

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Sabrina Passoni Maraviesk

(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Sabrina Passoni Maraviesk
(Organizadora)

Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

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
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 Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
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
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias / Organizadora Sabrina Passoni Maraviesk. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-57-4 DOI 10.22533/at.ed.574181510 1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Maraviesk, Sabrina Passoni. CDD 507
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

2018

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

A obra “Estudos Interdisciplinares Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, e neste volume, em seus 18 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados nas diversas áreas das ciências exatas, da terra e das engenharias.

As Ciências Exatas e da Terra englobam diversas áreas como: a Física, a Matemática, Probabilidade e Estatística, a Química, a Ciência da Computação, a Astronomia, a Geociências e a Oceanografia. Estas áreas têm o importante papel de fornecer a base do conhecimento para as Engenharias e por este motivo, as Ciências Exatas e da Terra, englobam alguns dos campos mais promissores em pesquisas na Ciência, Tecnologia e Inovação.

Atualmente existem mais de trinta opções de formação acadêmica em Engenharia. E as mais comuns dentre elas são: Civil, Elétrica, Agrônoma, Mecânica, Ambiental, Florestal, Sanitária, de Computação, Química, de Alimentos, de Segurança do Trabalho, de Energias, Industrial, Produção, Biomédica, entre tantas outras.

A interdisciplinaridade entre estas áreas é um processo natural e inevitável, pois a formação dos profissionais engenheiros, seja qual for a Engenharia, necessita da relação entre diversas áreas do conhecimento.

O profissional formado em qualquer uma das áreas citadas acima se destaca pela capacidade de saber inovar com base na ciência, utilizando uma ou mais tecnologias. Isso se faz possível se este profissional tiver conhecimento das áreas que envolvam as relações humanas: como gestão, comunicação, liderança, habilidade de trabalho em equipe, empreendedorismo e criatividade. Atualmente não basta apenas ser bom em matemática e física, é preciso ser multi-intelectual.

Este volume é dedicado à interdisciplinaridade nas diversas áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias, pois o mercado atual exige uma revolução tecnológica e cabe a nós pesquisadores, das diversas áreas, buscarmos conhecer as demandas atuais para promover essas inovações de forma interdisciplinar, e não isoladamente. Neste sentido, esta obra foi dividida em cinco áreas: Administração, Agronomia, Engenharia Civil somado à Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica e Ensino.

Na área de Administração, o leitor identificará a interdisciplinaridade entre gestão e planejamento ambiental de áreas urbanas destacando atividades econômicas que são potenciais poluidores, buscando assim, inovação na área de Engenharia Mecânica para minimizar danos ambientais. E ainda, que para entender o comportamento do consumidor para um determinado produto, neste caso, a carne bovina se faz necessário o conhecimento da área de Alimentos e Produção Industrial.

Na Agronomia, métodos e programas estatísticos são utilizados para mostrar que a população de nematódeos varia com propriedades físicas do solo. Em outro estudo, mostra-se a forte relação da agronomia com os conhecimentos de química quando

trata-se da eficiência de uso de Nitrogênio ou da sua remobilização no cultivo do arroz. Na quantificação da perda de solos de uma bacia Hidrográfica é possível identificar a interdisciplinaridade com a matemática e a geociências.

A interdisciplinaridade na Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo é ainda mais acentuada, principalmente no que diz respeito à utilização da matemática, química, física, geociências, tecnologias, gestão e sustentabilidade. Nos estudos, verifica-se que é possível propor soluções ambientais por meio de estudos alternativos, como por exemplo, o uso do bagaço de cana-de-açúcar incorporado à liga asfáltica de borracha, uso de radar de penetração no solo para análise de revestimentos asfálticos, manejo sustentável das águas pluvias no meio urbano, utilização de ferramentas de análise multicritério na concepção de sistemas de abastecimento de água provinda de corpos hídricos subterrâneos, qualidade da água e otimização dos projetos arquitetônicos e o crescimento populacional, planejamento e drenagem urbana.

Na Engenharia Elétrica questões bastante atuais são abordadas a fim de conduzir os pesquisadores à tecnológicas sustentáveis, como é o caso do uso do hidrogênio como combustível e a reciclagem de placas de circuito.

Por fim, a área de Ensino que, dentre todas é a mais interdisciplinar de todas as outras áreas. Nesta, são abordadas algumas questões como motivação e a importância da metodologia adotada em sala para se trabalhar o ensino-aprendizagem nas engenharias, licenciaturas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias promovendo a interdisciplinaridade nas diferentes áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO PERFIL POLUIDOR DAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS INSTALADAS NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ, PAIÇANDU E SARANDI NO PERÍODO DE 2000 A 2015.	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
<i>Silvia Luciana Fávaro</i>	
<i>Wagner André dos Santos Conceição</i>	
CAPÍTULO 2	15
ATRIBUTOS CONSIDERADOS POR CONSUMIDORES PARA A COMPRA DE CARNE BOVINA – ESTUDO DE CASO COM UNIVERSITÁRIOS DE CAMPO MOURÃO	
<i>Valderice Herth Junkes</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
CAPÍTULO 3	24
IMPACTO DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA INDÚSTRIA NAVAL: ESTUDO DE CASO EM UM ESTALEIRO CEARENSE	
<i>Carlos David Pedrosa Pinheiro</i>	
<i>Priscila Maria Barbosa Gadelha</i>	
<i>Maxweel Veras Rodrigues</i>	
CAPÍTULO 4	40
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES DE VIDA LIVRE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM CULTIVO DE ADUBOS VERDES	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Amanda Elisa Marega</i>	
<i>Nágila Maria Guimarães de Lima Santos</i>	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Ricardo Luiz Louro Berbara</i>	
<i>Luiz Rodrigues Freire</i>	
CAPÍTULO 5	48
PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE REMOBILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO DE MUTANTES DE ARROZ osap18	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Andressa Fabiane Faria de Souza</i>	
<i>Carlos Alberto Bucher</i>	
<i>Manlio Silvestre Fernandes</i>	
CAPÍTULO 6	53
QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ UTILIZANDO A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS	
<i>Diogo Yukio Uema</i>	
<i>Laine Milene Caraminan</i>	

CAPÍTULO 7	64
ANÁLISE COMPARATIVA DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA (DMT) DE UMA MISTURA ASFÁLTICA COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DO MÉTODO RICE	
<i>Arthur Pereira Neto</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Jesner Sereni Ildefonso</i>	
<i>Ronan Yuzo Takeda Violin</i>	
CAPÍTULO 8	74
LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153-ANÁPOLIS-GO	
<i>Antonio Lázaro Ferreira Santos</i>	
<i>Welitom Rodrigues Borges</i>	
<i>Isabela Resende Almeida</i>	
<i>Lucas Pereira Gonçalves</i>	
<i>Rafael Pereira Lima</i>	
<i>Rafael Araujo Rocha</i>	
CAPÍTULO 9	82
MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA	
<i>Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira</i>	
<i>Maria do Carmo de Lima Bezerra</i>	
CAPÍTULO 10	96
MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Daniel Cordeiro Ferreira</i>	
CAPÍTULO 11	109
OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40-G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Arthur Pereira Neto</i>	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Berna Valentina Bruit Valderrama</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
CAPÍTULO 12	122
PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL	
<i>Bruna Forestieri Bolonhez</i>	
<i>Bárbara Lorrayne da Silva Motta</i>	
<i>Paulo Fernando Soares</i>	
CAPÍTULO 13	132
QUALIDADE DA ÁGUA NAS TRÊS BACIAS MAIORES (70%) CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA: GUAPI-MACACU, CACERIBU E IGUAÇU-SARAPUÍ	
<i>Ana Carolina Cupolillo Bruno Morena</i>	
<i>David Neves de Oliveira</i>	

Herman de Castro Lima Neto
Hélder Martins Silva
Emmanoel Vieira da Silva-Filho
Elisamara Sabadini Santos
Edison Dausacker Bidone

CAPÍTULO 14 150

O HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

Diego Rafael Laurindo
Oswaldo Hideo Ando Junior

CAPÍTULO 15 167

RECICLAGEM DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO: UM ESTUDO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS

Maria do Socorro Bezerra da Silva
Raffael Andrade Costa de Melo
André Luis Lopes Moriyama
Carlson Pereira Souza

CAPÍTULO 16 180

ANÁLISE DO PERFIL, MOTIVAÇÃO, SATISFAÇÃO E EXPECTATIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO

Vinícius Henrique Vivas
Priscila Pereira Silva
Luciene Alves
Geoffroy Roger Pointer Malpass

CAPÍTULO 17 196

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

Jerry Gleison Salgueiro Fidanza Vasconcelos
Maria de Lourdes Silva Neta
Antônio Cícero do Vale
Erick Dieb Souza

CAPÍTULO 18 207

UMA FORMA LUDICA DE APRENDER

Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho

SOBRE A ORGANIZADORA..... 215

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Daniel Cordeiro Ferreira

Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
Maringá – Paraná

RESUMO: A água ao longo da história demonstra sua relevância quando se é observado o alto desenvolvimento de infraestruturas que proporcionem a utilização desse recurso no contexto urbano. A concepção de sistemas de abastecimento de água é complexa pelo fato de ser constituída de uma multiplicidade de variáveis de ordens técnicas, energéticas e econômicas, condicionando a necessidade de um procedimento de hierarquização da importância de cada elemento dentro desse tipo de projeto. O presente trabalho visa então, por meio de um mapeamento sistematizado de trabalhos publicados em âmbito nacional e internacional, avaliar a utilização das ferramentas de Análise Multicritério dentre as várias componentes de um sistema de abastecimento de água verificando ao longo da última década, a conformidade das pesquisas e trabalhos publicados nas bases de dados selecionadas e dentro dos critérios de busca estabelecidos.

PALAVRAS-CHAVE: Tomada de decisão; Strings de busca; Base de dados; Saneamento urbano; MCA.

ABSTRACT: Water throughout history demonstrates its relevance when it is observed the high development of infrastructures that provide the use of this resource in the urban context. The design of water supply systems is complex because it consists of a multiplicity of variables of technical, energetic and economic orders, conditioning the need for a hierarchical procedure of importance of each element within this type of project. The present work aims, through a systematized mapping of published works at a national and international level, to evaluate the use of Multi-Criteria Analysis tools among the various components of a water supply system during the last decade, research and works published in the databases selected and within the established search criteria.

KEYWORDS: Decision-making; Search Strings; Data Base; Urban Water Supply; MCA.

1 | INTRODUÇÃO

É fato consensual que a água sempre teve papel de grande importância, tanto na subsistência da vida (animal e vegetal) na terra quanto na evolução de sociedades pois é elemento fundamental para a elevação da qualidade do *modus vivendi* humano.

De acordo com Freire (2000), desde os primórdios das sociedades, o homem já buscava viver perto de fontes de água

e desenvolver meios de trazer esse recurso às povoações. Entretanto, apenas no fim do século XIX iniciou-se o desenvolvimento de elementos tubulares capazes de transportar água possibilitando a separação de agentes externos poluidores, suportar elevadas resistências (estruturas enterradas) e adequar os sistemas de deslocamento de água potável às novas máquinas hidráulicas. Ainda segundo Freire (2000), o desenvolvimento desses elementos proporcionou maior importância na questão da prestação dos serviços de abastecimento de água, também se levando em consideração o crescimento exponencial das cidades.

Indo de encontro à relevância da utilização da água, no Brasil, em 2007, a Lei nº 11.445 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, ordena a prestação dos serviços públicos de saneamento baseada, dentre outros fundamentos, na universalização do acesso à água potável no país e a utilização de tecnologias viáveis, considerando a capacidade de pagamento dos usuários. Nesse último aspecto, o estudo de sistemas de abastecimento de água se une diretamente à questão social e urbana. Todavia, Cunha e Morais (2011) colocam que grande parte dos sistemas de abastecimento de água no Brasil ainda tem dificuldades para atender a demanda por água na quantidade e qualidade necessárias.

É válido ressaltar que o Decreto nº 7.217 que regulamenta a Lei nº 11.445, no artigo 3º, item VII, estabelece como princípio essencial ao serviço de abastecimento público de água a “eficiência e sustentabilidade econômica” (BRASIL, 2010). Ainda, de acordo com a norma ABNT NBR 12.211:1992 – “Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água”, a concepção básica de um projeto de saneamento deve apresentar a melhor solução sob os pontos de vista técnico, econômico e financeiro.

Torna-se então necessário estabelecer uma análise, para se definir a tomada de decisão, analisando detalhadamente cada componente de um sistema de abastecimento de água e sua influência ao resultado total do projeto, em termos de viabilidades econômicas. A análise multicritério (*Multi-Criteria Analysis* – MCA), então, pode ser uma ferramenta de grande utilidade para classificar em níveis e atribuir prioridades às variáveis de projeto para cada situação analisada.

1.1 Análise Multicritério

De acordo com Almeida (2010), para a observação de cada objetivo em um estudo é importante a determinação de atributos, pois os atributos referem-se ao grau em que os objetivos estão sendo atendidos. Atributo também pode ser designado como medida de eficiência, performance e critério. Nesse sentido, a análise multicritério (MCA) é a estrutura com finalidade de avaliar opções de decisão dentre os múltiplos atributos (HAJKOWICZ; HIGGINS, 2008)

A Análise de Decisão Multicritério auxilia o projetista a resolver situações de conflito nas quais inúmeras condições devem ser estabelecidas de forma simultânea (WEISTROFFER et al., 2005). O processo consiste das seguintes etapas:

1. Definir as alternativas;
2. Definir os critérios relevantes para o problema de decisão;
3. Avaliar as alternativas em relação aos critérios;
4. Avaliar a importância relativa de cada critério;
5. Determinar a avaliação global de cada alternativa.

Uma variedade de técnicas para “resolver” um problema multicritério tem crescido rapidamente nas últimas décadas. Hajkowick e Higgins (2008), por exemplo, revisam 79 pacotes de softwares MCA os quais implementam uma variedade de métodos multicritérios. De acordo ainda com Almeida (2010), os métodos de análise de decisão são utilizados em diversas áreas, desde administrativas até acadêmicas ou mesmo de engenharia. Assim, aliando tal ferramenta com a proposta hidráulica demandada, pode-se obter resultados satisfatórios e conclusivos quanto a melhor alternativa para cada sistema com suas particularidades.

Assim, o trabalho proposto tem como objetivo verificar, por meio de uma análise quantitativa (mapeamento sistemático) e qualitativa (compreensão da proposta dos artigos definidos como correlatos), trabalhos publicados que relacionam a aplicação de ferramentas desenvolvidas no ambiente de decisão multicritério juntamente com as componentes de um sistema de abastecimento de água, no contexto urbano.

Todavia, outros objetivos subsequentes foram propostos para a realização do estudo, sendo esses: a quantificação de artigos correlatos; a separação dos trabalhos de acordo com a área avaliada dentro de um sistema de abastecimento de água e; a identificação do crescimento ou diminuição da pesquisa proposta ao longo da última década.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo procurou conduzir um mapeamento com a intenção de encontrar e analisar a maior quantidade possível de trabalhos correlatos à utilização de uma ferramenta de análise multicritério para auxílio na tomada de decisão na concepção de sistemas de abastecimento de água.

A confecção da revisão se assegura pela sua necessidade e o protocolo feito deve abordar: os objetivos da revisão; as questões de pesquisa; as restrições e o escopo da pesquisa; as fontes (bases de dados) pesquisadas na busca das informações iniciais; a identificação de palavras-chave; a geração de *strings* de busca; critérios definidos de exclusão/inclusão; a avaliação dos estudos; o procedimento de extração de dados e como eles serão sintetizados. De forma sequencial, são apresentadas as instruções e diretrizes que nivelam os mapeamentos sistemáticos de estudos (KITCHENHAM, 2007):

1. Identificação da necessidade de realizar a revisão sistemática;
2. Elaboração da questão de pesquisa;
3. Uma busca por estudos primários;
4. Identificação dos dados necessários para resposta da pergunta da pesquisa;
5. Extração dos dados;
6. Resumo e síntese dos resultados dos estudos (meta-análise);
7. Interpretação dos resultados para determinar sua aplicabilidade.

2.1 Objetivo do Mapeamento

O estudo de mapeamento sistemático teve como objetivo identificar pesquisas que utilizam como ferramenta computacional principais softwares, planilhas e outros recursos digitais que auxiliem na tomada de decisão para a concepção de sistemas de abastecimento de água. Assim, a forma da estrutura (SANTOS, 2010) apresenta-se com os seguintes objetivos específicos:

- **Análise:** trabalhos e pesquisas publicadas recentemente por meio de uma revisão sistematizada;
- **Propósito:** verificar a classificação e hierarquização dos diversos critérios dentro do escopo de concepção de sistemas de distribuição e abastecimento de água potável;
- **Relação:** processos envolvidos com a captação de água subterrânea
- **Ponto de vista:** pesquisadores e profissionais/empresas desenvolvedores de projetos de sistemas de abastecimento de água.

2.2 Questão da Pesquisa

A questão da pesquisa de um mapeamento sistemático é, de acordo com Malcher et al. (2015), é muito mais ampla e geral do que as que são elaboradas em revisões sistemáticas de literatura. Também denominada problema de pesquisa, deve ser formulada com um grau de clareza e especificidade tal que, após sua delimitação, se torne mais fácil determinar que tipo de pesquisa deve-se realizar para a obtenção da resposta ao problema (APPOLINÁRIO, 2016). Nesse contexto, a pergunta relevante para o mapeamento do trabalho foi:

Questão Principal: *Quais os trabalhos recentes que abordam a utilização de ferramentas de análise multicritério na concepção de sistemas de abastecimento de água provinda de corpos hídricos subterrâneos (captação subterrânea)?*

Ainda, outras questões (secundárias) foram utilizadas para delimitar com maior precisão o objetivo do mapeamento sistemático proposto, a saber:

1. Qual a distribuição dos estudos por base de dados?
2. Qual a distribuição dos estudos por ano?

3. Qual a distribuição dos estudos nas diversas partes de um sistema de abastecimento de água?

Kitchenham (2007) sugere uma estruturação da questão da pesquisa em cinco termos, sendo eles *Population, Intervention, Context, Outcomes, Comparison* (PICOC). Todavia, de forma similar à Malcher et al. (2015), estipulou-se para a pesquisa apenas os itens *Population, Context, Intervention e Outcomes* (PICO, ou em português, População/Intervenção/Contexto/Resultados). De tal forma, arranjou-se a estrutura para a questão da questão principal em:

- **População (P):** Projetos, concepções, desenvolvimento de sistemas de abastecimento de água
- **Intervenção (I):** Utilização de uma ferramenta de análise multicritério para a hierarquização de variáveis;
- **Contexto (C):** Sistemas de abastecimento de água que envolvam captação subterrânea
- **Resultados (O):** Modelos hierarquizados classificando a importância de cada variável dentro dos sistemas estudados.

2.3 Escopo e Restrições da Pesquisa

De forma similar à proposta por Malcher et al. (2015), definiu-se um escopo para a pesquisa, que consistiu em definir critérios de seleção de busca e algumas restrições.

Então, como critérios para seleção, foram definidos:

- Idioma dos trabalhos/pesquisas à serem selecionados: inglês ou português;
- Meio de consulta: arquivos digitais (*web*);
- Artigos enquadrados nas áreas de Engenharia (Civil, Ambiental, Produção, Hídrica, Sanitária, dentre outras);
- Disponibilidade de identificação dos trabalhos por meio do Portal de Periódicos da CAPES;
- Disponibilidade de acesso de artigos na íntegra por meio do domínio da Universidade Estadual de Maringá - UEM vinculado ao Portal de Periódicos da CAPES.

Com relação às restrições para a confecção do mapeamento, têm-se que:

- A pesquisa esteve restrita à trabalhos publicados ou submetidos no intervalo entre agosto de 2007 e julho de 2017, dada a necessidade de se verificar resultados recentes estudados;
- Não houve ocorrência de ônus financeiros aos autores da pesquisa, uma vez que foram selecionadas somente fontes que propiciaram consultas de modo gratuito por meio de acesso pelo domínio da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

2.4 Seleção de Fontes

Baseado nos critérios de seleção e restrição do mapeamento, foram escolhidas as seguintes fontes e bancos de dados de pesquisa onde foram realizadas as buscas iniciais dos trabalhos correlatos ao tema proposto:

- American Society of Civil Engineers – ASCE;
- Institution of Civil Engineers – ICE;
- SciELO.ORG;
- SCOPUS;
- Web of Science;
- IEEE Xplore Digital Library.

2.5 Identificação de Palavras-Chave e Sinônimos

A definição das palavras-chave foi proposta de acordo com a estruturação da questão principal da pesquisa (População, Intervação, Contexto e Resultados). Pelas restrições, os idiomas estipulados foram o Inglês e o Português. Ainda, utilizou-se a ferramenta *Thesaurus* da base de dados ProQuest (acessível pelo Portal de Periódicos – CAPES) para estipular todos os termos técnicos correspondentes aos verificáveis da questão principal. Então, são apresentados os termos técnicos colocados como palavras-chave para a pesquisa, a fim de se responder à pergunta principal do trabalho, mediante à estruturação sugerida por Kitchenman (2007):

- **População:** Software, Projects, Development, Conception, Feasibility Studies;
- **Intervenção:** Tool, Multi-Criteria, Multi-Criteria Decision Making, Management Decisions;
- **Contexto:** Groundwater, Water Supply Engineering, Water Resources; Water Catchment;
- **Resultados:** Models, Process, Methodology, Hierarchy of Variables, Problem Solving.

2.6 Strings de Busca

Também conhecidos como descritores construídos, as *strings* de busca são constituídas da união de palavras-chave e dos operadores booleanos AND, NOT, OR, dentre outros (MEDEIROS et al., 2015)

O operador booleano <OR> é utilizado em situações onde se deseja pesquisar trabalhos onde haja a não-união entre termos (palavras-chave) do descritor construído. Já o operador <AND> proporciona a pesquisa conjunta de todos os termos da *string* criada.

Para a estrutura PICOC (ou na situação desse trabalho PICO), a *string* de busca

padrão, conforme sugere Torkar et al. (2012), é do tipo:

P <and> I <and> C<and> O

Dessa forma, os descritores para pesquisa foram:

- (“Software” OR “Projects” OR “Development” OR “Conception” OR “Feasibility Studies”) AND (“Tool” OR “Multi-Criteria” OR “Multi-Criteria Decision Making” OR “Management Decisions”) AND (“Groundwater” OR “Water Supply Engineering” OR “Water Resources” OR “Water Catchment”) AND (“Models” OR “Process” OR “Methodology” OR “Hierarchy of Variables” OR “Problem Solving”).

2.7 Escolha dos Estudos Primários

Malcher et al. (2015) sugere uma divisão da etapa de escolha dos trabalhos primários à serem avaliados em duas partes, sendo essas as definições de critérios de inclusão e exclusão dos estudos no levantamento bibliográfico. Esses critérios direcionam a pesquisa dentro do prisma que o autor estabelece como viável e apura, dentre uma quantidade grande de artigos, os que são considerados mais interessantes e merecem maior atenção. É válido também ressaltar que diferenciam dos critérios de restrições uma vez que aqueles definem o horizonte de busca e esses, selecionam, quando já realizada as buscas, os trabalhos que devem continuar na análise.

Para a pesquisa proposta, os critérios de inclusão dos artigos foram:

- Artigos de pesquisa que apresentassem estudos de caso e proposta de melhorias por meio da utilização de algum tipo de ferramenta de auxílio à tomada de decisão, no contexto de sistemas de abastecimento de água;
- Estudos que apresentassem a descrição da metodologia utilizada para a hierarquização dos critérios dentro das situações avaliadas.

Já com relação aos critérios de exclusão, estipulou-se:

- Artigos repetidos (encontrados em mais de uma base de dados) teriam apenas contada sua primeira ocorrência;
- Trabalhos que não fossem artigos completos (*research article*), tais quais resumos, *keynotes*, *speeches*, entre outros não seriam considerados
- Também não seriam avaliados trabalhos que não estivessem no contexto de Engenharia e planejamento/desenvolvimento/concepção de sistemas de abastecimento de água;
- Estudos que não mencionassem as palavras-chaves definidas para a pesquisa não seriam verificados.

Mediante os critérios apresentados, elaborou-se um fluxograma que facilita o entendimento do procedimento realizado para a busca inicial dos trabalhos. A Figura 1 ilustra o processo de busca descrito.

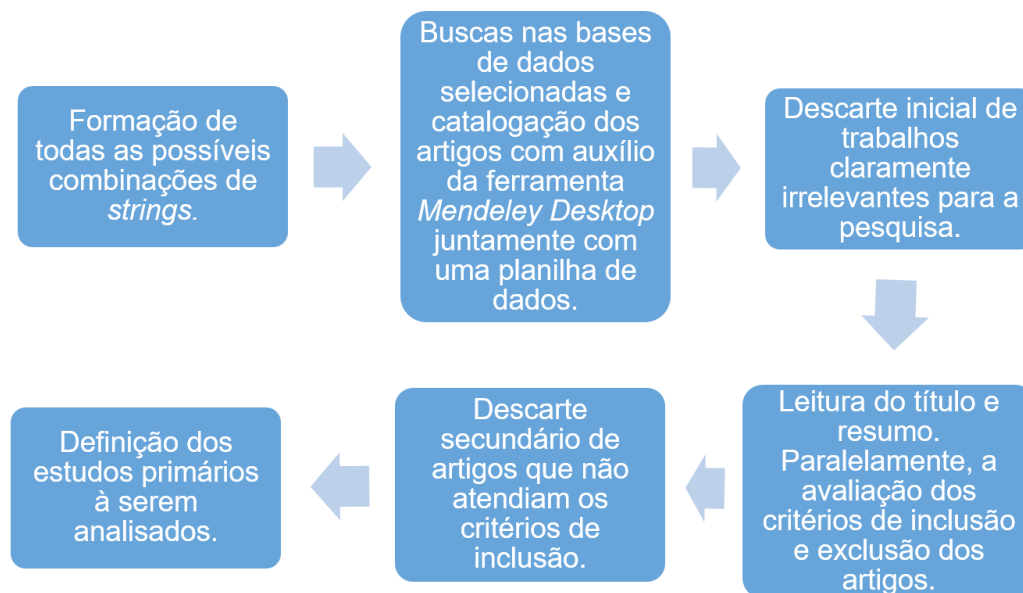


Figura 1: Fluxograma dos processos de busca dos trabalhos.

Fonte: Autor (2017)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a definição de protocolo de busca para o mapeamento de trabalhos relacionados à temática da pesquisa proposta, apresenta-se os resultados encontrados. Nesta seção, como sugerido por Malcher et al. (2015), a etapa de resultados foi dividida em três partes, sendo elas: Busca Primária, Seleção de Estudos Primários e Extração de Dados.

3.1 Busca Primária

Utilizando o protocolo descrito pela metodologia do trabalho e sugerido por Malcher et al. (2015) e Kitchenman (2007), realizou-se uma busca detalhada em cada uma das seis bases de dados selecionadas, cada qual utilizando variações (dependente da forma de inserção dos operadores booleanos em cada base) da *string* atribuída para a pesquisa. Assim, obteve-se um total de 1.402 estudos, sendo que: 291 foram identificados na base ASCE; 15 na ICE; 30 na SciELO.ORG; 605 na SCOPUS; 422 na Web of Science e 39 na IEEE Xplore. A representação da porcentagem dos dados encontrados em cada base com relação ao total é detalhada no Gráfico 1.

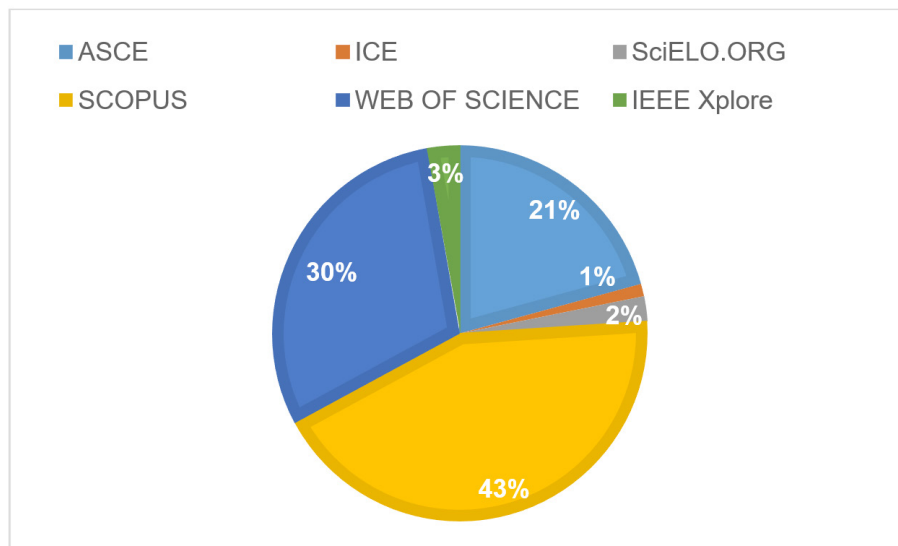


Gráfico 1: Relação dos estudos primários para as seis bases de dados selecionadas

Fonte: Dados da pesquisa

3.2 Seleção de Estudos Primários

Para a seleção dos estudos primários, os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados à cada trabalho pesquisado, juntamente com uma leitura prévia das palavras-chave e título dos artigos. Assim, reduziu-se o número de estudos selecionados para 482 trabalhos correlatos, sendo esses, para cada base de dados, apresentados no Quadro 1.

FONTES	Estudos primários	Estudos excluídos		Estudos Incluídos
		Duplicados	Restritos	
ASCE	291	0	145	146
ICE	15	1	7	7
SCIELO	30	7	15	8
SCOPUS	605	151	271	183
WEB OF SCIENCE	422	81	219	122
IEEE	39	2	21	16
		242	678	
TOTAL	1402	920		482

Quadro 1: Detalhamento da seleção dos Estudos Primários

Fonte: Dados da pesquisa

Verificou-se nessa etapa que 920 trabalhos foram dispensados pelos autores, uma vez que: não apresentaram relação com a área de Engenharia e concepção ou desenvolvimento de sistemas de abastecimento de água; trabalhos repetidos entre as bases de dados escolhidas; artigos que não apresentassem nenhuma das palavras-chaves definidas das *strings* de busca em seu título ou resumo e ainda, trabalhos que não fossem exclusivamente artigos completos, publicados diretamente em revistas ou provindos de congressos ou conferências.

Quanto às bases de dados, verificou-se que a SCOPUS apresentou a maior quantidade de trabalhos encontrados (605). Todavia, apresentou o maior número de artigos excluídos da análise (422) em virtude da grande quantidade de artigos repetidos com outras buscas anteriormente realizadas e, também, vários (271) artigos restringidos pelos critérios de exclusão da pesquisa.

3.3 Extração de Dados

Avaliando a quantidade de trabalhos publicados com relação ao ano, dentro do período de busca estabelecido (de 2007 a 2017), verificou-se diversas partes de um sistema de distribuição de água foram estudadas por pesquisadores ao redor do mundo. De acordo com os resultados obtidos na busca, percebe-se um crescimento na confecção de trabalhos na última década, passando-se de 42 trabalhos correlatos ao tema proposto publicados em 2007 a 61 trabalhos em 2017. O gráfico 2 ilustra a distribuição dos estudos primários selecionados pelo processo de escolha, ao longo dos últimos dez anos.

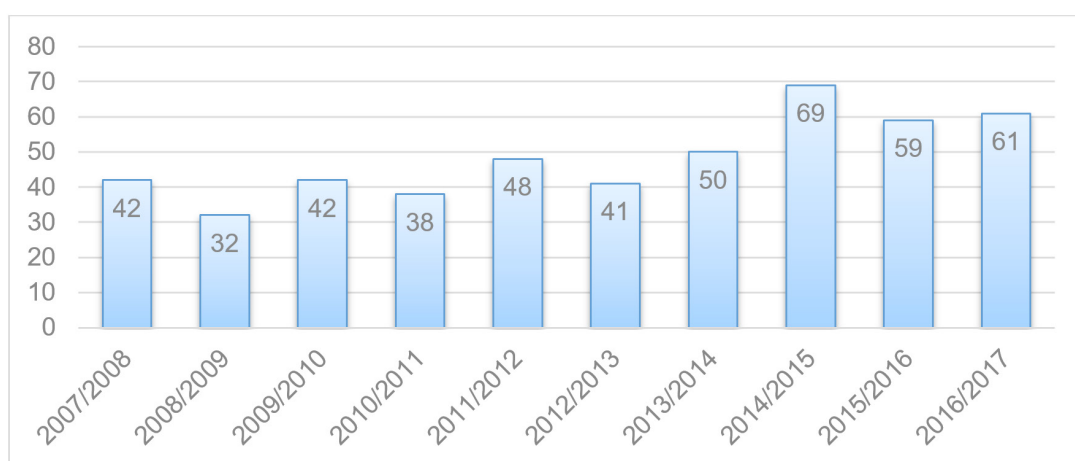


Gráfico 2: Distribuição dos estudos primários ao longo da última década

Fonte: Dados da pesquisa

Foi possível também classificar a distribuição dos trabalhos por tipo de publicação (de congressos/conferências ou periódicos). Pode-se perceber pelo Gráfico 3 que a maioria dos trabalhos selecionados (275 ou cerca de 57%) foi publicada em periódicos científicos e que, ainda, a quantidade de trabalhos publicados em anais de congressos ou conferencia correlatos ao tema proposto para a pesquisa foi de 207 ou cerca de 43% do total de estudos selecionados

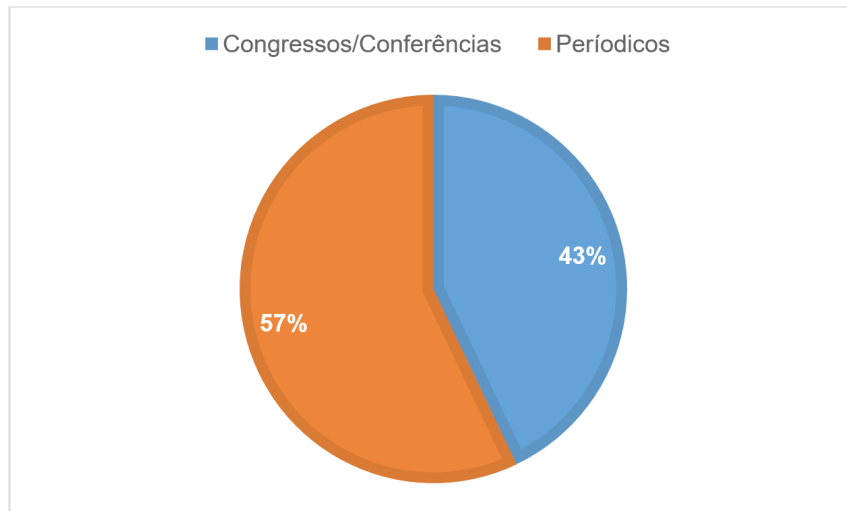


Gráfico 3: Distribuição dos estudos primários por tipo de publicação

Fonte: Dados da pesquisa

Quanto à distribuição dos trabalhos selecionados para as áreas de um sistema de abastecimento de água, a divisão das pesquisas é ilustrada pelo Gráfico 4, sendo que: 182 trabalhos dos selecionados eram relacionados à captação de água; 28 relacionados à adução; 162 relacionados ao tratamento ou à classificação de índices de qualidade da água; 60 relacionados à elementos de reservação de água e 50, relacionados à elementos de distribuição.

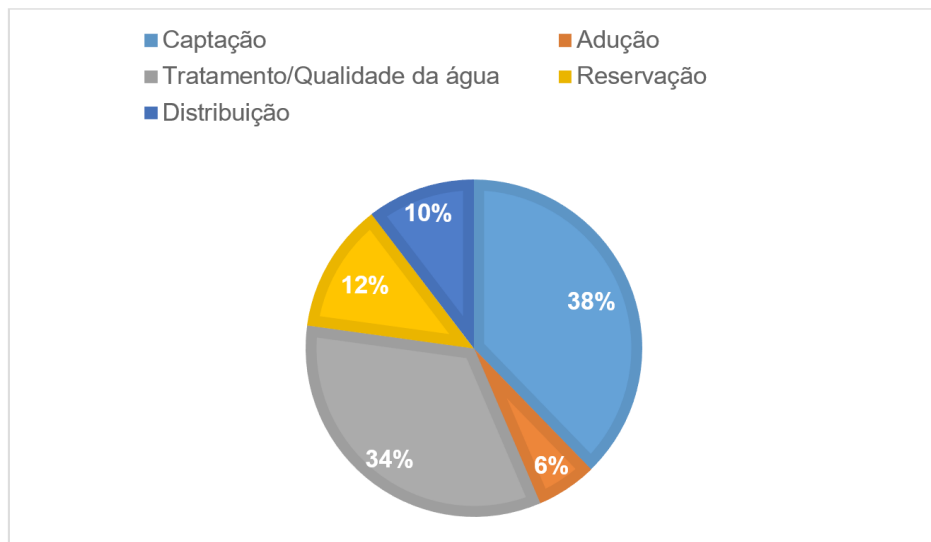


Gráfico 4: Distribuição dos estudos primários por área

Fonte: Dados da pesquisa

4 | CONCLUSÃO

Os estudos sobre otimização das concepções de projetos para sistemas de abastecimento de água são alternativas para elevar a qualidade de projetos de saneamento, ao meio tempo que propiciam, pela economia gerada, diminuição em gastos na execução das obras e por fim, na tarifa de água.

O trabalho proposto, por meio de um mapeamento sistemático de artigos relacionados à área de sistemas de abastecimento de água, verificou pesquisas que utilizam ferramentas multicritério que auxiliam à tomada de decisão, nas diversas partes das concepções desses sistemas. Percebeu-se, pelo Gráfico 4, que a grande maioria dos trabalhos atualmente estudados utilizando a metodologia multicritério visam entender as características de um sistema de abastecimento ligadas à qualidade de água. Todavia, com relação elementos de adução verificou-se que existem poucos estudos que levantam e hierarquizam as diversas variáveis dentro da concepção dos mesmos. Assim, como sugestões futuras, pode-se enfatizar estudos que avaliam as diversas características dentro de uma concepção de sistemas de adução de águas (como escolha do local, determinação da bomba, escolha do tipo de material dos condutos, dentre outros) utilizando ferramentas multicritério compatíveis e viáveis para a análise

É interessante ressaltar ainda que a validade da hierarquização das variáveis técnicas e financeiras sugeridas é regional, caracterizada pelos casos estudados em cada trabalho. Em diferentes contextos, com diferentes conformidades de clima, geografia e infraestruturas, diferentes trabalhos devem ser considerados. Fica também colocada a sugestão de novos estudos da eficácia da utilização de ferramentas multicritérios, enfatizando aspectos e características econômicas.

AGRADECIMENTOS

O autor expressa o seu profundo agradecimento ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa e também, à Universidade Estadual de Maringá que proporcionou, acesso às bases de dados presentes no trabalho por meio do Portal de Periódicos da CAPES (acesso CAFE).

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. T. **O conhecimento e o uso de métodos multicritérios de apoio a decisão**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2010.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2016. 226 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12211: **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm>. Acesso em: 24 mai. 2017.

BRASIL. **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010**. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de

2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 22 jun. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm>. Acesso em: 24 mai. 2017.

CUNHA, A.A.R.; MORAIS, D.C. **Seleção de manancial para expansão da capacidade de sistema de abastecimento de água: uma abordagem multicritério**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31. 2011, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 2011.

FREIRE, P.K.C. **Estudo comparativo entre metodologias de dimensionamento econômico de adutoras**. 2000. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande. 2000.

HAJKOWICZ, S; HIGGINS, A. **Decision Support: A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management**. European Journal of Operation Research, v.184, p.255-265, 2008.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews**. In Software Engineering Technical Report EBSE-2007-01, Department of Computer Science Keele University, Keele. 2007.

MALCHER, P.R.C. et al. **Um mapeamento sistemático sobre abordagens de apoio à rastreabilidade de requisitos no contexto de projetos de software**. Revista de Sistemas de Informação da FSMA, Macaé. v.16, p.3-15, 2015.

MEDEIROS, I.L. et al. **Revisão sistemática e bibliometria facilitadas por um Canvas**. Revista Brasileira de Design da Informação, São Paulo. v.12, n.1, p.93-110, 2015.

SANTOS, G. **“Revisão Sistemática, Mini-Curso”**. Sistema Brasileiro de Qualidade de Software – SBQS. Belém – PA. 2010.

TORKAR, R. et al. **Requirement’s traceability state-of-the-art: A systematic review and industry case study**. International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering, Chicago, v.22, n.3, p.385-433, 2012.

WEISTROFFER, H.R; SMITH, C.H; NARULA, S.C. **MCDM Software**. In: FIGUEIRA, J; SALVATORE, G; EHRGOTT, M. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. New York: Springer, p. 989-1018, 2005.

SOBRE A ORGANIZADORA

SABRINA PASSONI MARAVIESK Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-85107-57-4



9 788585 107574