

Engenharias, Ciência e Tecnologia 5

Luís Fernando Paulista Cotian
(Organizador)



Luís Fernando Paulista Cotian
(Organizador)

Engenharias, Ciência e Tecnologia

5

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Lorena Prestes

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharias, ciência e tecnologia 5 [recurso eletrônico] / Organizador
Luís Fernando Paulista Cotian. – Ponta Grossa (PR): Atena
Editora, 2019. – (Engenharias, Ciência e Tecnologia; v. 5)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia.

ISBN 978-85-7247-088-9

DOI 10.22533/at.ed.889193101

1. Ciência. 2. Engenharia. 3. Inovações tecnológicas.
4. Tecnologia. I. Cotian, Luís Fernando Paulista. II. Série.

CDD 658.5

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Engenharia, Ciência e Tecnologia” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora. O volume V apresenta, em seus 14 capítulos, conhecimentos relacionados a Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social relacionadas à engenharia de produção nas áreas de Responsabilidade Social Organizacional, Sustentabilidade e Sistemas de Indicadores, Desenvolvimento Sustentável em Engenharia de Produção e Meio Ambiente.

A área temática de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social trata de temas relevantes para a mecanismos que auxiliam na sustentabilidade da organização, envolvendo responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. As análises e aplicações de novos estudos proporciona que estudantes utilizem conhecimentos tanto teóricos quanto tácitos na área acadêmica ou no desempenho da função em alguma empresa.

Para atender os requisitos do mercado as organizações precisam levar em consideração a área de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, sejam eles do mercado ou do próprio ambiente interno, tornando-a mais competitiva e seguindo a legislação vigente.

Aos autores dos capítulos, ficam registrados os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora, pela dedicação e empenho sem limites que tornaram realidade esta obra, que retrata os recentes avanços científicos do tema.

Por fim, espero que esta obra venha a corroborar no desenvolvimento de novos conhecimentos de Sustentabilidade, Meio Ambiente e Responsabilidade Social e auxilie os estudantes e pesquisadores na imersão em novas reflexões acerca dos tópicos relevantes na área de engenharia de produção.

Boa leitura!

Luís Fernando Paulista Cotian

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AQUAPONIA: RELAÇÃO HARMÔNICA ENTRE PEIXES, PLANTAS E BACTÉRIAS	
<i>Thiago Rodrigues Nunes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931011	
CAPÍTULO 2	13
COLETA E IDENTIFICAÇÃO DE AMOSTRAS DE ROCHAS SEDIMENTARES DA BACIA ALAGOAS: FORMAÇÕES PENEDO, PORÇÃO, MORRO DO CHAVES, MACEIÓ E BARREIRAS	
<i>Zenilda Vieira Batista</i>	
<i>Mávylla Sandreya Correia Tenório</i>	
<i>Sonia Maria Oliveira Agostinho da Silva</i>	
<i>Débora Cristina Almeida de Assis</i>	
<i>Nayra Vicente Sousa da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931012	
CAPÍTULO 3	24
CONSTRUÇÃO DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA PARA A CONVIVÊNCIA NO SEMIÁRIDO: ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE ÁGUA BRANCA, PARAÍBA	
<i>Adriana Maria dos Santos</i>	
<i>Romulo Wilker Nery de Andrade</i>	
<i>Adriano da Silva Félix</i>	
<i>Polyana Marta da Silva</i>	
<i>Hevelynne Figueirêdo Pereira</i>	
<i>Luara Lourenço Ismael</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931013	
CAPÍTULO 4	35
DEFENSAS NÁUTICAS DE POLIURETANO VEGETAL	
<i>Graziella Trovati</i>	
<i>Haroldo Silva</i>	
<i>Edgar Aparecido Sanches</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931014	
CAPÍTULO 5	52
DIAGNÓSTICO DO IMPACTO DA RODOVIA ESTADUAL 132 SOBRE A FAUNA SILVESTRE DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA MASSAMBABA E O PARQUE ESTADUAL DA COSTA DO SOL - RJ, BRASIL	
<i>Márcia Ferreira Tavares</i>	
<i>Sávio Freire Bruno</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931015	
CAPÍTULO 6	59
DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DE DELMIRO GOUVEIA -AL	
<i>Gabriel Dionizio Silva</i>	
<i>Antonio Pedro de Oliveira Netto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931016	

CAPÍTULO 7	67
DIAGNÓSTICO HIDROGEOQUÍMICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA DO RIO GRANDE - BA	
<i>Maíra Sampaio da Costa</i> <i>José Alexandre Araújo Nogueira</i> <i>Sérgio Augusto de Moraes Nascimento</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931017	
CAPÍTULO 8	78
ENGENHARIA E PRÁTICA SOCIAL	
<i>José Geraldo de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931018	
CAPÍTULO 9	86
ENRAIZAMENTO DE MINIESTACAS DE <i>LECYTHIS PISONIS</i> <i>CAMBESS</i> TRATADAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO E ÁCIDO NAFTALENO ACÉTICO	
<i>Cristina Valory da Silva</i> <i>Elzimar de Oliveira Gonçalves</i> <i>Tamyris de Mello</i> <i>Bruna Tomaz Sant'ana</i> <i>Carlos Humberto Desidério Pirovani</i>	
DOI 10.22533/at.ed.8891931019	
CAPÍTULO 10	93
PROJETO PILOTO CISTERNAS RURAIS: PARCERIA SAAE – ITAIPU	
<i>Fabio Alexandre Regelmeier</i> <i>Armin Feiden</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88919310110	
CAPÍTULO 11	109
REMEDIAÇÃO SUSTENTÁVEL: CARACTERÍSTICAS DAS PUBLICAÇÕES NO PERÍODO DE 1980-2016	
<i>Adan William da Silva Trentin</i> <i>Adeli Beatriz Braun</i> <i>Caroline Visentin</i> <i>Deisi Balestrin</i> <i>Greice Barufaldi Rampanelli</i> <i>Antônio Thomé</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88919310111	
CAPÍTULO 12	121
REMOÇÃO DE CAFEÍNA PRESENTE EM SOLUÇÃO AQUOSA ATRAVÉS DA ADSORÇÃO EM COLUNA DE LEITO FIXO	
<i>Christiano Cantarelli Rodrigues</i> <i>Selêude Wanderley da Nóbrega</i> <i>Washington Lima dos Santos</i> <i>Elyziana Lourenço Lima</i>	
DOI 10.22533/at.ed.88919310112	

CAPÍTULO 13 133

TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS PARA ESTABILIZAÇÃO DE TALUDES

Marconi Lucas da Silva

Leandro Vahia Pontual

DOI 10.22533/at.ed.88919310113

CAPÍTULO 14 137

EFEITO DA BIOCIMENTAÇÃO EM SOLO ARENOSO EM RELAÇÃO A DENSIDADE, COMPRESSÃO SIMPLES E HETEROGENEIDADE

Vinicius Luiz Pacheco

Igor Decol

Antonio Thomé

DOI 10.22533/at.ed.88919310114

SOBRE O ORGANIZADOR..... 154

REMEDIAÇÃO SUSTENTÁVEL: CARACTERÍSTICAS DAS PUBLICAÇÕES NO PERÍODO DE 1980-2016

Adan William da Silva Trentin

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Adeli Beatriz Braun

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Caroline Visentin

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Deisi Balestrin

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Greice Barufaldi Rampanelli

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

Antônio Thomé

Universidade de Passo Fundo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Passo Fundo – Rio Grande do Sul

RESUMO: A remediação de áreas contaminadas não é sustentável por si só. A aplicação de uma ação corretiva pode ter suas próprias consequências ambientais (uso de energia e recursos, impactos na água e no ar), econômicas (sobre a viabilidade de

empresas ou projetos) e sociais (riscos à saúde e segurança dos trabalhadores). Diante disto, a tomada de decisão no gerenciamento de áreas contaminadas foi marcada por mudanças nos últimos anos, e a incorporação da sustentabilidade na remediação desses locais ocorreu gradativamente. No entanto, a análise sobre o emprego do conceito de sustentabilidade e do termo “remediação sustentável” no cenário mundial ainda é um tema que está em fase de adequação e se encontra em constante evolução. Desta forma, este estudo objetivou analisar as características e esboçar um panorama geral da produção científica no campo da remediação sustentável, no período de 1980 a 2016, representado pelos artigos científicos indexados na base de dados Scopus (scopus.com). Para tanto, foi utilizada a bibliometria, a qual corresponde a uma técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico. Foram apresentados a evolução teórica do tema, os autores e os países com maior número de publicações sobre o assunto. Os resultados mostraram que os países desenvolvidos são os que possuem o maior número de publicações, enquanto os países em desenvolvimento, como o Brasil, têm menor representatividade em relação ao tema “remediação sustentável”.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, áreas

contaminadas, evolução científica, bibliometria, Scopus.

ABSTRACT: The contaminated sites remediation is not sustainable by itself. The application of corrective action can have its own environmental consequences (use of energy and resources, impacts on water and air), economic (on the viability of companies or projects), and social (risks to health and workers safety). Given this, decision making in the management of contaminated sites was marked by changes in recent years, and the sustainability incorporation in the remediation of these sites occurred gradually. However, the analysis on the use of sustainability concept and the term “sustainable remediation” in the worldwide is still an issue that is in the adaptation phase and is constantly evolving. In this way, this study aimed to analyze the characteristics and outline an overview of scientific production in the field of sustainable remediation, from 1980 to 2016, represented by the scientific articles indexed in the Scopus database (scopus.com). In order to do so, bibliometry was used, which corresponds to a quantitative and statistical approach for measuring the indexes of production and scientific knowledge dissemination. Were presented the theoretical evolution of the subject, the authors, and the countries with the largest number of publications on the subject. The results showed that developed countries have the largest number of publications, while the developing countries, such as Brazil, are less representative in relation to the theme “sustainable remediation”.

KEYWORDS: Sustainability, contaminated sites, scientific evolution, bibliometry, Scopus.

1 | INTRODUÇÃO

O conceito de desenvolvimento sustentável tem suas raízes na ideia de uma sociedade sustentável e na gestão de recursos renováveis e não renováveis. Esta concepção foi introduzida na Estratégia Mundial para a Conservação, pela União Internacional para a Conservação da Natureza (*International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* - IUCN), sendo que a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento adotou o conceito e lançou a sustentabilidade em discursos políticos, públicos e acadêmicos (IUCN, 1980; BROWN, 1982).

Uma das primeiras definições e largamente aceita foi apresentada no Relatório Burtland (1987). O desenvolvimento sustentável foi definido como aquele que satisfaz as necessidades das presentes gerações, sem comprometer a capacidade das gerações futuras satisfazerem as suas próprias necessidades. Esta definição trazia dois conceitos-chave, sendo um deles o de “necessidades”, dando prioridade absoluta aquelas essenciais aos pobres do mundo, e o segundo de “limitações”, impostas pelo estado à tecnologia e à capacidade do ambiente de satisfazer as necessidades presentes e futuras (BROWN, 1982; BOJO et al., 1992).

De uma forma geral, o desenvolvimento sustentável traz na sua essência,

aspectos sociais, ambientais e econômicos, os quais devem ser considerados de forma igual, sendo que, esta sustentabilidade é somente alcançada quando os três aspectos estão em equilíbrio, como pode ser visualizado na Figura 1 (CL:AIRE, 2016).

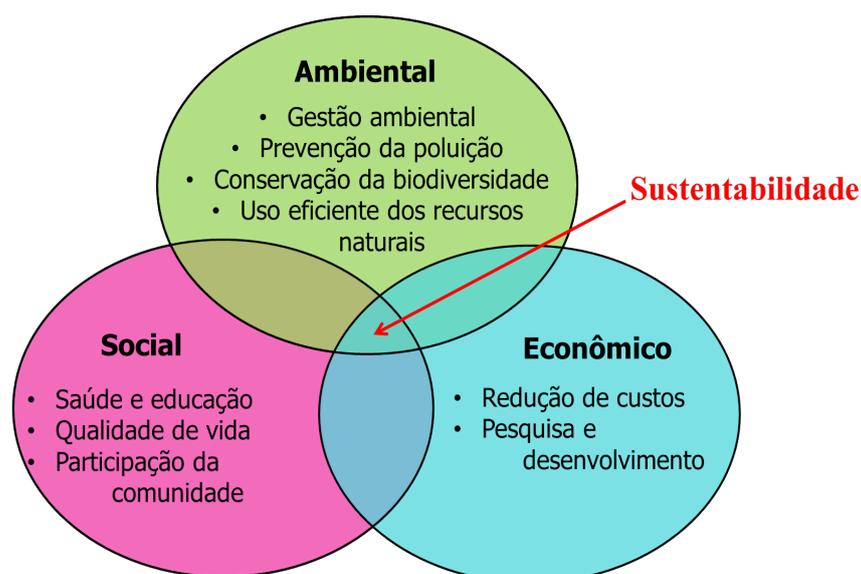


Figura 1 - Componentes principais que sustentam a concepção do desenvolvimento sustentável

Embora que a redução dos riscos para a saúde humana e o ambiente continue a ser o principal objetivo da gestão de áreas contaminadas, uma variedade de outros fatores ambientais, bem como aspectos econômicos e sociais têm um papel cada vez mais crescente na tomada de decisões quanto à remediação dessas áreas (REINIKAINEN et al., 2016). Desta forma, a abordagem do desenvolvimento sustentável já vem sendo incorporada como fator chave na dinâmica dos projetos de remediação, com o intuito da inserção da remediação sustentável neste contexto (FORUM, 2009).

A remediação sustentável traz uma abordagem ampla e holística. Visa identificar, integrar e equilibrar o desenvolvimento econômico e os impactos e benefícios ambientais e sociais, do tripé da sustentabilidade, através do uso criterioso/limitado dos recursos nas ações corretivas (FORUM, 2009; ITRC, 2011b).

A remediação sustentável, com vista para a melhor solução, procura maximizar o benefício global através de um equilibrado e transparente processo de tomada de decisão. Esta abordagem visa demonstrar às partes envolvidas na remediação, em termos de indicadores ambientais, econômicos e sociais, que o benefício é maior do que o seu impacto (CL:AIRE, 2010).

Conforme Cundy et al (2013), a remediação sustentável possui definições variáveis. Porém, há um consenso comum sobre o seu amplo propósito de reduzir os impactos ambientais, econômicos e sociais, por meio do controle dos riscos associados na remediação de áreas contaminadas, maximizando os benefícios a longo prazo dos projetos de remediação (HOLLAND et al., 2011).

Portanto, a adoção da remediação sustentável apresenta benefícios específicos que torna sua abordagem importante e cada vez mais necessária neste meio. Os

benefícios que se destacam são: redução de custos através da eliminação da correção desnecessária ou insustentável, otimizando o benefício global; gestão eficaz dos riscos associados à saúde humana e ao meio ambiente; minimização do impacto das obras de reparação no ambiente e comunidades vizinhas; compromisso em assegurar os princípios do desenvolvimento sustentável em todas as fases das obras de remediação; e melhora da robustez na tomada de decisões quanto à remediação (CL: AIRE, 2010).

Também, a remediação sustentável é aberta e dinâmica, prosseguida por um conjunto de princípios a serem aplicados e processos a serem seguidos (GIBSON et al., 2005). Princípios estes que abordam uma série de questões comuns, tais como, a integridade ecológica, a igualdade social, o tripé da sustentabilidade, suficiência imediata e de longo prazo e processos democráticos (RIDSDALE; NOBLE, 2016).

Além dos princípios, os indicadores, métricas e ferramentas constituem componentes fundamentais para a aplicação da remediação sustentável. Os indicadores são as medidas específicas que serão usadas para monitorar e avaliar o desempenho do projeto de remediação (VIRKUTYTE; VARMA, 2014). No entanto, estes indicadores podem não ser facilmente mensuráveis, exigindo que métricas, que correspondem a valores numéricos, sejam integradas para determinar o grau de sucesso, desempenho e progresso que um projeto ou alternativa em particular pode realizar em relação às dimensões da sustentabilidade. Após a determinação dos indicadores e métricas, estes poderão ser formalmente avaliados e de forma objetiva, utilizando uma ferramenta de análise qualitativa ou quantitativa (REDDY; ADAMS, 2015).

Diante disto, este estudo objetiva analisar a produção científica do campo da remediação sustentável no período de 1980 a 2016, representada pelos artigos científicos indexados na base de dados Scopus. Assim, será apresentada a evolução teórica do tema, os autores e países com maior número de publicações sobre o assunto. Estas informações podem trazer conhecimento científico sobre a evolução do uso da remediação sustentável no cenário da remediação de áreas contaminadas.

2 | METODOLOGIA

2.1 Tipo de estudo

O presente estudo foi desenvolvido a partir de uma pesquisa bibliométrica temporal de cunho quantitativo, objetivando ampliar o conhecimento referente às publicações relacionadas a remediação sustentável (*sustainable remediation*), na base de dados Scopus (Elsevier) do *Institute for Scientific Information* (ISI). Foi considerado no estudo o período entre os anos de 1980 e 2016.

A pesquisa bibliométrica, de acordo com Marcelo e Hayashi (2013), é uma técnica que surgiu no início do século XX como uma resposta a necessidade de estudos e avaliações da produção e comunicação científica, tendo como principais características a elaboração de índices de produção conhecimento científico.

A escolha pela utilização da base de dados Scopus se deve ao fato desta ser

a maior base de dados de resumos e citações de literatura revisada por pares, com ferramentas bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar a pesquisa. A Scopus contém mais de 22.000 títulos de mais de 5.000 editores em todo o mundo, abrangendo diferentes áreas. A Scopus permite uma visão multidisciplinar da ciência e integra todas as fontes relevantes para a pesquisa básica, aplicada e inovação tecnológica através de patentes, fontes da web de conteúdo científico, periódicos de acesso aberto, memórias de congressos e conferências, além de ser atualizada diariamente (SCOPUS, 2015).

Optou-se por utilizar como faixa de estudo o período entre os anos de 1980 e 2016 em função de que a percepção e a necessidade de se enfrentar os problemas ambientais tiveram suas primeiras iniciativas por volta dos anos 1980, onde o desenvolvimento sustentável deixou de ser somente um ideal, para ser considerada uma meta (IPCC, 2007).

2.2 Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados para a realização do estudo são os seguintes:

- Considerar apenas artigos do período entre 1980 e 2016.
- Realizar pesquisa na base de dados Scopus com a palavra-chave “*sustainable remediation*”.
- Fazer um comparativo e uma análise entre o número de publicações em cada ano com a palavra-chave.
- Apresentar os autores que mais publicaram sobre a palavra-chave no período considerado na base de dados pesquisada.
- Avaliar quais foram os países que mais publicaram sobre o tema no período considerado.
- Apresentar e analisar os resultados da bibliometria através de quadros e gráficos, com explicações complementares.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da palavra-chave “*sustainable remediation*” foi obtida uma análise quantitativa e teórica através da busca em todos os campos no Scopus. A seguir estão apresentadas as características gerais das publicações relacionadas ao tema de acordo com as seguintes categorias: ano das publicações, autores e países, em uma classificação hierárquica na ordem decrescente de importância até a 10^a escala.

3.3 Evolução da produção científica nos períodos de 1980 e 2016

Na primeira fase da pesquisa com o tópico “*sustainable remediation*” foram encontradas 455 publicações. A distribuição destes 455 artigos publicados é referente ao recorte temporal entre os anos de 1980 a 2016 estão representados na Figura 2.

Observa-se que as primeiras publicações iniciaram no ano de 1999 e a partir dos anos 2000, onde, segundo Rizzo et al. (2016), houve um crescente interesse em incorporar a sustentabilidade nos processos de tomada de decisão quanto à remediação de áreas contaminadas, por meio da disseminação do termo “remediação sustentável”, refletindo uma percepção de que as atividades de remediação podem trazer impactos ambientais, sociais e econômicos, tanto positivos quanto negativos.

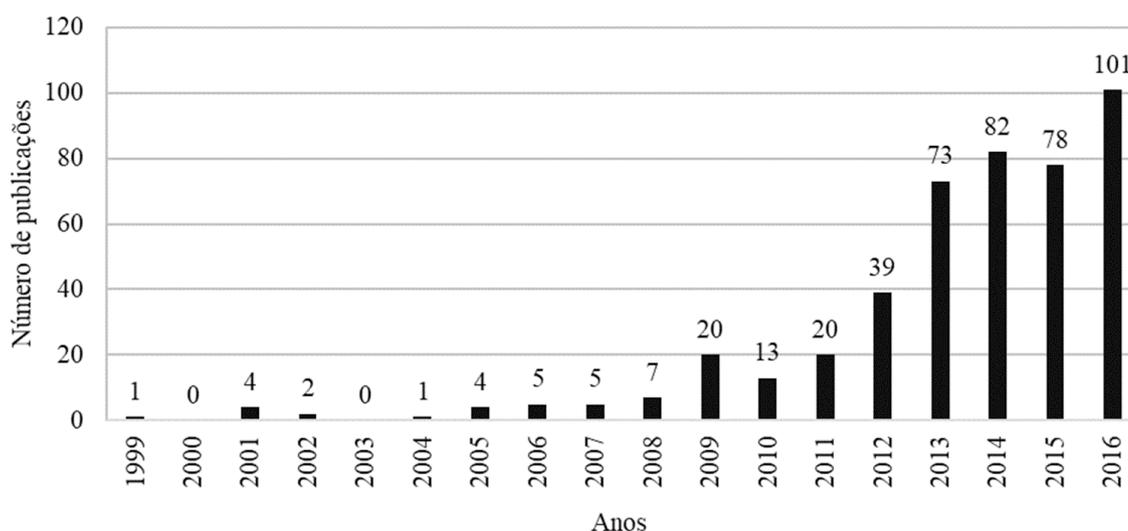


Figura 2 - Evolução temporal da produção científica sobre remediação sustentável

No período compreendido entre 1980 e 2016, constatou-se que o número de publicações aumentou gradativamente ao longo dos anos analisados. Contudo, o período compreendido entre 1999 e 2008 apresentou um comportamento relativamente estável, sendo que, a partir de 2009 o total de artigos publicados começou a crescer, atingindo o ápice no último ano de análise, 2016, com 101 publicações, cerca de 22% do total apresentado.

Quando se compara esses dois períodos, 1999-2008 e 2009-2016, verifica-se que o número médio anual de artigos publicados no primeiro período foi de aproximadamente 3,22 (artigos/ano), considerando os anos de 2000 e 2003 que não houve publicações. Já o segundo período apresentou uma média anual de 53,25 artigos publicados, mesmo considerando as leves quedas dos anos de 2010 e 2015.

Constata-se, portanto, uma taxa de crescimento do segundo período em relação ao primeiro de aproximadamente 1554%, indicando que há uma forte tendência ao crescimento de publicações sobre remediação sustentável para os próximos anos.

3.4 Autores destaque quanto às publicações sobre remediação sustentável

Foi possível identificar os autores que mais publicaram sobre remediação sustentável no período analisado na base de dados Scopus, conforme Figura 3.

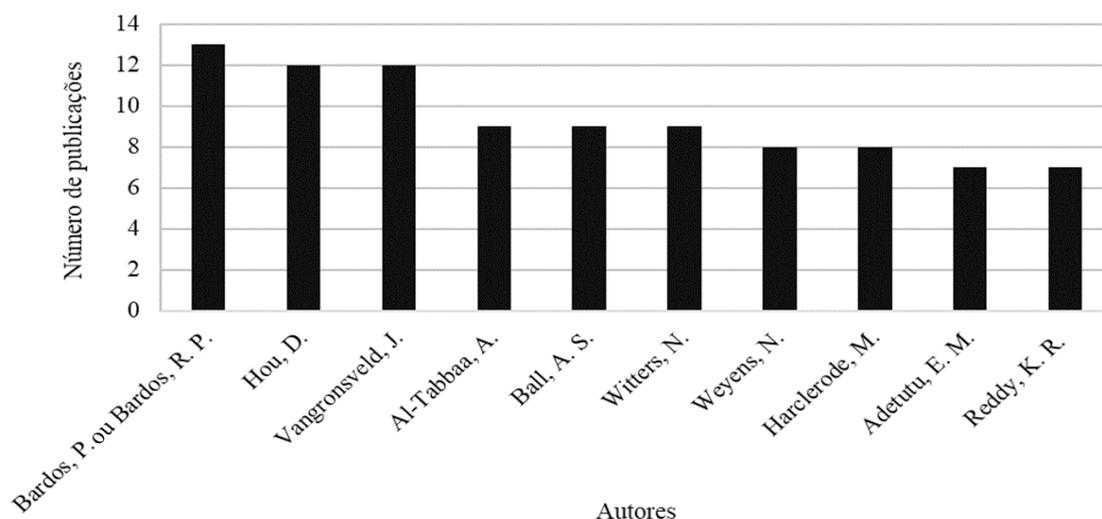


Figura 3 - Autores com maior número de publicações

Dentre os autores, destaca-se o pesquisador Paul Bardos com 13 publicações. Visto como o líder em tecnologias de remediação de áreas contaminadas e um dos inovadores por trás do conceito de remediação sustentável desde o final da década de 1990, o que pode justificar que o autor seja o que mais publique sobre o tema.

Neste sentido, em sua maior parte, as publicações de Paul Bardos vêm com intuito de apresentar o estado da arte acerca da remediação sustentável, por meio da propagação de conceitos, princípios, progressos no cenário mundial e as justificativas de sua aplicação na prática da remediação de áreas contaminadas.

Na 2ª posição vem o autor Deyi Hou com 12 publicações. A abordagem de Deyi Hou, além de objetivar também em apresentar a sustentabilidade como um novo imperativo na remediação de áreas contaminadas, tem o enfoque maior de avaliar a tendência e a adoção efetiva de comportamentos sustentáveis tanto em diferentes países, quanto por parte dos decisores envolvidos no processo de remediação.

Nesta mesma abordagem estão as publicações de Abir Al-Tabbaa, que está em 5º lugar na classificação apresentada, com 9 artigos. Isto em função de que 8 dos 9 artigos foram publicados juntamente com Deyi Hou.

Já na décima posição do ranking de publicações apresentado está o autor e pesquisador Krishna R. Reddy, com 7 artigos publicados na área de remediação sustentável. As suas publicações estão mais centradas na avaliação prática da sustentabilidade quanto a aplicação de diferentes tecnologias de remediação em áreas contaminadas, como por exemplo a nanobiorremediação, abordagem mais recente do autor. Além disto, vem trabalhando na concepção cada vez mais precisa da avaliação

e quantificação dos efeitos sociais em projetos de remediação.

Neste contexto, mas com uma abordagem mais detalhada, o autor publicou o livro “*Sustainable Remediation of Contaminated Sites*”. O livro descreve a estrutura de decisão, apresenta ferramentas de avaliação qualitativos e quantitativos, incluindo métricas multidisciplinares, para avaliar a sustentabilidade e analisar as novas tecnologias em potencial (REDDY; ADAMS, 2015).

No entanto, além da remediação sustentável, Krishna R. Reddy possui também um enfoque bastante relevante em estratégias de remediação verde e sustentável (*Green and Sustainable Remediation – GSR*). Esta abordagem surgiu para que, além da maximização dos benefícios ambientais, objetivo principal da remediação verde, os benefícios sociais e econômicos também sejam considerados e potencializados na mesma proporção em todas as fases do processo de remediação (FORUM, 2009; ITRC, 2011a).

Além de identificar os autores que mais publicaram sobre remediação sustentável, também foi possível verificar os 10 autores com maior número de publicações como autor principal do artigo (Quadro 1).

Nesta nova classificação apenas 4 autores se repetem em relação a classificação anterior (Figura 3), porém, em ordens diferentes. O autor Deyi Hou aparece agora em 1º lugar, sendo autor principal em 8 artigos publicados. Já Paul Bardos que anteriormente aparecia em 1º lugar, agora nesta nova categoria está em 3º lugar com 5 publicações, mesmo número que Melissa Harclerode, que do 8º lugar passou para 4º nesta nova categoria. Já Nele Witters passou da 8ª posição na classificação anterior para a última posição, com apenas 2 artigos como autora principal dos artigos publicados.

Autores	Nº publicações
Hou, D.	8
Cappuyns, V.	6
Bardos, P. ou Bardos, R. P.	5
Harclerode, M.	5
Cheng, S.F.	4
Naidu, R.	3
Li, L.Y.	3
Volchko, Y.	3
Cundy, A.B.	3
Witters, N.	2

Quadro 1 - Autores com maior número de publicações como autor principal

Na 2ª colocação está a autora Valérie Cappuyns, novidade em relação à classificação anterior, aparecendo com 6 publicações como autora principal.

A abordagem principal dada por Valérie Cappuyns em suas publicações está centrada na avaliação da remediação de áreas contaminadas baseada na análise

do ciclo de vida (ACV), suas possibilidades, limitações à aplicação como ferramenta de decisão. Além disto, em seu mais recente artigo, traz em questão a tentativa de inclusão de indicadores sociais nas ferramentas de tomada de decisão, para a seleção das opções de remediação com vista para a sustentabilidade.

3.5 Países que mais publicam sobre o tema remediação sustentável, com referência ao Brasil

Foi realizada uma análise dos países com maior número de publicações (Figura 4), sendo que o país que apresenta maior destaque em número de publicações é os Estados Unidos, com um total de 109 publicações. Após estão o Reino Unido, com 74, a China com 44 e o Brasil ocupa a 23ª posição desta classificação, com um total de 6 publicações relacionadas à pesquisa realizada.

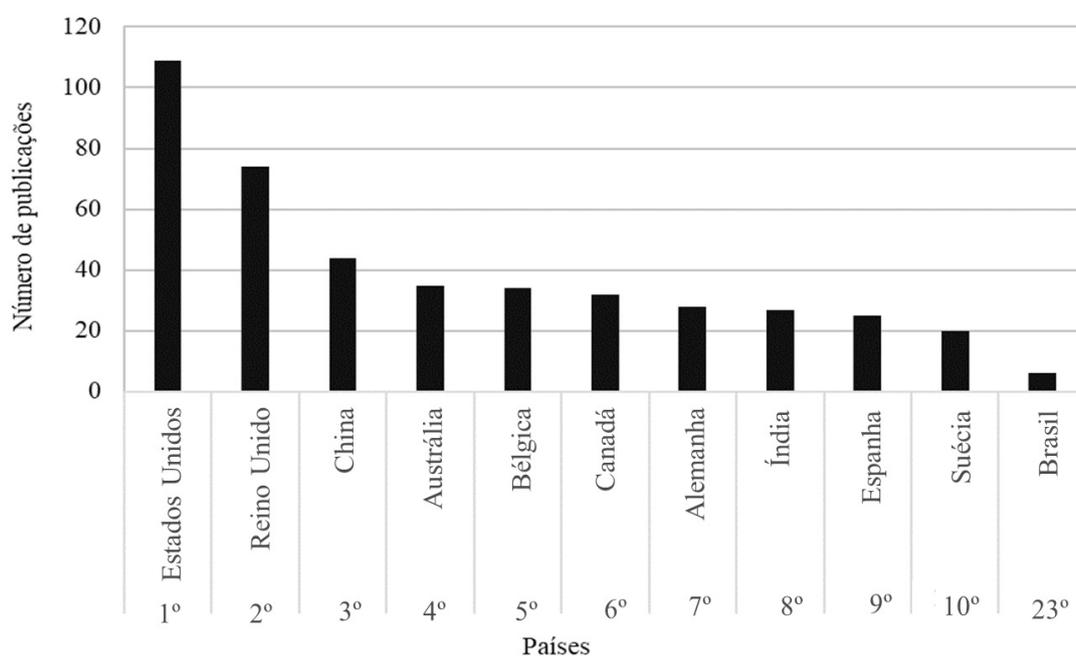


Figura 4 - Distribuição das publicações por países no período entre os anos de 1980 e 2016

É possível identificar que as principais economias globais são as que apresentam maior número de publicações, ou seja, são as que apresentam maior interesse sobre o assunto. Segundo Hou et al. (2016) o cenário mundial apresenta disparidades quanto à adoção de medidas corretivas sustentáveis. Enquanto países como os Estados Unidos e o Reino Unido, por exemplo, já apresentam altas taxas de conscientização e adoção da remediação sustentável, países em desenvolvimento apresentam menor sensibilização em relação a adoção da sustentabilidade na remediação de áreas contaminadas

Isto se deve muito também devido a existência de organizações e instituições voltadas exclusivamente para a introdução e difusão dos conceitos de sustentabilidade nas atividades de remediação. Um exemplo, conforme Ridsdale e Noble (2016)

foi a criação, no ano de 2006, do Fórum de Remediação Sustentável (*Sustainable Remediation Forum* - SURF), fórum internacional sem fins lucrativos, formado por profissionais, pesquisadores e indústria, que tem como objetivo promover o uso de práticas sustentáveis na remediação. Atualmente o SURF tem organização fortemente atuantes em diferentes países, como Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Holanda, Itália, China, Nova Zelândia e Austrália.

Em relação ao Brasil, ao realizar a pesquisa na base de dados Scopus foram encontradas 6 publicações. Entretanto, ao analisar estas 6 publicações foi possível observar que apenas uma das publicações tinha como foco principal a temática da remediação sustentável, sendo que as outras 5 publicações abordaram a remediação sustentável em paralelo com outros assuntos. Bardos (2014) cita a presença do SURF no Brasil, porém poucos avançados têm sido observados no que diz respeito à realização de estudos sobre a temática e/ou implementação de conceitos de sustentabilidade na remediação no país.

Um dos fatores que poderiam colaborar com a expansão das pesquisas e implementação da sustentabilidade na remediação em diferentes países, em especial no Brasil, é a legislação ambiental, porém, como destacado por Reddy e Adams (2015), a legislação que aborda questões de degradação e áreas contaminadas é bastante recente e precária, e embora os regulamentos que existem sejam bem-intencionados, a sua efetividade ainda não está totalmente concretizada.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados da pesquisa relatados nesse trabalho permitiram demonstrar a importância do desenvolvimento de pesquisas acadêmicas em torno do uso da remediação sustentável na gestão de áreas contaminadas. A bibliometria realizada possibilitou o alcance do objetivo da pesquisa, compondo um mapeamento e um panorama sobre as publicações, autores e países sobre o contexto estudado, buscando entender a evolução da produção científica no campo da remediação sustentável, no período de 1980 a 2016, representado pelos artigos científicos indexados na base de dados Scopus.

A pesquisa demonstrou que a remediação sustentável é um tema ainda novo, mas em ascensão, verificado pelo maior número de publicações nos últimos anos, atingindo o ápice no ano de 2016. Os Estados Unidos é o país que mais publicou artigos sobre o tema, seguido do Reino Unido. Também se observaram publicações no Brasil, porém em número muito reduzido quando comparado com os países que ocupam as dez primeiras posições no ranking de publicações.

Como sugestão de trabalho futuro, um novo estudo bibliométrico deveria ser realizado, contemplando outras bases de dados de periódicos e levantamento de dados em organizações responsáveis pelo desenvolvimento de ferramentas e processos a

serem utilizados na remediação sustentável.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Passo Fundo e ao laboratório de Geotecnia ambiental pelo espaço para a realização das pesquisas. À CAPES pelo fornecimento da bolsa e assim possibilitando a dedicação exclusiva à pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARDOS, P. Progress in Sustainable Remediation. **Remediation Journal Winter**, p. 23-32, 2014.

BOJO, J.; MÄLER, K. G.; UNEMO, L. **Environment and development: An economic approach.**, v. 6, [s.l.]: Springer, 1992, 212 p.

BURLAND, G. H. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**, 1987, 300 p. Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 02 mar. 2017.

BROWN, L. R. Building a sustainable society. **Society**, v. 19, n. 2, p. 75-85, 1982.

CL:AIRE. **LEADING SUSTAINABLE LAND REUSE**. 2010. A framework for assessing the sustainability of soil and groundwater remediation. Disponível em: www.claire.co.uk/surfuk. Acesso em: 02 mar. 2017.

CL:AIRE. **LEADING SUSTAINABLE LAND REUSE**. 2016. Sustainable Remediation. Disponível em <http://www.claire.co.uk/projects-and-initiatives/surf-uk/77-sustainable-remediation>. Acesso em: 02 mar. 2017.

CUNDY, A. B.; BARDOS, R. P.; CHURCH, A.; PUSCHENREITER, M.; FRIESL-HANL, W.; MÜLLER, I.; NEU, S.; MENCH, M.; WITTERS, N.; VANGRONSVELD, J. Developing principles of sustainability and stakeholder engagement for “gentle” remediation approaches: The European context. **Journal of Environmental Management**, v. 129, p. 283-291, 2013.

FORUM, U. S. Sustainable remediation white paper-Integrating sustainable principles, practices, and metrics into remediation projects. **Remediation Journal**, v. 19, n. 3, p.5-114, 2009.

GIBSON, B.; HASSAN, S.; HOLTZ, S.; TANSEY, J.; WHITELAW, G. **Sustainability assessment: criteria and processes**. Earthscan: London, 2005, 268 p.

HOLLAND, K. S.; LEWIS, R. E.; TIPTON, K.; KARNIS, S.; DONA, C.; PETROVSKIS, E.; BULL, L. P.; TAEGER, D.; HOOK, C. Framework for integrating sustainability into remediation projects. **Remediation Journal**, v. 21, n. 3, p.7-38, 2011.

ITRC. **INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL**. 2011a. Green and Sustainable Remediation: State of the Science and Practice. GSR-1. Disponível em: www.itrcweb.org. Acesso em: 02 mar. 2017.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Fourth Assessment Report: Climate Change 2007**. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2007.

ITRC. **INTERSTATE TECHNOLOGY & REGULATORY COUNCIL**. 2011b. Green and Sustainable

Remediation: A Practical Framework. GSR-2. Disponível em: www.itrcweb.org. Acesso em: 02 mar. 2017.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES. **World conservation strategy**: living resource conservation for sustainable development. IUCN-UNEP-WWF, Gland, Switzerland, 1980.

MARCELO, J. F.; HAYASHI, M. C. P. I. Estudo bibliométrico sobre a produção científica no campo da sociologia da ciência. **Revista Informação e Informação**, Londrina, v. 18, n. 3, p. 138-153, 2013.

REDDY, K. R.; ADAMS, J. A. **Sustainable Remediation of Contaminated Sites**. New York: Momentum Press, LLC, 2015, 268 p.

REINIKAINEN, J.; SORVARI, J.; TIKKANEN, S. Finnish policy approach and measures for the promotion of sustainability in contaminated land management. **Journal of Environmental Management**, v. 184, p.108-119, 2016.

RIDSDALE, D. R.; NOBLE, B. F. Assessing sustainable remediation frameworks using sustainability principles. **Journal of Environmental Management**, v. 184, p. 36-44, 2016.

RIZZO, E.; BARDOS, P.; PIZZOL, L.; CRITTO, A.; GIUBILATO, E.; MARCOMINI, A.; ALBANO, C.; DARMENDRAIL, D.; DÖBERL, G.; HARCLERODE, M.; HARRIES, N.; NATHANAIL, P.; PACHON, C.; RODRIGUEZ, A.; SLENDERS, H.; SMITH, G. Comparison of international approaches to sustainable remediation. **Journal of Environmental Management**, v. 184, p. 4-17, 2016.

SCOPUS. **Guía Rápida de Referência**. 2015. Disponível em: <http://www.americalatina.elsevier.com>. Acesso em: 23 fev. 2017.

VIRKUTYTE, J.; VARMA, R. S. Greener and Sustainable Remediation Using Iron Nanomaterials. **Acs Symposium Series**, p. 1-21, 2014.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-088-9



9 788572 470889