

**Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)**



EDUCAÇÃO, MEIO AMBIENTE E TERRITÓRIO 3

Atena
Editora
Ano 2019

Felipe Santana Machado
Aloysio Souza de Moura
(Organizadores)

Educação, Meio Ambiente e Território 3

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 Karine de Lima

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)

E24	Educação, meio ambiente e território 3 [recurso eletrônico] / Organizadores Felipe Santana Machado, Aloysio Souza de Moura. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Educação, Meio Ambiente e Território; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-144-2 DOI 10.22533/at.ed.442192102 1. Divisões territoriais e administrativas 2. Educação ambiental. 3. Meio ambiente – Preservação. 4. Geologia. I. Machado, Felipe Santana. II. Moura, Aloysio Souza de. CDD 320.60981
-----	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

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

APRESENTAÇÃO

Território é um dos termos mais utilizados pela Geografia, pois está intimamente relacionado aos sistemas de formação e transformação do espaço geográfico. Esta definição pode variar segundo a corrente de pensamento, e ou da abordagem que se realiza, mas a concepção mais comumente acolhida, o relaciona ao espaço delimitado a partir de uma associação de poder, seja político, religioso entre outros.

Na atualidade, o termo território é contemplado, nas mais diversas pesquisas e abordagens, como um espaço demarcado pelo uso de fronteiras – desnecessariamente visíveis – e que se fixa a partir de uma expressão e imposição de poder, contudo, desigualmente das concepções anteriores, o território pode se mostrar em múltiplas escalas, não possuindo necessariamente uma natureza política, mais também climáticas, vegetacionais e edáficas. A obra “Educação, Meio ambiente e Território” apresenta uma série de livros de publicação da Atena Editora. Em seu terceiro volume, com 27 capítulos, enfatizamos estudos sobre território, com destaque aos estudos de solos e geotécnicos, a influência de estudos erosivos para manutenção de aspectos geológicos e geográficos, e uma série de estudos de viabilidade hídrica, tanto superficiais quanto subterrâneos.

Acreditamos ser extremamente oportuno apresentar um primeiro capítulo que aborde uma temática tão atual (Jan 2019), uma vez que o Brasil tem sofrido com inúmeros desastres ambientais por parte de mineradoras localizadas no estado de Minas Gerais que não tem a destinação correta para seus rejeitos. O desastre de Mariana em novembro de 2015 e mais recentemente o desastre de Brumadinho são considerados os maiores desastres desta categoria do Brasil, pois além das perdas humanas, afetou inúmeras cidades ao longo das bacias hidrográficas do Rio Doce e Vale do São Francisco, os deixou sem água potável, dizimou grande parte da biodiversidade, e gerou um grande impacto nos estados nos quais perpassaram com influências visíveis inclusive no oceano Atlântico.

E por fim, finalizamos esse volume apresentando informações sobre danos físicos ao ambiente, mitigação de impactos ambientais, bem como técnicas de sensoriamento remoto e análises multitemporais sobre áreas de cultivo e florestais. Dessa forma, conseguimos elencar uma grande gama de aspectos relacionados ao território que não foram antes mencionadas em trabalhos científicos de forma a construir uma base de exemplos/metodologias que podem ser seguidos(as) e utilizadas como base para tomada de decisão dentro das diferentes esferas governamentais e científicas.

Esperamos que esta obra possa contribuir com o conhecimento sobre o território e com artífices ambientais para a sua preservação. Mesmo cientes da existência dos problemas mencionados nos diferentes capítulos, as informações normalmente são veiculadas de formas mais populares em detrimento de informações científicas. Isso interfere na opinião pública que ignora ou esquece problemas tão graves e que terão consequências ao longo de dezenas ou até centenas de anos. Acredita-se que

a informação presente nesse volume três possa estimular boas práticas que poderão ser disseminadas para evitar maiores problemas de ordem territorial e ecológica.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
VILA DE ITAPINA E OS LAÇOS COMO RIO DOCE: REGISTROS DE MEMÓRIA APÓS O ROMPIMENTO DA BARRAGEM DE REJEITOS DE FUNDÃO (SAMARCO/VALE/BHP)	
Bianca Pavan Piccoli Maria Cristina Dadalto Patrícia Pavesi Sônia Missagia Matos Leonardo Nunes Aranha Douglas dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4421921021	
CAPÍTULO 2	18
ASPECTOS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS PARA IMPLANTAÇÃO DA BARRAGEM ITAÍBA NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Hosana Emilia Abrantes Sarmiento Leite Rafaella Teixeira Miranda Maiara de Araújo Porto Túlio Martins de Lima Natália Milhomem Balieiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921022	
CAPÍTULO 3	35
ANÁLISE DO SOLO LOCALIZADO NA REPRESA DO RIO TAPAJOS NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA	
Derek Leão Monteiro Eliana Costa Seabra Jamilly Rocha de Araújo Wesley Leão Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.4421921023	
CAPÍTULO 4	41
ESTIMATIVA DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO SERRA GERAL EM BOA VISTA DAS MISSÕES - RS	
Willian Fernando de Borba Gabriel D'Ávila Fernandes José Luiz Silvério da Silva Bruno Acosta Flores Mirta Teresinha Petry Lueni Gonçalves Terra	
DOI 10.22533/at.ed.4421921024	
CAPÍTULO 5	49
LEVANTAMENTO DE SOLOS DO JARDIM BOTÂNICO DE PORTO ALEGRE	
Edsleine Ribeiro Silva Luis Fernando da Silva Paulo César do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.4421921025	

CAPÍTULO 6 57

SUBSÍDIOS GEOLÓGICOS PARA O PLANEJAMENTO URBANO E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE IGREJINHA/RS

Saulo Borsatto
Norberto Dani
Rafael da Rocha Ribeiro
Nelson A. Lisboa

DOI 10.22533/at.ed.4421921026

CAPÍTULO 7 71

USO DO XRF EM AMOSTRAS DE SOLO DA COMUNIDADE ILHA DIANA – SANTOS, SP

Larissa Felicidade Werkhauser Demarco
Alexandre Muselli Barbosa
Marcos Jorgino Blanco
Amanda Figueredo Fonseca
Leonardo Silveira Takase
Luiza de Araújo João Sobrinho
Felipe Ian Strapasson Saldias

DOI 10.22533/at.ed.4421921027

CAPÍTULO 8 79

VERIFICAÇÃO DA ADESÃO EM SOLO GRAMPEADO OBTIDA ATRAVÉS DE ENSAIOS DE ARRANCAMENTO COMPARADOS COM MÉTODOS EMPÍRICOS

Rodrigo Rogério Cerqueira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.4421921028

CAPÍTULO 9 91

PROCESSOS EROSIVOS HÍDRICOS LINEARES DOS TIPOS RAVINA E BOÇOROCA

Gerson Salviano de Almeida Filho
Geraldo Figueiredo de Carvalho Gama Júnior

DOI 10.22533/at.ed.4421921029

CAPÍTULO 10 100

COMPARED BACKGROUND AND REFERENCE VALUES IN SOURCES OF CADMIUM-ENRICHED SOILS FROM BRAZIL

Fernando Machado de Mello
Essaid Bilal
Gustavo Neves
Maria Eduarda Loureiro dos Reis Teodoro
Thiago Peixoto de Araujo

DOI 10.22533/at.ed.44219210210

CAPÍTULO 11 113

CORRELAÇÕES DE RESISTÊNCIA PARA ALGUMAS ROCHAS METAMÓRFICAS DO ESTADO DE MINAS GÉRIAS, SUDESTE DO BRASIL

Klinger Senra Rezende
Daniel Silva Jaques
Eduardo Antônio Gomes Marques

DOI 10.22533/at.ed.44219210211

CAPÍTULO 12 123

CARACTERIZAÇÃO DAS FRAÇÕES DE FÓSFORO NO SEDIMENTO SUPERFICIAL DOS RIOS ARACAÍ, CARAMBEÍ E GUAÇU NA CIDADE DE SÃO ROQUE/SP

Sâmia Rafaela Maracaípe Lima
Mainara Generoso Faustino
Eddy Bruno dos Santos
Tatiane Bernardino Seixas Carvalho da Silva
Maria Aparecida Faustino Pires
Marycel Elena Barboza Cotrim

DOI 10.22533/at.ed.44219210212

CAPÍTULO 13 137

ANÁLISE DAS RELAÇÕES IÔNICAS COMO PARTE DA ANÁLISE HIDROQUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS À OESTE DO RIO GUANDU - BAIXADA FLUMINENSE - RJ

Isabela Martins Itabaiana
Décio Tubbs Filho
Patrick Aloe Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.44219210213

CAPÍTULO 14 147

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS ÁGUAS E DOS SEDIMENTOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AURÁ (RMB) ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2018

Gilmar Wanzeller Siqueira
Fabio Marques Aprile
Arthur Araújo Ribeiro
Alda Lucia da Costa Camelo
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.44219210214

CAPÍTULO 15 164

AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE INTRÍNSECA A CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO EM SALVADOR DO SUL – RS

Jauana Marilise do Nascimento Riegel
Gabriel D'Ávila Fernandes
Pedro Daniel da Cunha Kemerich
José Luiz Silvério da Silva

DOI 10.22533/at.ed.44219210215

CAPÍTULO 16 171

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS INDICADORES DA QUALIDADE DAS ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS DE CONSUMO POTÁVEL NA CIDADE DE BELÉM-PA

Milene Pereira Mendes
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

DOI 10.22533/at.ed.44219210216

CAPÍTULO 17 180

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori
Sara Regina Sperotto
Taison Anderson Bortolin

DOI 10.22533/at.ed.44219210217

CAPÍTULO 18 187

EROSÃO HÍDRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE, SÃO PAULO, BRASIL

Gerson Salviano de Almeida Filho
Zeno Hellmeister Júnior

DOI 10.22533/at.ed.44219210218

CAPÍTULO 19 198

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL SOBRE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI ANTAS

Tuane de Oliveira Dutra
Pedro Antonio Roehe Reginato
Vinícius Menezes Borges
Marcos Imério Leão
Gustavo Barbosa Athayde

DOI 10.22533/at.ed.44219210219

CAPÍTULO 20 208

COMPARISON OF TWO TECHNOLOGIES APPLIED IN A MUNICIPAL WASTEWATER TREATMENT PLANT: PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL PARAMETERS AND CYTOGENOTOXICITY EVALUATION

Thaís Dalzochio
Fernando Hamerski
Nicole Giovanna Gross
Günther Gehlen

DOI 10.22533/at.ed.44219210220

CAPÍTULO 21 216

DANOS AO MEIO FÍSICO NA URBANIZAÇÃO DE SANTARÉM-PA: ESTUDO DE CASO NO BAIRRO SANTARENZINHO

Eduardo Francisco da Silva
Arthur Iven Tavares Fonseca
Anderson Conceição Mendes
Fábio Góis da Mota

DOI 10.22533/at.ed.44219210221

CAPÍTULO 22 225

PREVISÃO E MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS A ATIVIDADES DE CORTE E ATERRO

Christiane Ribeiro Müller
Flávia Cauduro

DOI 10.22533/at.ed.44219210222

CAPÍTULO 23 231

ESTUDOS GEOTÉCNICOS COMO SUBSÍDIO PARA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO E PROPOSIÇÃO DE TRILHAS INTERPRETATIVAS DO JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrick Aloe Teixeira
José Miguel Peters Garcia
Isabela Martins Itabaiana

DOI 10.22533/at.ed.44219210223

CAPÍTULO 24 242

TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO UTILIZADAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS COM LAVOURAS, ANÁLISE PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS

Bruno Zucuni Prina

Patrícia Ziani

Romario Trentin

DOI 10.22533/at.ed.44219210224

CAPÍTULO 25 252

ANÁLISE MULTITEMPORAL DO DESMATAMENTO POR NDVI DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ NOS ANOS DE 2007 E 2017

Juliana Fonseca Cardoso

Isabela Loiane Carvalho Teixeira

José Cicero Pereira Júnior

Taissa Nery Ferreira

Denison Lima Correa

DOI 10.22533/at.ed.44219210225

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 259

DETERMINAÇÃO DA CURVA CHAVE PARA UM TRECHO DO RIO DA PRATA-RS

Franciele Priori

Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul - RS

Sara Regina Sperotto

Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul - RS

Taison Anderson Bortolin

Universidade de Caxias do Sul
Caxias do Sul – RS

RESUMO: A determinação da curva chave de uma bacia hidrográfica é um importante instrumento para o gerenciamento dos recursos hídricos. Ela representa a relação cota x vazão de uma seção transversal, onde a partir de uma determinada altura de lâmina d'água é possível calcular a vazão correspondente. É uma medida indireta de vazão, o que oferece tempo e custos reduzidos com equipamentos e profissionais. O presente trabalho apresenta a obtenção da curva chave de um trecho do Rio da Prata, localizado no município de Nova Prata - RS. Para a elaboração da curva chave foi utilizado os dados de séries históricas referente ao posto fluviométrico 86420000 – Ponte do Prata. Os resultados obtidos são confiantes ($R^2 = 0,98$), sendo a curva chave satisfatória.

PALAVRAS-CHAVE: Estudos Hidrológicos. Vazões. Curva Chave.

ABSTRACT: The determination of the key curve of a river basin is an important instrument for the management of water resources. It represents the ratio x ratio of a cross section, where from a given height of water depth it is possible to calculate the corresponding flow rate. It is an indirect measure of flow, which offers reduced time and costs with equipment and professionals. The present work presents the key curve obtained from a stretch of Rio de la Plata, located in the municipality of Nova Prata - RS. For the elaboration of the key curve was used the data of historical series referring to the fluviometric station 86420000 - Ponte do Prata. The results obtained are confident ($R^2 = 0.98$), and the key curve is satisfactory.

KEYWORDS: Hydrologic Studies. Flows. Rating Curve.

1 | INTRODUÇÃO

O ciclo hidrológico é um processo dinâmico, governado por processos aleatórios, como a precipitação. Para caracterizar o comportamento hidrológico de um curso d'água ou de uma bacia não basta dispor de uma medição de vazão, mas sim de uma série de medições (COLLISCHONN; TASSI, 2011). A caracterização e monitoramento dos corpos

hídricos é fundamental para conhecer o comportamento das variáveis hidrológicas. Segundo Adami et al. (2013), os recursos hídricos, situados em pequenas bacias, precisam ser geridos criteriosamente no intuito de resolver os diversos conflitos gerados pelo crescimento demográfico e ocupação solo.

Os dados de vazão são indispensáveis para o planejamento dos recursos hídricos, previsão de cheias, gerenciamento de bacias hidrográficas, saneamento básico, abastecimento público e industrial, navegação, irrigação, transporte, meio ambiente e muitos outros estudos de grande importância científica e socioeconômica (IBIAPINA, 2007).

Conforme Clarke (2002), a importância dos dados de vazão é para previsão de vazões futuras e para estimar a frequência de ocorrência de eventos futuros que possam dificultar o gerenciamento dos recursos hídricos. As baixas vazões podem prejudicar a produção de energia e sistemas de irrigação, enquanto as enchentes podem danificar infraestruturas. As técnicas hidrológicas utilizadas para a estimativa das frequências de eventos futuros se baseiam na suposição crítica de que a frequência de um evento no passado será a mesma no futuro. Por isso, é tão importante o monitoramento de vazões extremas assim como a aplicação de técnicas estatísticas apropriadas, a fim de detectar possíveis tendências nas séries de dados.

Com o uso de equipamentos como ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e molinetes é possível determinar a vazão de um rio de forma direta, porém é trabalhoso e de custo elevado. Logo, o registro dos níveis da água é uma opção para determinada seção transversal do rio onde pode-se determinar uma relação entre vazão e cota chamada de curva chave. Utilizando as variações de níveis, o monitoramento da vazão do rio torna-se muito mais simples, rápido e com um custo menor.

A medição da vazão de um curso d'água é um processo complexo que envolve equipamentos e técnicos especializados. Não sendo economicamente viável a realização de medições de vazões de forma contínua, de modo a permitir ao hidrólogo o conhecimento pleno do regime fluvial dos rios, estas medições são feitas de forma esporádica, procurando-se definir uma relação entre o nível d'água e a vazão, de tal forma que a partir da medida da cota linimétrica se obtenha a vazão correspondente. A relação entre estas variáveis, cota e vazão, é denominada curva chave (ELETROBRÁS, 2000).

Nesse sentido, este trabalho buscou determinar a curva chave para o Rio da Prata, junto ao posto pluviométrico 86420000, latitude -28.6775° e longitude -51.6081° - Ponte do Prata, localizado na bacia hidrográfica Taquari-Antas. O ajuste da curva chave foi realizado através da representação gráfica, de onde empiricamente se obtém pares de pontos. Esse processo de ajuste não é único, pois a relação entre as duas variáveis não é perfeitamente unívoca, ou seja, sofre modificações ao longo do tempo.

2 | METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A sub bacia hidrográfica onde está inserido o Rio da Prata, faz parte da região hidrográfica do Atlântico Sul. O ponto de estudo é sobre o posto fluviométrico do Prata, em Nova Prata, sendo que sua localização foi obtida através do site Hidroweb.

2.2 FLUVIOMETRIA

Os dados de vazão utilizados para compor a curva chave, referentes ao local de estudo, foram extraídos software Hidro 1.3. Para este estudo, foram utilizados dados de uma série histórica de 47 anos, referente ao período de 1959 até 2006, totalizando 174 medições de cotas e vazões.

Em posse dos dados de cotas e vazões, foi possível estabelecer a equação da curva chave, conforme Equação 1.

$$Q = a. (h - h_0)^b \quad (1)$$

Onde:

Q = vazão calculada (m³/s);

h = leitura de régua correspondente à vazão Q (cm);

h₀ = leitura de régua correspondente à vazão (cm);

a e b = parâmetros ajustados pelo critério de erros mínimos quadrados.

Este tipo de equação é preferida porque se assemelha ao tipo de relação entre nível de água e vazão encontrado em equações de escoamento em regime permanente e uniforme, como as fórmulas de Manning e Chezy (COLLISCHONN; TASSI, 2011).

Através do método dos mínimos quadrados, foram calculados os parâmetros b e a, de acordo com as Equações 2 e 3, respectivamente.

$$b = \frac{(N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i)) - [(\sum_{i=1}^N X_i) \cdot (\sum_{i=1}^N Y_i)]}{(N \sum_{i=1}^N X_i^2) - (\sum_{i=1}^N X_i)^2} \quad (2)$$

Onde:

$$X_i = \ln(h_i - h_0)$$

$$Y_i = \ln(Q_i)$$

$$\ln(a) = \bar{Y} - b\bar{X} \quad (3)$$

Onde:

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i)}{N}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i)}{N}$$

O valor de h_0 foi ajustado através da ferramenta Solver do Excel, visando encontrar um Coeficiente de Eficiência de Nash e Sutcliffe (Equação 4) próximo de 1.

$$CN = 1 - \left(\frac{\sum (Q_{observada} - Q_{calculada})^2}{\sum (Q_{observada} - Q_{média observada})^2} \right) \quad (4)$$

Segundo Collischonn (2011), não existe uma forma ideal de encontrar o valor de h_0 . Uma primeira aproximação pode ser obtida encontrando o ponto mais baixo da seção transversal, porque se a seção transversal estiver completamente seca, a vazão no rio obviamente será zero. Depois disso, o valor de h_0 pode ser alterado por pequenos incrementos e os valores de a e b são reajustados sucessivamente, até que se obtenha um mínimo no somatório de desvios ao quadrado, ou até que, numa análise visual do gráfico da curva chave e dos dados, a equação encontrada seja considerada satisfatória.

A curva chave de um rio pode sofrer alterações com o passar dos anos. A construção de ponte e aterros, também podem modificar a curva chave. Se faz necessário medições de vazão regulares, mesmo após a curva ser definida.

3 | RESULTADOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Através dos estudos realizados na sub bacia, verificou-se que a mesma possui uma área de drenagem de 316,83 Km² e está inserida na bacia do Rio Taquari-Antas. Possui um coeficiente de compacidade de Gravelius de 1,94 e uma relação circular de 0,27, demonstrando que a bacia apresenta menor tendência às enchentes. O formato da bacia é importante, pois influencia no tempo de transformação da chuva em escoamento.

A Figura 1 mostra a bacia hidrográfica compreendida pelo estudo, juntamente com a rede de drenagem e a localização do posto fluviométrico.

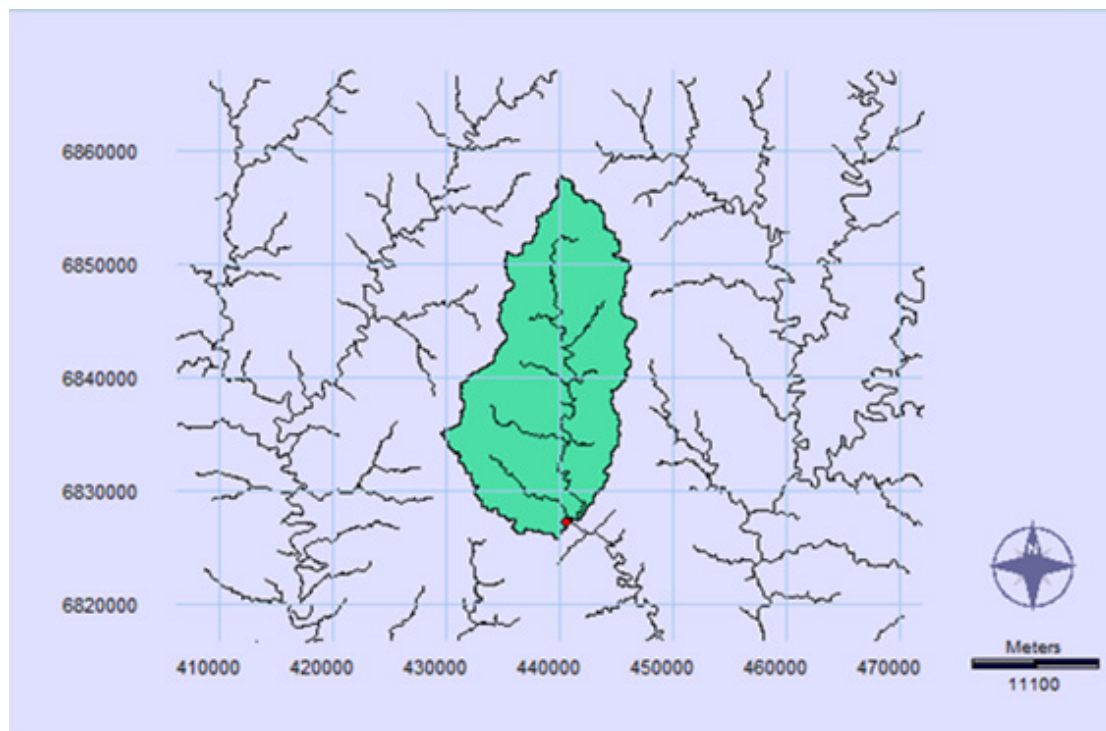


Figura 1 – Área de estudo

Fonte: Autores, 2017.

3.2 FLUVIOMETRIA

A fluviometria se destina as medições de vazões dos rios. Uma estação fluviométrica se localiza em uma seção do rio, composta por régua linimétrica e níveis de água. As características da seção transversal definida pela estação variam com o nível d'água na mesma.

Os resultados da curva chave são utilizados nos estudos de vazões extremas, máximas e mínimas. A série de vazões a ser utilizada pode ser diária, mensal ou anual conforme o objetivo do uso da curva.

Para o local em que está sendo realizado o estudo, foram encontrados os valores de para o parâmetro a, 1,69 para o parâmetro b, 62,09 cm para o h_0 e 0,986 para o Coeficiente de Eficiência de Nash e Sutcliffe. Com estes valores, foi possível determinar a equação da curva chave para a área de estudo, a qual é apresentada abaixo.

$$Q = 2,87 \times 10^{-2} (h - 62,095)^{1,69}$$

A Figura 2 mostra a curva chave gerada a partir de regressão polinomial, relacionando os valores de vazões medidas e calculadas e suas respectivas cotas.

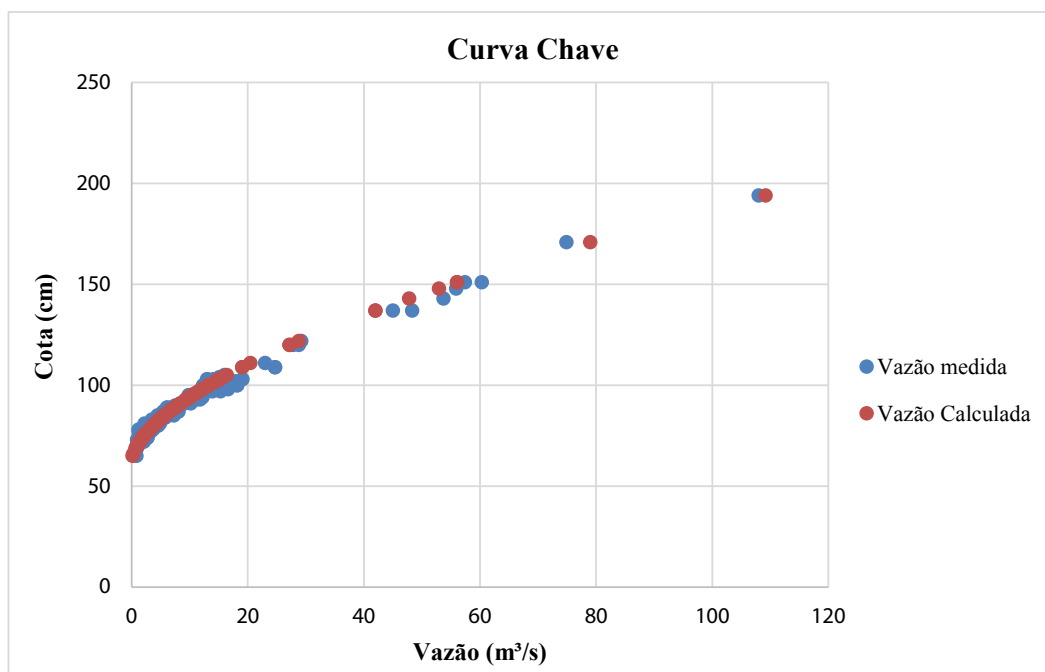


Figura 2 – Curva chave

Fonte: Autores, 2017.

A curva chave, representada pela Figura 2, apresentou um coeficiente de determinação, R^2 , de 0,98, o que indica que 98% das variações dos valores de vazão são esclarecidos pelo modelo adotado, ou seja, um valor elevado, logo pode-se verificar que não há variação significativa entre os valores medidos em campo e as vazões calculadas com o ajuste.

Conforme Filho (2003), a interpretação e análise das curvas chave devem considerar todas as informações disponíveis, pesquisando-se históricos e relatórios de inspeção, alterações da posição das réguas e das seções transversais, e possíveis mudanças das condições de escoamento nas proximidades das estações.

Mesmo com a definição da curva chave, deve-se considerar que o curso d'água pode sofrer alterações com o tempo, dependendo do material do leito, uma vez que a curva representa a relação entre a vazão e a cota considerando as características hidráulicas e geométricas da seção transversal do rio.

4 | CONCLUSÃO

Com base nos estudos hidrológicos realizados na sub-bacia do Taquari-Antas, referentes ao exutório considerado, é possível afirmar que:

- A série histórica possui um período considerável de dados para projeção da curva chave, o que resulta numa maior representatividade contemplando anos com precipitações acima ou abaixo da média histórica e precipitações normais.

- A equação ajustou-se melhor às cotas que variam de 50 cm a 150 cm;
- Não há variação significativa entre os valores medidos em campo e as vazões calculadas para cotas acima de 150 cm, logo a curva possui um bom ajuste;
- Há mais medições de vazão na faixa de cotas de vazões mais baixas, pois as vazões altas ocorrem apenas durante as cheias e, podem não coincidir com os dias programados para medição, além de poderem ser bastante rápidas;
- Mesmo após a definição da curva chave as medições de vazões devem ser regulares, pois a seção do rio pode se alterar com o tempo e, conseqüentemente modificar a curva;
- A curva chave é uma alternativa menos trabalhosa e mais viável ao se comparar com outros recursos de medições de vazões;
- A curva chave para o trecho do Rio da Prata em estudo, é descrita pela equação .

REFERÊNCIAS

ADAMI, Marcio Vicente Duarte et al. CURVA CHAVE – ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SEPULTURA, CAXIAS DO SUL – RS. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Bento Gonçalves. nov. 2013. Disponível em: <http://www.samaecaxias.com.br/Upload/Paginas/Pagina/b61604c5-b77e-4c5a-bc3b_997014032f5b.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas**. 2000. 458 p. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/15030/material/eletrobras_diretriz_projeto_PCH.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2017.

BRUSA L.C.; CLARKE R.T. **Erros envolvidos na estimativa da vazão máxima utilizando curva-chave**. Caso de estudo: bacia do rio Ibicuí-rs. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Vol. 4, nº 3, 1999.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R.. **Introduzindo hidrologia**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas Hidráulicas. UFRGS, 2011.

FILHO, D.P.; SANTOS, I. dos; FILL, H.D. **Sistema de Ajuste e Extrapolação de Curva de Descarga – Stevens**” in Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba – Paraná, 23 a 27 de novembro de 2003.

IBIAPINA, A.V. ; FERNANDES, D. CARVALHO, D.C.; OLIVEIRA, E.; SILVA , M.C.A.M.; GUIMARÃES, V.S. **Evolução da hidrometria no Brasil**. Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/texto/121-138.html>>. Acesso em: 10 de jan. de 2018.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Felipe Santana Machado

Felipe é professor de biologia, especialista em morfofisiologia animal e gestão ambiental, mestre em Ecologia Aplicada e doutor em Engenharia Florestal. Atualmente é professor efetivo de educação básica e tecnológica do Estado de Minas Gerais e apresenta vínculo funcional com o Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Além de lecionar, atua em estudos de conservação e manejo de animais silvestres, principalmente sobre a relação da vegetação com vertebrados terrestres. Sua experiência profissional gerou uma ampla gama de publicações técnicas e científicas que incluem artigos científicos em revistas nacionais e internacionais, bem como relatórios técnicos de avaliação de impactos ambientais. Participa do grupo de pesquisa CNPq “Diversidade, Sistemática e Biogeografia de Morcegos Neotropicais” como colaborador.

Aloysio Souza de Moura

Aloysio é Biólogo, mestre em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) com ênfase em Avifauna de fitofisionomias montanas. É observador e estudioso de aves desde 1990, e atualmente doutorando em Ecologia Florestal, pelo Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Lavras (UFLA) tendo como foco aves e vegetações de altitude. Atua em levantamentos qualitativos e quantitativos de avifauna, diagnóstico de meio-biótico para elaborações de EIA-RIMA. Tem experiência nas áreas de Ecologia e Zoologia com ênfase em inventário de fauna, atuando principalmente nos seguintes temas: Avifauna, Cerrado, fragmentação florestal, diagnóstico ambiental, diversidade de fragmentos florestais urbanos e interação aves/plantas.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-144-2

