



# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

#### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>61</b>
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925066</b>	

<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>69</b>
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira	
Eclesielter Batista Moreira	
João Luiz Rissardi	
Vanessa Corrêa de Andrade	
Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino	
Eclesielter Batista Moreira	
Ronaldo Luis Dos Santos Izzo	
Juliana Lundgren Rose	
Erico Rafael Da Silva	
Wagner Teixeira	
Felipe Perretto	
Roberto Pan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>95</b>
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAgens DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes	
Augusto Montor de Freitas Luiz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.3061925069</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>104</b>
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes	
Glaucimar Lima Dutra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>116</b>
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon	
Maytê Pietrobelli de Souza	
Bianca Penteado de Almeida Tonus	
André Fanaya	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250611</b>	

**CAPÍTULO 12 ..... 133**

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros  
Renata de Moraes Farias  
Palloma Borges Soares  
Ana Sofia Oliveira Japiassu  
Andressa Fiuza de Souza  
Igor Guimarães Matias

**DOI 10.22533/at.ed.30619250612**

**CAPÍTULO 13 ..... 144**

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva  
Daiara Luiza Guimarães

**DOI 10.22533/at.ed.30619250613**

**CAPÍTULO 14 ..... 157**

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho  
Ricardo Antonio de Rezende  
Cibele Tunussi  
Marcos Vinicius Agapito Mendes

**DOI 10.22533/at.ed.30619250614**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes  
Rafael Bergjohann  
Luiz Carlos de Campos

**DOI 10.22533/at.ed.30619250615**

**CAPÍTULO 16 ..... 176**

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva  
Raduan Krause Lopes  
Fabiano Medeiros Da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250616**

**CAPÍTULO 17 ..... 192**

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues  
Dilson Nazareno Pereira Cardoso  
Abel Jorge Rodrigues Ferreira  
Edinaldo José de Sousa Cunha  
Bruno Marques Viegas  
Edilson Marques Magalhães  
José Antônio da Silva Souza

**DOI 10.22533/at.ed.30619250617**

**CAPÍTULO 18 ..... 200**

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira  
Talita Luana de Andrade  
Newton Soares da Silva  
Cristina Pacheco Soares  
Victor Carlos Pandolfelli  
Ivone Regina de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.30619250618**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli  
Paulo César Mappa  
Aellington Freire de Araújo  
Emerson Ricky Pinheiro  
Karoline Santos da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250619**

**CAPÍTULO 20 ..... 221**

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza  
Paula de Oliveira Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.30619250620**

**CAPÍTULO 21 ..... 232**

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

**DOI 10.22533/at.ed.30619250621**

**CAPÍTULO 22 ..... 250**

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas  
Djair Félix da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.30619250622**

<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>262</b>
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250623</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>281</b>
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250624</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>294</b>
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>306</b>
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250626</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>325</b>
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250627</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>336</b>
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250628</b>	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>348</b>
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250629</b>	

<b>CAPÍTULO 30</b> .....	<b>357</b>
‘ARTENGENHARIA’: UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250630</b>	
<b>CAPÍTULO 31</b> .....	<b>371</b>
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250631</b>	
<b>CAPÍTULO 32</b> .....	<b>383</b>
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.30619250632</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>393</b>

## BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO

### **Renato Billia de Miranda**

Departamento de Hidráulica e Saneamento,  
Universidade de São Paulo - USP  
São Carlos, Brasil

### **Camila Bermond Ruezzen**

Departamento de Hidráulica e Saneamento,  
Universidade de São Paulo - USP  
São Carlos, Brasil

### **Bruno Bernardo dos Santos**

Departamento de Hidráulica e Saneamento,  
Universidade de São Paulo - USP  
São Carlos, Brasil

### **Frederico Fabio Mauad**

Departamento de Hidráulica e Saneamento,  
Universidade de São Paulo - USP  
São Carlos, Brasil

**RESUMO:** Os levantamentos batimétricos em bacias hidrográficas fornecem informações de representação gráfica do relevo de fundo de cursos d'água e a quantificação do volume, área, cota e possíveis investigações das características físicas do sedimento. Sendo assim, este estudo teve como objetivo realizar o levantamento de dados em três seções topobatimétricas no rio Ji-Paraná, no Estado de Rondônia, entre os dias 23 a 25 de outubro de 2013. A pesquisa foi realizada na bacia do Ji-Paraná onde iniciou-se o processo de medição da vazão com o molinete hidrométrico

e após conhecida a largura do rio, estipulou-se a distância entre cada vertical. Na seção 1 foi possível encontrar uma profundidade média de 2,22 m, e uma descarga líquida de 645 m<sup>3</sup>/s. Para a seção 2 a média de profundidade foi de 1,57 m, e uma descarga líquida de 650,06 m<sup>3</sup>/s. E por fim a seção 3 apresentou a maior área e descarga líquida em comparação as outras seções com 949,15 m<sup>2</sup> e 675,25 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. As informações fornecidas nesse estudo poderão ser utilizadas para comparações de mapas batimétricos em diferentes épocas, podendo assim acompanhar, avaliar e quantificar o depósito de sedimento nos cursos d'água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Levantamentos Batimétricos. Bacias Hidrográficas. Descarga Líquida. Medição da Vazão.

### BATIMETRY AND FLOW MEASUREMENT IN THE JI-PARANÁ RIVER BASIN - RO

**ABSTRACT:** The bathymetric surveys in river basins provide information on the graphical representation of the bottoms of watercourses and the quantification of the volume, area, dimension and possible investigations of the physical characteristics of the sediment. Therefore, this study aimed to perform data collection in three topobatimetric sections on

the Ji-Paraná river, in the State of Rondônia, between October 23 to 25, 2013. The research was carried out in the Ji-Paraná basin where the flow measurement process was started with the hydrometric windlass, known the width of the river, stipulated the distance between each vertical. In section 1 it was possible to find an average depth of 2.22 m, and a net discharge of 645 m<sup>3</sup> / s. For section 2 the depth average was 1.57 m, and a net discharge of 650.06 m<sup>3</sup> / s. Finally, section 3 presented the largest area and liquid discharge downstream compared to the other sections with 949.15 m<sup>2</sup> and 675.25 m<sup>3</sup> / s respectively. The information provided in this study can be used for comparisons of bathymetric maps at different times, and can thus monitor, evaluate and quantify sediment deposition in water courses.

**KEYWORDS:** Bathymetric Surveys, Hydrographic Basins, Liquid Discharge. Flow Measurement.

## 1 | INTRODUÇÃO

O conhecimento das condições hídricas em bacias é uma ferramenta primordial no gerenciamento dos recursos hídricos frente ao desenvolvimento acelerado que o ecossistema vem enfrentando (TUCCI, HESPANHOL e NETTO, 2000). Desse modo, levantamentos batimétricos e determinação da vazão consiste em uma etapa essencial no processo de caracterização hidrológicas e da disponibilidade hídrica de uma bacia (CARVALHO et al., 2014).

Os levantamentos batimétricos em bacias hidrográficas fornecem informações de representação gráfica do relevo de fundo de rios, lagos, reservatórios ou mares, assim como a quantificação do volume, área, cota e possíveis investigações das características físicas do sedimento.

Logo o processo de medição de descarga líquida, mais comumente conhecido simplesmente por vazão, na área de estudo da Hidrometria, é entendido como todo o processo utilizado para determinar o volume de água que passa através de uma seção transversal do curso de água por unidade de tempo (SANTOS *et al.*, 2001).

Sabe-se que o estudo do regime hidrológico de um curso de água requer o conhecimento da variação da sua vazão ao longo do tempo. Porém, a medição diária da vazão de um corpo hídrico por processos diretos é, na maioria dos casos, um processo oneroso e de certa complexidade para ser realizado. Para adequar esta situação, normalmente opta-se pelo registro diário, realizado duas vezes ao dia ou continuamente no tempo, do nível da água do corpo de água, originando uma relação entre o nível de água e a vazão, cuja periodicidade de medição varia conforme necessidades locais e de projeto. Um dos métodos mais tradicionais para medição de vazão é por meio do molinete que relaciona as rotações da hélice com a velocidade de escoamento do fluído (MALDONADO, WENDLAND e PORTO, 2015).

Sendo assim este estudo teve como objetivo principal apresentar a metodologia e os resultados de levantamento de dados hidráulicos em três seções topobatimétricas

no rio Ji-Paraná, no Estado de Rondônia.

## 2 | METODOLOGIA

Nesta seção serão apresentadas informações referentes à área de estudo e principais equipamentos e metodologias. Como será possível observar, o trabalho consistiu em campanhas de campo para levantamento de dados em algumas seções topobatimétricas e processamento dos dados de campo para a determinação das descargas líquidas (vazões) das seções.

### 2.1 Área de estudo

A pesquisa foi realizada na bacia do Ji-Paraná (Figura 1), localizada no leste do estado de Rondônia. Este rio ao longo do seu curso recebe contribuições de outros cinco tributários principais: Urupá, Rolim de Moura, Jarú, Machadinho e Preto (KRUSCHE et al., 2005). A temperatura média de região é de 25 °C, e segundo a classificação de Köppen, no estado o clima predominante é do tipo Aw-clima tropical chuvoso com período seco bem definido, a média anual da precipitação pluviométrica varia entre 1.400 a 2.600 mm/ano, e nos meses de julho a agosto de 20 mm (SEDAM, 2010).

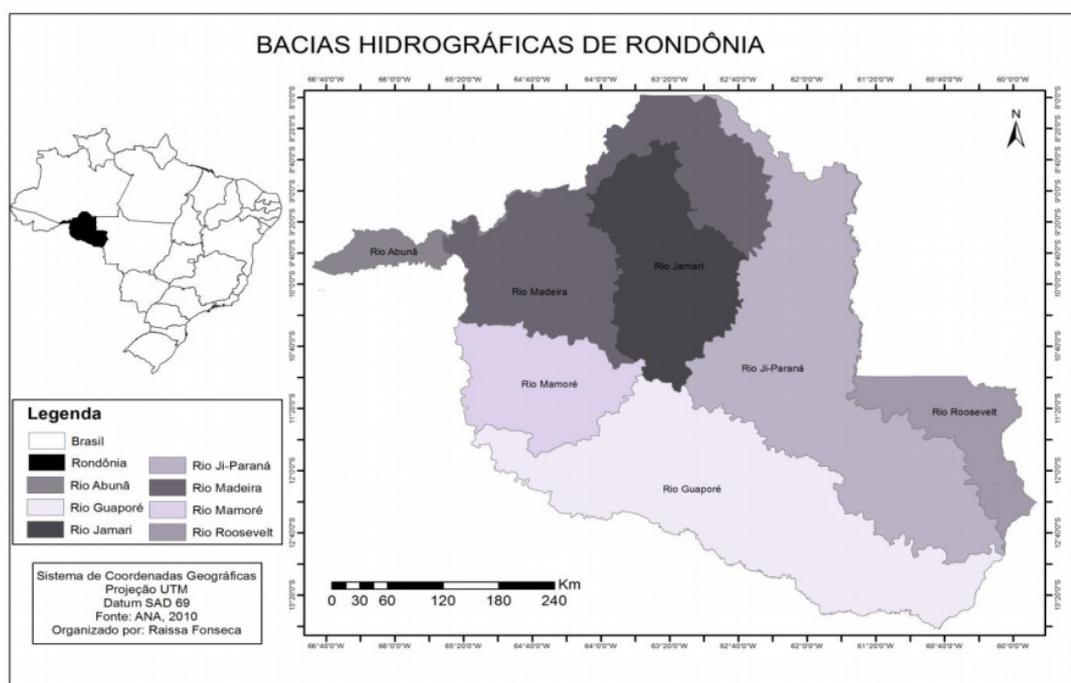


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo na cidade de Ji-Paraná (Rondônia).

Fonte: Ferreira (2013).

## 2.2 Localização das seções topobatimétricas

Após uma análise prévia das características da área em questão, foram realizadas três seções topobatimétricas no rio Ji-Paraná (Rondônia) como pode ser observado na Figura 2.

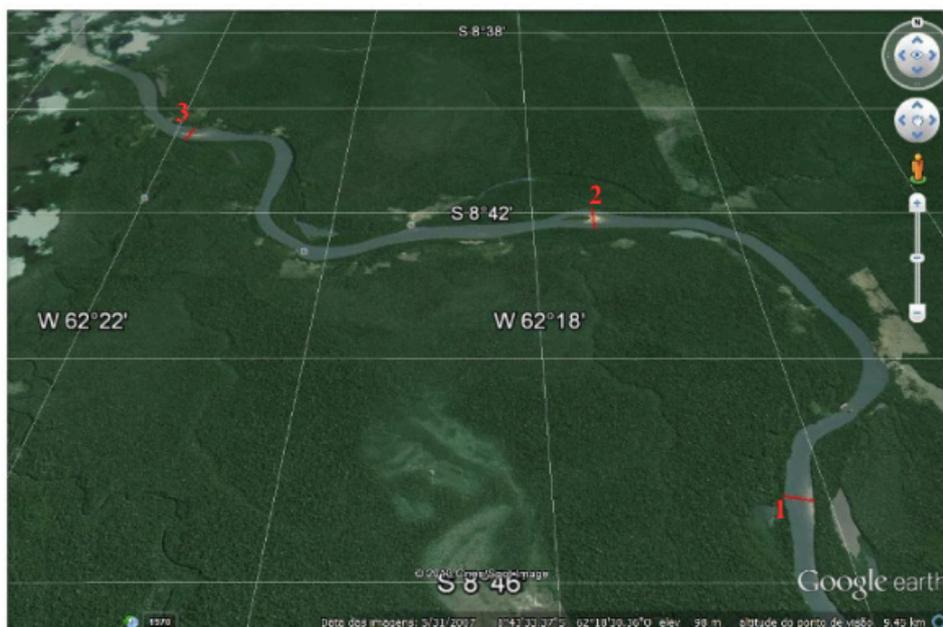


Figura 2: Localização das três seções topobatimétricas.

Fonte: Google Earth (2018).

A localização de cada seção topobatimétrica foi obtida a partir de um GPS de mão da marca Garmin® modelo Etrex. A seguir são detalhadas as coordenadas dos pontos iniciais (Pi) e finais (Pf) de medição de cada seção (Tabela 1).

Seções	Coordenada do Pi (Margem Esquerda)	Coordenada do Pf (Margem Direita)
1	580074.00 m E / 9032119.00 m S	580457.93 m E / 9032101.33 m S
2	578133.00 m E / 9037808.00 m S	578125.00 m E / 9038384.00 m S
3	569929.00 m E / 9040773.00 m S	570002.00 m E / 9041172.00 m S

Tabela 1: Coordenadas UTM no datum WGS84 (zona 20) da Seções 1 a 3.

## 2.3 Determinação da descarga líquida (vazão)

A vazão também pode ser expressa em função da velocidade do escoamento através da área da seção, o que é conhecido como Equação da Continuidade, e pode ser representada pela Equação 1.

$$Q = v.A$$

(Equação1)

Em que:

Q: Vazão [ $\text{m}^3/\text{s}$ ];

V: Velocidade do fluxo [ $\text{m}/\text{s}$ ];

A = Área da seção [ $\text{m}^2$ ].

A Equação 1 é mais amplamente utilizada na hidrometria considerando que os métodos de medição direta de vazão correspondem à medida de velocidade de fluxo associada à área de uma seção.

Antes de citar a metodologia para medição de vazão por molinete, cabe destacar a definição de algumas grandezas que são importantes para entendimento dos cálculos.

A área molhada é definida como a área da seção transversal ocupada pela água (Figura 3).

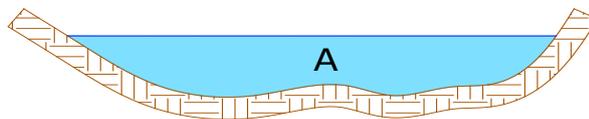


Figura 3: Área molhada.

A largura superficial (L) pode ser definida como o comprimento da linha horizontal de contorno da área molhada - interface água-ar (Figura 4).

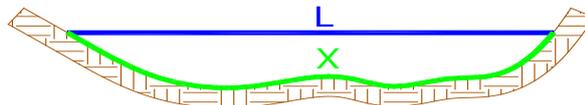


Figura 4: Perímetro molhado e largura superficial.

O ponto inicial ( $P_i$ ) é o ponto localizado na margem do curso d'água, tomado como origem das distâncias horizontais da seção, geralmente materializado com um marco de concreto ou estaca. Já o ponto final ( $P_f$ ) é o ponto localizado na margem oposta à do  $P_i$ , utilizado para o alinhamento da seção hidrométrica.

A vertical é considerada a linha imaginária, localizada na seção hidrométrica, e perpendicular à superfície livre, ao longo da qual são efetuadas as medidas de velocidade. A distância entre duas verticais (l) é a distância horizontal entre duas verticais consecutivas [m].

Já a profundidade da vertical (p) é a distância vertical entre a linha d'água e o leito do rio, tomada exatamente abaixo de uma vertical [m]. E a área entre duas verticais (a) é a extensão molhada delimitada por duas verticais consecutivas.

A Figura 5 ilustra alguns dos parâmetros citados anteriormente.

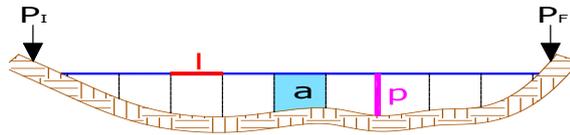


Figura 5: Ponto inicial e final, distância entre verticais, área entre verticais e profundidade da vertical.

## 2.4 Medição de vazão por molinete

Os molinetes são medidores da velocidade do escoamento no tubo de corrente onde estiverem inseridos. A Figura 6 ilustra os principais componentes deste equipamento.

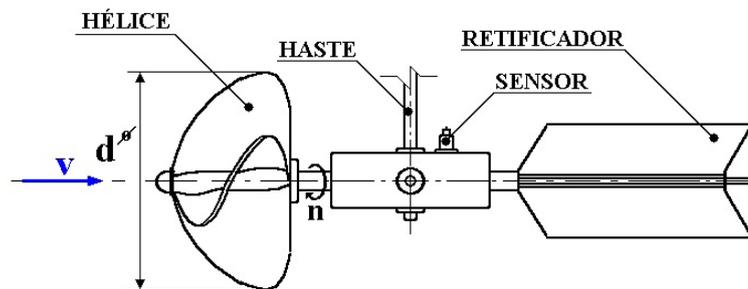


Figura 6: Principais componentes de um molinete hidrométrico de eixo horizontal

Fonte: SOUZA et al. (2005).

O princípio de funcionamento dos molinetes é relativamente simples. As hélices, ao girar, emitem impulsos elétricos, que são transformados em sinais sonoros ou registrados por contadores digitais. Cada sinal corresponde a uma rotação completa da hélice. As rotações são registradas ou contadas durante um período pré-definido (por exemplo, 40 segundos). Dividindo-se o número total de rotações pelo tempo, tem-se o valor em rotações por segundo (RPS).

Cada molinete, ao ser adquirido, é acompanhado de uma curva de calibragem e uma equação própria (Equação 2).

$$v = a \cdot n + b \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

v: velocidade [m/s];

n: número de rotações por segundo [RPS];

a e b: constantes do molinete.

Com isso, de posse do valor de n, obtém-se a velocidade no ponto considerado.

O perfil de velocidade em um rio não é uniforme, apresentando geralmente velocidade maior no centro do que nas margens. Da mesma forma, a velocidade é geralmente menor no fundo do rio do que na superfície. Então utilizar apenas uma medição de velocidade pode resultar em uma estimativa errada da velocidade média.

Portanto, para obter uma boa estimativa da velocidade média, mede-se a mesma em diversas seções verticais, e em vários pontos ao longo destas seções verticais. A Figura 7 representa uma seção de medição de largura “L” com as verticais indicadas e os pontos de medição.

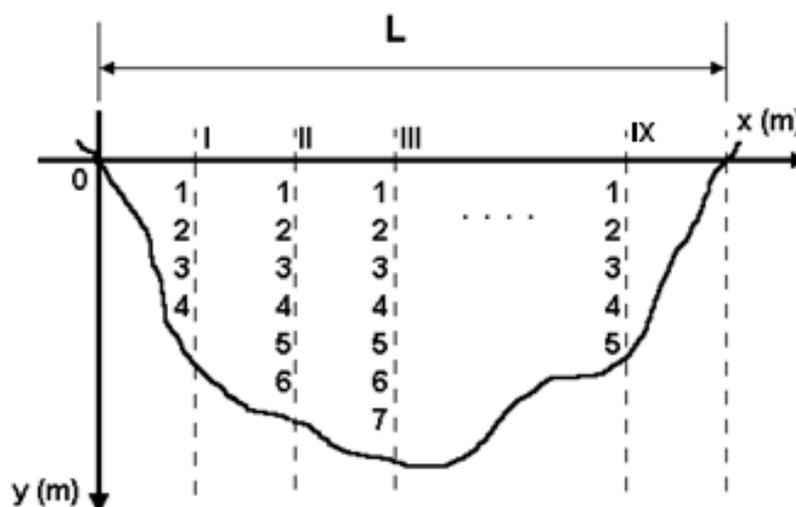


Figura 7: Exemplo de verticais e pontos de medição

Fonte: (SOUZA et al., 2005).

O processo de medição com o molinete hidrométrico inicia-se com o alinhamento exato da seção e a fixação da corda (ou cabo) graduada entre as margens. Desse modo, conhecida a largura do rio, estipula-se a distância entre cada vertical. A Tabela 2, adaptada de Santos *et al.* (2001), apresenta o número de pontos de medição em uma vertical de acordo com a profundidade do rio e a Tabela 3 apresenta o número de seções verticais recomendado conforme a largura do rio.

Profundidade (m)	Nº de pontos	Posição dos pontos
0,15 a 0,60	1	0,6p
0,60 a 1,20	2	0,2p e 0,8p
1,20 a 2,00	3	0,2p, 0,6p e 0,8p
2,00 a 4,00	4	0,2p, 0,4p, 0,6p e 0,8p
> 4,00	6	S, 0,2p, 0,4p, 0,6p, 0,8p e P

Tabela 2: Número e posição de medição na vertical recomendados de acordo com a profundidade do rio.

Fonte: Santos *et al.* (2001).

Largura do rio (m)	Distância das verticais (m)
< 3	0,3
3 a 6	0,5
6 a 15	1,0
15 a 30	2,0
30 a 50	3,0
50 a 80	4,0
80 a 150	6,0
150 a 250	8,0
> 250	12,0

Tabela 3: Distância recomendada entre verticais, de acordo com a largura do rio.

Fonte: Santos *et al.* (2001).

A Tabela 2 mostra que são recomendadas muitas medições na vertical, porém, frequentemente, as medições são feitas com apenas dois pontos na vertical, mesmo em rios com profundidade maior que 1,20 m. O motivo é que para realizar todas as medidas, requer muito tempo o que pode viciar estas medidas, visto que pode haver alterações no regime hidrológico durante o tempo de medidas.

A medição de vazão está baseada na medição de velocidade em muitos pontos. A integração do produto da velocidade da corrente pela área abrangida por esta corrente é a vazão do rio. Para isso, calcula-se a velocidade média da corrente para cada seção vertical e considera-se esta velocidade média com abrangência na área do perfil e áreas próximas a esta seção vertical.

A área de uma subseção é dada pela Equação 3.

$$A_i = p_i \left( \frac{(d_i + d_{i+1})}{2} - \frac{(d_{i-1} + d_i)}{2} \right) = p_i \left( \frac{d_{i+1} - d_{i-1}}{2} \right) \quad (\text{Equação 3})$$

Em que:

$A_i$ : área de uma subseção;

$i$ : vertical que está sendo considerada;

$d_i$ : profundidade no ponto  $i$ ;

$d$ : distância da vertical até a margem.

Desse modo, a vazão é obtida da integração do produto da velocidade pela área de uma subseção (Equação 4).

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i \cdot A_i \quad (\text{Equação 4})$$

### 3 | RESULTADOS

#### 3.1 Descarga líquida – Seção 1

Na Figura 8 pode-se observar o perfil batimétrico da seção transversal do ponto 1 onde foram encontradas as maiores profundidades na margem direita e menores na margem esquerda justificados pela presença de bancos de areia nessa respectiva margem.

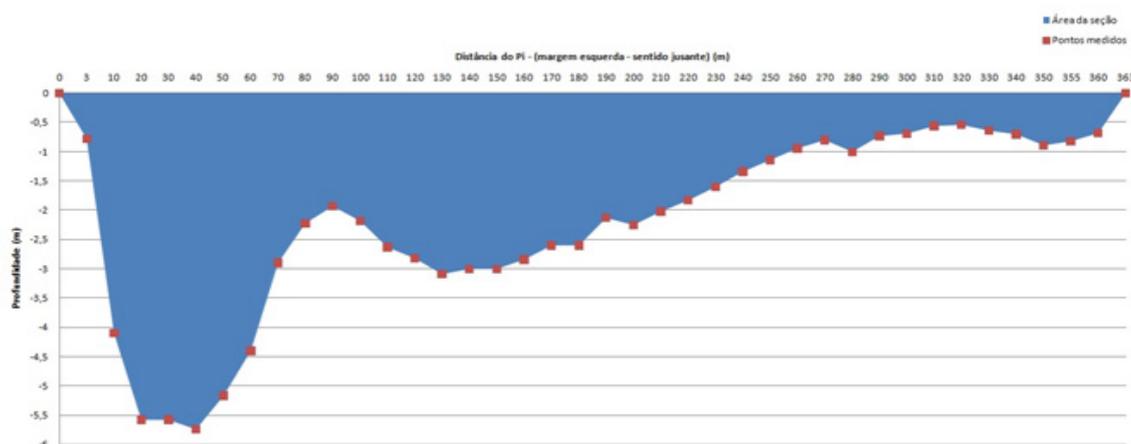


Figura 8: Perfil topobatimétrico da seção número 1.

A Tabela 4 apresenta os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total.

Parâmetros	Valores	Unidade
Profundidade média da seção	2,22	m
Largura da seção	363	m
Velocidade média	0,78	m/s
Área da seção	824,15	m <sup>2</sup>
Descarga líquida	645,11	m <sup>3</sup> /s

Tabela 4: Parâmetros da Seção 1.

A profundidade média da seção foi de 2,22 m, com uma largura de 363 m, área de seção com 824,15 m<sup>2</sup> e uma descarga líquida de 645 m<sup>3</sup>/s.

#### 3.2 Descarga líquida – Seção 2

Na Figura 9 está representado o perfil topobatimétrico da seção 2 onde foi possível encontrar um banco de areia que foi utilizado neste estudo para dividir esta seção em duas partes, e realizou-se medições em ambos os lados. A partir dos valores mensurados, referentes as áreas e velocidades, foi possível determinar descarga líquida desta seção.

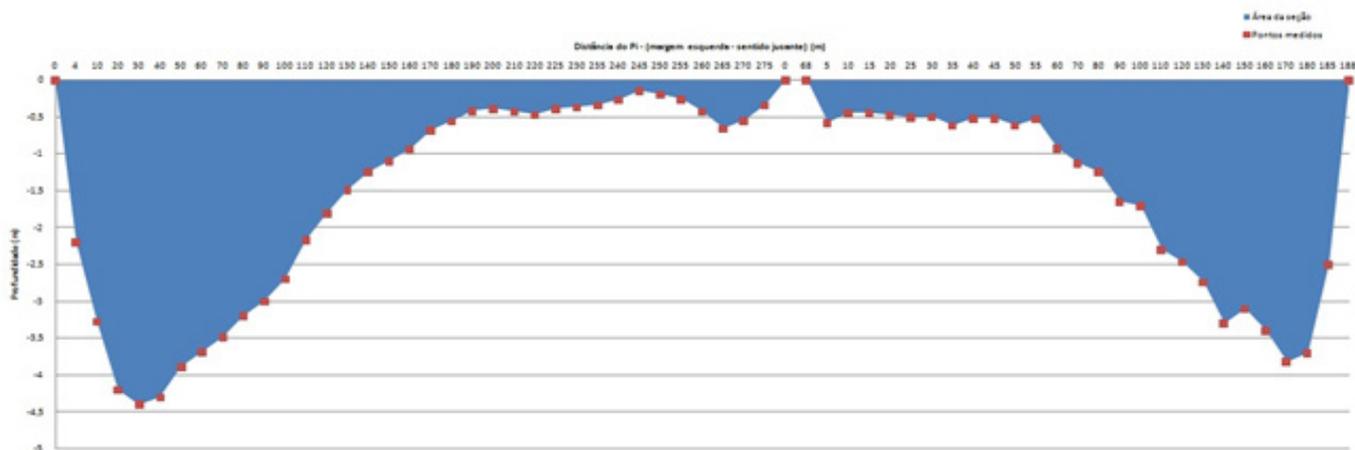


Figura 9: Perfil topobatimétrico da seção número 2.

Os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total são apresentados na Tabela 5.

	1º trecho	2º trecho	Total	Unidade
<b>Profundidade média da seção</b>	1,54	1,59	1,57	m
<b>Largura da seção</b>	275	185	460	m
<b>Velocidade média</b>	0,7478	0,8084	0,7781	m/s
<b>Área da seção</b>	500,82	340,88	841,69	m <sup>2</sup>
<b>Descarga líquida</b>	374,5077	275,5507	650,0584	m <sup>3</sup> /s

Tabela 5: Parâmetros da Seção 2.

O primeiro trecho dessa seção apresenta maiores valores de largura, área e descarga líquida correspondente a 275 m, 500,82 m<sup>2</sup> e 374,5 m<sup>3</sup>/s respectivamente, enquanto para o trecho 2 foi encontrado maiores valores de profundidade com 1,59 m e velocidade com 0,81 m/s, resultando assim, em uma média de profundidade com 1,57 m, velocidade com 0,78 m/s e um total de largura com 460 m, com uma área de 841,69 m<sup>2</sup> e uma descarga líquida de 650,06 m<sup>3</sup>/s.

### 3.3 Descarga líquida – Seção 3

Na Figura 10 é apresentado o perfil da seção transversal número 3 conforme as características hidrodinâmicas do rio.

Pode-se analisar a partir desta figura que há uma redução de profundidade no leito do rio pelo acúmulo de sedimento na margem esquerda, que pode ser justificado pela dinâmica fluvial característica do rio, que devido a sua morfologia apresenta maiores velocidades na margem direita e menores na esquerda, resultando assim em acumulações de bancos de areia.

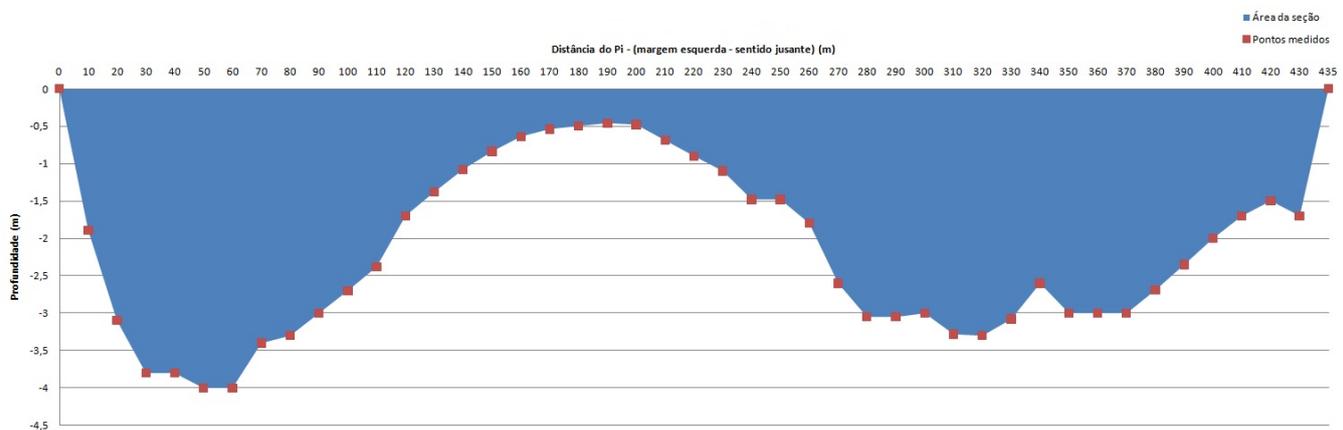


Figura 10: Perfil da seção topobatimétrica da seção número 3.

Os valores de profundidade e velocidade média da seção, bem como a área e descarga líquida total são apresentados na Tabela 6.

Parâmetros	Valores	Unidade
Profundidade média da seção	2,22	m
Largura da seção	435	m
Velocidade média	0,71	m/s
Área da seção	949,15	m <sup>2</sup>
Descarga líquida	675,25	m <sup>3</sup> /s

Tabela 6: Parâmetros da Seção 3.

A profundidade média da seção 3 foi de 2,22 m coincidindo com mesmos valores da seção 1. A largura desta seção foi de 435 m, com uma velocidade média de 0,71 m/s, e entre todas as seções esta apresentou a maior área e descarga líquida a jusante com 949,15 m<sup>2</sup> e 675,25 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

Segundo Rocha (2014) ao analisar a hidrossedimentologia da bacia do Rio Ji-Paraná nos anos de 1992 a 2012 utilizando estações de monitoramento da ANA pôde encontrar para o posto da estação do Tabajara uma vazão média de 645,20 m<sup>3</sup>/s, assim como estatisticamente os dados demonstraram assimetria positiva o que indicou que grande parte da vazão se encontra entre 400 e 800 m<sup>3</sup>/s, coincidindo assim com os valores encontrados neste estudo.

O recurso hídrico por apresentar características dinâmicas na bacia hidrográfica, conseqüentemente sofrem com atividades desenvolvidas em sua área de drenagem resultando assim em problemas com a qualidade e quantidade de água disponível (PISSARA et al., 2008). Desta forma, ainda conforme Rocha (2014) o mesmo constatou também para esta a estação do Tabajara que devido a sua magnitude em relação a vazão, esperavam-se maiores concentrações de sedimentos, mas não foi encontrado variações significativas o que foi justificado devido a área ser de maior grau de preservação.

## 4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os levantamentos topobatimétricos forneceram informações condizentes com as características do curso d'água sendo encontradas menores vazões a montante com 645,11 m<sup>3</sup>/s na seção 1 e 650,06 m<sup>3</sup>/s na seção 2 e maiores vazões a jusante na seção 3 com 675,25 m<sup>3</sup>/s. As informações fornecidas nesse estudo poderão ser utilizadas para comparações de mapas batimétricos em diferentes épocas, podendo assim acompanhar, avaliar e quantificar o depósito de sedimento nos cursos d'água.

Por fim, por meio deste trabalho foi possível verificar a importância do monitoramento e gerenciamento de cursos d'água, para que se possa estabelecer um banco de dados que servirá de subsídio para planejamento das atividades na bacia assim como, na identificação de possíveis impactos ambientais e as influências que o mesmo pode estar sofrendo.

## FONTE FINANCIADORA

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, R. R. et al. Monitoramento da vazão em rios da região sul do Amazonas. **Revista EDUCamazônia**, v.12, n. 1, 2014.

FERREIRA, R. F. **Avaliação da qualidade da água utilizada por produtores de polpa de fruta na região central de Rondônia**. 2013. 89 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Rondônia, Ji-paraná, 2013.

GOOGLE EARTH, 2018. **Localização das três seções topobatimétricas**. Disponível em: <[https://earth.google.com/web/@-8.9516907,-61.98963504,84.39813514a,3644.35190041d,35y,0.00000001h,44.98724381t,0r/data=Ck0aSxJDCiUweDkyMzUxZDQ0MjkwNjc0ODk6MHhiZTE0ZmRkYzQ5ZDI3YWwGVVYyBF-H4CHAlam9iLZjB0\\_AKghUYWJhamFyYRgBIAEoAg](https://earth.google.com/web/@-8.9516907,-61.98963504,84.39813514a,3644.35190041d,35y,0.00000001h,44.98724381t,0r/data=Ck0aSxJDCiUweDkyMzUxZDQ0MjkwNjc0ODk6MHhiZTE0ZmRkYzQ5ZDI3YWwGVVYyBF-H4CHAlam9iLZjB0_AKghUYWJhamFyYRgBIAEoAg)>. Acesso em: 25 de Jun. 2018.

KRUSCHE, A. V. et al. Efeitos das mudanças do uso da terra na biogeoquímica dos corpos d'água da bacia do rio Ji-Paraná, Rondônia. **Acta Amazônica**, n. 2, v. 35, 2005, p. 197- 205.

MALDONADO, L. H.; WENDLAND, E. C.; PORTO, R. M. Avaliação de métodos de baixo custo para medição de vazão em córregos. **Revista Ambiente e Água**, v. 10, n. 2, 2015.

MAUAD, F. F. (Coord.). **Programa de formação e treinamento: técnicas hidrométricas. Módulo 2: fluviometria. Desenvolvimento de material didático ou instrucional - Apostila de curso**, 2008.

PISSARRA, T. C. Análise das condições hidrológicas em bacias hidrográficas com diferentes uso e ocupação do solo. **Irriga**, v. 13, n. 4, p. 552- 565, 2008.

ROCHA, F. F. **Influência da mata ciliar no transporte de sedimentos na bacia do Rio Ji-Paraná**.

2014. 60 F. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Rondônia, Ji-Paraná, 2014.

SANTOS, *et al.* **Hidrometria aplicada**. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento, 2001.

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AMBIENTAL. **Boletim climatológico de Rondônia- Ano 2010**. Porto Velho: COGEO/SEDAM, 2010. v. 12, p 89.

SOUZA, Z. *et. al.* **Hidrometria básica**. Itajubá: UNIFEI/ANA, 2005.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. M. C. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a “visão mundial da água. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 5, n. 3, 2000.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306