

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 3**



Atena
Editora
Ano 2019

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

**Gestão de Recursos Hídricos e
Sustentabilidade**
3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
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
Profª Drª 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
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
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
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª 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
Profª Drª 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
Profª Drª 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.ª Dr.ª 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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 3 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 3) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-667-6 DOI 10.22533/at.ed.676192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 50 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. 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.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ADEQUAÇÃO DE TELHADOS VERDES EXTENSIVOS PARA A CIDADE DE CARUARU-PE BASEADA NA MÉDIA DE PRECIPITAÇÕES CHUVOSAS	
José Floro de Arruda Neto Armando Dias Duarte Íalysson da Silva Medeiros Gustavo José de Araújo Aguiar Gilson Lima da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.6761927091	
CAPÍTULO 2	9
ANÁLISE DE ÁGUA PROVENIENTE DE APARELHO DE AR CONDICIONADO VISANDO O SEU REAPROVEITAMENTO	
Ideana Machado de Carvalho Ideane Machado Teixeira de Sousa André Luiz da Silva Santiago Elisabeth Laura Alves de Lima Valderice Pereira Alves Baydum	
DOI 10.22533/at.ed.6761927092	
CAPÍTULO 3	17
ESTUDO DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES NO ESTADO DO PIAUÍ	
Mariana Fontenele Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927093	
CAPÍTULO 4	24
PROJETO DE SISTEMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA CINZA DE UM PRÉDIO RESIDENCIAL PARA FINS NÃO POTÁVEIS	
Daniel Kiyomasa Nakadomari Deividi Lucas Paviani Osmar Amaro Rosado William Freitas Petrangelo Camila Brandão Nogueira Borges Camila Fernanda de Paula Oliveira Paulo Sergio Germano Carvalho Daniel Lyra Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.6761927094	
CAPÍTULO 5	34
QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁGUA DESPERDIÇADO NOS BEBEDOUROS DO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE, CAMPUS ARACAJU	
Rafaella Santos Coutinho Zacarias Caetano Vieira Carina Siqueira de Souza Carlos Gomes da Silva Júnior Daniel Luiz Santos Any Caroliny Dantas Santos	
DOI 10.22533/at.ed.6761927095	

CAPÍTULO 6	39
DEMANDA ESPECÍFICA DE ÁGUA EM PRÉDIOS PÚBLICOS: VERIFICAÇÃO DE SUPERESTIMAÇÃO DE VALORES UTILIZADOS NO MEIO TÉCNICO PARA DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO - ESTUDO DE CASO	
<p>Marcelo Coelho Lanza Maria da Glória Braz</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927096	
CAPÍTULO 7	51
ANÁLISE ENTRE VAZÃO DE PROJETO E VAZÃO DE OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE	
<p>Angelis Carvalho Menezes Michelli Ferreira de Oliveira Luciana Coêlho Mendonça</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927097	
CAPÍTULO 8	61
ANÁLISE DAS SOBREPRESSÕES E SUBPRESSÕES NA ADUTORA DO POXIM, PROPONDO DISPOSITIVOS ALTERNATIVOS DE MANUTENÇÃO DO GOLPE DE ARÍETE	
<p>Abraão Martins do Nascimento Keila Giordany Sousa Santana Paulo Eduardo Silva Martins Nayara Bezerra Carvalho</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927098	
CAPÍTULO 9	68
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE CARAÚBAS-RN E ÁGUAS ALTERNATIVAS DE ALMINO AFONSO-RN EM SEUS MÚLTIPLOS USOS	
<p>Clélio Rodrigo Paiva Rafael Larissa Janyele Cunha Miranda Rokátia Lorrany Nogueira Marinho Renata de Oliveira Marinho Antonio Ferreira Neto Mônica Monalisa Souza Valdevino Lígia Raquel Rodrigues Santos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.6761927099	
CAPÍTULO 10	77
ÁREAS PRESERVADAS E QUALIDADE DA ÁGUA: A INFLUÊNCIA DA REMONTA NO RIBEIRÃO DAS ROSAS – JUIZ DE FORA/MG	
<p>Geisa Dias Gaio Pedro José de Oliveira Machado</p>	
DOI 10.22533/at.ed.67619270910	
CAPÍTULO 11	89
CONTRIBUIÇÃO DA GEOFÍSICA PARA A HIDROGEOLOGIA DA APA GUARIROBA, MUNICÍPIO DE CAMPO GRANDE-MS	
<p>Giancarlo Lastoria</p>	

Guilherme Henrique Cavazzana
Andresa Oliva
Sandra Garcia Gabas
Chang Hung Kiang

DOI 10.22533/at.ed.67619270911

CAPÍTULO 12 96

ESPACIALIZAÇÃO POR INTERPOLADOR KERNEL DA POTENCIALIDADE DE
ARMAZENAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO LESTE DO ESTADO
DE SERGIPE

Kisley Santos Oliveira
Thais Luiza dos Santos
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.67619270912

CAPÍTULO 13 107

INUNDAÇÕES E USOS DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA,
RESENDE/RJ

Angel Loo
Pedro José de Oliveira Machado

DOI 10.22533/at.ed.67619270913

CAPÍTULO 14 120

ANÁLISE HIDROMORFOMÉTRICA DA SUB-BACIA DO RIACHO DO SERTÃO NA
REGIÃO HIDROGRÁFICA DO RIO TRAIPIU – AL

Luana Kívia Lima de Paiva
Lucas Araújo Rodrigues da Silva
Thiago Alberto da Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.67619270914

CAPÍTULO 15 127

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO
METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira
Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar
Edson Paulino de Alcântara
Thamires Figueira da Penha Lima Gonçalves
Sávio de Brito Fontenele

DOI 10.22533/at.ed.67619270915

CAPÍTULO 16 139

APLICAÇÃO DA FLUORESCÊNCIA MOLECULAR E REDE NEURAL DE KOHONEN
PARA IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES DE MATÉRIA ORGÂNICA DISSOLVIDA
PRESENTE NOS RIOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS SERGIPE E
SÃO FRANCISCO

Adnivia Santos Costa Monteiro
Erik Sartori Jeunon Gontijo
Igor Santos Silva
Carlos Alexandre Borges Garcia
José do Patrocínio Hora Alves

DOI 10.22533/at.ed.67619270916

CAPÍTULO 17	150
MÉTODO GEOELÉTRICO - POTENCIAL INSTRUMENTO PARA AUXÍLIO DA GESTÃO DO SOLO E DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: ESTUDOS DE CASO, ALAGOINHAS, BAHIA	
Rogério de Jesus Porciúncula Olivar Antônio Lima de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.67619270917	
CAPÍTULO 18	162
QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS: ESTUDO DE CASO EM ABATEDOURO DE BOVINOS	
Isabel Cristina Lopes Dias Antonio Carlos Leal de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270918	
CAPÍTULO 19	173
A OCORRÊNCIA NATURAL DE NÍQUEL E CROMO (III) EM ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS COMPLEXOS ULTRABÁSICOS E ALCALINOS, O EXEMPLO DE JACUPIRANGA	
Augusto Nobre Gonçalves	
DOI 10.22533/at.ed.67619270919	
CAPÍTULO 20	182
OCORRÊNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO MUNICÍPIO DE MONTES CLAROS - MG: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO A GEOTECNOLOGIA	
Marcela Almeida Alves Marcos Rodrigues Cordeiro	
DOI 10.22533/at.ed.67619270920	
CAPÍTULO 21	197
AVALIAÇÃO DO AQUÍFERO LIVRE DA ZONA NORTE DO MUNICÍPIO DE ARACAJU-SERGIPE ATRAVÉS DA DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE METAIS E BTEX	
Carlos Alexandre Borges Garcia Nathália Krissi Novaes Oliveira Helenice Leite Garcia Ranyere Lucena de Souza Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270921	
CAPÍTULO 22	207
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA SEGUNDO PERCEPÇÃO DOS USUÁRIOS DO DISTRITO DE MARACAJÁ EM NOVO REPARTIMENTO-PA	
Agnes da Silva Araújo Lucas Nunes Franco Davi Edson Sales e Souza Raisa Rodrigues Neves Vanessa Conceição dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.67619270922	

CAPÍTULO 23	217
INFLUÊNCIA DE CEMITÉRIO EM PARÂMETROS QUÍMICOS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA	
Fernando Ernesto Ucker Maria Clara Veloso Soares Rosa	
DOI 10.22533/at.ed.67619270923	
CAPÍTULO 24	229
O MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DOS PLANOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO: CASO DE ESTUDO EM UM MUNICÍPIO RIBEIRINHO E EM UM MUNICÍPIO DO INTERIOR DO PIAUÍ	
Bruna Peres Battemarco Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira Osvaldo Moura Rezende Ana Caroline Pitzer Jacob Matheus Martins De Sousa Luiza Batista De França Ribeiro Paulo Canedo de Magalhães	
DOI 10.22533/at.ed.67619270924	
CAPÍTULO 25	243
ANÁLISE QUANTITATIVA DA VEGETAÇÃO CILIAR DO CÓRREGO BOA ESPERANÇA E DO RIO MUQUI DO NORTE - TRECHO URBANO DO MUNICÍPIO DE MUQUI (ES)	
Caio Henrique Ungarato Fiorese Vinicius Rocha Leite Gabriel Adão Zechini da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.67619270925	
CAPÍTULO 26	255
AVALIAÇÃO INTEGRADA DOS RECURSOS HÍDRICOS EM UMA BACIA CONTRIBUINTE DO PANTANAL MATO-GROSSENSE	
Valdeci Antônio de Oliveira Daniela Maimoni de Figueiredo Simoni Maria Loverde Oliveira Ibraim Fantin-Cruz	
DOI 10.22533/at.ed.67619270926	
SOBRE O ORGANIZADOR	275
ÍNDICE REMISSIVO	276

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE BACIAS HIDROGRÁFICAS DA REGIÃO METROPOLITANA DO CARIRI - CEARÁ

Ana Beatriz Nunes Oliveira

Faculdade Paraíso do Ceará
Juazeiro do Norte – Ceará

Diego Arrais Rolim Andrade de Alencar

Faculdade Paraíso do Ceará
Juazeiro do Norte – Ceará

Edson Paulino de Alcântara

Faculdade Paraíso do Ceará
Juazeiro do Norte – Ceará

**Thamires Figueira da Penha Lima
Gonçalves**

Faculdade Paraíso do Ceará
Juazeiro do Norte – Ceará

Sávio de Brito Fontenele

Faculdade Paraíso do Ceará
Juazeiro do Norte – Ceará

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi estudar os parâmetros morfométricos de 14 sub-bacias, localizadas na Região Metropolitana do Cariri, no estado brasileiro do Ceará. As informações geradas para o estudo foram obtidas pelo Modelo Digital de Elevação (MDE) TOPODATA, e processadas pela ferramenta ArcHydro, do software ArcGis®. De maneira geral, constatou-se que as bacias dessa região possuem uma forma alongada, comprovada pelo fator de forma e índice de compactidade, corroborando também com o índice de circularidade das bacias. O grupo de bacias classificado com

um relevo suavemente-ondulado terá menores velocidades de escoamento e possivelmente uma maior infiltração, dependendo do tipo de solo, e menor propensão a enchentes, quando comparadas ao segundo grupo (relevo ondulado). Em termos da rede de drenagem, as bacias possuem um sistema pouco desenvolvido com uma rede de canais pouco ramificada, resultando em uma melhor infiltração de água no solo, abastecendo os lençóis freáticos da região. Fato comprovado pela densidade de drenagem e razão de bifurcação. Os resultados apontam que as políticas públicas e ferramentas de gestão de recurso hídricos podem ser utilizadas de maneira uniforme para área, visto que as microbacias hidrográficas tendem a um padrão hidrológico.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informação Geográfica. Bacia Sedimentar do Araripe. Bacia do Salgado.

MORPHOMETRIC ANALYSIS OF HYDROGRAPHIC BACIES OF THE METROPOLITAN REGION OF CARIRI – CEARÁ

ABSTRACT: The aim of this paper was to analyze the morphometric parameters of 14 watersheds located in the Metropolitan Region of Cariri, Ceará. The information generated for the study was obtained through the Digital Elevation Model (MDE) TOPODATA and processed by ArcHydro tool, ArcGis® software. In general, it

was verified that the watersheds of this region have an elongated shape, determined by the forming factor and the compactness index. Slope gradients relief in wavy and smooth-wavy. The group of basins classified with a soft-wavy relief will have lower flow velocities and possibly a higher infiltration, depending on the type of soil, and less propensity to flood, when compared to the second group (wavy relief). In terms of the drainage network, the basins have an underdeveloped system with a network of little branched channels, resulting in a better infiltration of water into the soil, supplying the water tables of the region. Evidence proven by drainage density and bifurcation ratio. The results indicate that public policies and water resources management tools can be used in a uniform way for the area, since the watersheds tend to have a hydrological pattern.

1 | INTRODUÇÃO

Hidrologicamente, uma bacia hidrográfica é entendida como uma área topograficamente definida, drenada por um sistema de cursos d'água conectados, onde toda a vazão gerada internamente é descarregada em uma saída única, chamada de exutório (TUCCI, 2009).

Delimitar a bacia é o primeiro procedimento a ser executado em análises hidrológicas devido a relevância da definição dessa unidade geográfica na compreensão da dinâmica das águas que permeiam à bacia oriundas de precipitação. Para isso, tem sido comum a utilização de informações de cartas altimétricas, o que compromete a confiabilidade e a reprodução dos resultados devido à carga de subjetividade inerente aos métodos manuais (CARDOSO et al., 2006). Com o advento e a consolidação dos Sistemas de Informações Geográficas - SIGs e, conseqüentemente, o surgimento de formas digitais consistentes de representação do relevo, como os Modelos Digitais de Elevação – MDEs, métodos automatizados têm sido desenvolvidos (GARBRECHT e MARTZ, 1999). Estes deram maior confiabilidade ao procedimento de delimitação de bacias hidrográficas.

O comportamento hidrológico natural da bacia hidrográfica é função de suas características morfométricas (forma, relevo, rede de drenagem, entre outros). Além das considerações da morfometria, deve-se levar em consideração também a relação e a influência do tipo de solo e o uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica (CALIL, 2012). A combinação dessas características permite a diferenciação entre bacias, podendo revelar indicadores locais específicos, de forma a qualificar as alterações ambientais (ANTONELLI e THOMAZ, 2007).

A mensuração e a análise morfométrica da superfície terrestre são usadas nas estimativas das características de sua paisagem (SUCUPIRA *et al.*, 2006). Essa caracterização serve como indicador para a previsão de enchentes, inundações e processos erosivos que podem ocorrer na bacia (VILLELA e MATTOS, 1975; ARAGÃO *et al.*, 2010). Quando esses eventos ocorrem, a sociedade é a maior prejudicada.

Portanto, o conhecimento dessas características pode subsidiar a mitigação dessa situação problema (ANTONELLI *et al.*, 2016).

A Região Metropolitana do Cariri – RMC, localizada na região Sul do Ceará, possui uma porção inserida na bacia sedimentar do Araripe, que relaciona o elevado potencial hídrico subterrâneo e o relevo diferenciado, devido a chapada do Araripe, além da ocupação acelerada e desordenada de suas principais cidades (Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha). Essa região deve ser analisada no contexto hidrológico, no intuito de promover a sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos, extremamente importantes no contexto regional.

Diante do exposto, este estudo tem o objetivo de obter e analisar os parâmetros morfométricos de 14 microbacias, compreendidas entre a RMC e a bacia sedimentar do Araripe, para a verificação da relação entre suas características físicas e à propensão da ocorrência eventos extremos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A RMC localiza-se no Estado do Ceará – Brasil (Figura 1c). Surgiu a partir da conurbação entre os municípios de Juazeiro do Norte, Crato e Barbalha, mas também é composta pelos municípios de Caririáçu, Farias Brito, Jardim, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri. Essa região compreende uma área de 5.460 km² e tem uma população estimada em 600 mil habitantes (BRASIL, 2010). Como objeto de estudo tem-se a porção da subbacia hidrográfica do Salgado, onde se intersecciona com a RMC e a bacia sedimentar do Araripe (Figura 1b).

A bacia do rio Salgado drena uma área de 13.450,94 km², equivalente a 9% do território cearense. Possui uma extensão de 308 km com suas nascentes na chapada do Araripe. Seus terrenos são formados 85% de rochas cristalinas e 15% de rochas sedimentares, estando os melhores aquíferos localizados na bacia sedimentar do Araripe (RIBEIRO, 2009).

A área definida para esse estudo diz respeito a interseção entre RMC, bacia sedimentar do Araripe e bacia do Salgado, definindo a região de maior ocupação humana e maior potencial hidrogeológicos (Figura1).

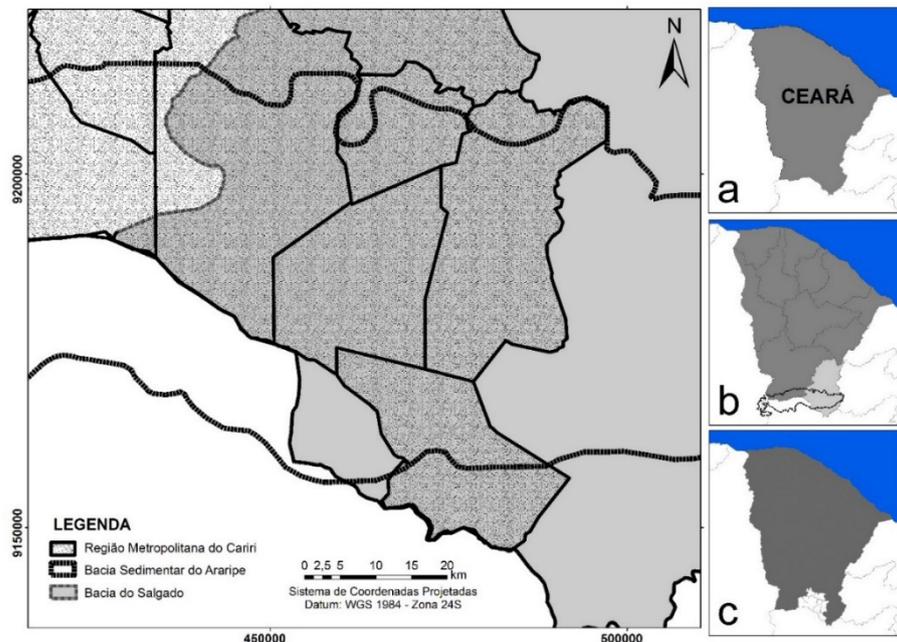


Figura 1. Localização da área de estudo.

2.2 Delimitação de bacias hidrográficas e análise morfométrica usando Sistema de Informação Geográfica

A delimitação automática das bacias hidrográficas foi realizada através da determinação das direções de fluxo e geração de rede de drenagem. Utilizando o banco de dados altimétrico TOPODATA (<http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>), com resolução espacial de 30m, associados a processamentos realizados com a ferramenta ArcHydro (<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/water/arc-hydro-tools-version-2-0-are-now-available/>) do ArcGis®. De acordo com Esri (2010), a utilização de modelos digitais de elevação hidrograficamente condicionados – MDEHC, por intermédio do uso do SIG, é fundamental para obtenção das características morfométricas em estudo citadas abaixo.

2.2.1 Características Geométricas

- **Área de Drenagem (A):** é a área plana (projetada sobre o plano horizontal) delimitada pelos seus divisores topográficos, sendo um dado fundamental para a definição de outras características físicas da bacia. É expressa em km² e normalmente é determinada em mapas topográficos (VILLELA e MATOS 1975), mas podem ser determinadas de forma automática em um SIG, como realizado neste estudo.
- **Perímetro (P):** comprimento da linha ao longo dos divisores topográficos da bacia (TONELLO, 2005).
- **Coeficiente de Compacidade (Kc):** relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia (Equação 1). Esse

coeficiente é um número adimensional, que varia com a forma da bacia independente do seu tamanho, assim quanto mais irregular ela for, maior será o coeficiente de compactidade, ou seja, quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia e será mais sujeita a enchentes (VILLELA e MATTOS, 1975).

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

Conforme Silva e Mello (2008), pode-se classificar bacias hidrográficas em função do valor de Kc da seguinte forma:

- $1,00 \leq Kc < 1,25$: bacia com alta propensão a grandes enchentes;
- $1,25 \leq Kc < 1,50$: bacia com tendência mediana a grandes enchentes;
- $Kc \geq 1,50$: bacia não sujeita a grandes enchentes.
- **Fator de forma (F)**: Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo (Equação 2), correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (maior distância entre a desembocadura e a cabaceira mais distante).

$$F = \frac{A}{L^2} \quad (2)$$

Onde L é o comprimento axial, em km.

Segundo Silva e Mello (2008), “F” pode assumir os seguintes valores:

- $1,00 - 0,75$: bacia sujeita a enchentes;
- $0,75 - 0,50$: bacia com tendência mediana;
- $< 0,50$: bacia não sujeita a enchentes.
- **Índice de circularidade (IC)**: indica a forma da bacia e foi proposto por Miller em 1953 (citado por CHRISTOFOLETTI, 1974), onde quanto mais perto de 1,0 mais próxima da forma circular e mais propensa a enchentes será a bacia hidrográfica.

Conforme Schumm (1956), bacias que apresentam índices de circularidade superiores à 0,51 indicam que a bacia tende a forma circular, favorecendo os processos de inundação (cheias rápidas) já os valores inferiores à 0,51 indicam que a bacia tende a forma mais alongada, o que favorece o processo de escoamento, diminuindo a probabilidade de ocorrência de enchentes.

$$F = 12,57 \frac{A}{P^2} \quad (3)$$

2.2.2 Características de Relevô

- **Declividade da bacia**: Fator que influencia a velocidade de escoamento da

água sobre o solo e interfere na capacidade de armazenamento de água neste. Quanto mais declivosas as bacias, maior capacidade de escoamento superficial. Quanto maior a declividade de uma bacia, mais suscetível esta será à ocorrência de erosões (PRUSKI, 2006).

A declividade de uma bacia hidrográfica pode ser encontrada de forma automatizada, utilizando dados SRTM processados em softwares como o ArcGis. Essa forma de determinação da declividade permite evidenciar melhor a distribuição das inclinações de uma superfície do terreno ao longo de toda a bacia. Pode ser classificada de acordo com o Quadro 1.

Declividade (%)	Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suave-ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Forte-ondulado
45 – 75	Montanhoso
>75	Forte-montanhoso

Quadro 1 – Classificação da declividade segundo a Embrapa (1979)

- **Amplitude Altimétrica (Hm):** variação entre a altitude máxima e a altitude mínima da bacia. Define, em parte, a velocidade de escoamento. Quanto maiores forem os valores, mais rápido é o escoamento, reduzindo o acúmulo de água na bacia. Geralmente, quando existe elevada amplitude altimétrica, o declive é mais acentuado, a infiltração tende a diminuir e a velocidade de escoamento a aumentar. Por outro lado, esse fluxo em alta velocidade pode incrementar o efeito das enchentes a jusante da bacia, em setores mais baixos e planos (CHRISTOFOLETTI, 1981).
- **Relação do Relevo:** Esse verifica que quanto mais elevado o seu valor maior é sua amplitude altimétrica ao longo do canal principal da bacia, nesse caso quanto menor o valor maior a suscetibilidade de enchentes.

$$Rr = \frac{Hm}{L} \quad (4)$$

2.2.3 Características de drenagem

- **Ordem dos cursos d'água:** reflete o grau de ramificação ou bifurcação da rede de drenagem da bacia, indicando a maior ou menor velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, sendo fator indicativo de sua propensão à ocorrência de cheias.
- **Comprimento do rio principal (L):** parâmetro que mede a extensão do rio principal de sua nascente até o exutório da bacia em km.

- **Densidade de drenagem (Dd):** proposta por Horton (1932). Aponta o grau de desenvolvimento do sistema de drenagem, indicando sua eficiência.

$$Dd = \frac{L_{total}}{A} \quad (5)$$

Onde, L_{total} é o somatório dos comprimentos de todos os canais de rede, em km.

De acordo com Villela e Mattos (1975), uma bacia será pobremente drenada se o índice densidade de drenagem for menor que 0,5 km/km²; caso esse índice esteja entre 0,5 e 3,0 km/km², a bacia será medianamente drenada; e se o valor do índice for maior que 3,0 km/km², a bacia é classificada como ricamente drenada.

- **Índice de Sinuosidade:** É a relação entre o comprimento do canal e o seu comprimento vetorial, ambos em km. Quanto maior o índice, menor a velocidade do escoamento e, conseqüentemente, menor a suscetibilidade a enchentes da bacia (maior retenção de água no interior da bacia). Utiliza-se a seguinte relação para encontra esse parâmetro:

$$S_{in} = \frac{L_{rp}}{L_{tal}} \quad (6)$$

- **Razão de bifurcação (Rb):** Calculada pela relação entre o número de canais de determinada ordem e de ordem superior. Quanto maior o valor da razão de bifurcação, maior será a tendência para picos de cheia na bacia, pois várias ramificações irão direcionar a água para um ponto comum. (HORTON, 1945) considerou a taxa de bifurcação como um índice de alívio e dissecações.

Além dos fatores físicos, existe a influência de outros fatores ambientais como uso e ocupação do solo, tipo de solo, área de zona urbana (impermeabilizada), que podem mudar o comportamento esperado da dinâmica da água dentro de uma bacia.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta as microbacias estudadas com suas características de localização, altimetria e drenagem.

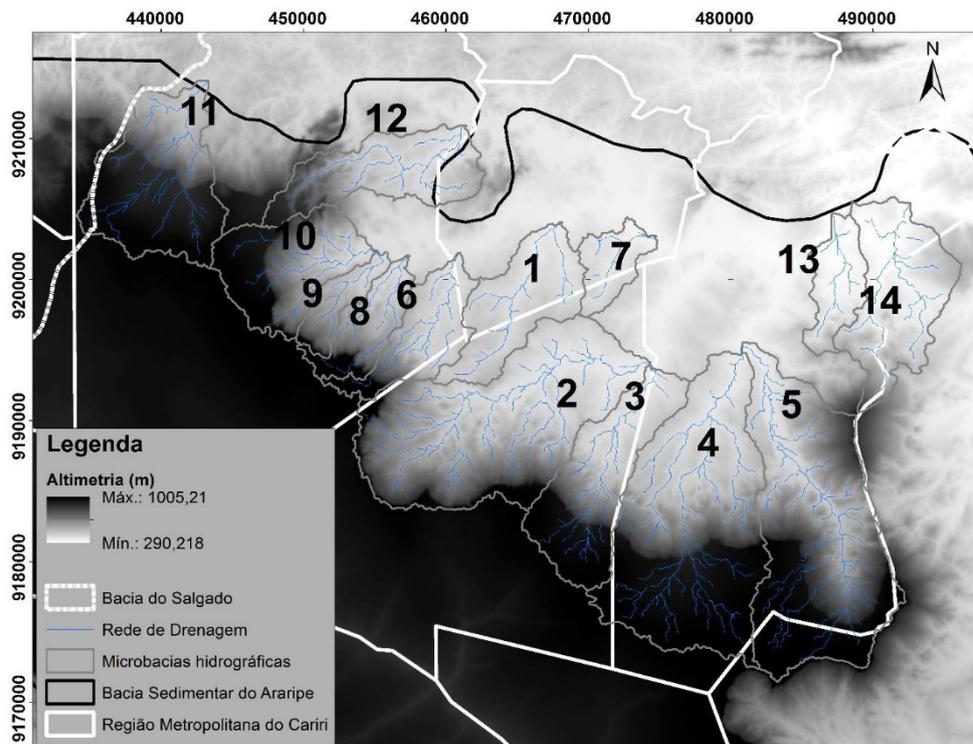


Figura 2. Bacias delimitadas no interior da área de estudo.

As características geométricas (Tabela 1) são importantes para definir sua potencialidade hídrica. Analisando o coeficiente de compacidade, pode-se dizer que as bacias, em média, não possuem tendência a grandes enchentes, corroborando com o fator de forma, onde os valores são inferiores a 0,5 e o índice de circularidade, com valores inferiores a 0,51, o que corroboram que as bacias deste grupo possuem um formato alongado, comprovando que não são sujeitas à grandes cheias. As bacias 2, 7, 10 e 11 possuem comportamento diferente do restante das bacias, com coeficiente de compacidade entre 1,25 e 1,5, mostrando que há uma tendência média à grandes enchentes. Apesar da área ser um fator de elevação na captação de águas pela bacia, ela não necessariamente representa uma maior tendência a enchentes.

Segundo Villela e Mattos (1975), as bacias alongadas possuem menor concentração do deflúvio. Considerando esse aspecto, as microbacias analisadas possuem menor risco a inundações. A média de fator de forma (0,32), coeficiente de compacidade (1,58) e índice de circularidade (0,40) indicam que as bacias, no geral não são propensas a grandes enchentes. O desvio padrão pouco disperso ratifica o resultado.

Bacia	Área de drenagem (km ²)	Perímetro (km)	Coeficiente de Compacidade	Fator de forma	Índice de circularidade
1	56,8	43,45	1,61	0,28	0,38
2	166,91	67,05	1,45	0,35	0,47
3	75,53	48,14	1,55	0,28	0,41
4	175,47	73,15	1,55	0,37	0,41
5	164,44	70,58	1,54	0,30	0,41

6	41,64	41,76	1,81	0,27	0,30
7	20,98	24,42	1,49	0,35	0,44
8	29,88	33,25	1,70	0,26	0,34
9	18,45	24,65	1,61	0,25	0,38
10	62,02	39,08	1,39	0,45	0,51
11	86,83	49,62	1,49	0,45	0,44
12	59,49	45,69	1,66	0,23	0,36
13	27,58	30,04	1,60	0,29	0,38
14	72,14	49,01	1,62	0,31	0,38

Tabela 1. Características Geométricas das bacias estudadas

Ao analisar as características de relevo (Tabela 2) observa-se que as bacias estudadas se dividem em dois grupos distintos de declividade. O primeiro grupo (bacias 1, 3, 4, 6, 7, 11, 13 e 14) classifica-se como de relevo "Suave-Ondulado". O segundo grupo (bacias 2, 5, 8, 9, 10 e 12), de valores mais elevados, é definido como de relevo "Ondulado". (EMPRAPA, 2009).

O grupo de bacias classificado com relevo suave-ondulado terá menores velocidades de escoamento e uma maior infiltração, dependendo do tipo de solo, e menor propensão a enchentes, quando comparadas ao segundo grupo (relevo ondulado). Maiores declividades tendem a elevar a velocidade de escoamento, propiciando enchentes e menor infiltração. Lima Neto, *et al.* (2008).

Bacia	Declividade da bacia	Altitude Máxima (m)	Altitude mínima (m)	Amplitude Altimétrica (m)	Relação relevo
1	4,64	540,74	362,61	178,12	12,50
2	10,54	962,86	368,70	594,16	27,35
3	7,13	967,02	370,64	596,38	36,02
4	6,64	993,72	361,20	632,51	28,90
5	10,01	1005,21	360,81	644,41	27,31
6	7,80	957,31	384,58	572,73	46,12
7	3,98	463,16	349,91	113,25	14,60
8	11,08	964,25	398,39	565,86	52,53
9	11,40	964,32	407,85	556,47	64,81
10	10,90	965,05	408,04	557,00	47,69
11	6,08	956,41	441,64	514,77	37,08
12	10,65	899,63	384,03	515,60	32,18
13	6,53	558,48	317,43	241,06	24,58
14	7,29	903,88	308,09	595,79	39,21

Tabela 2. Características de Relevo das bacias estudadas

Como característica de drenagem (Tabela 3), a hierarquia fluvial das microbacias, segundo o método de Strahler (1952), foi definida em sua maioria como de ordem 3. Essa hierarquização é realizada com a intenção de facilitar e tornar mais objetivo o estudo morfométrico sobre as bacias hidrográficas. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A densidade de drenagem é um fator importante na indicação do grau de desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia, o que auxilia no manejo e na gestão de bacias hidrográficas. Cardoso *et al.* (2006). Os resultados indicam que as bacias em estudo apresentam uma densidade de drenagem baixa, ou seja, com sistema de drenagem pouco desenvolvido. Silva (2011); Umetsu (2012). O valor médio da densidade de drenagem (0,77 km/km²) junto ao baixo desvio padrão (0,08), indicando um baixo grau de dispersão deste parâmetro. A ausência de uma densidade de drenagem que contribua para uma rápida saída da água precipitada contribui para a infiltração da água no solo e a menor propensão a picos de vazão, aumentando a recarga dos lençóis freáticos e diminuindo o risco de extravasamento do canal.

Bacia	Ordem dos Cursos d'água	Comprimento do rio principal (km)	Densidade de drenagem (Dd)	Sinuosidade do Curso de Água	Razão de bifurcação	L (talvegue)
1	3	15,72	0,60	1,20	1,80	13,10
2	3	28,00	0,76	1,36	1,64	20,55
3	3	19,27	0,81	1,31	1,59	14,73
4	3	27,50	0,80	1,30	1,71	21,13
5	3	30,23	0,86	1,34	1,72	22,64
6	2	16,69	0,86	1,37	1,63	12,21
7	2	7,52	0,64	1,20	1,67	6,27
8	3	13,58	0,96	1,42	2,75	9,59
9	2	8,88	0,80	1,24	1,25	7,16
10	4	13,20	0,72	1,29	2,76	10,20
11	3	16,95	0,81	1,32	2,57	12,88
12	3	18,99	0,74	1,40	1,59	13,53
13	3	10,61	0,72	1,21	1,71	8,80
14	3	17,34	0,65	1,29	1,63	13,49

Tabela 3. Características de drenagem das bacias estudada

De acordo com a Tabela 3, o índice de sinuosidade indica que as bacias estudadas possuem rios mais retilíneos, pois índices de sinuosidade próximo a 1 indicam que os canais tendem a ser retilíneos. Segundo Antoneli e Thomaz (2007), esse tipo de canal favorece um maior transporte de sedimentos nas bacias. Essa capacidade de transportar sedimentos está diretamente relacionada à velocidade de escoamento que os rios retilíneos podem apresentar. Essa é a única característica que promove a elevação dos picos de cheia nas bacias em estudo.

4 | CONCLUSÃO

Com base na análise morfométrica realizada, conclui-se que as bacias estudadas possuem, de forma geral, um formato alongado, sendo pouco propensas a enchentes. Os parâmetros referentes ao relevo e a drenagem das bacias corroboram com essa

definição. Contudo, para se ter uma melhor conclusão quanto a estes efeitos deve-se considerar tipo, uso e ocupação do solo na área.

Apesar da reduzida propensão a enchentes, rios retilíneos indicam bacias pouco ramificadas, concluindo-se que terão um escoamento superficial considerável. Além disso, a linearidade dos rios provoca a elevação da energia responsável pelo carregamento de materiais sólidos, oriundos de processos erosivos a montante.

Os resultados apontam que as políticas públicas e ferramentas de gestão de recurso hídricos podem ser utilizadas de maneira uniforme para área, visto que as microbacias hidrográficas tendem a um padrão hidrológico.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, N. L. R. et al. Caracterização morfométrica e pluviométrica da bacia do Rio Manso – MT. **Geociências**. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 237-248, 2008.

ANTONELI, V. et al. Suscetibilidade a enchentes a partir da análise de variáveis morfométricas, na bacia hidrográfica Rio Bonito em Irati-PR-Brasil. **Revista Equador**. Piauí, 2016.

ANTONELI, V.; THOMAZ, E. L. Caracterização do meio físico da bacia do Arroio Boa Vista - Guamiranga-PR. **Caminhos de Geografia**. ISSN 1678-6343, 2007.

BRASIL IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 23 de março de 2018.

CALIL, P. M. et al. Caracterização geomorfométrica e do uso do solo da Bacia Hidrográfica do Alto Meia Ponte, Goiás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.16, n.4, p.433 – 442, 2012.

CARDOSO, C. A. et al. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Debossan. Nova Friburgo, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CEARÁ. **Assembleia Legislativa. Caderno regional da sub-bacia do salgado/Conselho de altos estudos estratégicos**. INESP. Ceará, 2009.

COSTA, K. V. M. et al. **Análise morfométrica e ambiental da microbacia hidrográfica do São José – Crato/CE**. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013.

ELESBON, A. et. al. Uso de dados SRTM e plataforma SIG na caracterização morfométrica da bacia hidrológica do Braço Norte do Rio São Mateus – Brasil. **Revista Escolar de Minas**. v. 64, n.3, p. 281-288, julho-setembro, 2011.

GARBRECHT, J.M.L.W. **Digital elevation model issues in water resources modeling**. ESRI, USERS CONFERENCE, 19, 1999, San Diego, 1999.

OLIVEIRA, F. R. et al. **Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, ES, Brasil**. Agropecuária científica do semiárido. Espírito Santo, 2017.

RACHEL R. S. et al. **Análise Morfométrica de Bacia Hidrográfica – Subsídio à Gestão Territorial Estudo de caso no Alto e Médio Mamanguape**. Embrapa Gestão Territorial Campinas. SP, ISSN 2317-8779, 2012.

RIBEIRO, A.J. A. et al. **Mapeamento geotécnico da região do cariri através de ensaios geotécnicos e do uso de ferramentas de Sistemas de informações geográficas e redes neurais artificiais para a aplicação em dimensionamento empírico e mecanístico-empírico de pavimentos.** IFCE: Ministério da Educação, 2016.

RIBEIRO, S. C. Caracterização geoambiental da sub-bacia do rio salgado na mesorregião sul cearense- parte 1- clima e Arcabouço Geológico. **Geoconexões.** v. 1. Ceará, ISSN 2359-6007, 2009.

SANTOS, A.M.et al. **Análise morfométrica das sub-bacias hidrográficas Perdizes e Fojo no município de Campos do Jordão.** SP, Brasil, v. 7, n. 3, p. 195-211, 2012.

SCHMITT, A ; MOREIRA, C. R. **Manejo e gestão de bacia hidrográfica utilizando o software gratuito Quantum-GIS.** p. 125 – 137. ISSN 2175-2214, 2015.

TEIXEIRA, L. N. G. et al. Análise morfométrica e ambiental da microbacia hidrográfica do rio Granjeiro, Crato/CE. **Revista Escola Minas.** Vol. 61. Núm. 3. ISSN: 0370-4467, 2008.

TEODORO, V. L. I. et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local.** 2007.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 943 p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada.** São Paulo: Mcgraw-hill, 1975.

WAIKAR, M.L.; NILAWAR, A. P. **Morphometric Analysis of a Drainage Basin Using Geographical Information System: A Case study.** International Journal of Multidisciplinary and Current Research. Research Article. ISSN: 2321-3124, 2014.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 10, 25, 43, 61, 76, 164, 183, 184, 191, 195, 197, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 215, 216

Abatedouro 162, 163, 164, 166, 168, 170

Água 1, 3, 6, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 61, 62, 63, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 90, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 104, 106, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 126, 127, 128, 132, 133, 136, 139, 141, 142, 146, 151, 152, 155, 156, 157, 159, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 189, 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 238, 239, 241, 245, 248, 250, 252, 253, 255, 256, 257, 258, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274

Água de reuso 22, 24

Águas cinzas 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 50

Águas subterrâneas 96, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 150, 151, 160, 161, 162, 166, 167, 168, 169, 171, 175, 182, 183, 184, 186, 187, 189, 195, 196, 197, 198, 202, 205, 206, 213, 218, 226, 227

Água subterrânea 92, 95, 96, 97, 98, 101, 102, 104, 152, 156, 157, 160, 162, 163, 166, 168, 171, 172, 173, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 204, 214, 217, 218, 219, 221, 222, 226, 227

Alunos 34, 35, 38, 55, 56

Aquífero misto 96, 97, 100, 103, 104, 105

B

Bacia do salgado 127, 137

Bacia hidrográfica 77, 78, 79, 81, 83, 88, 89, 90, 92, 93, 95, 101, 102, 107, 108, 120, 121, 122, 126, 128, 131, 132, 137, 138, 184, 190, 205, 253, 254, 257, 258, 259, 260, 261, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Bacia sedimentar do Araripe 127

Biorreatores com membrana submersa 24

C

Conscientização 31, 39, 43, 47, 48

Contaminação 20, 72, 86, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 161, 168, 170, 171, 183, 197, 198, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 213, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 238, 239, 256, 262, 270, 274

Critérios de potabilidade 197, 215

Cromo trivalente 173, 179, 180

D

Demanda de água 39, 49, 184, 211

Descontinuidade urbana 77, 79, 88

Desempenho 8, 47, 61

Desperdício 15, 18, 22, 34, 35, 38, 39, 40, 41, 43, 48

Diagnóstico 82, 88, 118, 205, 207, 209, 214, 215, 216, 227, 229, 230, 231, 233, 234, 241, 253, 254

E

Eletrorresistividade 89, 93, 154, 228

G

Geoprocessamento 98, 100, 105, 120, 125, 126, 182, 184, 186, 187, 196, 243, 245

Gestão sustentável 39, 47, 48, 233

H

Hidráulica 50, 59, 61, 67, 91, 104, 176, 189, 220, 232, 233, 234, 235, 236

Hidrogeologia 89, 90, 97, 182, 196, 205, 206

Hidrologia 2, 23, 88, 90, 119, 120, 126, 138, 141

I

Inundações 3, 107, 108, 109, 110, 117, 118, 119, 128, 134, 231, 232, 234, 235, 236, 238, 241

L

Lineações 96, 97, 101, 102, 103, 104, 105

Lixiviação 140, 144, 173, 175, 200, 219, 268

M

MBR 24, 25, 28, 30, 31, 32

Medição de vazão 51, 53, 55, 59

Monitoramento 5, 39, 51, 53, 56, 83, 84, 121, 122, 160, 164, 166, 167, 169, 170, 171, 176, 179, 183, 199, 205, 217, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 239, 261, 262, 273, 274

N

Necrochorume 157, 217, 218, 219, 221, 225, 226, 227, 228

Neotectônica 96, 97, 98, 100, 101, 103, 105

Níquel 173, 175, 176, 177, 179, 180, 181

P

Precipitações médias 2, 6

Q

Qualidade da água 15, 16, 20, 32, 69, 70, 75, 76, 77, 82, 160, 162, 163, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 205, 206, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 224, 255, 257, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 272, 273, 274

Qualidade da água subterrânea 166, 172, 217, 218

R

Residências unifamiliares 17, 18, 19, 21, 22

Reuso 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 50

Reuso de águas cinzas 17, 18, 19, 21, 22, 23, 50

Reutilização 19, 34, 42

S

SIG 98, 120, 121, 130, 137, 259, 260

Sistema aquífero bauru 89, 90

Sistema de informação geográfica 98, 127, 130

Solo 3, 52, 69, 71, 75, 83, 85, 99, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 121, 125, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 141, 150, 151, 152, 156, 157, 158, 160, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 197, 198, 201, 204, 205, 217, 218, 219, 222, 223, 224, 227, 231, 232, 233, 236, 237, 238, 241, 248, 252, 255, 257, 258, 260, 262, 263, 267, 268, 270, 271, 273

T

Telhados verdes 1, 2, 3, 6, 7, 8

Tratamento de efluentes 51, 52, 53, 54, 59

Tubulações 61, 62, 64, 66, 73, 201, 210

U

Urbanização 2, 52, 77, 78, 87, 88, 107, 233, 234, 235, 236, 256, 271

Uso da terra 107, 110, 118, 119, 196, 261, 273

Uso racional 9, 10, 11, 16, 17, 26, 34, 40, 43, 50, 183

Usos múltiplos 18, 162, 257, 270, 271

Usuários 20, 35, 39, 41, 47, 48, 49, 70, 89, 92, 162, 207, 208, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 257

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-667-6

