



# AS CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA NO SÉCULO XXI 2

**JÚLIO CÉSAR RIBEIRO  
CARLOS ANTÔNIO DOS SANTOS  
(ORGANIZADORES)**

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Júlio César Ribeiro**  
**Carlos Antônio dos Santos**  
(Organizadores)

# As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Karine Lima  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
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. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
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  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
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. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
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. 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. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª 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 Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	As ciências exatas e da terra no século XXI [recurso eletrônico] : volume 2 / Organizadores Júlio César Ribeiro, Carlos Antônio dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-680-5 DOI 10.22533/at.ed.805190710  1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. I. Ribeiro, Júlio César. II. Santos, Carlos Antônio dos. III. Série.  CDD 507
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “As Ciências Exatas e da Terra no Século XXI,” que encontra-se em seu segundo volume, foi idealizada para compilar trabalhos que demonstrassem os novos desdobramentos da pesquisa científica no século XXI. Em seus 24 capítulos, procura-se apresentar a o leito de discussões alinhadas a eixos temáticos, como agricultura, engenharia, educação, estatística e tecnologias, havendo também espaço para perspectivas multidisciplinares a partir de trabalhos que permeiam diferentes segmentos da grande área. Na primeira parte da obra, que trata sobre agricultura, são apresentados estudos relacionados à fertilidade do solo, precipitação pluviométrica, necessidade hídrica de plantas, estudos fitoquímicos, recuperação, reuso e restauração de áreas degradadas, dentre outros. Na segunda parte, são abordados estudos sobre gerenciamento de resíduos da construção civil, uso do sensoriamento remoto, e comparação entre diferentes métodos de nivelamento.

Na terceira parte, estão agrupados trabalhos que envolvem vertentes econômicas, experiências educacionais, e uso da realidade virtual no processo de aprendizagem.

Na quarta e última parte, são contemplados estudos acerca de questões tecnológicas, envolvendo linguagem estatística, e aplicação de moedas digitais.

Com grande relevância, os trabalhos aqui apresentados estarão disponíveis ao grande público e colaborarão para a difusão de conhecimentos no âmbito técnico e acadêmico.

Os organizadores e a Atena Editora agradecem pelo empenho dos autores que não mediram esforços ao compartilhar, em sua melhor forma, os resultados de seus estudos por meio da presente obra. Desejamos que as informações difundidas por meio desta obra possam informar e provocar reflexões significativas, contribuindo para o fortalecimento desta grande área e de suas vertentes.

Júlio César Ribeiro  
Carlos Antônio dos Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DISPONIBILIDADE DE ZN EM SOLOSSUPER ADUBADOS EM ÁREAS DE AGRICULTURA FAMILIAR	
Ingrid Luciana Rodrigues Gomes	
Maria Tairane Silva	
Idamar da Silva Lima	
Airon José da Silva	
Carlos Alexandre Borges Garcia	
Silvânio Silvério Lopes da Costa	
Marcos Cabral de Vasconcellos Barreto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8051907101</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
ALTERAÇÕES QUÍMICAS DO SOLO IRRIGADO COM DILUIÇÕES DE ÁGUA PRODUZIDA TRATADA EM CASA DE VEGETAÇÃO	
Ricardo André Rodrigues Filho	
Rafael Oliveira Batista	
Ana Beatriz Alves de Araújo	
Juli Emille Pereira de Melo	
Rayane Alves de Arruda Santos	
Ana Luiza Veras de Souza	
Antônio Diego da Silva Teixeira	
Emmila Priscila Pinto do Nascimento	
Taís Mendonça da Trindade	
Wellyda Keorle Barros de Lavôr	
Igor Apolônio de Oliveira	
Elioneide Jandira de Sales	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8051907102</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
DETERMINAÇÃO RÁPIDA DE MN, ZN, FE E MG EM MELADO DE CANA POR ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA COM CHAMA (F AAS)	
Suelen Andolfatto	
Camila Kulek de Andrade	
Maria Lurdes Felsner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8051907103</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>36</b>
COMPARAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE 12 CIDADES PARAENSES	
Whesley Thiago dos Santos Lobato	
Antonio Maricélio Borges de Souza	
Maurício Souza Martins	
Luã Souza de Oliveira	
Bruno Maia da Silva	
Maria Sidalina Messias de Pina	
Daniella Amor Cunha da Silva	
Antonio Elson Ferreira Borges	
Arthur da Silva Monteiro	
Lucas Guilherme Araujo Soares	
Caio Douglas Araújo Pereira	
Lívia Tálita da Silva Carvalho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8051907104</b>	

**CAPÍTULO 5 ..... 48**

NECESSIDADES HÍDRICAS E ÍNDICES DE CRESCIMENTO DA CULTURA DO GERGELIM  
(*SESAMUM INDICUM L.*) BRS ANAHÍ IRRIGADO

Isaac Alves da Silva Freitas  
José Espínola Sobrinho  
Anna Kézia Soares de Oliveira  
Ana Beatriz Alves de Araújo  
Roberto Vieira Pordeus  
Poliana Marias da Costa Bandeira  
Priscila Pascali da Costa Bandeira  
Tecla Ticiane Félix da Silva  
Fernanda Jéssika Carvalho Dantas  
Alcimar Galdino de Lira  
Alricélia Gomes de Lima  
Kadidja Meyre Bessa Simão

**DOI 10.22533/at.ed.8051907105**

**CAPÍTULO 6 ..... 58**

APLICAÇÃO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS EM EMPRESAS DO SETOR AGROFLORESTAL

Robert Armando Espejo  
Rildo Vieira de Araújo  
Michel Constantino  
Reginaldo Brito da Costa  
Paula Martin de Moraes  
Vanessa Aparecida de Moraes Weber  
Fabricio de Lima Weber  
Fabiano Dotto

**DOI 10.22533/at.ed.8051907106**

**CAPÍTULO 7 ..... 68**

ECOPRODUÇÃO DE PAPEL A PARTIR DE RESÍDUOS TÊXTEIS: PROPOSTA E AVALIAÇÃO DA  
VIABILIDADE DE SIMBIOSE INDUSTRIAL

Júlia Terra Miranda Machado  
Lilian Bechara Elabras Veiga  
Maria Gabriela von Bochkor Podcameni

**DOI 10.22533/at.ed.8051907107**

**CAPÍTULO 8 ..... 81**

ESTUDO TEÓRICO SOBRE COMO REALIZAR UM PROCESSO DE OBTENÇÃO DE MELADO DE  
ALGAROBA (*PROSOPIS JULIFLORA SW DC*)

Karina da Silva Falcão  
Alan Henrique Texeira  
Clóvis Gouveia da Silva  
Mirela Mendes de Farias  
Zildomar Aranha de Carvalho Filho

**DOI 10.22533/at.ed.8051907108**

**CAPÍTULO 9 ..... 89**

ESTUDO QUÍMICO E FARMACOLÓGICO DE *ARTOCARPUS ALTILIS* (PARKINSON) FOSBERG

Alice Joana da Costa  
Mônica Regina Silva de Araújo  
Beatriz Dias  
Chistiane Mendes Feitosa  
Renata Paiva dos Santos  
Daniele Alves Ferreira  
Felipe Pereira Silva de Araújo

**DOI 10.22533/at.ed.8051907109**

**CAPÍTULO 10 ..... 101**

ESTUDO FITOQUÍMICO DE *HYMENAEA COURBARIL* E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE TRIPANOCIDA

Breno Memic Sequeira  
Romeu Machado Rocha Neto  
Lúzio Gabriel Bocalon Flauzino  
Daniele da Silva Ferreira  
Lizandra Guidi Magalhães  
Patrícia Mendonça Pauletti  
Ana Helena Januário  
Márcio Luis Andrade e Silva  
Wilson Roberto Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.80519071010**

**CAPÍTULO 11 ..... 115**

ESTUDO SOBRE R&R PARA PRODUTOS DO LABORATÓRIO PILOTO DE QUÍMICA INDUSTRIAL

Karina da Silva Falcão  
Lígia de Oliveira Franzosi Bessa  
Manoel Teodoro da Silva  
Renata Rayane da Silva Santana

**DOI 10.22533/at.ed.80519071011**

**CAPÍTULO 12 ..... 123**

SÍNTESE ORGÂNICA, INORGÂNICA E DE NANOMATERIAIS ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS:  
UMA MINI REVISÃO

Jorddy Neves Cruz  
Sebastião Gomes Silva  
Fernanda Wariss Figueiredo Bezerra  
Oberdan Oliveira Ferreira  
Jose de Arimateia Rodrigues do Rego  
Marcos Enê Chaves Oliveira  
Daniel Santiago Pereira  
Antonio Pedro da Silva Souza Filho  
Eloisa Helena de Aguiar Andrade  
Mozaniel Santana de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.80519071012**

**CAPÍTULO 13 ..... 132**

PROJETO DE RECUPERAÇÃO, REUSO E RESTAURAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO DE AGREGADOS PARA PAVIMENTAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MORRO REDONDO/RS

Thiago Feijó Bom  
Pedro Andrade Coelho  
Matheus Acosta Flores  
Angélica Cirolini  
Alexandre Felipe Bruch  
Marciano Carneiro

**DOI 10.22533/at.ed.80519071013**

**CAPÍTULO 14 ..... 145**

AHP – PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RCC EM CANTEIROS DE OBRAS VERTICAIS E ALGUNS ASPETOS DIVERGENTES

Romão Manuel Leitão Carrapato Direitinho  
José da Costa Marques Neto  
Rodrigo Eduardo Córdoba

**DOI 10.22533/at.ed.80519071014**

**CAPÍTULO 15 ..... 158**

COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS DE NIVELAMENTO GEOMÉTRICO, TRIGONOMÉTRICO E POR GNSS EM UMA RODOVIA

Kézia de Castro Alves  
Francisca Vieira Nunes  
Guilherme Ferreira Gonçalves  
Fábio Campos Macedo  
Pedro Rogério Giongo

**DOI 10.22533/at.ed.80519071015**

**CAPÍTULO 16 ..... 166**

USO DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL NO MAPEAMENTO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE MILHETO

Antônio Aldisio Carlos Júnior  
Neyton de Oliveira Miranda  
Jonatan Levi Ferreira de Medeiros  
Suedêmio de Lima Silva  
Paulo César Moura da Silva  
Erllan Tavares Costa Leitão  
Ana Beatriz Alves de Araújo  
Priscila Pascali da Costa Bandeira  
Poliana Maria da Costa Bandeira  
Gleydson de Freitas Silva  
Isaac Alves da Silva Freitas  
Thaís Cristina de Souza Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.80519071016**

**CAPÍTULO 17 ..... 179**

A EDUCAÇÃO BRASILEIRA E SUAS VERTENTES ECONÔMICAS

Gustavo Tavares Corte  
Beatriz Valentim Mendes  
Steven Dutt-Ross

**DOI 10.22533/at.ed.80519071017**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>189</b>
SABERES INFORMAIS SOBRE CIÊNCIAS COMO PONTE PARA O CONHECIMENTO FORMAL	
Deíne Bispo Miranda	
Paulo Coelho Dias	
Maria Cristina Madeira Da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071018</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>199</b>
CLUBE DE CIÊNCIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIAS E IMPRESSÕES DOS ALUNOS	
Teresinha Guida Miranda	
Alice Silau Amoury Neta	
Jussara da Silva Nascimento Araújo	
Danielle Rodrigues Monteiro da Costa	
Normando José Queiroz Viana	
Alessandra de Rezende Ramos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071019</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>212</b>
O USO DE REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS COMO FACILITADORA NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM: UMA ABORDAGEM NEUROCIENTÍFICA COGNITIVA NOS TEMAS DE CIÊNCIAS	
Welberth Stefan Santana Cordeiro	
Zara Faria Sobrinha Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071020</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>222</b>
CRIPTOMOEDAS E UMA APLICAÇÃO PARA MODELOS LINEARES HIPERBÓLICOS	
Lucas José Gonçalves Freitas	
Marcelo dos Santos Ventura	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071021</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>226</b>
O TEOREMA DA COMPLETUDE	
Angela Leite Moreno	
Michele Martins Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071022</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>243</b>
REGRESSÃO POLINOMIAL DE TERCEIRA ORDEM NA DEFORMAÇÃO DE ELÁSTICOS DE BORRACHA	
Thales Cerqueira Mendes	
Yasmim Brasileiro de Castro Monteiro	
Luana da Silva Souza	
Lívia Nildete Barauna dos Santos	
Ester Vitória Lopes dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.80519071023</b>	

**CAPÍTULO 24 ..... 254**

PICTOGRAMA: ELABORAÇÃO EM LINGUAGEM R

Willian Alves Lion

Beatriz de Oliveira Rodrigues

Felipe de Melo Taveira

Flávio Bittencourt

Adriana Dias

**DOI 10.22533/at.ed.80519071024**

**SOBRE OS ORGANIZADORES..... 265**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 266**

## AHP – PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RCC EM CANTEIROS DE OBRAS VERTICAIS E ALGUNS ASPETOS DIVERGENTES

### **Romão Manuel Leitão Carrapato Direitinho**

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
São Carlos - SP

### **José da Costa Marques Neto**

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
São Carlos - SP

### **Rodrigo Eduardo Córdoba**

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar),  
São Carlos - SP

**RESUMO:** O AHP é quase seguramente o método multicritério de apoio à decisão mais utilizado no mundo. Entretanto são raros os estudos que apresentem propostas de estruturação do método para otimização do gerenciamento de resíduos de construção civil (RCC/RCD) em canteiro e que analisem diferenças na forma de aplicação do mesmo método. O objetivo deste estudo é analisar essas diferenças e elaborar a proposta de uma estrutura para aplicação do método na otimização do gerenciamento de resíduos de construção em canteiros de obras civis verticais. Para isso começa por ser feita uma revisão bibliográfica quer sobre os RCC quer sobre o método AHP, sendo que depois se propõe uma estrutura montada pelo pesquisador, a qual deverá ser avaliada por especialistas. O conteúdo do artigo resulta de um trabalho de doutorado neste momento a

meio. O trabalho identifica e analisa algumas diferenças na forma de aplicação do método e propõe uma estrutura em 4 níveis hierárquicos para otimização do gerenciamento de RCC/RCD em canteiros de obras de construção civil verticais.

**PALAVRAS-CHAVE:** AHP; Gerenciamento de RCC; Canteiros de obras; Construção civil vertical

### AHP - PROPOSAL FOR APPLICATION IN RCC MANAGEMENT IN VERTICAL CONSTRUCTION SITES AND SOME DIVERGENT ASPECTS

**ABSTRACT:** AHP is almost certainly the most widely used multi-criteria decision support method in the world. However, there are few studies that present proposals for structuring the method to optimize the management of construction waste (RCC / RCD) in the construction site and to analyze differences in the application of the same method, the AHP. The objective of this study is to analyze these differences and elaborate the proposal of a structure for application of the method in the optimization of construction waste management in vertical civil construction sites. For this, a bibliographic review is done, on both the RCCs and the AHP method, and then it's proposed a structure, set up by the researcher, which should

be evaluated by specialists. The content of the article results from a doctorate study, at this point in it's middle way. The paper identifies and analyzes some differences in the application of the method, and proposes a structure in 4 hierarchical levels to optimize the management of RCC / RCD in construction sites of vertical civil works.

**KEYWORDS:** AHP; RCC management; Construction sites; Vertical civil construction

## 1 | INTRODUÇÃO

Tavares (2007), refere que em suas atividades como construção, reformas, manutenção e demolição, a construção civil dá origem a uma significativa massa de resíduos (RCC/RCD), os quais são prejudiciais ao meio ambiente, causando grandes impactos no mesmo.

Marques Neto (2009) inclui os RCC/RCD, dentre os resíduos sólidos urbanos (RSU), e pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) na classe II-B (inertes).

A gestão dos RCC/RCD gerados em obra **é um problema multicriterial** pois responderá simultaneamente a questões econômicas, ambientais, de legislação e outras.

Rodriguez et al. (2013), mapeiam 32 artigos sobre métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados em Planejamento e Controle da Produção: 50% deles eram sobre um único método, o AHP (16). O mesmo, em conjunto com o ELECTRE (25%) e o MAUT (12,5%) representava 87,5% do total de artigos. Embora existam muitos outros métodos multicritério, isso sugere que o AHP seja o mais utilizado.

Este artigo, partindo de revisão bibliográfica sobre a aplicação do método AHP a problemas em várias áreas de conhecimento, centrando mais na área ambiental e mais especificamente na área de resíduos sólidos, tenta resolver a questão/problema de como otimizar a gestão dos RCC/RCD em canteiros civis verticais, propondo para isso uma estruturação do método AHP em 4 níveis, envolvendo critérios de vários tipos. Ao longo do processo encontraram-se diferenças na forma de aplicação do mesmo método, o AHP, que é algo que normalmente também não tem sido abordado em artigos.

## 2 | MÉTODO DE PESQUISA

Seguiu-se a seguinte sequência/metodologia: Passos: 1 – Revisão bibliográfica sobre os principais aspectos pertinentes aos RCC, seu gerenciamento, e canteiros de obras civis; 2 – Estudo do modo de funcionamento do método AHP em problema sobre área de conhecimento genérica; 3 – Estudo da aplicação do método a problema ambiental; 4 – Estudo da aplicação do método a problemas de resíduos sólidos (ainda que não sobre gerenciamento de RCC em canteiros); 5 – Identificação de diferenças na forma de aplicação do método AHP; 6 – Identificação de fatores críticos/importantes do/no método AHP; 7 – Definição da meta do problema na proposta; 8 – Definição dos

critérios a adotar na proposta; 9 - Definição das alternativas a adotar na proposta.

### 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA / REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Instrumentos normativos e legais brasileiros sobre RCC/RCD e classificação desses resíduos

##### 3.1.1 *Resoluções CONAMA*

Para Lordêlo et al. (2006), a Resolução Conama 307/2002 foi a principal medida tomada legal no Brasil quanto aos RCC/RCD. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para sua gestão, e ações necessárias para minimizar seus impactos ambientais. Prioriza, decrescentemente, em canteiros: 1- Não gerar; 2- Reduzir; 3 – Reusar; 4 – Reciclar; 5– Destinar de forma ambientalmente adequada.

O artigo 3º define uma classificação para os RCC/RCD e quais pertencem a cada classe. Classifica-os em 4 classes (A, B, C, D), explica quais os critérios para pertencer a cada, dá exemplos de resíduos pertencentes a cada, e indica quais destinações os resíduos de cada uma devem ter; o Artº 10º faz o mesmo que o artigo 3º, mas separa os resíduos por tipos dentro de cada classe, e refere quais os cuidados a ter com cada tipo, e suas destinações.

Para Brum (2013), a CONAMA 307/2002 sofreu 3 revisões: resolução CONAMA nº 348/2004 (incluiu o amianto na classe D- perigosos); a CONAMA nº 431/2011 (muda o gesso de C para B); e a CONAMA nº 448/2012, reestruturação mais profunda, que visa o ajuste da CONAMA nº 307/2002 à Lei Federal nº 12.305/2010. Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. (PGRCC) passaram a Planos de Gerenciamento de RCC, preservando diretrizes e responsabilidades dos grandes geradores. Mais tarde, uma 4ª revisão, a CONAMA nº 469/2015, redefiniu embalagens vazias de tintas imobiliárias, como “... aquelas cujo recipiente tem apenas filme seco de tinta sobre o revestimento interno, sem o acúmulo de resíduos de tinta líquida.” e estipulou a obrigatoriedade da logística reversa para as embalagens vazias de tintas usadas na construção civil, conforme os requisitos da Lei nº 12.305/2010, que contempla o descarte ambientalmente adequado dos respectivos resíduos de tintas.

##### 3.1.2 *Lei Federal 12.305/2010 (Política Nacional de Resíduos Sólidos, PNRS)*

Para Brum (2013), dispõe sobre princípios, objetivos e instrumentos relativos à gestão integrada e gerenciamento dos chamados resíduos sólidos (ou designados de RS), incluindo responsabilidades dos geradores, poder público, e instrumentos econômicos aplicáveis. A responsabilidade dos geradores e poder público vem por meio dos Planos de Resíduos Sólidos (PRS), e dividem-se em 4 níveis. No 1º nível (topo), que compete à União, e quanto aos RS, tem-se o Plano Nacional de Resíduos

Sólidos (PRS); no 2º nível, que compete aos estados, temos 3 tipos de planos (Planos Estaduais de de RS, micro-regionais de RS, e planos de RS de regiões metropolitanas ou aglomerados urbanos); no 3º nível, o municipal, temos os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (os PIGRCC) e os intermunicipais de RS; no 4º nível, o dos privados, temos os Planos de Gerenciamento de RS (os PGRCC).

É ainda instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, envolvendo fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, que se responsabilizam pelo sistema de logística reversa daqueles.

### 3.1.3 Normas nacionais sobre ou correlacionadas a RCC/RCD

Toda a série que vai desde a NBR 15.112:2004 até à NBR 15.116:2004.

## 3.2 Gerenciamento de RCC/RCD – Etapas e Prioridades/Objetivos

A Resolução nº 448/2012 do CONAMA refere etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. Prioridades do gerenciamento dos RCC são decrescentemente: não gerar, reduzir a geração, reutilizar, reciclar, e proceder à respectiva disposição final ambientalmente adequada (Figura 1).

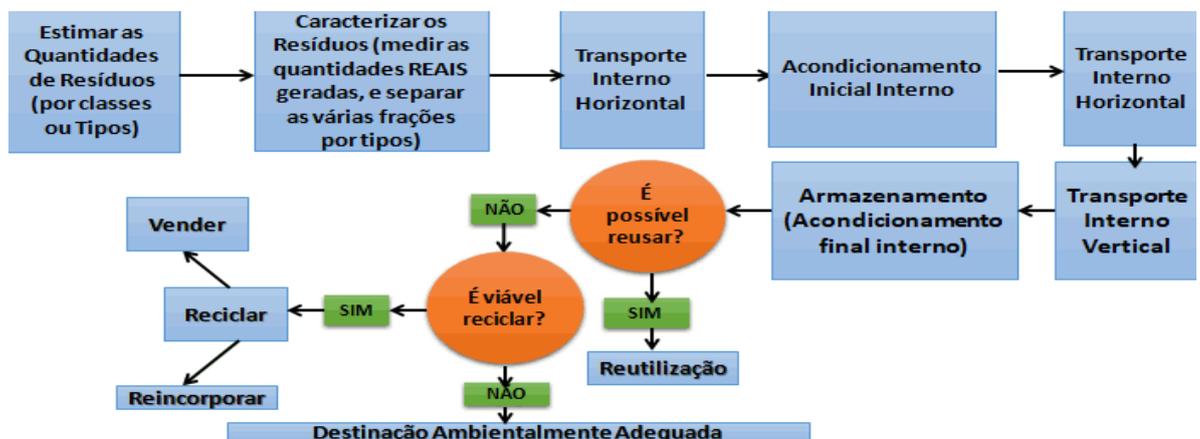


Figura 1 – Fluxograma genérico das etapas de gerenciamento de RCC/RCD em canteiros de edificações verticais. Fonte: O autor (2017).

### 3.3 Métodos Multicriteriais de Apoio à Decisão

Neles existem um ou mais decisores, a definição de uma meta, de conjunto de critérios e objetivos a seguir, e um conjunto de alternativas, e uma será escolhida.

## 4 | O MÉTODO AHP E SEU FUNCIONAMENTO

O AHP (Analytic Hierarchy Process) foi desenvolvido por Thomas Saaty, na década de 1970, na Universidade da Pensilvânia. Desde então foi extensivamente aplicado nos mais variados problemas complexos. O fluxograma da Figura 2 traduz uma descrição sintética do método.

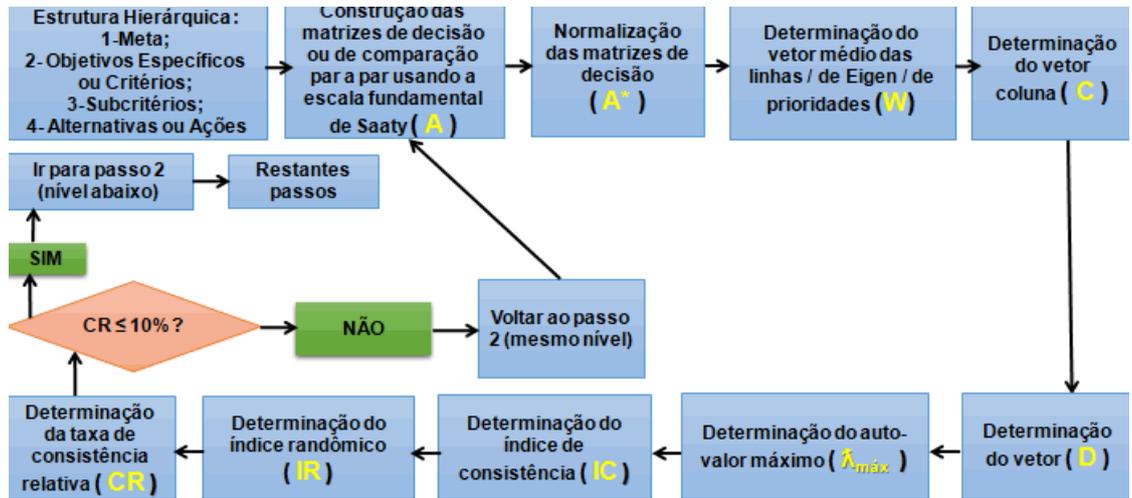


Figura 2 – AHP: As etapas do método.

Fonte: O autor (2017)

Passo 1 – Estrutura hierárquica para o problema (níveis): a que aparece em muitos autores é a da Figura 3.

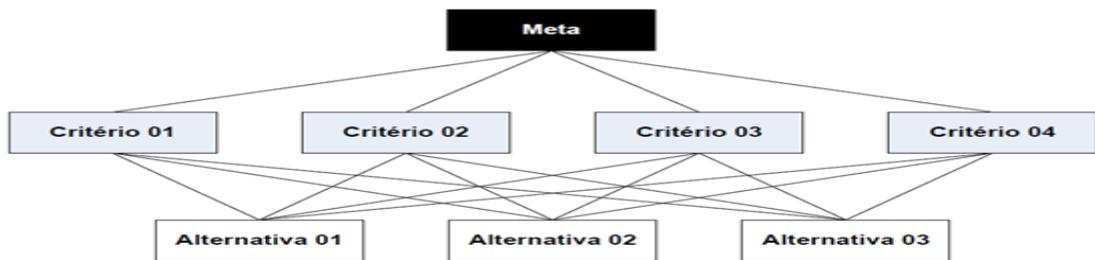


Figura 3 – Estrutura hierárquica do método AHP.

Fonte: Vargas (2010)

É uma estrutura em 3 níveis (meta do problema, critérios, alternativas/ações), sendo o objetivo escolher a melhor alternativa para atingir a meta. O número de critérios e alternativas pode variar. Em problemas mais “complexos” podem aparecer níveis intermediários.

Passo 2 – Matrizes de decisão [A]: comparam par a par os elementos de um determinado nível, segundo a respetiva importância para o nível acima, começando pelo nível 2. Daí para baixo cada nível tem as suas matrizes [A]. Essa importância é determinada segundo a escala da Figura 4.

Intensidade	Definição	Explicação
1	Igual importância.	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre outra.	A experiência e o juízo favorecem uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial.	A experiência ou juízo favorece fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada.	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra. Pode ser demonstrada na prática.
9	Importância absoluta.	A evidência favorece uma atividade em relação à outra, com o mais alto grau de segurança.
2,4,6,8	Valores Intermediários.	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

**Figura 4** – Escala fundamental de Saaty.

Fonte: Oliveira, C.A. de; Belderrain, M.C.N., (2008)

São matrizes quadradas de ordem  $n$ , e recíprocas (Figura 5).

$$\begin{vmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \cdots & 1 \end{vmatrix}$$

**Figura 5** – Aspeto típico da matriz de decisão do método AHP.

Fonte: Oliveira e Belderrain, (2008).

Passo 3 – Normalização das matrizes [A]: toma-se cada um dos elementos das matrizes do tipo da figura 9 e divide-se pelo valor soma da respetiva coluna.

Passo 4 – Vetor médio das linhas/de prioridades, (W): Cada elemento é a média aritmética dos elementos da respetiva linha da matriz normalizada. Esses valores significam o peso que o critério/subcritério/ação tem para a meta.

Passo 5 – Vetor coluna, (C): resulta de multiplicar a matriz [A] pelo vetor (W).

Passo 6 – Vetor (D) = (C)/(W)

Passo 7 – Determinação de  $\lambda_{\text{máx}}$ : determina-se o valor soma dos elementos de (D) e a seguir calcula-se a média aritmética dos seus elementos. Esse valor médio é o  $\lambda_{\text{máx}}$ .

Passo 8 – Índice de consistência, IC:  $IC = (\lambda_{\text{máx}} - n) / (n - 1)$

Passo 9 – Índice randômico, IR: função de  $n$  (Figura 6).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

**Figura 6** – A Tabela de valores do índice randômico, IR.

Fonte: Saaty apud Ventura, (2009)

Passo 10 – Taxa de consistência relativa, CR:  $CR = (IC / IR)$

IMPORTANTE – para que [A] seja considerada consistente  $CR \leq 10\%$ . Se isso não acontecer, retornar ao passo 2 e fazer uma reavaliação dos pesos atribuídos às comparações par a par, até que  $CR \leq 10\%$ . Isso validará os resultados. Se no final do passo 10  $CR \leq 10\%$  torna-se ao passo 2, mas para o nível hierárquico abaixo. Para determinar a melhor alternativa/ação, depois de repetir os passos para o nível 3 (alternativas/ações), calculava-se o valor do somatório de produtos dos vetores (W) de cada uma delas dentro de cada critério pela importância (W) do próprio critério para a meta do problema.

## 5 | RESULTADOS: DIFERENÇAS NA FORMA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO E PROPOSTA PARA APLICAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RCC EM CANTEIROS CIVIS VERTICAIS

### 5.1 Proposta: contempla 4 níveis (Figura 7).

NÍVEIS HIERÁRQUICOS						
1= META:	Otimizar Gerenciamento dos RCC em canteiros					
2= CRITÉRIOS:	Ambientais	Sociais	Econômicos	Legislação	Estratégicos	Operacionais
3= SUBCRITÉRIOS:	Especificados mais adiante					
4= AÇÕES:	No caso são combinações de ações passíveis de realizar com as várias classes de resíduos					

Figura 7 – AHP: Uma proposta para aplicação em gerenciamento de RCC/RCD em canteiros civis verticais.

Fonte: O autor, (2017)

Os subcritérios que se definem dentro das várias classes de critérios, na proposta, são os que constam nas Figuras 8, 9, 10 e 11 a seguir.

#### Critérios ambientais - propõem-se os SUBCRITÉRIOS:

- 1- política ambiental da empresa
- 2- vantagens ambientais
- 3- desvantagens ambientais

#### Critérios sociais - propõem-se os SUBCRITÉRIOS:

- 1- condições de vizinhança da obra
- 2- política de responsabilidade social da empresa

#### Critérios de legislação – propõem-se os SUBCRITÉRIOS:

- 1- legislação municipal sobre RCC
- 2- legislação estadual sobre RCC
- 3- legislação federal sobre RCC

#### Critérios econômicos - propõem-se os SUBCRITÉRIOS:

- 1- retorno sobre os investimentos efetuados
- 2- diminuição dos riscos de acidentes de trabalho
- 3- benefício na produtividade
- 4- distância à ATT mais próxima
- 5- distância à usina de reciclagem de RCC classe A mais próxima
- 6- distância ao AS mais próximo
- 7- capacidade financeira da empresa
- 8- quantidade gerada de RCC
- 9- facilidade em vender os RCC reciclados
- 10- composição dos RCC gerados

Figura 8 (esquerda) – Sub-critérios ambientais, sociais e de legislação; Figura 9 (direita) – Sub-critérios econômicos.

Fonte: O autor, (2017).

**Critérios estratégicos - propõem-se os SUBCRITÉRIOS:**

- 1 – grau de compromisso da administração
- 2 – grau de compromisso do gerente e mestre de obras
- 3 – grau de compromisso dos funcionários em geral
- 4 – grau de compromisso dos projetistas
- 5 – importância dada (pela administração) à reputação
- 6 – definição de metas (redução, reutilização, reciclagem)
- 7 – definição clara de responsabilidades

**Critérios operacionais - propõem-se os SUBCRITÉRIOS:**

- 1 – melhoria da organização do canteiro
- 2 – equipamentos de transporte interno disponíveis
- 3 – equipamentos de condicionamento interno disponíveis
- 4 – periodicidade da triagem
- 5 – habilidade/treinamento dos funcionários
- 6 – instante da triagem
- 7 – localização dos equipamentos de condicionamento

**Figura 10** (esquerda) – Sub-critérios estratégicos; **Figura 11** (direita) – Sub-critérios operacionais.

Fonte: O autor, (2017).

A Figura 12 traduz as ações possíveis de realizar com as várias classes de resíduos.

AÇÕES CLASSES	AÇÕES						
	REDUZIR	REUSAR	RECICLAR E REINCORPORAR	RECICLAR E VENDER	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA	DEVOLVER	VENDER
CLASSE A	x	x	x	x	x		
CLASSE B	x	x		x	x		
CLASSE C	x				x		
CLASSE D	x				x		
LOGÍSTICA REVERSA						x	x

**Figura 12** – AHP: Ações possíveis de realizar com as várias classes de resíduos de construção.

Fonte: O autor, (2017).

O 4º e último nível hierárquico da proposta, é o das ações, que funcionam como alternativas, mas que, em virtude da natureza sistêmica do problema, transformar-se-á em combinações de ações. Estabelecem-se regras para construí-las. Assim:

- i) RCC classe A sofrem 3 tipos de ações diferentes simultaneamente, sendo uma obrigatoriamente reduzir;
- ii) RCC classe B também;
- iii) RCC classe C sofrem simultaneamente as duas ações possíveis (reduzir; destinar de forma ambientalmente adequada);
- iv) RCC classe D sofrem simultaneamente as duas ações possíveis (reduzir; destinar de forma ambientalmente adequada);
- v) Resíduos de Logística Reversa sofrem 1 das duas ações possíveis (devolver ou vender);
- vi) Qualquer combinação deverá contemplar simultaneamente as 5 classes de resíduos estabelecidas.

Estruturada a proposta, faz-se a aplicação do método: primeiro constroi-se 1 matriz de decisão que compara as 6 classes de critérios entre si (Figura 13).

META - OTIMIZAR O GERENCIAMENTO DE RCC/RCD EM CANTEIROS CIVIS VERTICAIS						
	CR. AMBIENTAIS	CR. SOCIAIS	CR. ECONÔMICOS	CR. LEGISLAÇÃO	CR. ESTRATÉGICOS	CR. OPERACIONAIS
CR. AMBIENTAIS	1	$a_{12}$	$a_{13}$	$a_{14}$	$a_{15}$	$a_{16}$
CR. SOCIAIS	$1/a_{12}$	1	$a_{23}$	$a_{24}$	$a_{25}$	$a_{26}$
CR. ECONÔMICOS	$1/a_{13}$	$1/a_{23}$	1	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{36}$
CR. LEGISLAÇÃO	$1/a_{14}$	$1/a_{24}$	$1/a_{34}$	1	$a_{45}$	$a_{46}$
CR. ESTRATÉGICOS	$1/a_{15}$	$1/a_{25}$	$1/a_{35}$	$1/a_{45}$	1	$a_{56}$
CR. OPERACIONAIS	$1/a_{16}$	$1/a_{26}$	$1/a_{36}$	$1/a_{46}$	$1/a_{56}$	1

**Figura 13** – Matriz de decisão para comparação par a par entre todos os elementos do nível 2 da proposta – “classes” de critérios.

Fonte: O autor, (2017).

Seguem-se os passos até o passo 10. A atribuição dos  $a_{ij}$  na matriz resultará de uma média dos valores de especialistas. Cumprindo-se o critério de consistência relativa nesta 1ª fase/nível, desce-se um nível hierárquico, e numa 2ª fase, seguindo uma “variante” da forma clássica/típica do AHP já aplicada por outros, constroem-se matrizes de comparação para a par dos critérios/subcritérios que pertencem à mesma classe. Exemplificando para a classe critérios operacionais (Figura 14). De novo seguem-se os restantes passos até o passo 10, onde será analisada a consistência destas 6 matrizes.

"CRITÉRIOS" OPERACIONAIS							
	MELHORIA ORGANIZAÇÃO CANTEIRO	EQUIP. TRANSP. INTERNO DISPONÍVEIS	EQUIP. ACONDIC. INTERNO DISPONÍVEIS	PERIODICIDADE NA TRIAGEM	HABILID./TREINAM. DOS FUNCIONÁRIOS	INSTANTE DA TRIAGEM	LOCALIZ. DOS EQUIPAM.
MELHORIA ORGANIZAÇÃO CANTEIRO	1	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$	$A_{15}$	$A_{16}$	$A_{17}$
EQUIP. TRANSP. INTERNO DISPONÍVEIS	$1/A_{12}$	1	$A_{23}$	$A_{24}$	$A_{25}$	$A_{26}$	$A_{27}$
EQUIP. ACONDIC. INTERNO DISPONÍVEIS	$1/A_{13}$	$1/A_{23}$	1	$A_{34}$	$A_{35}$	$A_{36}$	$A_{37}$
PERIODICIDADE NA TRIAGEM	$1/A_{14}$	$1/A_{24}$	$1/A_{34}$	1	$A_{45}$	$A_{46}$	$A_{47}$
HABILID./TREINAM. DOS FUNCIONÁRIOS	$1/A_{15}$	$1/A_{25}$	$1/A_{35}$	$1/A_{45}$	1	$A_{56}$	$A_{57}$
INSTANTE DA TRIAGEM	$1/A_{16}$	$1/A_{26}$	$1/A_{36}$	$1/A_{46}$	$1/A_{56}$	1	$A_{67}$
LOCALIZ. DOS EQUIPAM. DE ACONDICION.	$1/A_{17}$	$1/A_{27}$	$1/A_{37}$	$1/A_{47}$	$1/A_{57}$	$1/A_{67}$	1

**Figura 14** – Matriz de decisão para comparação par a par entre todos os elementos do nível 3 da proposta pertencentes à classe de critérios operacionais.

Fonte: O autor, (2017).

Desce-se outro nível, passa-se ao das combinações de ações, e: ou se constroem matrizes segundo cada um dos critérios/subcritérios (levará a 32 matrizes de ordem 36), ou se constroi uma matriz de decisão [A] “genérica” entre as combinações de ações possíveis para a globalidade dos critérios/subcritérios, e ter-se-á uma única matriz de ordem 36. Procedendo da primeira forma, para achar o peso/importância de uma determinada combinação de ações para a meta do problema far-se-ia: através do vetor (W) correspondente à matriz de comparação par a par de todas as combinações de ações para um determinado critério, achar-se-ia a importância de qualquer combinação segundo esse critério. Multiplicando-se qualquer desses

36 pesos pela importância do critério dentro da respectiva classe, e depois também pelo peso da própria classe quanto à respectiva contribuição para a meta, chegava-se à contribuição/peso de uma determinada combinação para a meta, via/através de uma classe de critérios específica. Fazendo o mesmo para essa combinação e para os restantes critérios e restantes classes de critérios, através de uma somatória de produtos chegar-se-ia à importância/peso total (global) daquela combinação de ações para a meta do problema. Calculando o mesmo para as restantes combinações, a que obtiver o maior valor será a melhor. A combinação “ótima” para o gerenciamento de RCC/RCD naquele canteiro de obra civil vertical, para aquele cenário.

## 5.2 Diferenças na forma de aplicação do mesmo método (o AHP)

Não é comum discriminarem-se em artigos científicos. Referem-se por tópicos:

- 1 – Diferença no procedimento de cálculo do  $\lambda_{\text{máx}}$ : enquanto que o método de AHP “clássico” determina o valor de  $\lambda_{\text{máx}}$  como sendo a média dos valores do vetor  $(D) = (C)/(W)$ , há quem calcule como somatória dos produtos entre cada um dos elementos de  $(W)$  pelo valor da soma da respectiva coluna da matriz de decisão inicial, não normalizada (coluna correspondente ao respectivo critério ou alternativa);
- 2 – Existem trabalhos com uma “estrutura ramificada”/em “árvore” desde os critérios ou classes de critérios até o nível hierárquico imediatamente inferior (alternativas ou critérios), o que faz com que, a seguir, em vez de se construírem matrizes de comparação entre todos os elementos de um determinado nível e em relação a todos os elementos do nível acima, acabem-se construindo esse tipo de matrizes apenas em relação a uma “família/elemento” do nível imediatamente acima, o que não é o “clássico”/típico no método AHP. Em um 1º trabalho pesquisado, ao seguir-se uma estrutura/modelo tipo “árvore”, quando se chega ao nível 3 (“subcritérios”), acaba-se tendo 4 matrizes de comparação par a par de ordem 3, enquanto seguindo-se a estrutura “clássica” de “linhas intercruzadas” do método ter-se-iam 4 matrizes de ordem 12 (complexidade diferente). Isso acontece também em um 5º trabalho pesquisado, em que para o último dos níveis chega-se a uma única matriz de comparação par a par, de ordem 9, entre os elementos do grupo específico, quando seguindo-se a estrutura “clássica” chegar-se-ia a 3 matrizes desse tipo, uma por cada elemento do grupo prioritário (Recursos Humanos; Legislação e Planejamento; Ações);
- 3 – Existem casos em que não se segue a escala fundamental de Saaty na valorização dos elementos das matrizes de decisão. Nem seus valores intermediários tampouco. Definem-se valores decimais (casa centesimal inclusive). Embora mantenha-se a reciprocidade dos elementos;
- 4 – Existem casos em que é estabelecida uma estrutura hierárquica em vários níveis mas em que um (ou mais) deles são “ignorados” no desenvolvimento dos passos do método, passando-se a aplicar o mesmo apenas em níveis hierárquicos inferiores;
- 5 – Há um caso em que é apresentado fluxograma que pressupostamente serviria para estruturar hierarquicamente os níveis, no qual são estabelecidas conexões entre elementos que

não pertencem a níveis consecutivos (conexões entre elementos hierárquicamente com 2 unidades de diferença); 6 – A não ser que o pesquisador tenha se enganado nos cálculos, existem problemas de consistência em alguns dos trabalhos pesquisados.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS - CONCLUSÕES

Com base em uma revisão bibliográfica, primeiro sobre os RCC/RCD, depois sobre principais instrumentos normativos e legais sobre os mesmos, estágios e objetivos de sua gestão em canteiro de obras, métodos multicriteriais de apoio à decisão, e pesquisa realizada incidindo sobre 4 artigos científicos e uma dissertação sobre o método multicriterial AHP (incluindo recálculos de conteúdos/resultados), para uma sólida compreensão acerca do funcionamento desse método multicriterial, foi possível concluir acerca da existência de diferenças na forma de aplicação do mesmo. Foi estruturada e elaborada uma proposta de aplicação do AHP, em quatro níveis hierárquicos, definindo o objetivo/meta do problema, as classes de critérios e respectivos critérios/subcritérios dentro de cada um deles, e as alternativas para uma boa gestão de RCC em canteiros de obras verticais.

Essa estrutura inclui a consideração de critérios ambientais, sociais, econômicos, legislativos, estratégicos e operacionais, e resulta em 36 combinações de ações a serem realizadas no gerenciamento de RCC/RCD, as quais são as alternativas para o problema. Uma recomendação deste artigo diz respeito à atribuição de pesos por profissionais especialistas na área, para que o sistema possa ser validado. Durante o estudo também foi possível concluir que o método AHP comporta um certo grau de subjetividade (na definição de critérios e na atribuição de pesos em matrizes). Este artigo apresentou resultados parciais que fazem parte de uma pesquisa de doutorado.

Considerando as limitações do trabalho, sugere-se o desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão (SAD), para otimizar a gestão de RCC/RCD em canteiros verticais, para uso por parte de empresas de construção civil no país.

## 7 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro prestado a este trabalho.

## REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da

construção civil e resíduos inertes - Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15115**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15116**: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL (2010). **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. DOU, Brasília, DF. Agosto de 2010.

BRASIL (2002). **Resolução CONAMA nº 307 de 05 de Julho de 2002**. Dispõe sobre Gestão dos Resíduos da Construção Civil.

BRASIL (2004). **Resolução CONAMA nº 348**. Modifica a Resolução CONAMA nº 307 de 05 de Julho de 2002, incluindo o amianto na classe dos resíduos perigosos. DOU, Brasília, DF. Agosto de 2004.

BRASIL (2011). **Resolução CONAMA nº 431 de 25 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução CONAMA nº 307 de 05 de Julho de 2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. DOU, Brasília, DF. 2011.

BRASIL (2012). **Resolução CONAMA nº 448, de 19 de Janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. DOU, Brasília, DF. 2012.

BRASIL (2015). **Resolução CONAMA nº 469, de 29 de Julho de 2015**. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. DOU, Brasília, DF. 2015.

BRUM, F. M. Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF. Juiz de Fora: UFJF, 2013. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

FIGUEIRA, J.; GRECO, S.; EHRGOTT, M. **Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys**. New York: Springer, 2005. 1004 p. (International Series in Operations Research & Management Science).

LORDÉLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras: método, implantação e resultados**. In: Programa de Gestão de Resíduos da Construção Civil, SENAI/BA, 2006.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição da bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15)**. São Carlos: EESC, 2009. 665 p. Tese (Doutorado em Ciências: Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

OLIVEIRA, C. A. de; BELDERRAIN, M. C. N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades do AHP. Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2008.

POLATIDIS, H. et al. Selecting an appropriate multi-criteria decision analysis technique for renewable energy planning. **Energy Sources**, Part B, v. 1, p. 181-193, 2006.

RODRIGUEZ, D. S. S.; COSTA, H. G.; CARMO, L. F. R. R. S. do Métodos de auxílio multicritério à decisão aplicados a problemas de PCP: Mapeamento da produção em periódicos publicados no Brasil. **Revista Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 1, p. 134-146, 2013.

SAATY, T. L. **Método de Análise Hierárquica**. Editora McGraw Hill Ltda. São Paulo, 1991.

SAATY, T. L. Some Mathematical Concepts of the Analytic Hierarchy Process. **Behaviormetrika**, v. 29, p. 1-9, 1991.

TAVARES, L. P. M. **Levantamento e análise da deposição e destinação de resíduos da construção civil em Ituiutaba/MG**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Uberlândia. 2007.

VARGAS, R.V. **Utilizando a programação multicritério (analytic hierarchy process – AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. Hpublicações PMI Global Congress 2010 – North America. Washington – DC – EUA – 2010.

VENTURA, K. S. **Modelo de avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) com uso de indicadores de desempenho. Estudo de caso: Santa Casa de São Carlos – SP**. São Carlos: USP. 2009. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Júlio César Ribeiro** - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade de Taubaté - SP (UNITAU); Técnico Agrícola pela Fundação Roge - MG; Mestre em Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal Fluminense (UFF); Doutor em Agronomia - Ciência do Solo pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Pós-Doutorado no Laboratório de Estudos das Relações Solo-Planta do Departamento de Solos da UFRRJ. Possui experiência na área de Agronomia (Ciência do Solo), com ênfase em ciclagem de nutrientes, nutrição mineral de plantas, fertilidade, química e poluição do solo, manejo e conservação do solo, e tecnologia ambiental voltada para o aproveitamento de resíduos da indústria de energia na agricultura. E-mail para contato: [jcragronomo@gmail.com](mailto:jcragronomo@gmail.com)

**Carlos Antônio dos Santos** - Engenheiro-Agrônomo formado pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica - RJ; Especialista em Educação Profissional e Tecnológica pela Faculdade de Educação São Luís, Jaboticabal-SP; Mestre em Fitotecnia pela UFRRJ. Atualmente é Doutorando em Fitotecnia na mesma instituição e desenvolve trabalhos com ênfase nos seguintes temas: Produção Vegetal, Horticultura, Manejo de Doenças de Hortaliças. E-mail para contato: [carlosantoniokds@gmail.com](mailto:carlosantoniokds@gmail.com)

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Açúcares 25, 26, 28, 34, 81, 82, 83, 84, 85, 87

Agricultura de precisão 7, 167

Água residuária 10, 11, 20

AHP 145, 146, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Algaroba 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88

Amostragem em suspensão 24, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33

Análise 1, 2, 3, 6, 10, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 27, 32, 33, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 49, 50, 51, 57, 58, 60, 61, 65, 66, 67, 70, 82, 95, 96, 99, 101, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 116, 117, 119, 127, 138, 140, 144, 157, 163, 165, 170, 171, 172, 179, 180, 183, 184, 190, 194, 196, 197, 198, 199, 206, 207, 211, 219, 221, 226, 227, 231, 242, 246

Análise envoltória de dados 58, 60, 67

Análise funcional 226, 227, 242

Artocarpus altilis 89, 90, 91, 92, 94, 96, 97, 99, 100

Atividade antiparasitária 102

Avanços 78, 123, 202, 213

### B

Bitcoin 222, 223, 224, 225

### C

Canteiros de obras 145, 146, 155, 156

Celulose 58, 59, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 126

Chuva 36, 37, 38, 39, 41, 42, 45, 47, 76

Ciclo educacional 179, 183

Ciclo vegetativo 7, 49, 53, 55, 56

Códigos linguísticos 189

Commodities 58, 59

Construção civil vertical 145

Curso agrotécnico 189

### E

Educação 9, 68, 69, 79, 89, 158, 179, 180, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 197, 201, 202, 203, 209, 210, 211, 212, 213, 221, 245, 263, 265

Ensino 67, 92, 179, 180, 182, 183, 185, 186, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 243, 245, 252, 255, 256, 263

Ensino de ciências 189, 200, 201, 209, 211, 212, 214, 215, 217, 218, 219, 220, 221, 252

Espaço não formal 199, 201, 209, 210

Espaços métricos 226, 227, 228, 231, 232, 236, 242

Evapotranspiração 16, 37, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 169

## F

F AAS 24, 25, 26, 27, 29, 31, 32, 33, 35

Fitoquímica 90, 99, 100

Fósforo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14

## G

Geoestatística 167, 171

Gerenciamento de RCC 145, 146, 147, 148, 151, 154, 155

Gráficos 117, 119, 254, 255, 256, 263

## H

Hymenaea courbaril 101, 102, 104, 105, 112, 113

## I

Imagens 135, 136, 137, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 176, 177, 217, 242, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261

Índices de vegetação 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176

Indústria de papel 68, 70, 75

Indústria têxtil 68, 70, 75, 79

Investimento 179, 180, 183, 184, 185, 222

## L

Leap-Frog 158, 159, 160

Lei de Hooke 243, 245, 246, 247, 248, 251, 252

Letramento científico 199, 203, 209, 210

## M

Medição 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 160, 161

Melado de cana 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 84

Metais 3, 9, 12, 22, 24, 25, 26, 28, 29, 31, 32, 126, 176

Meteorologia 36, 37, 39, 53

Micro-ondas 26, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129

Moda sustentável 68, 79

Modelos hiperbólicos 222, 223, 225

Moraceae 89, 90, 91, 100

## N

Não-linearidade 243, 251

Nivelamento 74, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165

Nutrição de plantas 1

## O

Oportunidade 179, 180, 182, 185, 186, 191, 256

## P

Papel 2, 58, 59, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 128, 192, 206, 213, 216, 227, 231, 246, 249

Parâmetros 24, 27, 28, 30, 33, 48, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 115, 116, 119, 137, 160, 163, 168, 174, 175, 177, 191, 222, 223, 224, 255, 263

Perímetro irrigado 1, 3, 8

Petróleo 1, 9, 10, 11, 13, 22, 23

Prosopis 81, 82, 87, 88

## Q

Química verde 33, 123, 128

## R

Recuperação 11, 132, 133, 134, 137, 138, 139, 140, 143, 144

Regressão polinomial 243, 246, 251

Renda 49, 81, 179, 180, 181, 182, 184, 185, 186

Resíduos sólidos 68, 71, 76, 77, 80, 146, 147, 148, 155, 156

Restauração 132, 133, 134, 137, 138, 139, 143, 244, 245

Reuso 10, 22, 71, 72, 80, 132, 133, 137, 138, 140, 141, 142, 143

## S

Saneantes 115, 117, 118, 121

Sequências de Cauchy 226

Simbiose industrial 68, 70, 71, 77, 78

Síntese 90, 104, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 220

## T

Topografia 138, 139, 143, 158, 159, 165

Trading 222, 223

Trypanosoma cruzi 101, 102, 103, 111, 112

## V

Validação de métodos 24, 34

Variáveis 22, 38, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 117, 175, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 194, 204, 211, 222, 224, 254, 256

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-680-5

