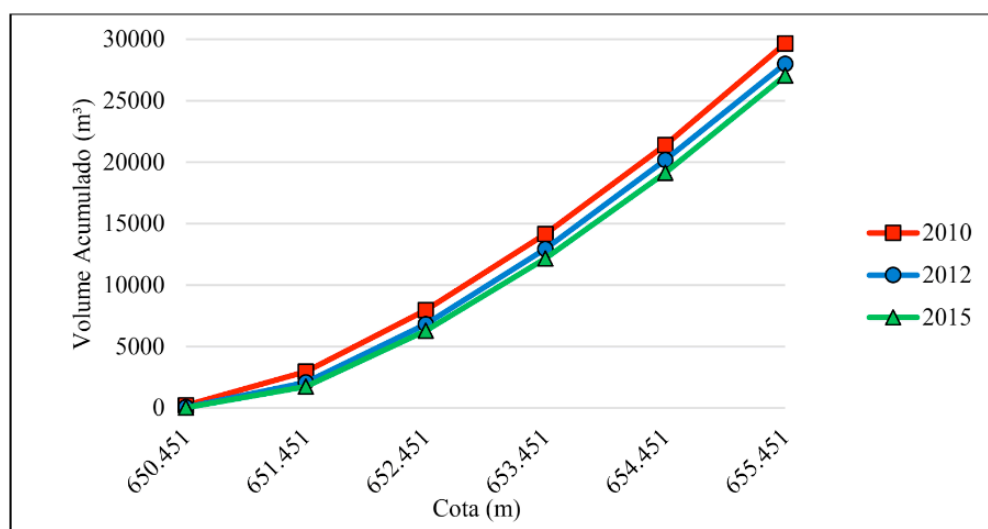


Figura 5 – Gráfico de Cota (m) versus Volume Acumulado (m<sup>3</sup>) para os três levantamentos realizados.

Pode-se notar pelo gráfico que em geral, apesar do intervalo de tempo ser menor, no intervalo entre dezembro de 2010 a junho de 2012, o acúmulo de sedimentos é maior do que entre o período de junho de 2012 a fevereiro de 2015. A justificativa para este fenômeno é que entre o primeiro e o segundo levantamento, a precipitação total na região foi maior do que no período entre o segundo e o terceiro. Isto pode ser observado nas Figuras 6 e 7 abaixo que mostram os dados de precipitação mensal da estação meteorológica do município para os períodos em questão, fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

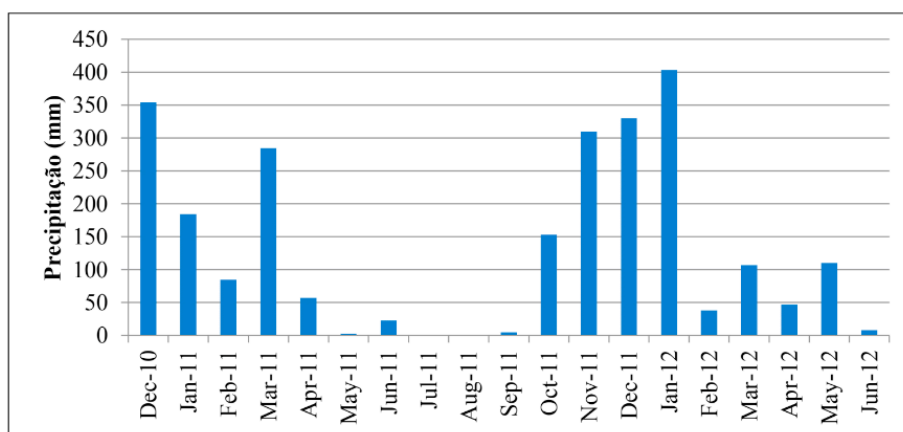


Figura 6 – Precipitação no período de dezembro de 2010 a junho de 2012 para o município de Viçosa, MG. Fonte: INMET.

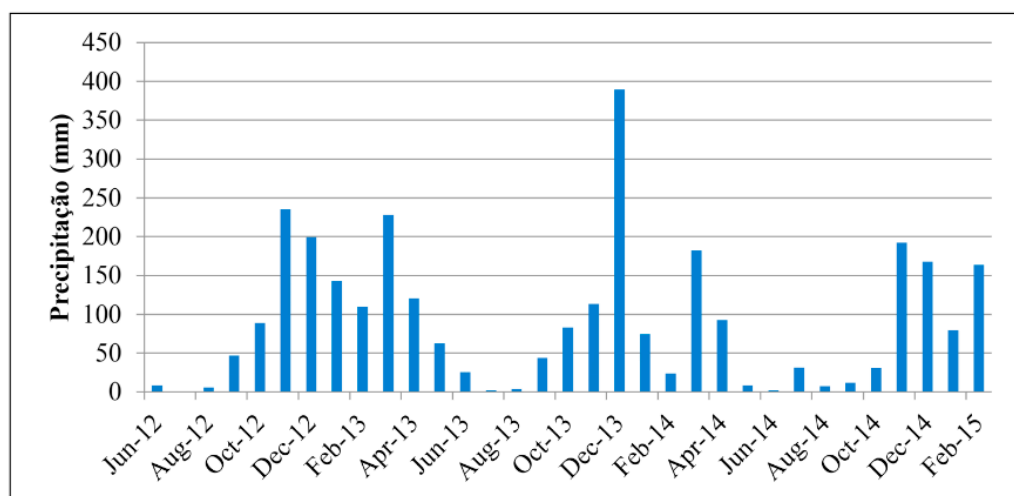


Figura 7 – Precipitação no período de junho de 2012 a fevereiro de 2015 para o município de Viçosa, MG. Fonte: INMET.

No período de dezembro de 2010 a junho de 2012 a precipitação total foi de 2501,4 mm e a precipitação média mensal foi de 131,6 mm. Já no período de junho de 2012 a fevereiro de 2015, a precipitação total alcançou 2976,5 mm enquanto que a precipitação média mensal atingiu 90,2 mm.

Os dados do INMET apontam ainda que, embora o volume de chuvas tenha sido maior para o período de junho de 2012 a fevereiro de 2015, elas ocorreram mais distribuídas ao longo do tempo. Já para o outro período, maiores chuvas ocorreram de forma mais concentrada em um determinado período do ano, ou seja, foram

mais intensas. Sabe-se que chuvas mais intensas causam o aumento de erosões e, conseqüentemente, o aumento do transporte de sedimentos depositados ao longo do ribeirão para áreas mais abertas como represamentos (TUCCI e MENDES, 2006). Nestes locais, não há correnteza, o que propicia o acúmulo de sedimentos por decantação.

Sendo assim, com base nos dados de precipitação, acredita-se que ocorra uma maior deposição de sedimentos no primeiro período do que no segundo. Esta suposição pode ser confirmada analisando a Figura 8 que representa o volume de sedimentos acumulado por cota para os dois períodos descritos acima. Ou seja, considerou-se a diferença entre os valores de volumes acumulados de água para cada levantamento para se obter a variação do volume de sedimentos para os períodos considerados. Esta afirmação é possível pois somente o topo da camada de lama fluida foi considerada para os levantamentos. Logo, a diferença de volume acumulado para uma mesma cota representa a “perda de volume” de um levantamento para o outro, e conseqüentemente, o volume de sedimentos depositados.

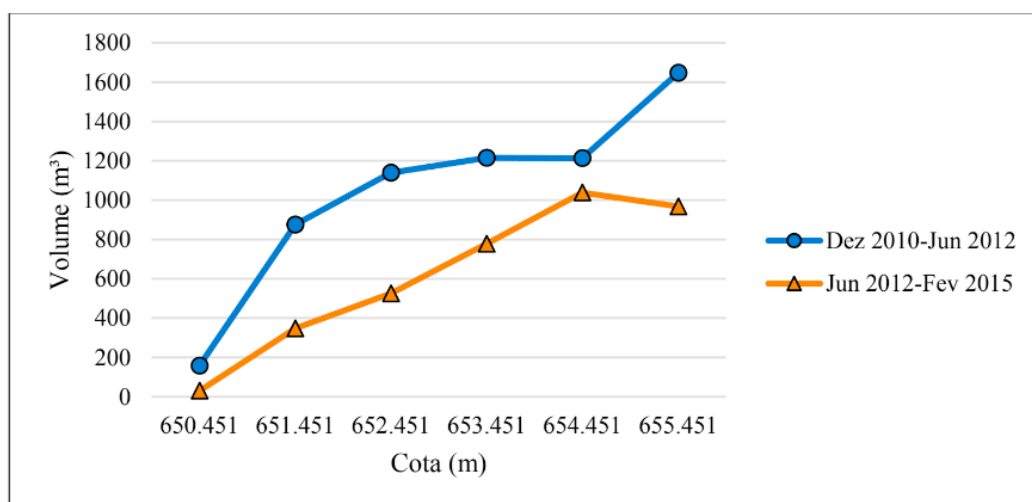


Figura 8 – Sedimento Acumulado por Cota para os períodos considerados.

Ao analisar o gráfico, percebe-se que o volume acumulado de sedimentos é bem maior no primeiro período considerado do que no segundo. Além disso, analisando a inclinação das curvas em relação às cotas, nota-se que, de dezembro de 2010 a junho de 2012, ocorre maior acúmulo de sedimentos no leito do represamento (cotas menores) do que nas partes mais rasas (cotas maiores). De junho de 2012 a fevereiro de 2015, percebe-se uma inclinação mais contínua a medida que se diminui a profundidade. Isto quer dizer que o acúmulo de sedimentos neste período foi mais uniformemente distribuído por toda área do represamento.

No entanto, pode-se perceber que na parte mais rasa correspondente à cota de 655,451 metros, existe uma alteração brusca no comportamento de acúmulo de sedimentos em comparação com as demais cotas. De dezembro de 2010 a junho de 2012 nota-se um aumento acentuado de sedimentos enquanto que de junho de 2012

a fevereiro de 2015, tem-se uma queda de sedimento acumulado. À primeira vista, conclui-se que entre o primeiro e o segundo levantamento, houve um acúmulo muito grande de sedimentos às margens da lagoa; e entre o segundo e terceiro levantamento, houve um decréscimo de sedimento às margens do represamento.

Porém, deve-se levar em consideração as condições em que cada levantamento foi realizado. Apesar de se ter considerado um mesmo nível em todos os levantamentos (NR), as margens do represamento em questão possuem muitos troncos de árvores caídas, plantas que crescem e ganham espaço sobre a área a cada ano, além de plantas aquáticas, principalmente da espécie conhecida popularmente como “aguapé”, que podem esconder obstáculos e o fundo raso à medida que se aproxima das margens. Logo, a habilidade do timoneiro de guiar a embarcação nas proximidades das margens é algo que deve ser considerado no estudo. Vale ressaltar também, que os equipamentos utilizados possuem limitações ao operar em águas rasas e podem ser danificados.

Além disso, a metodologia e o algoritmo de interpolação do software *Topograph* também merecem ser considerados. De posse do levantamento topográfico das margens da área de estudo, o software interpola os valores de profundidade desde os pontos observados mais próximos às margens até a margem propriamente dita. Assim, informações nestas áreas podem ser subestimadas ou superestimadas dependendo da característica do fundo da área. Uma alternativa, é o uso de interpoladores probabilísticos, tal como a Krigagem, que, conforme sugere Ferreira et al. (2013), representam o leito submerso de forma mais realista, principalmente através de dados esparsos.

Citado isto e analisando dados pontuais dos levantamentos para partes mais rasas, pode-se concluir que no primeiro e terceiro levantamentos, o timoneiro se aproximou menos das margens do que no segundo levantamento. Desta forma, observou-se um volume maior de sedimentos próximo às margens no segundo levantamento que não foram observados no primeiro, pelo fato dos valores terem sido simplesmente interpolados no primeiro devido a uma menor proximidade das margens ao se realizar o levantamento. Isto explicaria o aumento de sedimentos às margens da área entre o primeiro e o segundo levantamento. Da mesma forma, observou-se um menor volume de sedimentos no terceiro levantamento do que deveria, pelo fato de se ter aproximado menos das margens do represamento em comparação com o segundo levantamento. Logo, observou-se um decréscimo no volume de sedimentos entre estes levantamentos. Isto explica o comportamento das curvas de volume de sedimento acumulado dos períodos em questão para a maior cota. Portanto, para cálculos de variação do volume útil acumulado, pode-se considerar que não houveram mudanças significativas no fundo da área de estudo em profundidades pequenas, correspondentes à primeira cota.

De forma geral, desconsiderando a última cota, o volume total de sedimentos depositados nesta área foi de 1214 metros cúbicos no primeiro período e 1038 metros

cúbicos no segundo período, totalizando 2252 metros cúbicos em um período total de 4,2 anos. Isto implica em uma taxa de 809 metros cúbicos por ano no primeiro intervalo (18 meses) e 389 metros cúbicos por ano no segundo intervalo (32 meses), com uma taxa média de 540 metros cúbicos por ano. Na Tabela 2 abaixo, podemos verificar ainda, as profundidades máximas observadas para cada levantamento, mostrando mais uma vez, a real tendência de assoreamento da área analisada.

PROFUNDIDADE MÁXIMA (m)	
2010	6,01
2012	5,87
2015	5,70

Tabela 2 – Profundidades máximas para cada levantamento.

#### 4 | CONCLUSÃO

Nota-se claramente que, atualmente, a área estudada sofre um processo de assoreamento considerável. Isto pode trazer sérios problemas em relação ao abastecimento hídrico na cidade de Viçosa, já que toda a água consumida na área urbana, em especial na Universidade Federal de Viçosa, é retirada do represamento em questão. Além disso, o fato de Viçosa estar passando por épocas de estiagem cada vez mais duradouras, agrava ainda mais a situação.

De acordo com a Lei nº 12.127/2012, a Área de Preservação Permanente para um reservatório de água artificial destinado a geração de energia ou abastecimento público deve ter faixa mínima de 15 metros e máxima de 30 metros em área urbana. Mas infelizmente isso não é observado na área. Se esta lei fosse aplicada ao represamento estudado, possivelmente o volume de sedimentos acumulados seria menor do que o observado.

Outra possível saída para contornar o problema de assoreamento local, é a realização de um trabalho de contenção em áreas no entorno do ribeirão pelas autoridades competentes, já que o assoreamento se deve principalmente aos sedimentos transportados pelo ribeirão que se acumulam nos represamentos ao longo de seu curso normal.

Podemos verificar então, que levantamentos batimétricos são de grande importância na construção de banco de dados para estudos de assoreamento de barragens e reservatórios. Com estes dados pode-se obter informações de volume total de sedimentos e taxa anual de assoreamento de corpos d'água, desde que se tenha dados de diferentes épocas. Isto representa uma ferramenta poderosa que pode ser usada para amenizar crises de abastecimento hídrico de cidades com disponibilidade hídrica limitada como a cidade de Viçosa.

Sugere-se que estudos continuem sendo realizados na região ao longo do tempo visando a obtenção de dados de variação do volume útil do reservatório e assim, se realizar um monitoramento do assoreamento no local. Sugere-se ainda, um estudo



mais aprofundado que englobe a análise pedológica dos solos da região para possível identificação de áreas de contribuição potenciais para o assoreamento do represamento. Assim, espera-se uma intervenção estrutural mais eficaz a longo prazo que atenuar, ou até mesmo, solucione a problemática de abastecimento de água de Viçosa.

## REFERÊNCIAS

BRASIL, 1997. Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e Dá Outras Providências.** Diário Oficial da União, 9 jan.

BRASIL, 1997. Lei no 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e Dá Outras Alterações.** Diário Oficial da União, 18 out.

BRUNI, J. C. **A água e a vida.** Tempo Social, São Paulo, v. 5, n. 1-2, p.55-57, 1993.

FERREIRA, I. O.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, A. P. **Levantamento batimétrico automatizado aplicado à gestão de recursos hídricos. Estudo de caso: represamento do Ribeirão São Bartolomeu, Viçosa–MG.** Anais do IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife – PE, p.001-008, 2012.

FERREIRA, I. O.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, G. R. **Estudo Sobre a Utilização Adequada da Krigagem na Representação Computacional de Superfícies Batimétricas.** Revista Brasileira de Cartografia (Online), Rio de Janeiro, no 65/5, p.831-842, Set/Out/2013.

FERREIRA, Í. O.; RODRIGUES, D. D.; SANTOS, G. R.; **Coleta, processamento e análise de dados batimétricos.** 1ª ed. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, v. 1, 100 p., 2015.

IHO – International Hydrographic Organization. C-13: **IHO Manual on Hydrography.** Mônaco: International Hydrographic Bureau, p.540, 2005.

Normam-25/DHN de 2014. **Normas da autoridade marítima para levantamentos hidrográficos.** Marinha do Brasil: Diretoria de Hidrografia e Navegação.

PIANC. Approach Channels: A Guide for Design. **Report of Working Group No. 30 of the Permanent Technical Committee II, Supplement to Bulletin No. 9.** Brussels: General Secretariat of the Permanent International Association of Navigation Congresses, p.24, 1997.

SILVEIRA, P. M. et al. **Trabalhos de Macrodrenagem: Assoreamento na Primeira Represa da UFV. CIV-347 – SISTEMAS DE ESGOTOS.** Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG, 2009.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de Bacia Hidrográfica.** Ministério do Meio Ambiente - SQA. Brasília-DF, p.302, 2006.

VIEIRA, H. B. G.; FLOR, C. D. R. V.; ZALOTI JUNIOR, O. D. **Avaliação da qualidade de informações batimétricas recuperada de sísmica rasa em áreas de assentamento de plataformas autoelevatórias.** Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, João Pessoa-PB, p.4314-4321, 2015.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Ingrid Aparecida Gomes** - Bacharel em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008), Mestre em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação Mestrado em Gestão do Território da Universidade Estadual de Ponta Grossa (2011). Atualmente é Doutoranda em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Foi professora colaborada na UEPG, lecionando para os cursos de Geografia, Engenharia Civil, Agronomia, Biologia e Química Tecnológica. Também atuou como docente no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE), lecionando para os cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo. Participou de projetos de pesquisas nestas duas instituições e orientou diversos trabalhos de conclusão de curso. Possui experiência na área de Geociências com ênfase em Geoprocessamento, Geotecnologia, Geologia, Topografia e Hidrologia.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-239-5

