

Subtemas e Enfoques da Sustentabilidade

Karine Dalazoana
(Organizadora)



Subtemas e Enfoques da Sustentabilidade

Karine Dalazoana
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de 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 Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 Internazionale 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
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 Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

S941 Subtemas e enfoques da sustentabilidade [recurso eletrônico] /
Organizadora Karine Dalazoana. – Ponta Grossa, PR: Atena
Editora, 2020. – (Enfoque Interdisciplinar na Educação
Ambiental; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-922-6

DOI 10.22533/at.ed.226201601

1. Meio ambiente – Preservação. 2. Desenvolvimento
sustentável. I. Dalazoana, Karine. II. Série.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

APRESENTAÇÃO

Os recursos naturais dão suporte à vida em todas as suas formas e, conseqüentemente, sustentam todos os sistemas produtivos do planeta. Certas atividades humanas demandam recursos naturais não renováveis, esgotando-os a longo prazo, ao mesmo tempo que degradam ou contaminam, inviabilizando a utilização dos recursos renováveis a curto prazo. A perspectiva do esgotamento dos recursos naturais é irrefutável e nesse sentido faz-se necessário que as sociedades humanas tracem um caminho em direção à sustentabilidade.

Nesse contexto é imprescindível que sejam desenvolvidos estudos e pesquisas que resultem em ações preventivas com vistas ao uso sustentável dos recursos naturais. E, de acordo com essa perspectiva, ações remediadoras devem vir no sentido de recuperar áreas já degradadas, restaurando ecossistemas e devolvendo a eles o equilíbrio ecológico. Tais ações devem visar o ambiente em todas as suas esferas de utilização sustentável, tanto no meio rural quanto no meio urbano.

Sendo assim a obra “Subtemas e enfoques da sustentabilidade” é um estudo interdisciplinar que apresenta propostas de alternativas sustentáveis em diversas regiões do Brasil, de modo a oferecer soluções para o uso sustentável dos recursos naturais em território brasileiro.

Num primeiro momento tem-se uma perspectiva da produção científica sobre responsabilidade ambiental no cenário brasileiro. Na sequência são apresentados textos sobre gestão dos recursos hídricos e saneamento ambiental. Posteriormente são trazidas propostas de gestão sustentável no meio rural, com manejo de resíduos sólidos e produção agroecológica, seguido de uma proposta de utilização de trilha ecológica a fim de promover iniciativas de educação ambiental.

Por fim tem-se estudos que visam soluções para as áreas urbanas, com enfoque na habitação social, mobilidade urbana, assim como estratégias sustentáveis na área da construção civil.

É preciso compreender que as questões ambientais afetam inúmeros aspectos da vida humana e que as gerações futuras devem ter garantidos os recursos que sustentam a sua existência. Dessa forma, deve haver uma mudança no entendimento sobre como o homem se apropria e consome os recursos naturais, aprendendo a viver de maneira sustentável, de modo a não degradar aquilo que dá suporte a vida.

Boa leitura.

Karine Dalazoana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E INDICADORES EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: RETRATO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL DE 2010 A 2017	
Agleilson Souto Batista José de Lima Albuquerque Jorge da Silva Correia Neto Ionete Cavalcanti de Moraes Maria Jaqueline da Silva Mandú	
DOI 10.22533/at.ed.2262016011	
CAPÍTULO 2	21
AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO PRÓXIMO AO CEMITÉRIO AREIAS, TERESINA, PIAUÍ	
Mauro César de Brito Sousa Cleto Augusto Baratta Monteiro	
DOI 10.22533/at.ed.2262016012	
CAPÍTULO 3	33
REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	
Tereza Cristina Sales Silva Cleto Augusto Baratta Monteiro Mauro César de Brito Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.2262016013	
CAPÍTULO 4	48
SANEAMENTO E A QUESTÃO DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA	
Magda Regina Santiago Márcio Marastoni	
DOI 10.22533/at.ed.2262016014	
CAPÍTULO 5	58
SISTEMA CAMPO LIMPO: RETORNO DAS EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS	
Rodrigo Nery Machado Mauro Silva Ruiz Claudia Terezinha Kniess Mario Roberto dos Santos Fabio Ytoshi Shibao	
DOI 10.22533/at.ed.2262016015	
CAPÍTULO 6	71
O MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL: O CAMINHO DA AGROECOLOGIA	
Magda Regina Santiago Márcio Marastoni	
DOI 10.22533/at.ed.2262016016	

CAPÍTULO 7	82
NA TRILHA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UM PROJETO DE EXTENSÃO	
Pedro Rosso	
Erica Mastella Benincá	
Fernando Bueno Ferreira Fonseca de Fraga	
Gilberto Tonetto	
Dyenifer Martins Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.2262016017	
CAPÍTULO 8	90
REVISÃO BIBLIOMÉTRICA: SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL	
Djanny Klismara de Oliveira	
Érico Masiero	
DOI 10.22533/at.ed.2262016018	
CAPÍTULO 9	102
A SUSTAINABLE MOBILITY INDEX TO ASSESS THE PUBLIC TRANSPORT QUALITY IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO	
Alexandre de Oliveira Brandão	
Jean Marcel de Faria Novo	
Celso Romanel	
DOI 10.22533/at.ed.2262016019	
CAPÍTULO 10	112
ANÁLISE DE DESEMPENHO DO USO DE AREIA ARTIFICIAL E AREIA DE RCC (RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL) PARA A PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REBOCO	
Joseano José de Andrade Vieira	
Erika Regina Costa Castro	
DOI 10.22533/at.ed.22620160110	
CAPÍTULO 11	131
A NOVA ISO 14001:2015 E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA UMA CONSTRUÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL	
Maria Lívia da Silva Costa	
Sandro Fábio Cesar	
Asher Kiperstok	
DOI 10.22533/at.ed.22620160111	
SOBRE A ORGANIZADORA	142
ÍNDICE REMISSIVO	143

RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E INDICADORES EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR: RETRATO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL DE 2010 A 2017

Data de aceite: 16/12/2019

Agleilson Souto Batista

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) -
Departamento de Ciência Política

José de Lima Albuquerque

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE
PERNAMBUCO (UFRPE) - Departamento de
Administração

Jorge da Silva Correia Neto

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE
PERNAMBUCO (UFRPE) - Sede - EaD

Ionete Cavalcanti de Moraes

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE
PERNAMBUCO (UFRPE) - Dois Irmãos

Maria Jaqueline da Silva Mandú

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) -
Departamento de Ciência Política

RESUMO: Temas como Responsabilidade Socioambiental, Indicadores e Instituições de ensino superior, são bastante relevantes para a pesquisa científica brasileira, no entanto, quando se buscam estudos que trabalhem esses temas conjuntamente, empiricamente nota-se que não há substancialidade na produção científica brasileira. Desse cenário buscou-se analisar o panorama da produção científica nacional a respeito das três temáticas conjuntamente via pesquisa bibliométrica no

Portal de Periódicos CAPES. Foram analisadas as seguintes variáveis: título; autor principal; periódico de origem; classificação (Qualis); ano de publicação; classificação dos estudos quanto a seus objetivos; método de coleta de dados; construtos; e referências. Os resultados apontam para uma baixa concentração de artigos com o perfil desenhado. O estudo demonstrou que o tema atrai autores de ambos os sexos, na maioria Mestres em Administração nas universidades públicas do eixo sudeste sul do País. Quanto às publicações, concentram-se em periódicos de Qualis B2 publicadas nos últimos 4 anos. Em relação à classificação dos estudos e o método de coleta, existe preferência por mesclar os gêneros. Já o estudo dos construtos apresentou concentração, diferente da análise dos referenciais que não apontou autores chave.

PALAVRAS-CHAVE: responsabilidade socioambiental; indicadores; instituições de ensino superior; produção científica; estudo bibliométrico

1 | INTRODUÇÃO

Para Petrelli e Colossi (2006) a missão das instituições de ensino ultrapassa as atividades de ensino, pesquisa e extensão. Para eles, bem mais que promover a formação superior de forma a suprir as demandas de profissionais

do mercado de trabalho, as instituições de ensino têm a precípua missão de educar os cidadãos em sua totalidade, mormente estimulando-lhes os valores éticos em tudo o que diz respeito à sobrevivência e às condições da vida humana individual ou coletiva.

Respaldando, Fonseca et al. (2011) salientam que a incorporação de princípios sustentáveis nas instituições de ensino pode e deve ir além da inserção da temática nos programas de disciplina, de atividades de extensão ou publicação de pesquisas. Para eles, os princípios de sustentabilidade também devem ser incorporados nas rotinas das instituições. Para isso, faz-se necessário um acompanhamento e fixação de metas que podem ser aferidas através de indicadores.

Espinheira (2014) reforça a argumentação observando que a prática da gestão ambiental, em IES, traz benefícios ao meio ambiente, às comunidades e à própria instituição, pois, com isso, consegue valorizar sua imagem, aumentando sua competitividade e ganhando o respeito da sociedade. Criar e fomentar uma cultura de práticas e ações sustentáveis traz resultados positivos que, quando aplicados em escolas, faculdades e universidades tendem a criar benefícios ao meio, à comunidade e aos grupos a ela ligados.

Temas como Responsabilidade Socioambiental, Indicadores e Instituições de ensino superior, são bastante relevantes para a pesquisa científica brasileira, no entanto, quando se buscam estudos que trabalhem esses temas conjuntamente, empiricamente nota-se que não há substancialidade na produção científica nacional.

Desse modo, este estudo buscou aglomerar e analisar os trabalhos que possuem como cerne Indicadores de responsabilidade Socioambientais em Instituições de Ensino Superior no Brasil, e, assim, definir o panorama da produção científica relacionada ao tema, consultando publicações indexadas ao Portal de Periódicos da Capes, por meio de estudo bibliométrico, no lapso temporal entre 2010 e 2017.

O artigo é composto por quatro seções. A primeira seção apresenta as principais referências conceituais utilizados. A segunda seção detalha os procedimentos metodológicos que guiaram o estudo. A terceira seção discute os resultados obtidos e, finalmente, a quarta seção apresenta as conclusões referentes ao estudo.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a fundamentação teórica da pesquisa, abordando conceitos e teorias que darão suporte e lastro às discussões. Para tanto, está subdividida em três subseções apresentando os temas abordados no estudo em tela.

2.1 Responsabilidade Socioambiental

Na década de setenta, proliferaram definições de responsabilidade social empresarial, destacando-se, conforme nos traz Aligleri (2011), “os trabalhos de Davis (1967), Johnson (1971), Steiner (1971), Eells e Walton (1974), Sethi (1975), Preston e Post (1975) e Carroll (1979), sendo que esse último defendeu a atuação da empresa

embasada num modelo de pirâmide”. Esse modelo apresenta quatro dimensões conforme pode ser observado na Figura 1, a seguir.

A definição baseada no modelo conceitual de Carroll (1979), afirma que “a responsabilidade social das empresas compreende as expectativas econômicas, legais, éticas e discricionárias que a sociedade tem em relação às organizações em determinado período” (BARBIERE; CAJAZEIRAS, 2009, p. 53). Ainda, segundo os autores, a palavra discricionária foi substituída por filantrópica, considerando-se como uma restituição à sociedade de parte do que ela recebeu.

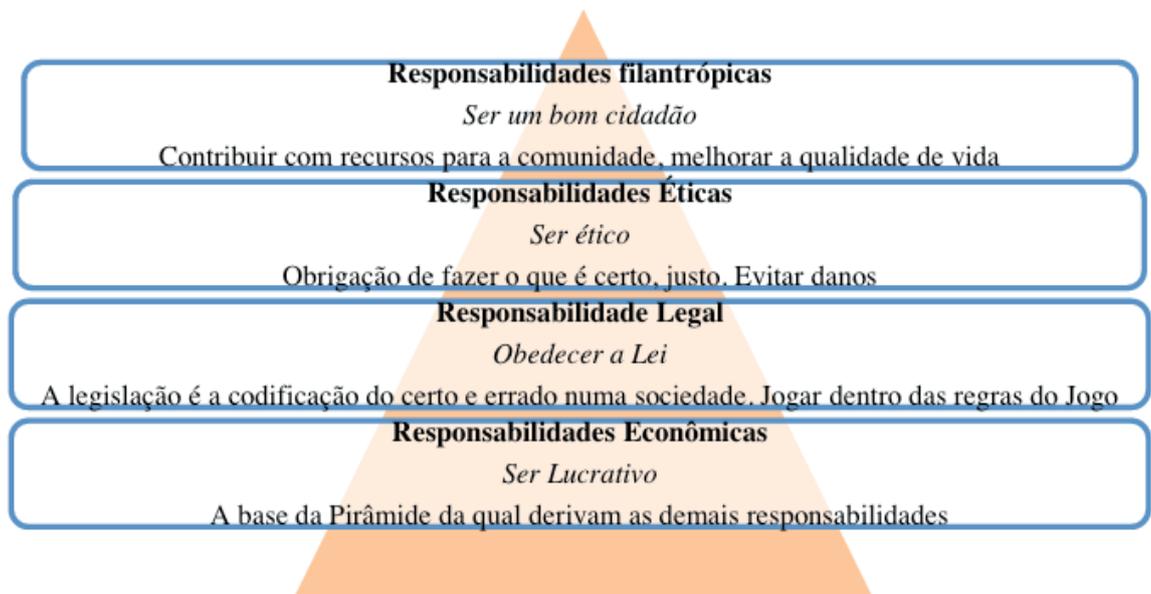


Figura 1 – Pirâmide da Responsabilidade Social Corporativa

Fonte: Adaptado de Aligleri (2011).

Em 2003, Schwartz e Carroll aperfeiçoaram a proposição, apresentando novas perspectivas para o entendimento do comportamento responsável das empresas (SANTOS, 2010). Na nova proposta, o triângulo que sugeria uma hierarquia foi substituído por círculos para facilitar a representação visual, indicando três dimensões centrais da responsabilidade social: econômica, legal, e ética conforme Figura 2. Os autores afirmam, ainda, que nenhuma das três dimensões centrais deve ser considerada como mais importante ou significativa comparada com as outras.



Figura 2 – Modelo dos Três Domínios da Responsabilidade Social Empresarial

Fonte: adaptado de Santos (2010, p. 35)

Ao passar dos anos, a complexidade do tema tornou-se maior, pois conceitos complementares aos de responsabilidade social começaram a ser discutidos e delineados, como, por exemplo, cidadania empresarial, responsividade social, retitude social, gestão dos *stakeholders*, entre outros (ALIGLERI, 2011).

Sobre isto, Waddock (2004) assevera que a ampla gama de abordagens desenvolveu-se devido às diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, que buscam compreender o novo papel das empresas, apresentando vários conceitos correlatos sem a integração entre os mesmos, o que dificulta a integração teórica.

Contudo, é possível afirmar que as principais características para a expressão responsabilidade socioambiental nas empresas já se tornaram delineadas. Uma dessas premissas é que a conduta socialmente responsável implica em ir além de prescrições legais, incorporando o respeito pelas pessoas, pelas comunidades e pelo meio ambiente (MACHADO FILHO; ZYLBERSZTAJN, 2004).

2.2 Responsabilidade Socioambiental Universitária

A formação universitária é tratada por Severino (2007) como tendo o compromisso com a construção da cidadania, com a qualidade de vida humana e digna, além do seu papel tradicionalmente difundido, que é de proporcionar qualificada habilitação técnica, profissional e científica. Cabe a ela, portanto despertar nos formados uma nova consciência social. Delors (2004) respalda o fato de que as funções das universidades cooperam para que se tenha o Desenvolvimento Sustentável através de pesquisa, inovação, ensino, formação, educação permanente e cooperação internacional. Não obstante, as universidades necessitam conceber e dissipar novas formas de conhecimento, ao repensar sua relação de ensino-aprendizagem (MARÍN, 2011). Portanto, objetiva-se o melhor uso dos recursos para que resulte no campus

sustentável.

Três são os objetivos do ensino superior segundo Severino (2007):

- Primeiro - formar profissionais de diferentes áreas utilizando a relação de ensino-aprendizagem, com a habilidade e competência técnicas;
- Segundo - formar cientistas de acordo com a disponibilidade de métodos e conteúdos de conhecimento; e
- Terceiro - se refere à formação do cidadão através da tomada de consciência.

O autor enfatiza que esses três objetivos deverão despertar no discente a consciência e contribuir para a vida em sociedade.

Tratando acerca do desenvolvimento tecnológico, Tauchen e Brandli (2006) afirmam as descobertas feitas pelas Instituições de Ensino Superior, assim como o ensinamento para o corpo discente e a disseminação de informações deverão ser direcionados para que a sociedade seja sustentável e justa. Os autores ainda ressaltam a importância das IES adotarem os princípios e práticas da sustentabilidade atingindo então o corpo docente, discente e funcionários. Entretanto, educar ambientalmente transpassa a ideia de sensibilizar a população, como retrata Guimarães (2010), ou seja, entender a importância ambiental não gerará mudanças voltadas para a preservação. Ainda, acrescenta o autor, que é necessário desenvolver sentimentos no intuito de ter amor e satisfação em cuidar, obtendo assim a essência de doar, integrar e pertencer à natureza. Da mesma maneira como a mobilização, também priorizar a questão ambiental no cotidiano. O autor afirma ainda que é necessário a busca por relação entre indivíduos e sociedade, sociedade humana e natureza, entre as partes e o todo. Dessa forma, o indivíduo terá acesso à educação política a qual forma atores sociais (FRANCO, 2016).

As universidades, quando conscientes de sua missão social, deverão empenhar-se a fim de que a sustentabilidade ambiental se torne um pilar para o alcance do equilíbrio, transformando-se em um modelo para as pessoas que vivem próximas a elas (MARÍN, 2011). Contudo, não apenas modelo de coexistência saudável e adequada com o meio ambiente, mas também buscando equidade, justiça, direitos sociais, dignidade da pessoa humana. Nesta linha, Leff (2013) reforça entendimento apontando que a educação para o desenvolvimento sustentável exige novas orientações e conteúdos e novas práticas pedagógicas, neste sentido, a educação ambiental adquire um sentido estratégico na condução do processo de transição para uma sociedade sustentável.

Kruger et al. (2011) destacam a importância do agente governamental em vários aspectos, como, por exemplo, na elaboração, execução e difusão de ações voltadas ao Desenvolvimento Sustentável, cabendo a ele a sugestão de meios para efetivação do referido desenvolvimento. Franco (2016) assevera que é importante a adesão das

Instituições de Nível Superior à A3P por serem o centro de difusão do conhecimento e estando aptas a transmitirem ações e exemplos de sustentabilidade a toda coletividade com base em suas boas práticas cotidianas.

Desta feita, o papel das IFES, no que se refere ao entendimento de desenvolvimento ambiental, se dá a partir da Política da Educação Ambiental, discriminada na Lei 9.795 de 1999, em cuja definição encontra-se:

- Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.
- A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

Pelo exposto, percebe-se que as IFES possuem papel de fundamental importância para a compreensão dos indivíduos sobre educação ambiental. Os valores acrescidos, a partir da evolução do conhecimento, poderão ser direcionados para a conservação ambiental, não apenas aqueles formalmente gerados, mas também o conhecimento não formal. Conforme preceitua a lei 9.795, o âmbito não formal, poderá ser entendido como as atuações voltadas à sensibilização da sociedade relativas às questões ambientais e o poder público buscará promover campanhas educativas; participação de escolas, universidades e ONGs para a realização de atividades e programas; parcerias entre empresas e escolas; sensibilização da sociedade, das populações tradicionais e dos agricultores e o ecoturismo. Essas medidas são apenas as elencadas nas normas, entretanto, deverão estar presentes em todos os níveis do processo educativo. Delors (2004) enfatiza que a educação, seja formal ou informal, deve ser concebida de forma mútua e, quanto às universidades, elas deverão inovar utilizando-se de métodos que sejam capazes de alcançar novos alunos, voltando-se para novas perspectivas de aprendizagem.

Franco (2016) elucida que a redução do consumo, a reciclagem, o controle dos resíduos, a capacitação frequente dos profissionais, o trabalho em equipe e a criatividade, são os desafios enfrentados para que se consiga mudar a cultura do desperdício. À vista disso, as universidades deverão desenvolver um plano no intuito de reduzir o impacto gerado no meio ambiente a partir de suas atividades. Deve-se, portanto, focar em questões críticas, tais como a gestão adequada de água, energia e eliminação dos resíduos sólidos e perigosos, porém, tal plano deverá ser detalhado, ajustando-se à realidade econômica, ambiental e social de cada região (MARIN, 2011).

2.3 Indicadores para a responsabilidade socioambiental

Indicadores, para Minayo (2009, p. 84), “constituem parâmetros quantificados ou qualitativos que servem para detalhar se os objetivos de uma proposta estão sendo bem conduzidos (avaliação de processo) ou foram alcançados (avaliação de resultados)”.

Como uma espécie de sinalizador da realidade, a maioria dos indicadores dá ênfase ao sentido métrico em processos de construção da realidade ou investigativos e avaliativos. Para Bellen (2005, p. 42), os indicadores possuem o objetivo de “agregar e quantificar informações de modo que sua significância fique mais aparente. Eles simplificam informações complexas, tentando melhorar o processo de comunicação”. Desta forma, os complexos fenômenos podem ser mensurados, quantificados e tornados compreensíveis por vários segmentos da sociedade, através dos indicadores.

Indicadores, para Campos e Melo (2008), são considerados vitais para o monitoramento dos processos quanto ao alcance ou não de uma meta ou padrão de desempenho estabelecido, visto que, com o acompanhamento dos dados, é possível identificar os desvios e suas prováveis causas. Com isso, ações de melhoria poderão ser propostas.

Não obstante, buscando a eficácia na aplicação de um indicador, Gallopín (1996) destaca a necessidade de transparência e nível de compreensão elevados, pois estes são meios de comunicação, e como tal, requerem entendimento entre os participantes do processo. Deste modo, os usuários devem ser estimulados a compreender seu significado e sua significância dentro do processo.

Para Lima (2004), ocorre uma confusão conceitual a respeito da distinção entre Indicadores Ambientais, Indicadores de Desenvolvimento Sustentável e Indicadores de Desempenho Ambiental.

Para Gonçalves (2018) os indicadores ambientais traduzem dados relativos um conjunto de componentes de um ou vários ecossistemas; já os indicadores de desenvolvimento sustentável compreendem informações relativas às várias dimensões da sustentabilidade: dimensões econômica, social, ambiental além da institucional; e, por último, os indicadores de desempenho ambiental tratam de refletir os efeitos sobre o meio ambiente dos processos e técnicas adotados para realizar as atividades de uma organização.

Para Fialho et al. (2008) Os indicadores de sustentabilidade são variáveis aplicado na avaliação da gestão estratégica da sustentabilidade no que respeita à incorporação de práticas de sustentabilidade social, econômica, ambiental, geográfica e cultural e sua avaliação ao longo do tempo, além do planejamento de estratégias e do monitoramento do desempenho de comunidades e de empresas públicas ou privadas.

Para Ferés (2006), a avaliação é um processo vital para as universidades brasileiras, fazendo parte de sua essência e é, ao mesmo tempo, uma demonstração

factual de responsabilidade socioambiental. Para Rodrigues, Ribeiro e Silva (2006), é necessário que existam indicadores que contribuam no processo de avaliação, considerando aspectos qualitativos e quantitativos. Para os autores, os indicadores devem ser simples e compactos, de modo a permitir rápida análise, desdobramento, detalhamento e acompanhamento de todas as perspectivas. Hellmann (2009) reforça esse entendimento ao afirmar que o indicador é um índice de monitoramento de algo que pode ser mensurável, normalmente ligado com a gestão da empresa. No caso da Responsabilidade Socioambiental na IES, há necessidade de um sistema amplo de indicadores que gerencie de forma estratégica a avaliação de suas ações sociais.

Assim, todo processo decisório e de gestão organizacional, mais especificamente no que se refere à sustentabilidade, necessita de algum tipo de mensuração para avaliação do desempenho de suas atividades, e os indicadores de desempenho ambiental são importantes ferramentas nesse processo. Os indicadores têm que refletir as características específicas da organização e devem ser definidos e alinhados aos seus objetivos, estratégia e metas, a fim de proporcionar melhorias na gestão.

3 | METODOLOGIA

Caracterizado como uma *desk research* exploratório-descritiva, este levantamento bibliométrico buscou conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto, tema ou problema, aplicando técnicas estatísticas e matemáticas para descrever aspectos da literatura e de outros meios de comunicação – análise quantitativa da informação (VANTI, 2002; VERGARA, 2006; GIL, 2006).

Para fonte de dados dessa pesquisa, optou-se pelo Portal de Periódicos da CAPES, o qual é uma biblioteca virtual que reúne e disponibiliza a instituições de ensino e pesquisa no Brasil um acervo de mais de 38 mil títulos com texto completo, 134 bases referenciais, 11 bases dedicadas exclusivamente a patentes, além de livros, enciclopédias e obras de referência, normas técnicas, estatísticas e conteúdo audiovisual (BATISTA et AL, 2019)

O corpus inicial contou com 426 artigos, obtidos a partir de acesso remoto via CAFE ao referido Portal, através da aplicação dos seguintes filtros, que contivessem os termos “Responsabilidade Socioambiental” e “Indicadores”. Posteriormente, este corpus precisou passar por um processo de filtragem, constituído de duas fases: a filtragem inicial buscou selecionar os artigos que poderiam vir a atender aos critérios estabelecidos; e, na segunda etapa, fez-se uma análise reflexiva sobre os artigos inicialmente selecionados, objetivando identificar aqueles que tratavam dos termos no âmbito das Universidades como tema central ou de cunho indispensável ao estudo.

Os critérios estabelecidos para a primeira fase de filtragem centraram-se nos seguintes campos, tendo como palavras pesquisadas: “Responsabilidade Socioambiental” e “Indicadores”; tipo de documento: somente artigos provenientes de periódicos revisados por pares; idioma: português; intervalo de busca: 2010 a

2017. Obtivemos, desse modo, um total de 146 artigos. Na segunda fase da filtragem (análise reflexiva), os artigos que não tratavam o assunto no sentido desejado foram descartados. O quantitativo de trabalhos que formou o *corpus* final totalizou 9 artigos.

A partir da busca e seleção dos artigos foram realizadas as leituras e análises dos mesmos sob a ótica dos estudos bibliométricos. Englobamos tanto características quantitativas como qualitativas, permitindo a combinação de resultados, de maneira independente, e a sintetização dos resultados em busca de novas conclusões.

Os artigos foram analisados a partir de nove variáveis quais sejam: 1) Título; 2) Autor principal; 3) Periódico de origem; 4) Classificação (Qualis); 5) Ano de publicação; 6) Classificação dos estudos quanto a seus objetivos; 7) Método de coleta de dados; 8) Construtos; e 9) Referências. Visando facilitar as disposições dos dados neste trabalho, os 9 artigos analisados são representados por letras do alfabeto e apresentados sequencialmente, em ordem cronológica (BATISTA, 2019)

4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

“Responsabilidade Socioambiental” e “Indicadores” são temas bastante recorrentes nos periódicos indexados ao Portal de Periódicos da CAPES, tendo em vista o corpus inicial do trabalho, de 426 estudos. Isso demonstra a importância do tema, apesar do corpus final ser composto por apenas 9 artigos, fato esse que demonstra não serem temas centrais recorrentes quando utilizados em conjunto.

4.1 Títulos

Analisando o título dos artigos, observa-se que não há preocupação dos autores em inserir os termos “Responsabilidade socioambiental” nem “Indicadores”, tendo em vista que a palavra “socioambiental” apareceu apenas no título do artigo “C”. No entanto, utiliza-se a temática da sustentabilidade quase que na totalidade dos títulos, à exceção dos artigos “B” e “I”. Percebe-se que o uso desta nomenclatura pode despertar o interesse de avaliadores, assim como dos futuros leitores, buscando situar os interessados sobre um dos assuntos centrais do artigo. Também foi possível observar a preocupação em relacionar a tratativa localmente (Instituições de Ensino Superior), o que pode ser observado no título das publicações: “A”, “B”, “C”, “F”, “H” e “I”. Tal iniciativa demonstra o interesse dos autores em trabalhar com casos específicos, explorando as iniciativas quanto à sustentabilidade ou mesmo a responsabilidade socioambiental aplicadas em determinadas IES, como demonstra a Figura 3.

ARTIGO	TÍTULO
A	COMPROMETIMENTO E ALINHAMENTO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA PUC-RIO COM O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

B	PROTAGONISMO DA CLÍNICA DE DIREITOS HUMANOS E MEIO AMBIENTE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO E SUA ATUAÇÃO POLÍTICA E MULTICULTURAL
C	GESTÃO DA SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO SOBRE O NÍVEL DE SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DE UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DE ENSINO SUPERIOR
D	INSTITUCIONALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO EM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PELOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM ADMINISTRAÇÃO
E	A INSERÇÃO DA TEMÁTICA DE SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DE FUTUROS GESTORES: COMO OS PROFESSORES SE DEPARAM COM O ASSUNTO?
F	PLANEJAMENTO E SUSTENTABILIDADE: O CASO DAS INSTITUIÇÕES FEDERAIS DE ENSINO SUPERIOR
G	A INSERÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DE ADMINISTRADORES
H	AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS DE UMA UNIVERSIDADE COMUNITÁRIA
I	GESTÃO DA COLETA SELETIVA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO CAMPUS PAMPULHA DA UFMG: DESAFIOS E IMPACTOS SOCIAIS

Figura 3 – Título dos artigos do corpus final considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.2 principais

Em relação à análise dos autores, através do *Curriculum Lattes*, foram levantados dados inerentes ao gênero; nível de instrução; área de formação; instituição de ensino de vinculação à época da publicação; região geográfica; e atuação como docente ou discente, também à época da publicação como demonstrado na Figura 4.

Artigo	Autor principal	Gênero	Titulação	Formação	IES do autor	UF	Função
A	Maurício Nogueira Frota	M	Pós-Doutorado	Engenharia	PUC	RJ	Docente
B	Carlos Teodoro José Hugueney Irigaray	M	Pós-Doutorado	Direito	UFMG	MG	Docente
C	Ines Liani Menzel Warken	F	Mestrado	Contabilidade	UDESC	SC	Docente
D	Celso Machado Junior	M	Doutorado	Administração	FMU	SP	Docente
E	Izabela Teixeira Franco	F	Graduação	Administração	UFMS	MS	Discente
F	Lucas Veiga Ávila	M	Mestrado	Administração	UERGS	RS	Docente
G	Edson Luis Kuzma	M	Graduação	Administração	UNICENTRO	PR	Discente

H	Stephane Louise Boca Santa	F	Mestrado	Contabilidade	UFSC	SC	Discente
I	Eliane Aparecida Ferreira Marques	F	Especialização	Administração	UFMG	MG	Discente

Figura 4 – Autores principais dos artigos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: dados da pesquisa (2018)

Em relação aos autores, pode-se observar que 5 dos 9 são do gênero masculino e 4 do, feminino; aproximadamente 67% possuem formação maior que graduação ou especialização; a área de formação com maior interesse no assunto é Administração; 56% dos autores é formado por docentes e 44% por discentes, concentrados nas regiões sul e sudeste do país, como mostra a Figura 5. Outro dado importante é o fato de 7 das 9 instituições de ensino às quais os autores estavam vinculados, quando da publicação, serem públicas, sendo 4 federais.

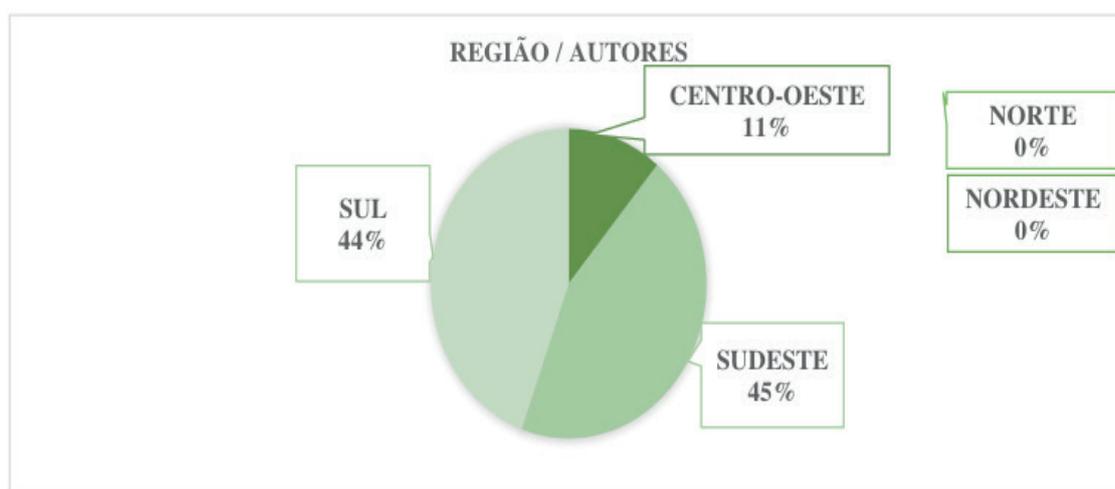


Figura 5 – Autores principais considerados no estudo bibliométrico concentrados por região

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

4.3 Periódicos

Pode ser observada, a partir da Figura 6, a predominância das publicações na Revista de *Gestão Ambiental e Sustentabilidade* (GeAS) e na *Revista Brasileira de Pós-Graduação* (RBPG), com quatro e duas publicações, respectivamente. As demais, *Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade* (RGFS), *Revista de Administração Contemporânea* (RAC) e *Revista Administração: Ensino e Pesquisa* (RAEP) contabilizam uma publicação cada, no período abordado.

ARTIGO	REVISTA	QUALIS	ANO DE PUBLICAÇÃO
A	Revista Brasileira de Pós-Graduação RBPG	B3	2013
B	Revista Brasileira de Pós-Graduação RBPG	B3	2014

C	Revista de Gestão, Finanças e Contabilidade RGFS	B2	2014
D	Revista de Administração Contemporânea RAC	A2	2014
E	Revista Administração: Ensino e Pesquisa RAEP	B1	2015
F	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS	B2	2016
G	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS	B2	2016
H	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS	B2	2017
I	Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade GeAS	B2	2017

Figura 6 – Periódicos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A RBPG é um periódico científico de abrangência multidisciplinar, baseado no sistema de revisão por pares duplo-cego, para seleção dos trabalhos inscritos nas seções Estudos, Debates e Experiências. Seus números acolhem as contribuições autorais de fluxo contínuo e as edições temáticas lançadas por edital público. São aceitos manuscritos em português, inglês e espanhol.

Por sua vez, RGFS é uma publicação quadrimestral do Departamento de Ciências Humanas – Campus I e do Departamento de Educação – Campus VII da Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

A RAC é uma revista científica que tem como missão contribuir para o entendimento aprofundado da Administração e das Ciências Contábeis, mediante a divulgação de trabalhos de pesquisa, análises teóricas, documentos, notas e resenhas bibliográficas que possam subsidiar as atividades acadêmicas e a ação administrativa em organizações públicas e privadas. A RAC teve sua publicação impressa até o ano de 2008, permanecendo, a partir de então, como uma publicação *online*.

Já a RAEP se autointitula como primeiro periódico acadêmico brasileiro que busca difundir o estado da arte do ensino e da pesquisa em Administração. Publicada quadrimestralmente pela Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração (ANGRAD), tem como público-alvo a comunidade acadêmica composta por estudantes, professores, pesquisadores e gestores acadêmicos de cursos e programas em Administração.

Por fim, a Revista GeAS é uma publicação científica interdisciplinar das áreas de Administração e Planejamento Urbano e Regional/Demografia, com a missão de contribuir para a disseminação do conhecimento da Gestão Ambiental e da Sustentabilidade, em suas três dimensões (ambiental, social e econômica).

Pode-se observar que a temática da sustentabilidade e responsabilidade socioambiental alinhada com indicadores não fica restrita a revistas que tratam apenas de meio ambiente, sustentabilidade e afins, mas permeia diversos setores, corroborando com a ideia de que o tema tem importância para o meio acadêmico e a sociedade como um todo, apesar das poucas publicações.

4.4 Classificação (Qualis)

“Qualis é o conjunto de procedimentos utilizados pela CAPES para estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação” (CAPES, 2018). Tal processo foi concebido para atender às necessidades específicas do sistema de avaliação e é baseado nas informações fornecidas por meio do aplicativo Coleta de Dados. Como resultado, disponibiliza uma lista com a classificação dos periódicos, enquadrados em estratos indicativos da qualidade - A1, o mais elevado; A2; B1; B2; B3; B4; B5; e C, com peso zero (CAPES, 2018). Nesse trabalho, foi levado em consideração o conceito do quadriênio 2013-2016 por ser o mais atual disponível e não haver nenhuma publicação anterior a esse período. As classificações atribuídas aos periódicos encontram-se na Figura 7.

O que se pôde observar nesse ponto foi que as revistas tidas como as de maior qualidade, ou não se interessam suficientemente pelo tema, ou, os autores que escreveram sobre o assunto não buscaram publicar em tais periódicos. Isso é facilmente constatado pela concentração das publicações em periódicos B2: 56% das publicações. No entanto, essas revistas são consideradas de nível intermediário alto, o que não diminui, em nada, a importância do tema.

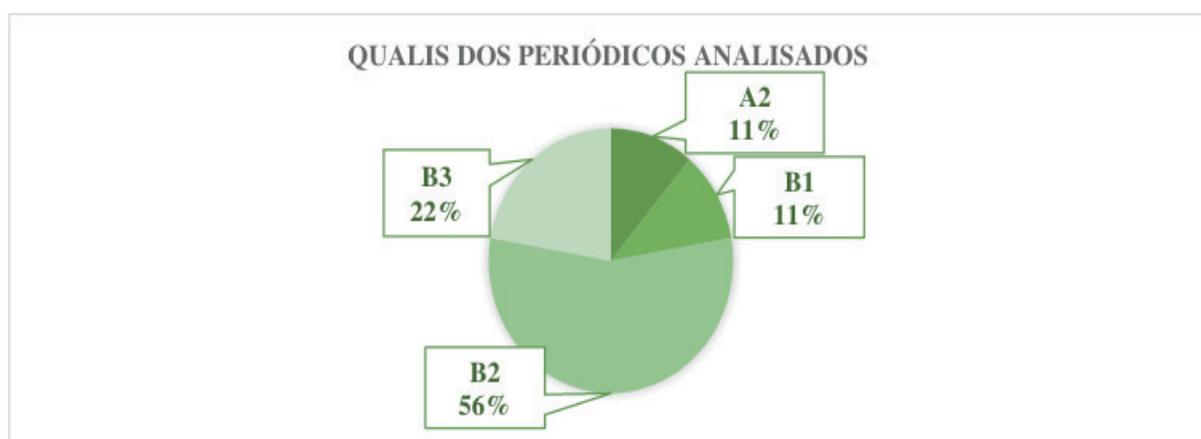


Figura 7 – Qualis dos periódicos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.5 Ano de publicação

Analisando especificamente a distribuição dos trabalhos ao longo do período estudado (2010 a 2017), é possível inferir que houve um relativo aumento de estudos que discutem a temática responsabilidade socioambiental e indicadores em IES, fortalecendo a ideia de que, no contexto brasileiro, diversos pesquisadores têm demonstrado recente interesse no assunto (Figura 8). Percebe-se, também, que a temática foi mais discutida a partir de 2014, pois de lá até 2017, concentram-se 89% das publicações.



Figura 8 – Linha do tempo das publicações consideradas no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.6 Classificação dos estudos por seus objetivos

Quanto à classificação dos estudos por seus objetivos, a partir da Figura 9, nota-se o predomínio das pesquisas do tipo descritiva (89%), seguida da exploratória (44%) e da explicativa (11%). Vale salientar que essa classificação não é pura e, por isso, nota-se uma sobreposição na soma dos percentuais apresentados. Sendo mais específico, por exemplo, os artigos “D”, “F” e “G” são Exploratório/Descritivos enquanto o artigo “C” é Descritivo/Explicativo.

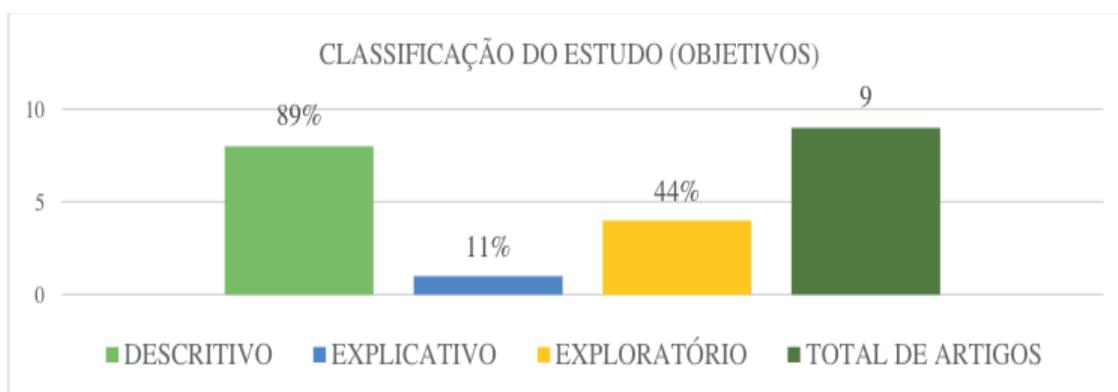


Figura 9 – Objetivos dos estudos considerados na pesquisa bibliométrica

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A concentração das pesquisas descritivas decorre do grande número de levantamento de iniciativas para as IES, facilitando o alcance do pesquisador a esse meio. Por outro lado, a concentração em pesquisas de caráter exploratório pode ser justificada pela necessidade de mais conhecimento teórico e empírico referente à área de estudos.

A combinação dos dois tipos de pesquisa evidencia a necessidade de análise tanto como técnica de levantamento de informações, quanto de alicerce do campo para estudos futuros, como afirma Cesar (2015). A Figura 10 apresenta uma síntese com a classificação dos estudos e os métodos de coleta de dados mais frequentes nos

trabalhos analisados.

Artigo	Objetivos do estudo	Métodos de coleta de dados
A	DESCRITIVA	BIBLIOGRÁFICA / DOCUMENTAL
B	EXPLORATÓRIA	BIBLIOGRÁFICA / ESTUDO DE CASO
C	DESCRITIVA /EXPLICATIVA	BIBLIOGRÁFICA / QUESTIONÁRIO
D	DESCRITIVA / EXPLORATÓRIO	BIBLIOGRÁFICA
E	DESCRITIVA	BIBLIOGRÁFICA / DOCUMENTAL / ESTUDO DE CASO
F	DESCRITIVA / EXPLORATÓRIO	BIBLIOGRÁFICA / DOCUMENTAL
G	DESCRITIVA / EXPLORATÓRIO	BIBLIOGRÁFICA / QUESTIONÁRIO
H	DESCRITIVA	BIBLIOGRÁFICA / ESTUDO DE CASO
I	DESCRITIVA	BIBLIOGRÁFICA / DOCUMENTAL / ESTUDO DE CASO / QUESTIONÁRIO

Figura 10– Classificação dos estudos e métodos de coleta de dados dos artigos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.7 Métodos de coletas de dados

Conforme aponta a Figura 11, em relação aos métodos de coleta e de análise de dados, observou-se o predomínio quanto à utilização de técnicas bibliográficas (100%), documentais (44%), estudo de caso (44%), seguidas de questionários (33%). A utilização de análise documental e do estudo de caso pode ser justificada pela necessidade de analisar documentos oficiais e diretrizes criadas pelas IES mediante influência da Responsabilidade Socioambiental para a criação de mecanismos de gestão com abordagem pautada na sustentabilidade. Já a aplicação de questionários pode estar associada à necessidade de extrair um conteúdo quantitativo com base em informações dos respondentes.

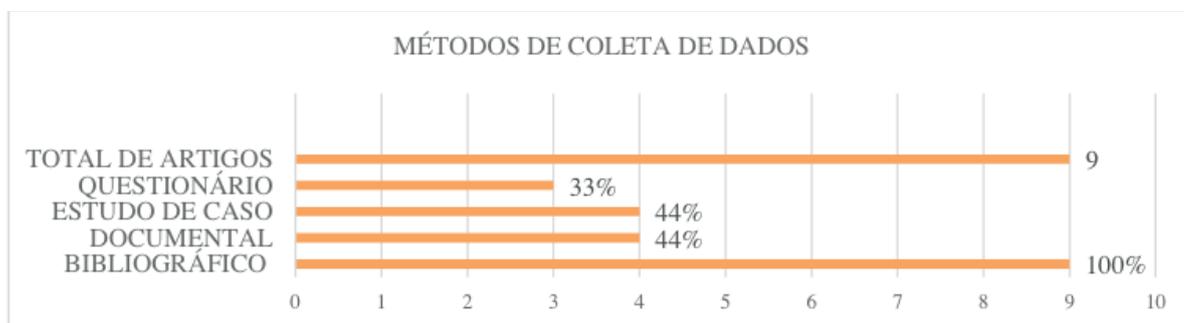


Figura 11 – Métodos de coleta dos artigos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.8 Construtos

Outro ponto estudado refere-se à verificação dos constructos mais trabalhados pelos autores, conforme apresentado na Figura 12. Percebe-se uma forte concentração na questão da sustentabilidade (9), se levar em conta a palavra “sustentabilidade”

isoladamente ou em composição, pois ela é uma palavra-chave bastante abrangente e se faz presente, inclusive, no tema em análise. Subsequentemente, também considerando os termos isoladamente ou em conjunto, tem-se: Ambiental (5), Ensino Superior (3), Educação (2). Apesar da pesquisa ter sido pautada nos termos “Responsabilidade Socioambiental” (1) e “indicadores”(0), não existe uma frequência desses termos nas palavras-chave dos artigos estudados.

Construtos
Administração (2); Análise de Redes Sociais (1); Ativismo Acadêmico (1); Avaliação de Sustentabilidade (1); Bibliometria (1); Clínica de Direito Ambiental (1); Coleta Seletiva (1); Desenvolvimento Sustentável (1); Edifícios (1); Educação Ambiental (1); Educação Para Sustentabilidade (1); Eficiência Energética (1); Ensino Superior (1); Gestão Ambiental (1); Gestão Sustentável (1); Impacto Social (1); Inovação (1); Instituição de Ensino Superior (1); Instituições Federais de Ensino Superior (1); Laboratório de Pós-Graduação (1); Legitimação do Conhecimento (1); Metrologia (1); Nível de Sustentabilidade (1); Plano de Desenvolvimento Institucional (1); Pós-Graduação (1); Qualidade (1); Resíduos Sólidos (1); Socioambiental (1); Sustentabilidade (4); Sustentabilidade Ambiental (2); Teoria Institucional (1); Universidade Comunitária (1).

Figura 12 – Constructos vinculados à “Responsabilidade Socioambiental” e “Indicadores” mais frequentes nos artigos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.9 Referências

Considerando as referências dos 9 artigos estudados, chegou-se a 265 fontes, entre livros, periódicos, leis, sites de órgãos e outros. As fontes mais visitadas ou de maior recorrência entre os trabalhos totalizaram 30, no entanto, nem todas com pertinência ao tema. Se se considerar os sites dos órgãos como autores, chega-se a um total de 15 autores com pertinência. No entanto, se os desconsiderar e se analisar a pertinência ao tema, levando em conta apenas autores pessoa física, chega-se ao total de apenas 11 referências principais. Isso retrata a falta de autores recorrentes pertinentes ao tema abordado. É válido salientar que não foram consideradas repetições de obras para esse levantamento, entretanto, se um mesmo autor apareceu em mais de uma obra, essa foi contabilizada. A figura 13 sintetiza essas fontes.

Autores mais relevantes considerando sites de órgãos e outros	Autores com pertinência ao tema
AGENDA 21 (2); BARBIERI, J. C. (2); BERGER, T.; LUCKMANN (2); BOURDIEU, P. (2); BRINGUENTI, J. R. (2); COLLIS, J.; HUSSEY, R. (2); CRESWELL, J. W. (2); DEMAJOROVIC, J. H. C. O. (2); DIMAGGIO, P.; POWELL, W. W. (2); DONAIRE, D. (2); ELKINGTON, J. (3); GIL, A. C. (2); GONÇALVES DIAS, S. L. F. (2); IBGE (2); JACOBI, P. R. (3); MERTON, R. K. (3); MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (6); PFITSCHER, E. D. (2); PORTER, M.E. (2); PUC-RIO (3); RICHARDSON, R. J. (2); SACHS, I. (4); SIQUEIRA J. C. (2); SOUZA, M. T. S. (2); TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. (2); UHLMANN, V. O. (2); UNESCO (2); UFMG (3); VERGARA, S. C. (2); WAHEED, B.; KHAN, F. I.; VEITH, B. (2).	BARBIERI, J.C.(2); BRINGUENTI, J. R. (2); DONAIRE, D. (2); ELKINGTON, J. (3); JACOBI, P. R. (3); PFITSCHER, E. D. (2); PORTER, M. E. (2); SACHS, I. (4); SIQUEIRA J. C. (2); TAUCHEN, J. & BRANDLI, L. L. (2); WAHEED, B.; KHAN, F. I.; VEITH, B. (2).

Figura 13 – Fontes ou bibliografias encontradas nos artigos considerados no estudo bibliométrico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

5 | CONCLUSÃO / CONTRIBUIÇÃO

Apesar da grandiosidade do tema, não são encontrados resultados expressivos com a implementação de práticas de responsabilidade socioambiental associadas a Indicadores nas IES. Talvez, isso explique a incipiente produção de artigos que versam centralmente sobre o tema em periódicos nacionais.

A partir dos artigos analisados, notou-se que os estudos mostram-se modestos no campo científico quanto ao embasamento concomitante entre responsabilidade socioambiental e indicadores aplicados em IES, para a construção dessas pesquisas.

Dentre as análises efetivadas nesse estudo, cabe destacar que, entre os autores, não há o interesse central pertinente ao assunto, considerando que não se nota uma continuidade de publicações por parte deles quanto ao tema abordado.

Mesmo dada a dificuldade em encontrar trabalhos que investiguem publicações em periódicos que versem sobre o tema abordado inserido no campo de estudos organizacionais, este estudo não chega a esgotar a problemática, porém para que isso ocorra, outros pesquisadores deverão buscar referências em outro espaço de tempo e com outra base de dados.

Não obstante, o mapeamento da produção científica brasileira presente no Portal de Periódicos da CAPES, referente à área estudada, traz à tona a possibilidade de novas pesquisas. Isso faz crer que a literatura a respeito da temática, por vezes, limita-se a destacar casos de sucesso e insucesso permeando a temática abordada. Mesmo sendo fundamentais para o avançar do campo, acredita-se que novas possibilidades possam ser exploradas em perspectivas diversas.

Especificamente quanto aos resultados desse estudo, não se nota a presença do termo Responsabilidade Socioambiental nos títulos, no entanto, se aborda a temática da sustentabilidade, demonstrando pertinência ao assunto. Ao analisar os autores, percebeu-se que o tema é atraente tanto para pesquisadores do gênero masculino quanto para do feminino, geralmente com titulação de mestrado, doutorado ou pós-doutorado e formação em Administração. A maior parte atua como docente, na sua grande maioria em Universidades Públicas, concentradas no sul e sudeste do país.

Em relação aos periódicos escolhidos para publicação, passeiam sobre as diversas áreas de conhecimento; e em sua maioria com QUALIS B2, denotando um interesse maior pelo tema os periódicos de nível intermediário alto. Houve também uma concentração de publicações a partir de 2014 até 2017 com 89% dos artigos publicados.

Quanto à classificação dos estudos e métodos de coleta, há uma preferência por mesclar os gêneros, com natureza exploratória e descritiva, e método bibliográfico e documental em destaque. A análise dos construtos apresentou certa concentração, não apresentando muita diversidade, fato esse compreendido devido à pouca produção pertinente. Já em relação às referências bibliográficas, não foram identificados autores-chave, uma vez que poucas publicações foram citadas em mais de um trabalho. Isso

é outro fato que demonstra a pouca produção nessa seara.

Finalmente, cabe salientar que este estudo possui limitações tanto no processo de pesquisa (busca e coleta de dados), como no processo de análise. Estudos que proponham melhorias em relação à Responsabilidade Socioambiental nas IES, ou mesmo que apenas analisem qual corrente teórica os mesmos estão seguindo, poderão contribuir para maiores investigações no campo. Novas investigações podem auxiliar a formação de um debate afetivo sobre a temática abordada, uma vez que trata-se de assunto incipiente e de grande relevância.

REFERÊNCIAS

ALIGLERI, L. M. **A adoção de ferramentas de gestão para a sustentabilidade e a sua relação com os princípios ecológicos nas empresas**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2011.

BARBIERE, J. C.; CAJAZEIRAS, J. E. R. **Responsabilidade Social Empresarial e Empresa Sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2009.

BATISTA, A. S.; Correia Neto, J. da S.; Albuquerque, J. de L.; Mandú, M. J. da S. . **POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS: UM RETRATO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA NACIONAL DE 2010 A 2017**. In: Clayton Robson Moreira da Silva. (Org.). **Elementos de Administração** 5. 1ª ed. Ponta Grossa (PR): Antonella Carvalho de Oliveira, 2019, v. 5, p. 52-70.

BATISTA A. S. **A responsabilidade socioambiental em instituições públicas: um estudo de caso para a Unidade Acadêmica de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2019.

BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa**. Rio de Janeiro: FGV, 2005.

CAMPOS, L. M. de S.; MELO, D. A. de. Indicadores de desempenho dos sistemas de gestão ambiental (SGA): Uma pesquisa teórica. **Produção**, v. 8, n. 3, p. 540-555, 2008.

CAPES - **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Docente**. Periódicos CAPES. Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br>. Acesso em: 14 set. 2018.

CEZAR, L. C. et al. Panorama Acadêmico sobre Resíduos Sólidos: análise da produção científica a partir do marco legal do setor. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, 2015.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir**. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

ESPINHEIRA, M. J. C. L. **O estudo da gestão ambiental, em Instituições de Ensino Superior, à luz de princípios éticos: um estudo de caso na Faculdade Independente do Nordeste – FAINOR**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade Independente do Nordeste, FAINOR, São Leopoldo, 2014.

FERÉS, M. J. V. A LDB e a responsabilidade social das instituições universitárias: pontos para discussão. **Estudos**, Brasília, 2006. Disponível em: http://www.abmes.org.br/-publicacoes/revista_estudos/estud18/est18-03.htm. Acesso em: 07 set. 2018.

FIALHO, F. A. P. et al. **Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

FONSECA, A. et al. The state of sustainability reporting at Canadian universities. **International**

Journal of Sustainability in Higher Education, v. 12, n. 1, p. 22- 40, 2011.

FRANCO, S. C. **Plano de Gestão de Logística Sustentável e seus indicadores: o requisito mínimo de divulgação, conscientização e capacitação nas Universidades Federais.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, UFMS, Campo Grande, 2016.

GALLOPÍN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators: **A systems approach. Environmental Modeling & Assessment**, v. 1, n. 3, p. 101- 117, 1996.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GUIMARÃES, M. Sustentabilidade e educação ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. (orgs.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2010. 250p.

GONÇALVES, M. N. **Alimentação e Sustentabilidade: Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) no Restaurante Universitário da UFRPE e a contribuição da Educação Ambiental.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRPE, Recife, 2018.

HELLMANN, G. J. Indicadores para avaliar a responsabilidade social nas instituições de ensino superior: **Revista FAE**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 145-156, jul./dez. 2009.

KRUGER, S. D. et al. Gestão Ambiental em Instituição de Ensino Superior: Uma análise da aderência de uma Instituição de Ensino Superior Comunitária aos objetivos da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, v. 4, n. 3, p. 44-62, 2011.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder.** 10. edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013. 494 p.

LIMA, L. H. Contabilidade ambiental – avanços internacionais e atraso no Brasil. In: CONGRESSO ACADÊMICO SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO DE JANEIRO, 1., FGV, Rio de Janeiro, 2004. **Anais [...].** FGV, Rio de Janeiro, 2004.

MACHADO FILHO, C. A. P.; ZYLBERSZTAJN, D. A empresa socialmente responsável: o debate e as implicações. **Revista de Administração**, Universidade de São Paulo, São Paulo, v. 39, n. 03, p. 242-254, 2004.

MARÍN, M. I. R. Modelo de sistema de gestión ambiental para formar universidades ambientalmente sostenibles en Colombia. **Revista Gestion y Ambiente**, Medellín, v. 14, n.1, p. 151-162, abr. 2011.

MINAYO, M. C. S. Construção de indicadores qualitativos para avaliação de mudanças. **Revista Brasileira de Educação Metodológica**, v. 33 supl. 1, p. 83-91, 2009.

PETRELLI, C. M; COLOSSI, N. A quarta via das instituições de ensino superior: a responsabilidade social. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v. 5, n. 13, p.71-83, 2006.

RODRIGUES, C. M. C.; RIBEIRO, J. L. D.; SILVA, W. R. A responsabilidade social em IES: uma dimensão de análise do SINAES. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 2, n. 4, p.1-9, 2006.

SANTOS, C. F. S. O. **O comportamento socioambiental de empresas do arranjo produtivo local de confecções do Agreste pernambucano, na percepção de seus principais stakeholders.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2010.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 23. ed. Rev. e atual. São Paulo: Cortez, 2007.

TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: modelo para

implantação em campus universitário. **Gestão e Produção**, São Carlos. v. 13, n. 3, p. 503-515, set/dez. 2006.

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 152-162. 2002.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2006.

WADDOCK, S. Parallel universes: companies, academics, and the progress of corporate citizenship. **Business and Society Review, Bentley College**, v. 4, n. 1, p. 5-42, March, 2004.

AVALIAÇÃO DO PERIGO DE CONTAMINAÇÃO DO AQUÍFERO PRÓXIMO AO CEMITÉRIO AREIAS, TERESINA, PIAUÍ

Data de aceite: 16/12/2019

Mauro César de Brito Sousa

Instituto Federal do Piauí

Teresina – Piauí

Cleto Augusto Baratta Monteiro

Universidade Federal do Piauí

Teresina – Piauí

RESUMO: Os aquíferos estão sob risco de contaminação devido ao avanço desordenado da urbanização e às mais diferentes fontes de atividades antropogênicas contaminantes, desenvolvimento industrial, atividades agrícolas e até necrópoles. Assim, é necessário praticar o gerenciamento adequado dos mananciais subterrâneos como forma de proteger a qualidade natural das águas subterrâneas e adotar condições de sustentabilidade ambiental e conservação dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano. Este artigo analisou as probabilidades do impacto negativo do cemitério Areias (Teresina-PI) no aquífero urbano. A Avaliação do Perigo de Contaminação de Águas Subterrâneas, desenvolvida por Foster et al. (2006), foi utilizado na área do cemitério e representa a interação entre o contaminante aplicado no ambiente subterrâneo e a vulnerabilidade à poluição do aquífero.

Os resultados identificados foram úteis para apontar que o cemitério Areias requer a atenção imediata dos órgãos gestores e que o método de análise pode servir como uma ferramenta para o gerenciamento de outras áreas potencialmente impactadas por necrópoles na capital e em outras cidades do Estado do Piauí.

PALAVRAS-CHAVE: aquíferos, perigo de contaminação, cemitérios.

ASSESSMENT OF GROUNDWATER POLLUTION RISK NEAR AREIAS CEMETERY, TERESINA, PIAUÍ

ABSTRACT: Aquifers are under risk of contamination due to the disorderly advance of urbanization and the most different sources of contaminating anthropogenic activities, industrial development, agricultural activities and even necropolis. Thus, it is necessary to practice the management in a way to protect the natural quality of groundwater and to adopt conditions of environmental sustainability and conservation of water supply systems for human consumption. This article analyzed the probabilities of the negative impact of the Areias cemetery (Teresina-PI) in the urban aquifer. The Groundwater Pollution Hazard Assessment, developed by Foster et al. (2006), was used in the cemetery area and represents the interaction between the contaminant applied on the subsurface environment and the aquifer

pollution vulnerability. The results identified was useful to point out that the Areias cemetery requires the immediate attention of the managing organs and that the method of analysis can serve as a tool for management of other areas potentially impacted by necropolis in the capital and other cities of the State of Piauí.

KEYWORDS: aquífer, risk of contamination, cemeteries.

1 | INTRODUÇÃO

Aquíferos estão sob risco declarado de contaminação devido ao avanço desordenado da urbanização e das mais variadas fontes de atividades antrópicas potencialmente contaminantes, como indústrias, atividades agrícolas e até mesmo necrópoles.

Se faz necessário, portanto, a adoção de práticas de gestão capazes de proteger a qualidade natural das águas subterrâneas, como forma de manutenção de condições amplas de sustentabilidade ambiental e critérios básicos de conservação de sistemas de abastecimento de água para consumo humano.

Segundo Foster et al. (2006), a abordagem mais lógica para identificação do perigo de contaminação da água subterrânea é considerá-lo como a interação entre a vulnerabilidade do aquífero à contaminação e a carga contaminante presente na região de estudo. A vulnerabilidade do aquífero pode ser considerada consequência das características naturais dos estratos que o separam da superfície, enquanto que a carga contaminante a ser aplicada no meio é resultado de alguma atividade antrópica.

Dentre a ampla gama de atividades desenvolvidas pelo homem, com carga contaminante potencialmente impactantes das faixas subsuperficiais de solo e aquíferos rasos ou profundos, as necrópoles brasileiras trazem especial preocupação pela sua localização e geração de passivos ambientais nem sempre levados a sério.

Antes locadas em áreas poucos urbanizadas, as necrópoles trazem hoje o agravante de estarem inseridas em plena área urbana das cidades, onde é comum a comunidade do seu entorno fazer uso dos mananciais subterrâneos rasos para o consumo doméstico.

Segundo boletim técnico da ABAS (2001), no Brasil, praticamente a totalidade dos cemitérios municipais apresentavam algum problema de cunho ambiental ou sanitário. A expectativa da contaminação oriunda de necrópoles envolve o lixiviado gerado na decomposição da matéria orgânica enterrada na subsuperfície que pode adentrar os espaços intragranulares do solo e encontrar o lençol freático, tornando-o poluído pelo aumento da concentração natural de substâncias orgânicas e inorgânicas (ÜÇİSİK; RUSHBROOK, 1998; ENVIRONMENT AGENCY, 2002; ENVIRONMENT AGENCY, 2004; MARTINS et al., 1991).

Em Teresina, capital do estado do Piauí, o caso do cemitério Areias é um caso peculiar que ilustra a falta de cuidado com a locação adequada desses tipos de atividades em ambientes urbanos, além da falta de gestão adequada dos mananciais

subterrâneos.

O cemitério Areias está localizado em plena área urbana da cidade de Teresina, às margens do Rio Parnaíba e à montante do ponto de captação da principal Estação de Tratamento de Água que abastece a cidade. Embora, esteja atualmente com suas atividades paralisadas, permanece a dúvida da comunidade sobre o potencial poluidor da necrópole e a expectativa de reabertura para novos sepultamentos, tendo em vista a demanda local.

Este trabalho, concretizado com o apoio do Instituto Federal do Piauí (Iniciativa ProAGRUPAR), traz o estudo do perigo de contaminação do cemitério Areias ao aquífero, indicando quais as probabilidades de impactos negativos da necrópole na região apontada e avaliando a aplicabilidade do método de investigação utilizado e sua capacidade como ferramenta de gestão de águas subterrâneas.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

O método de **avaliação do perigo de contaminação de aquíferos**, desenvolvido por Foster et al. (2006), foi utilizado para avaliação da área do cemitério Areias e consiste da interação entre a vulnerabilidade do aquífero e o tipo de carga contaminante produzida pela atividade antrópica em estudo.

A vulnerabilidade do aquífero foi determinada utilizando o método GOD de vulnerabilidade (FOSTER e HIRATA, 1988). A metodologia POSH de avaliação da carga contaminante (FOSTER et al. 2006) foi utilizada para determinar o potencial contaminante no subsolo do cemitério Areias.

Os dados de campo, necessários para desenvolvimento da pesquisa, foram retirados da pesquisa realizada por Sousa et al. (2015), e consistiram nos dados de profundidade do lençol freático, das litologias identificadas em pontos de sondagem e identificação do grau de confinamento do aquífero.

Por fim, o resultado da avaliação do perigo de contaminação disponibilizou uma perspectiva do impacto do cemitério na área em estudo, assim como, proporcionou quais as melhores práticas para gerenciar o aquífero na região. As informações a seguir trazem um adendo sobre o funcionamento de cada método utilizado e a caracterização da área de estudo desse trabalho.

2.1 Avaliação do perigo de contaminação

Segundo Foster et al. (2006), o perigo de contaminação da água subterrânea é definido como a probabilidade de um aquífero sofrer impactos negativos de atividades antrópicas, pela introdução de alterações que ocasionem concentrações de contaminantes superiores aos valores preconizados pela Organização Mundial de Saúde para a qualidade da água potável.

O perigo de contaminação é, portanto, a verificação da interação entre o tipo de carga contaminante e a vulnerabilidade do aquífero, podendo ser aferido segundo o

ábaco desenvolvido por Foster et al. (2006). Como resultado, evidencia-se estimativas que variam entre baixo, moderado e alto perigo de contaminação do aquífero.

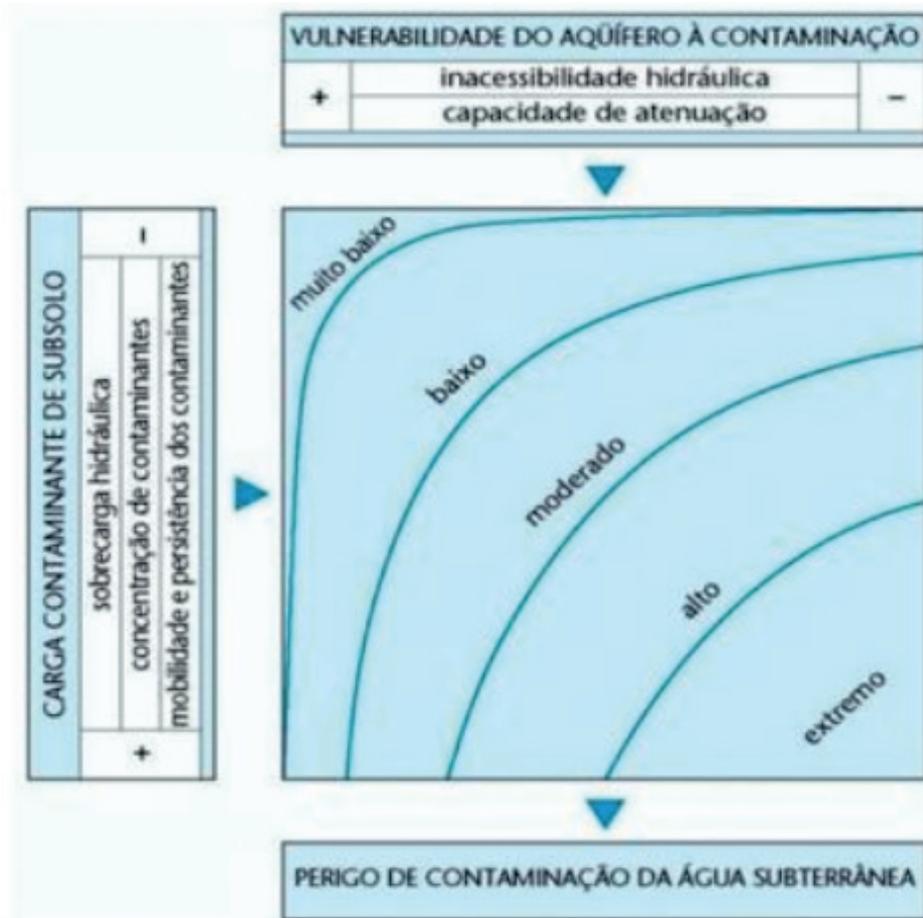


Figura 1. Estimativa do perigo de contaminação do aquífero

Fonte: Foster et al. (2006)

2.2 Avaliação da vulnerabilidade GOD

Segundo Foster (1987), a vulnerabilidade de aquíferos à contaminação está relacionada ao conjunto de características dos estratos de solo que separam o topo do terreno de sua zona saturada, determinando a sua suscetibilidade aos efeitos adversos de uma carga contaminante aplicada na superfície.

O conceito, embora de fácil entendimento, abriga o fato de que os dados para a caracterização das condições dos estratos de solo até a zona saturada são dispendiosos e nem sempre estão disponíveis ou são de fácil obtenção.

Assim, levando-se em conta a dificuldade sempre presente de disposição de parâmetros confiáveis para estudos de mananciais subterrâneos, Foster e Hirata (1988) desenvolveram o método GOD de análise da vulnerabilidade de aquíferos à contaminação. O procedimento é baseado em três parâmetros básicos de caracterização da subsuperfície, indexados segundo a sua contribuição ao valor final da vulnerabilidade do aquífero.

Destarte, os parâmetros são assim elencados (Confira também na Figura 2):

- O grau de confinamento hidráulico da água subterrânea caracteriza a letra G da

nomenclatura e tem índice que varia na escala de 0 a 1,0;

- A ocorrência dos estratos de cobertura caracteriza a letra O da nomenclatura e está relacionada a capacidade de atenuação do contaminante, com índice variando de 0,3 a 1,0.

- Por fim, a distância até a zona saturada caracteriza a letra D da nomenclatura, e tem índice variando de 0,4 a 1,0.

O produto final desses índices apresentados resume a vulnerabilidade final do aquífero, que pode variar entre vulnerabilidade insignificante, baixa, média, alta e extrema vulnerabilidade.

Hirata (1994) destaca que o índice baixo indica um aquífero vulnerável somente a compostos extremamente móveis e persistentes, como nitratos e alguns solventes-sintéticos. O índice médio indica que o aquífero é suscetível a contaminantes moderadamente móveis e persistentes como metais pesados. Finalmente, o alto índice indica que o aquífero é muito sensível a contaminantes degradáveis como bactérias e vírus.

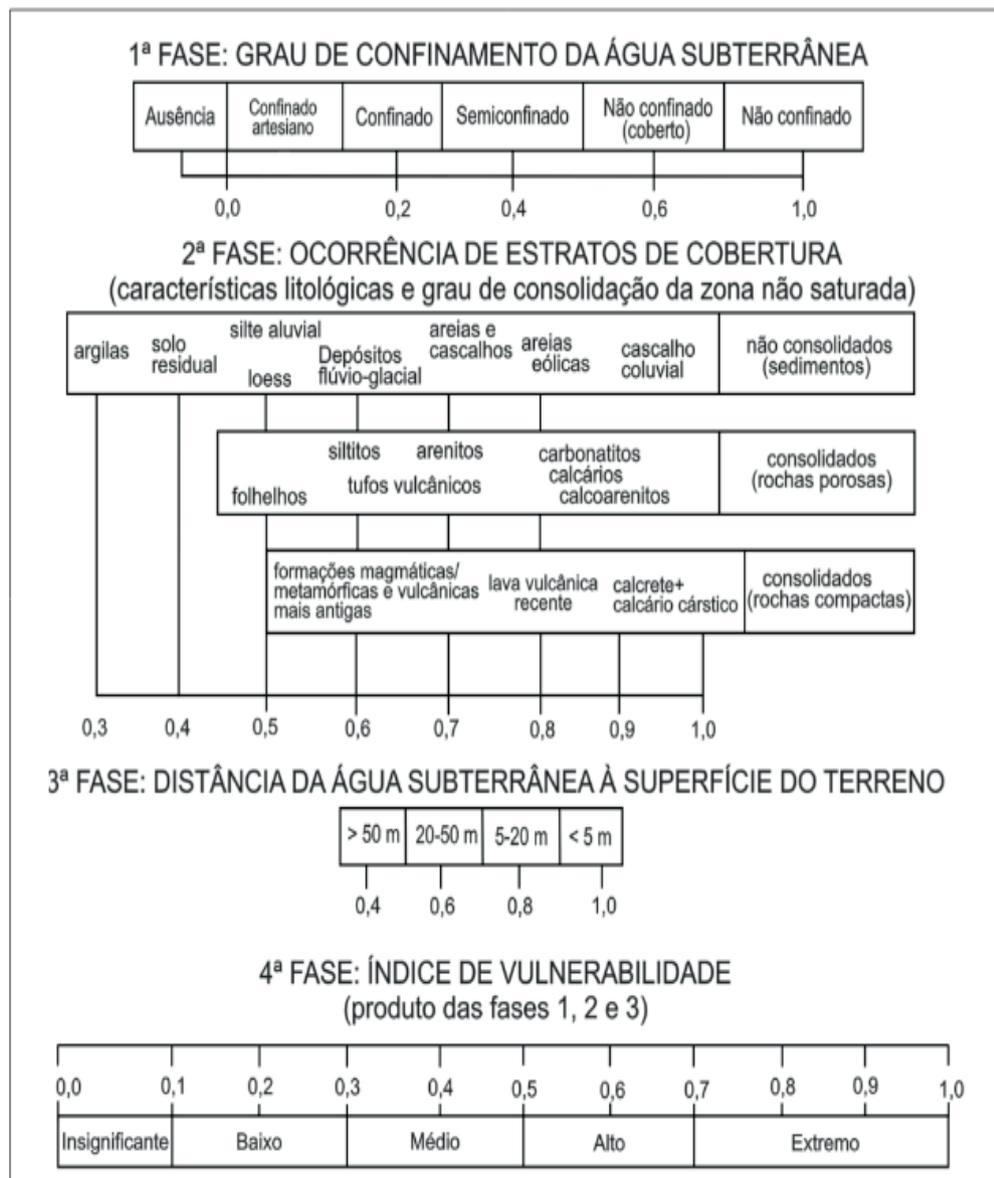


Figura 2. Método de vulnerabilidade de aquíferos GOD

2.3 Análise da carga contaminante (POSH)

O método de análise da carga contaminante POSH (pollutant origin, surcharge hydraulically) está relacionado à origem do poluente e sua sobrecarga hidráulica na subsuperfície, produzindo níveis de contaminação no subsolo que podem variar entre reduzido, moderado e elevado (FOSTER et al., 2006).

Segundo o POSH, para o caso do lixiviado produzido por necrópoles, considera-se que existe potencial reduzido de carga contaminante no subsolo, ocasionada por uma pequena carga microbiológica e restrita a certa área (FOSTER et al., 2006).

Essa expectativa de baixo potencial poluidor da carga contaminante, entretanto, parece subestimar estudos que indicam um maior risco de contaminação oriundo de necrópoles. De acordo com estudos publicados por Żychowski (2012) e Environment Agency (2002), a contaminação associada a cemitérios podem indicar compostos persistentes e móveis como nitrato e amônia, contaminantes degradáveis como vírus e bactérias e, ainda, contaminantes potencialmente presentes e ainda pouco estudados como metais pesados e formaldeído.

Porém, trataremos nesse estudo, devido a inexistência de dados no cemitério Areias, a faixa de contaminação com potencial reduzido de carga contaminante.

2.4 Caracterização da Área de Estudo

O cemitério Areias está localizado na zona urbana-sul da cidade de Teresina, Piauí, Brasil. Ocupa uma área de 3,5 hectares de solo, onde destaca-se o Latossolo Vermelho-Amarelo, situado em uma faixa paralela ao rio Parnaíba, com uma largura média de 10 km, ocorrendo com grande profundidade. Essa característica aponta para um aquífero não confinado na área de influência do cemitério Areias (SOUSA et al., 2015).

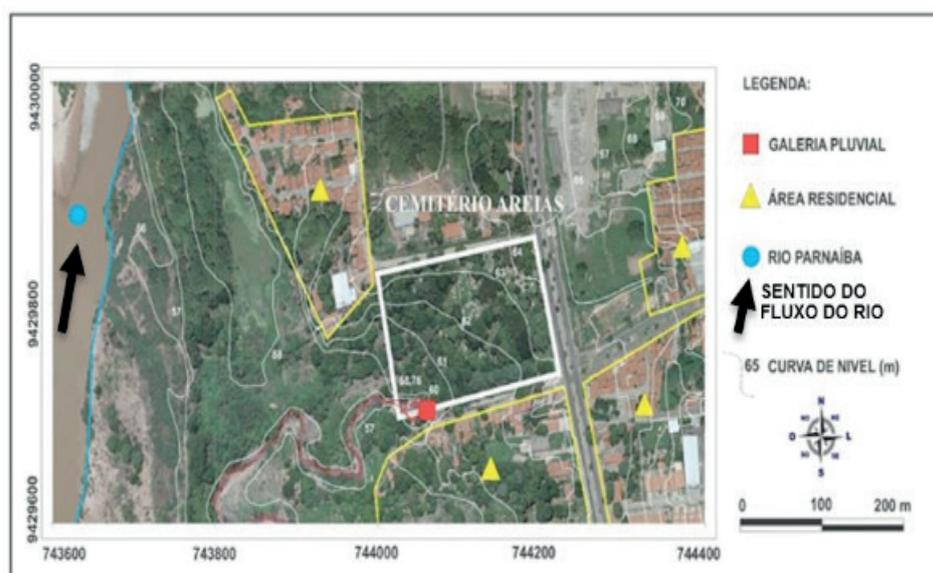


Figura 3. Cemitério Areias localizado (UTM 23), Teresina, PI, Brasil.

A média anual da precipitação acumulada é de 1332 mm, com regime pluviométrico concentrando-se com 75,6% da chuva nos primeiros quatro meses do ano, onde são comuns a presença de chuvas de alta intensidade (SOUSA et al., 2015).

Segundo Sousa et al. (2015), a partir de poços de monitoramento instalados na área do cemitério Areias, a profundidade média do aquífero em relação ao topo do terreno é menor do que 5 metros em todo o período analisado e para todos os pontos monitorados (Vide Figura 4 e Quadro 1).

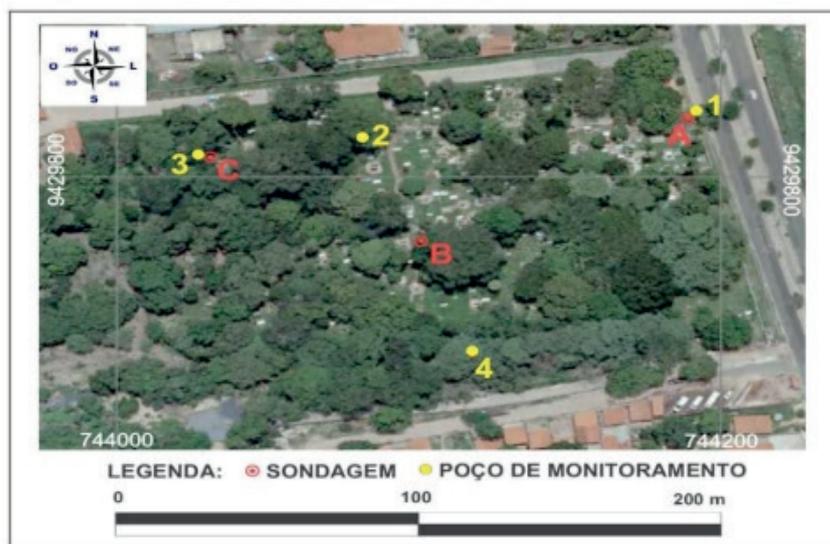


Figura 4. Distribuição espacial das sondagens e poços de monitoramento.

Fonte: Sousa et al. (2015).

Datas das Observações	Poços de Monitoramento			
	P1	P2	P3	P4
28 de novembro de 2012	3,86	3,35	3,85	2,92
10 de dezembro de 2012	3,77	3,18	3,84	2,83
14 de janeiro de 2013	3,57	2,61	3,72	2,5
18 de fevereiro de 2013	3,21	2,72	3,42	2,15
11 de março de 2013	3,24	2,78	3,44	2,25
13 de maio de 2013	2,67	2,33	2,97	1,88
10 de junho de 2013	2,98	2,73	3,1	2,24
15 de julho de 2013	3,26	2,84	3,5	2,32
12 de agosto de 2013	3,57	2,98	3,66	2,45
09 de setembro de 2013	3,62	3,07	3,64	2,48
14 de outubro de 2013	3,74	3,15	3,82	2,63

Quadro 1. Profundidade do aquífero freático em metros no cemitério Areias. Monitoramento realizado de novembro de 2012 a outubro de 2013.

Fonte: Sousa et. al (2015).

Na Figura 5 constata-se que a predominância de areias com diferentes

granulometrias compõe o estrato de solo que cobre o lençol freático abaixo do cemitério Areias. Esta percepção foi possível a partir dos poços de sondagem instalados na pesquisa de SOUSA et al. (2015) (Conferir distribuição das sondagens na Figura 4).

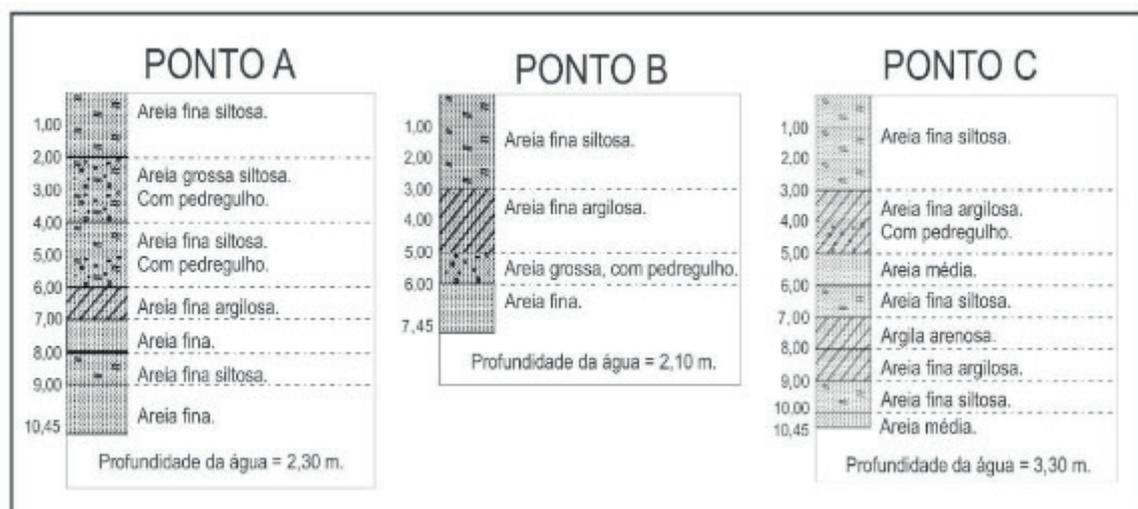


Figura 5. Colunas de solo dos furos de sondagem no cemitério Areias.

Fonte: Sousa et. al (2015).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado e discussão serão apresentados considerando a sequência lógica de análise do perigo de contaminação proposto por FOSTER et al. (2006). Assim, será apresentado o resultado da vulnerabilidade do aquífero, posteriormente o cruzamento da vulnerabilidade com as características da carga contaminante e as discussões acerca dos resultados apresentados.

3.1 Avaliação da vulnerabilidade do aquífero

A análise da vulnerabilidade do aquífero na área do cemitério areias parte da indexação das características do aquífero apresentadas na metodologia desse estudo. Assim, obtém-se o índice GOD no valor de 1,0 para a distância do topo do terreno ao início da zona saturada, ao se observar que a profundidade monitorada apresentou valores menores que 5 metros (Vide Figura 2 e Quadro 1).

Para o índice que analisa as características dos estratos de cobertura, têm-se a indexação relativa avaliada em 0,7, segundo o Método GOD de vulnerabilidade de aquíferos, pois observa-se a presença predominante de areias nos perfis de solos amostrados (Vide Figura 2 e Figura 5).

Finalmente, o índice GOD 1,0 atende às características de aquífero não confinado observadas por Sousa et al. (2015) (Vide Item 2.4). O produto dos índices observados indica o valor final GOD = 0,7, apontando alta vulnerabilidade à contaminação na zona do cemitério Areias.

O Quadro 2 resume os dados considerados para definição da vulnerabilidade do aquífero. A Figura 6 demonstra o mapa da vulnerabilidade para a região de estudo.

Avaliação da vulnerabilidade GOD	Ocorrência no cemitério Areias	Índice GOD
I - Grau de confinamento do aquífero	Inconfinado	1,0
II - Origem dos estratos de cobertura	Areias aluviais	0,7
III - Distância até o lençol freático	Menor que 5 m	1,0
Índice final GOD (I x II x III)		0,7
Vulnerabilidade do aquífero à contaminação		ALTA

Quadro 2. Parâmetros analisados e vulnerabilidade GOD calculada

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 6. Vulnerabilidade do aquífero cobrindo especificamente a área do cemitério Areias.

Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 Avaliação do perigo de contaminação

O cruzamento com as características de alta vulnerabilidade GOD, encontrada para área da necrópole (Item 3.1 desse artigo), juntamente com o potencial reduzido da carga contaminante no cemitério (Item 2.3 desse artigo), indica a possibilidade de perigo de contaminação variando de moderado a alto. O resultado do cruzamento pode ser visualizado na Figura 7 (Situação 3).

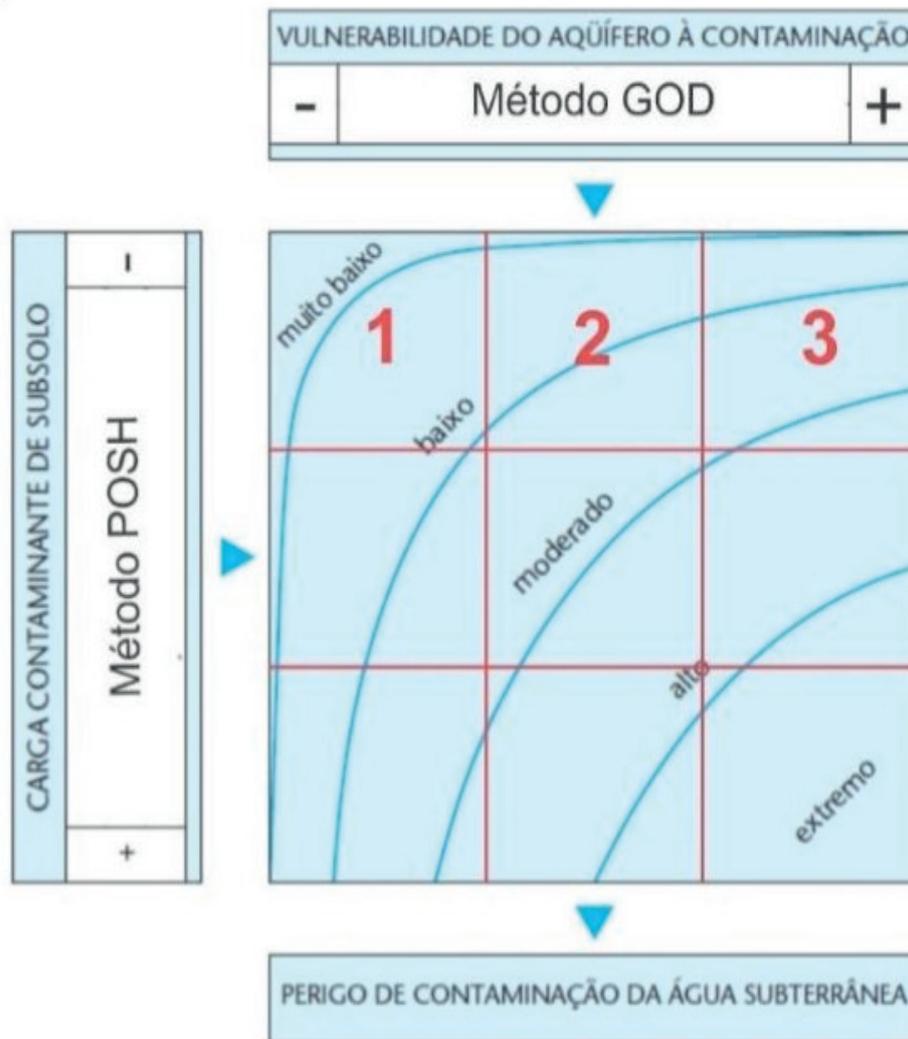


Figura 7. Situações de resposta do método de perigo de contaminação

Fonte: Adaptado de Foster et al. (2006).

Nestas condições, é importante observar que o moderado e alto perigo de contaminação são influenciados principalmente pela alta vulnerabilidade identificada no aquífero. E que tais características de vulnerabilidade, com pequenas camadas de coberturas até o aquífero e solos de alta permeabilidade (areias), conferem possibilidade de trânsito livre para contaminantes comumente identificados em necrópoles, mesmo em pequenas quantidades.

Considerando que estudos de contaminação em necrópoles já encontraram elevados níveis de nitrato em águas subterrâneas (MARTINS et al. 1991), e tendo-se em conta que o nitrato é um clássico caso de contaminante persistente e móvel, o alerta de alto perigo de contaminação para a área do cemitério Areias é plenamente justificado e confirma as condições de campo identificadas pelo estudo.

Ademais, o alerta de alto perigo de contaminação também alinha adequadamente a necessidade de cuidados especiais na gestão do aquífero contra a contaminação de patógenos pouco móveis e altamente degradáveis, como é o caso de microrganismos comumente identificados em lixiviados de necrópoles e amplamente relacionados a doenças de veiculação hídrica.

4 | CONCLUSÕES

O alto perigo de contaminação identificado foi útil para apontar que o cemitério Areias requer a atenção permanente dos órgãos gestores e que o método de análise pode servir como ferramenta para gestão de áreas potencialmente impactadas por necrópoles na capital e demais cidades do Estado do Piauí.

No caso do cemitério Areias, o encerramento das atividades deve ser pautado em caráter definitivo, pois novos sepultamentos podem reativar a carga poluidora que, aliada a alta vulnerabilidade do aquífero, ocasiona o alto perigo de contaminação observado neste estudo. Além disso, a reabertura oferece riscos à população que vive no entorno da necrópole e que, ocasionalmente, faz uso das águas do aquífero raso para consumo doméstico.

Por fim, conclui-se que o zoneamento de proteção da água subterrânea, pautado na definição dos níveis de perigo de contaminação de aquíferos, tem papel fundamental na definição de prioridades para o monitoramento da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos. Além de contribuir para o avanço sustentável da malha urbana, para a auditoria ambiental balizada de atividades antrópicas e comunicação social em geral, oportunizando o engajamento adequado de usuários, potenciais poluidores e gestores.

REFERÊNCIAS

ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. **Cemitérios: risco potencial às águas subterrâneas**. Boletim Informativo, n. 111, fev. 2001.

ENVIRONMENT AGENCY. **Assessing the groundwater pollution potential of cemetery developments**. 20 p. 2004.

ENVIRONMENT AGENCY. **Pollution potential of cemeteries – Draft Guidance**. R&D Technical Report P223, 71p. 2002.

FOSTER, S. **Fundamental concepts in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy**. Proceedings of International Conference: Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. Noordwijk, Países Baixos. 1987.

FOSTER, S. HIRATA, R. **Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data**. CEPIS-PAHO/WHO. Lima, 78 p. 1988.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'ELIA, M. PARIS, M. **Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos Municipais e agências ambientais**. São Paulo: Servmar – Serviços Técnicos Ambientais Ltda. 2006.

HIRATA, R. **Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas: estudo de casos no estado de São Paulo**. 1994. Tese. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MARTINS, T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO, A.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N. R. S. et al. **Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios**. Revista Saúde Pública, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 47-52. 1991.

SOUSA, M. C. B., CASTRO, M. A. H, MONTEIRO, C. A. B., PESSOA, G. P., SOUZA, C. D. **Estudo**

da contaminação do aquífero próximo ao cemitério Areias, Teresina/PI, Brasil. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba, v. 6, n. 1, p. 41-57, jan./jun. 2015.

TAVARES, P. R. L.; CASTRO, M. A. H.; COSTA, C. T. F. ; SILVEIRA, J. G. P.; ALMEIDA JUNIOR, F. J. B. . **Mapeamento da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas localizadas na Bacia Sedimentar do Araripe, Estado do Ceará, Brasil.** Revista da Escola de Minas (Impresso), v. 62, p. 227-236, 2009.

ÜÇISIK, A. S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health: an introductory briefing.** Copenhagen: WHO. 15p. 1998.

ŻYCHOWSKI, Józef. **Impact of cemeteries on groundwater chemistry: A review.** Catena, v. 93, p. 29-37, 2012.

REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL

Data de aceite: 16/12/2019

Tereza Cristina Sales Silva

Universidade Federal do Piauí

Teresina – Piauí

Cleto Augusto Baratta Monteiro

Universidade Federal do Piauí

Teresina – Piauí

Mauro César de Brito Sousa

Instituto Federal do Piauí

Teresina – Piauí

RESUMO: O aproveitamento de águas cinzas surge como solução sustentável de racionalização do uso de água potável e redução do lançamento de efluentes nos mananciais. Esse trabalho analisou a aplicabilidade do sistema de reúso de águas cinzas em condomínios residenciais através do estudo de caso do Edifício Leblon, em Teresina - Piauí. Verificaram-se, além da simplicidade da adoção da estação de tratamento, os reais custos envolvidos e a rentabilidade final alcançada, buscando incentivar a sociedade a investir nessa alternativa sustentável. Os resultados obtidos demonstraram que a economia mensal obtida com o reúso de águas cinzas é expressiva e o retorno do capital investido pode se dar em menos de dois anos, o que comprova a viabilidade econômica dessa

solução.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso, Águas cinzas, edifício residencial.

GRAYWATER REUSE IN RESIDENTIAL BUILDING

ABSTRACT: Graywater reuse helps to rationalize the use of drinking water and reduce the discharge of effluents into water sources. This paper analyzes the applicability of wastewater reuse at the Leblon Building in Teresina - Piauí. The actual costs involved and the final profitability achieved were verified, seeking to encourage society to invest in this sustainable alternative. The results showed that reuse provides substantial savings and the return on investment comes in two years, proving the economic viability of this solution.

KEYWORDS: Reuse, Graywater, Residential building.

1 | INTRODUÇÃO

Além das influências naturais, como a má distribuição do potencial hídrico no mundo, existem fatores antrópicos que agravam os desequilíbrios entre oferta e consumo de água potável, como por exemplo: o adensamento populacional urbano, o uso irracional e a degradação dos mananciais existentes são.

A gestão integrada com incentivo à racionalização do uso e desenvolvimento de sistemas sustentáveis são alternativas importantes para prevenir a escassez generalizada e manter a vida nas áreas urbanas. Entre as medidas de conservação pode-se citar o uso de aparelhos economizadores, a medição individualizada do consumo, o controle de perdas por vazamentos, a conscientização da população sobre a importância da economia água e o uso de fontes alternativas.

Entre essas medidas de conservação hídrica, destaca-se a utilização de fontes alternativas de suprimentos. O reúso é definido por Gonçalves (2006) como o uso de efluentes tratados ou não para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis. Já para Lavrador Filho (1987, apud MANCUSO; SANTOS, 2003), esse conceito é mais amplo e equivale ao aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir outras necessidades de uso.

Baseado na política de substituição de fontes, o reúso busca principalmente evitar o consumo de água potável em procedimentos onde seu uso é dispensável, podendo ser substituída, com vantagens inclusive econômicas, em indústrias e condomínios residenciais.

Nesse trabalho foram avaliados os custos necessários para permitir o aproveitamento eficiente das águas servidas de um condomínio residencial e sua viabilidade econômica. A pesquisa foi realizada através do estudo de caso do Edifício Leblon, localizado em Teresina e teve como objetivo estimar o retorno financeiro com a utilização de águas cinzas. Com isso, foi possível demonstrar que, além de uma excelente solução sustentável e simples intervenções de engenharia, o reúso é um investimento consideravelmente rentável e pode estimular a sociedade a adotar essa moderna prática de economia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição construtiva do empreendimento

O estudo foi realizado no Edifício Leblon, localizado no Bairro Horto Florestal de Teresina, cidade cuja população é estimada em 844.245 habitantes (IBGE, 2016).

O edifício foi construído em 2016 e os levantamentos e valores detalhados nesse estudo foram realizados concomitantemente ao processo de execução da edificação.

Dimensionado conforme os dados do Quadro 1, o sistema de reúso deveria ser implantado nesse condomínio para que os efluentes gerados nos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa sejam devidamente aproveitados nas descargas das bacias sanitárias, na rega dos jardins e na limpeza de áreas comuns impermeáveis.

Esse sistema deveria garantir a qualidade suficiente para os usos definidos e será escolhido, mediante avaliação econômica, dentre as diversas propostas recebidas de fornecedores capacitados.

Área total (m ²)		2.800,10
Nº de apartamentos		30
Nº de habitantes por apartamento		7
Nº total de habitantes		210
Área de Jardins (m ²)		416,07
Áreas comuns impermeáveis (m ²)	Subsolo	2777,58
	Térreo	1821,59
	Mezanino	259,04
	Pavimento Tipo	37,72
	Total	5.424,01

Quadro 1 – Dados de entrada do empreendimento

Fonte: Autores (2016)

2.2 Análise da oferta e da demanda de águas cinzas

As contribuições de cada aparelho dessa seleção inicial, expressas em porcentagem, foram tratadas estatisticamente através da variância e do respectivo desvio padrão.

Após o resultado do cálculo de dispersão das variáveis, fez-se a interpretação dos desvios através do Teorema de Tchebycheff considerando cerca de 75% das distribuições aproximadamente simétricas. Assim, a seleção dos dados amostrais não deve se afastar significativamente da média dos resultados das pesquisas selecionadas e, de acordo com Martins (2010), deve aparecer no intervalo da Equação (1):

$$\bar{x} \pm 2S \quad (1)$$

A partir desse tratamento estatístico, encontraram-se resultados mais próximos da realidade de vazões dos aparelhos específicos utilizados em uma residência unifamiliar brasileira, que serviram de base para a etapa seguinte, análise de viabilidade quantitativa.

Para o Edifício Leblon, planejou-se a coleta separada de efluentes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupa dos apartamentos, que após tratamento seriam destinados para descargas de bacias sanitárias, rega de jardins e limpeza de áreas impermeáveis de todo condomínio. Tanto a oferta quanto a demanda de águas cinzas foram estimadas a partir do resultado da porcentagem de contribuição de vazão diária de cada um dos aparelhos hidráulicos geradores e consumidores, respectivamente, e da consideração de cálculo que o consumo per capita diário é de duzentos litros em apartamentos de elevado padrão.

Na avaliação da oferta, a vazão de efluente foi obtida admitindo-se um coeficiente de retorno padrão de 80% e uma população de 210 pessoas.

Já na verificação de demanda, além do consumo nas descargas de bacias

sanitárias obtido como os outros aparelhos e anteriormente explanado, também foram definidas as vazões para rega de jardins e limpeza de áreas impermeáveis comuns. Assim, considerou-se 6L/m².dia o consumo da irrigação de jardins por aspersão e a lavagem de áreas comuns com 0,8 cm de altura de lâmina de água e 8 lavagens mensais de frequência de utilização.

Como o consumo de água e geração de esgotos varia ao longo do dia e da semana, é prática comum a adoção de coeficientes para cálculo de vazões mínimas e máximas, como nas Equações (2) e (3):

$$Q_{max} = Q \times K1 \times K2 \quad (2)$$

$$Q_{min} = Q \times K3 \quad (3)$$

Sendo:

Q = vazão média (L/dia);

Q_{max} = vazão máxima (L/dia);

Q_{min} = vazão mínima (L/dia);

K1 = 1,2 – Coeficiente relativo ao dia de maior consumo;

K2 = 1,5 – Coeficiente relativo à hora de maior consumo;

K3 = 0,5 – Coeficiente relativo à hora de menor consumo.

Com os resultados de vazão mensais de águas cinzas tratadas e seu consumo estimado para o mesmo período, pode-se concluir se são valores compatíveis para a aplicação dessa alternativa de otimização hidráulica e obter valores de economia de água e lançamento de efluentes na rede pública.

2.3 Análise dos sistemas propostos e sua viabilidade econômica

Obtiveram-se os dados de vazões mínimas, médias e máximas diárias e os encaminhou a empresas fornecedoras de equipamentos compactos de tratamento de águas cinzas para reúso, destacando as características da futura população do edifício, aparelhos de origem do efluente e destinação pretendida.

As propostas recebidas como respostas à solicitação inicial foram analisadas minuciosamente, observando-se tanto as etapas do tratamento proposto, quanto os custos envolvidos nestas. Dentre as propostas recebidas, foram selecionadas as quatro melhores para o Edifício Leblon, provenientes das empresas por este estudo denominadas de “A”, “B”, “C” e “D”, todas garantindo qualidade compatível às classes um e três da NBR13969 e da classificação FIESPI (SINDUSCON, 2005).

Cada método tem suas vantagens estruturais e de qualidade final da água, cabendo ao investidor saber definir, além dos valores econômicos, as características importantes para adequação ao empreendimento. As inúmeras propostas com alternativas de sistemas de tratamento para reúso em condomínio demonstram

a simplicidade dos métodos e da implantação destes, desde que bem definido e dimensionado.

Já o estudo de viabilidade econômica dos investimentos em sistemas de reúso no Edifício Leblon almeja determinar a rentabilidade dessa alternativa sustentável, comprovando o retorno do capital inicialmente demandado. Inicia-se a análise pela montagem de fluxos de caixa considerando a vida útil comum dos equipamentos de cada sistema, determinando todos os dispêndios preliminares e os mensais previstos.

Avalia-se que, em contrapartida dos gastos iniciais, haverá economia mensal significativa com água potável e esgotamento sanitário, calculada de acordo com a redução estimada no consumo e com as tarifas cobradas pela empresa local responsável. Seguem-se, então, os custos de implantação, operação e manutenção do sistema de tratamento. O primeiro é composto principalmente pelos seguintes itens:

- Projeto e equipamentos da Estação de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) – valor explicitado na proposta de cada sistema;
- Adaptações com infra e superestruturas, instalações hidrossanitárias, instalações elétricas, revestimentos e impermeabilizações – determinados a partir de padrões de acréscimos percentuais no valor de orçamento do empreendimento (GONÇALVES; BAZZARELLA, 2005).

O custo mensal de operação inclui os gastos com produtos químicos, consumos de energia elétrica e destinação correta do lodo gerado, todos calculados conforme consumo descrito pelo fabricante e valores de mercado local. Concluindo, os custos de manutenção de possíveis falhas e trocas de peças dos equipamentos, que foi definido por Mancuso e Santos (2003) como 7% do custo de implantação, devidamente distribuídos pela vida útil esperada do equipamento.

Apartir dos fluxos de caixas definidos e considerando a taxa mínima de atratividade como a rentabilidade da caderneta de poupança, calcula-se a viabilidade econômica através dos métodos de Payback, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR), adotados como critérios para estabelecer a tomada de decisão entre as propostas apresentadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados obtidos da pesquisa bibliográfica de contribuições por aparelho em empreendimentos semelhantes foram formatados no Quadro 2:

	Contribuições Volumétricas por aparelho						
	ABES	Fiore	DECA	CDHU	Mierzwa	PNCDA	Gonçalves e Bazzarella
Lavatório	13%	10%	12%	7%	17%	8%	12%
Chuveiro	20%	33%	47%	54%	61%	55%	47%

Tanque/ Máquina	18%	25%	8%	14%	-	14%	13%
Bacia Sanitária	30%	15%	14%	5%	8%	5%	14%
Pia de cozinha	19%	17%	15%	15%	10%	18%	14%
Outros usos	-	-	4%	5%	4%	-	-

Quadro 2 – Dados de pesquisas para contribuições volumétricas

Fonte: Autores (2016) considerando ABES (2003, apud BRAGA, 2009), Fiore (2005), DECA (2005, apud BAZZARELLA, 2005), Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (2000, apud BAZZARELLA, 2005), Mierzwa (2006), PNCDA (1998, apud BAZZARELLA, 2005), Gonçalves e Bazzarella (2005).

Utilizando esses consumos percentuais, fez-se um tratamento estatístico, resumido no Quadro 3, do qual foram definidas as vazões padrões dos aparelhos sanitários para cada apartamento do Edifício Leblon.

	Média	Variância	Desvio Padrão	Dispersão de Amostra		Contribuição volumétrica
				Mínimo	Máximo	
Lavatório	12,00%	0,00118	3,44%	8,56%	15,44%	10,93%
Chuveiro	47,00%	0,02076	14,41%	32,59%	61,41%	45,99%
Tanque/ Máquina	14,00%	0,00628	7,92%	6,08%	21,92%	12,47%
Bacia Sanitária	14,00%	0,00758	8,70%	5,30%	22,70%	11,82%
Pia de cozinha	15,00%	0,00094	3,06%	11,94%	18,06%	14,76%
Outros usos	0,00%	0,00095	3,08%	0,00%	3,08%	4,03%

Quadro 3 – Cálculo das contribuições padrões dos aparelhos sanitários

Fonte: Autores (2016)

A partir desses resultados, calculou-se inicialmente qual seria o consumo diário de água em cada apartamento, caso não houvesse o reúso de águas cinzas, considerando uma população de sete pessoas e consumo per capita de 200l/dia.

Assim, foi possível estimar e comparar a utilização de água potável e lançamento de efluentes na rede pública de esgoto no empreendimento sem e com o reúso de águas cinzas, como no Quadro 4, demonstrando que a redução do dispêndio mensal é superior a 570 metros cúbicos de água potável e que se evitou a emissão de mais de 900 metros cúbicos de esgoto doméstico na rede de coleta municipal.

	Consumo de água potável (m³/mês)		Lançamento de esgoto na rede (m³/mês)	
	Sem uso	Com uso	Sem uso	Com uso
Lavatório	137,75	137,75	110,20	-
Chuveiro	579,53	579,53	463,62	-
Tanque/ Máquina	157,09	157,09	125,68	-
Bacia Sanitária	148,89	-	119,11	119,11

Pia de cozinha	185,93	185,93	148,75	148,75
Outros usos	50,80	50,80	40,64	40,64
Rega de Jardim	74,89	-	-	-
Lavagem de áreas externas	347,14	-	277,71	-
	1682,03	1111,11	1285,71	308,50

Quadro 4 – Comparativo de consumo de água potável sem e com reúso

Fonte: Autores (2016)

Através dos dados de vazão de consumo dos aparelhos e suas respectivas produções de efluentes, pôde-se obter os volumes de oferta e de demanda diários de águas cinzas no Edifício Leblon, evidenciado no Quadro 5.

Oferta de água cinzas (L/dia)			
Aparelhos produtores	Vazão mínima	Vazão Média	Vazão Máxima
Lavatório	1836,68	3673,36	6612,04
Chuveiro	7727,07	15454,15	27817,46
Tanque / Máquina de lavar roupas	2094,59	4189,19	7540,54
TOTAL	11658,34	23316,69	41970,04
Demanda de água cinzas (L/dia)			
Aparelhos utilizadores	Vazão mínima	Vazão Média	Vazão Máxima
Bacia Sanitária	2481,47	4962,94	8933,29
Rega de Jardim	1248,21	2496,42	4493,56
Lavagem de áreas impermeáveis	6198,87	12397,74	22315,93
TOTAL	9928,55	19857,09	35742,77

Quadro 5 – Comparativo de oferta e demanda diárias no Edifício Leblon

Fonte: Autores (2016)

Com isso, demonstrou-se a viabilidade quantitativa do reúso de águas cinzas provenientes dos lavatórios, chuveiros, tanques e máquinas de lavar roupas nas descargas das bacias sanitárias, rega dos jardins e lavagem de áreas impermeáveis das áreas comuns do condomínio, já que a demanda será sempre inferior e bem próxima da produção de águas cinzas.

Quanto à análise de alternativa de reúso, mediante análise das propostas enviadas pelas empresas fornecedoras das Estações de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC), pôde-se formatar todas as informações de custos adicionais e poder verificar a viabilidade econômica das alternativas apresentadas.

A empresa “A” propôs um sistema de tratamento, cujo custo de projeto, equipamento, instalação e frete para Teresina foi definido em setenta e oito mil reais. Além disso, o custo de implantação a se considerar envolve o adicional de construção necessário às modificações no próprio edifício, resumido no Quadro 6 e que se aplica a todas as outras propostas, já que os valores orçados são referentes ao próprio empreendimento.

Item	Valor de Orçamento (R\$)	Acréscimo (%)	Custo adicional de implantação (R\$)
Estrutura	3.524.793,74	1,09%	38.528,55
Revestimentos e impermeabilizações	1.111.994,32	0,34%	3.761,04
Instalações hidrossanitárias	333.804,00	5,02%	19.516,29
Instalações elétricas	1.073.800,00	2,25%	24.185,98
			85.991,86

Quadro 6 – Custos para modificações na estrutura do Edifício Leblon

Fonte: Autores (2016)

Assim, o custo de implantação para essa primeira proposta se resume ao conteúdo do Quadro 7, totalizando cento e sessenta e três mil novecentos e noventa e um reais e oitenta e seis centavos.

Custo de Implantação do Equipamento e Adicional de Construção	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 78.000,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidrossanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 163.991,86

Quadro 7 – Custo de implantação do sistema da empresa “A”

Fonte: Autores (2016)

Os custos mensais de operação envolvem produtos químicos, consumo adicional de energia elétrica e destino adequado do lodo produzido. Os dispêndios com produtos químicos foram calculados de acordo com as instruções do fornecedor e as necessidades do tratamento. O Quadro 8 apresenta todos os produtos químicos utilizados no tratamento das quatro propostas estudadas:

Empresa	Produtos Químicos	Consumo Mensal		Custo Unitário	Custo Mensal	Custo Total
"A"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 73,17
	Carvão ativado	1,67	Kg	R\$ 19,90	R\$ 33,17	
"B" e "D"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 40,00
"C"	Patilhas de cloro	8	Und	R\$ 5,00	R\$ 40,00	R\$ 57,92
	Cloreto Férrico	61,79	kg	R\$ 0,29	R\$ 17,92	

Quadro 8 – Gastos mensais com produtos químicos

Fonte: Autores (2016)

Os custos adicionais com energia elétrica são baseados em informações contidas nas propostas de cada empresa, especificando o consumo unitário de cada equipamento eletrônico considerável, como resumido no Quadro 9. A empresa "D", como já descrito anteriormente, não faz uso de nenhum equipamento que consuma energia.

Empresa	Equipamento elétrico	Qtd. (UND)	Consumo Unitário Mensal (KWh)	Custo Unitário	Custo Mensal	Custo Mensal Total
"A"	Rotâmetros (lcv)	2	400	0,459227	R\$ 367,38	R\$ 367,38
"B"	Conjunto Soprador de ar (Q=25ma/h, 4mca, lcv)	2	397,13	0,459227	R\$ 364,75	R\$ 364,75
"C"	Motor/misturador hidráulico (lcv)	1	529,56	0,459227	R\$ 243,19	R\$ 247,52
	Bomba centrífuga/ limpeza de filtro (0,5cv)	1	3,68	0,459227	R\$ 1,69	
	Rotametro	1	5,76	0,459227	R\$ 2,65	

Quadro 9 – Gastos mensais extras com energia elétrica

Fonte: Autores (2016)

As despesas mensais com caminhão limpa-fossa para a retirada do lodo formado durante o processo de tratamento são também definidas através das informações repassadas pelos fornecedores dos equipamentos. Como mostra o Quadro 10, o volume mensal produzido foi comum para todas, exceto a "D", cujo representante afirmou que a limpeza dos filtros era apenas semestral.

Empresa	Produção mensal de lodo (m³)	Custo Unitário	Custo Mensal
“A”, “B” e “C”	3	R\$ 16,67	R\$ 50,01
“D”	0,5	R\$ 16,67	R\$ 8,34

Quadro 10 – Gastos mensais com destinação do lodo gerado na ETAC

Fonte: Autores (2016)

Dessa forma, os custos mensais de operação da ETAC proposta pela empresa “A” podem ser resumidos como na Quadro 11:

Custo Mensal de Operação	
Produtos químicos	R\$ 73,17
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 367,38
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 490,56

Quadro 11 – Custo mensal com operação – Empresa “A”

Fonte: Autores (2016)

Com essas informações coletadas são determinados os dispêndios adicionais para cada proposta apresentada, cujos valores estão organizados nos Quadros (12, 13, 14, 15, 16 e 17) a seguir:

Custo de implantação do equipamento e adicional de construção	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 179.910,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 265.901,86

Quadro 12 – Custo de implantação – Empresa “B”

Fonte: Autores (2016)

Custo Mensal de Operação	
Produtos químicos	R\$ 36,00
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 364,75
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 450,76

Quadro 13 – Custo mensal de operação - Empresa “B”

Fonte: Autores (2016)

Custo de implantação do equipamento e adicional de construção	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 46.740,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 132.731,86

Quadro 14 – Custo de implantação - Empresa “C”

Fonte: Autores (2016)

Custo Mensal de Operação	
Produtos químicos	R\$ 57,92
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ 247,52
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 50,01
	R\$ 355,45

Quadro 15 – Custo mensal de operação - Empresa “C”

Fonte: Autores (2016)

Custo de implantação do equipamento e adicional de construção	
Equipamentos, projeto da ETAC e serviços complementares	R\$ 26.640,00
Acréscimo de despesas com infra e superestrutura	R\$ 38.528,55
Acréscimo de instalações hidro-sanitárias	R\$ 19.516,29
Acréscimo de instalações elétricas	R\$ 24.185,98
Acréscimo de Revestimentos e impermeabilizações	R\$ 3.761,04
	R\$ 112.631,86

Quadro 16 – Custo de implantação - Empresa “D”

Fonte: Autores (2016)

Custo Mensal de Operação	
Produtos químicos	R\$ 36,00
Acréscimo no consumo de energia elétrica	R\$ -
Despesas com destinação do lodo produzido	R\$ 8,34
	R\$ 44,34

Quadro 17 – Custo mensal de operação - Empresa “D”

Fonte: Autores (2016)

Com todos esses dados de despesas extras advindas do sistema de reúso, pode-se verificar a real rentabilidade dessa alternativa de conservação de água e garantir que o sistema mais vantajoso economicamente seja escolhido.

Apesar dos custos adicionais, a adoção de um sistema de reúso em um edifício

permite significativa economia em despesas com água potável e lançamento de efluentes na rede de esgoto. Nesse estudo, analisou-se essa redução de gastos mensais para verificar o retorno financeiro do investimento inicial, observando a poupança por apartamento e para o condomínio como um todo, como demonstrado no Quadro 18.

Redução mensal do consumo de água potável (m³)		Economia mensal (R\$)		
Volume/apto	Volume/condomínio	Por apto	P/ condomínio	Total
4,96	422,03	R\$ 56,50	R\$ 4.804,80	R\$ 6.499,89

Quadro 18 – Economia devida redução de consumo de água

Fonte: Autores (2016)

Considerando que serão os moradores do Leblon que custearão todos os gastos com o condomínio, foi admitido que a poupança total considerada fosse a soma de toda a economia dos apartamentos com a do próprio condomínio, totalizando seis mil quatrocentos e noventa e nove reais e oitenta e nove centavos mensais.

Obtiveram-se, então, os resultados das análises de viabilidade através dos métodos considerados, destacados no Quadro 19. O retorno mensal considerado foi o resultado da diferença da redução mensal nas despesas com água potável e esgoto e os custos mensais com operação e manutenção do sistema.

Esses resultados demonstraram que, para todas as opções, o retorno do investimento inicial se dá em menos de quatro anos e que os valores presentes líquidos são economicamente viáveis. Provou-se também que a empresa “D” oferece o sistema de tratamento de águas cinzas com o menor custo de operação, o retorno econômico mais rápido e os valores de investimento mais atraentes.

	EMPRESAS PROPONENTES			
	“A”	“B”	“C”	“D”
Custo mensal de operação (O)	R\$ 490,56	RS 450,76	R\$ 355,45	RS 44,34
Custo de manutenção total (M)	R\$ 11.479,43	R\$ 18.613,13	R\$ 9.291,23	RS 7.884,23
Custo de Implantação do Equipamento (E)	R\$ 78.000,00	R\$ 179.910,00	R\$ 46.740,00	R\$ 26.640,00

Custo adicional de construção (AM)	R\$ 85.991,86	RS 85.991,86	R\$ 85.991,86	RS 85.991,86
Redução mensal nas despesas com água potável e esgoto (AC)	R\$ 6.330,04	R\$ 6.330,04	R\$ 6.330,04	RS 6.330,04
Taxa Mínima de Atratividade (TMA) - mensal	0,6155%	0,6155%	0,6155%	0,6155%
Vida útil do sistema (t - meses)	240	240	240	240
Investimento Inicial (1)	RS 163.991,86	R\$ 265.901,86	R\$ 132.731,86	RS 112.631,86
Retorno mensal (r)	R\$ 5.791,65	R\$ 5.801,73	R\$ 5.935,88	R\$ 6.252,85
PAYBACK (anos)	2,4	3,8	1,9	1,5
Valor Presente Líquido	R\$ 537.042,43	R\$ 436.352,40	R\$ 585.759,79	R\$ 644.227,50
Taxa Interna de retorno	43,24%	26,94%	53,66%	66,62%

Quadro 19 – Viabilidade econômica do reúso de águas cinzas no Ed. Leblon

Fonte: Autores (2016)

Em apenas dezesseis meses, o capital direcionado à implantação, operação e manutenção do equipamento da empresa “D” foi amortizado através da economia que este proporcionou aos moradores do Edifício Leblon, como verificado na Figura 1. Logo, é esta a melhor alternativa de aproveitamento de água para o edifício em estudo, superando a rentabilidade caso o capital fosse direcionado a uma conta poupança padrão e ainda garantindo um processo de tratamento totalmente natural, sem produção de odores e com mínimo de geração de lodo.



Figura 1 – Amortização do investimento inicial no Edifício Leblon

Fonte: Autores (2016)

Além disso, conclui-se que a partir do período necessário para o retorno do capital investido, a significativa redução mensal de gastos, mais de seis mil reais, poderá ser revestida para manter as despesas do condomínio, prover melhorias internas e até mesmo servir de fundos para adquirir um novo sistema de tratamento depois de esgotada a vida útil do primeiro. Comprova-se, então, que o reúso de águas cinzas em condomínios residenciais, além de ambientalmente correto, é muito vantajoso economicamente.

4 | CONCLUSÃO

O reúso de águas cinzas como alternativa de redução no consumo de água potável e de aproveitamento de efluentes para fins menos nobres já é bem aceito pela sociedade, que evolui gradativamente sua consciência ambiental. Porém, a falta de informações claras sobre a facilidade de implantação e sobre o retorno econômico advindo dos sistemas de reúso é um dos maiores entraves para a popularização desse meio de conservação hídrica.

Demonstrou-se com este estudo de caso que a adoção do sistema no Edifício Leblon possibilitaria uma redução de 33,94% no consumo mensal de água potável, equivalente a uma economia de quase seis mil e quinhentos reais em despesas com a empresa local responsável pelo serviço de distribuição de água. Além disso, provou-se que na escolha de qualquer uma das empresas proponentes haveria um retorno do investimento inicial em menos de quatro anos, permanecendo um lucro mensal durante todo o restante da vida útil, que poderia ser utilizado para melhorias do condomínio ou até mesmo para prover recursos para a troca do equipamento quando necessário.

Logo, em uma cidade como Teresina, cuja estrutura de saneamento básico ainda

é bastante precária, esses dados de vantagens econômicas do reúso de águas cinzas e de sistemas simples propostos para esse fim são excelentes incentivos para a população local e para as construtoras locais, que podem oferecer esse serviço como uma inovação para seus clientes.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 13969**: Tanques Sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinzas para uso não potável em edificações**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2005.

BRAGA, Elizete Duarte. **Estudos de reuso de água em condomínios residenciais**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Itajubá. Itajubá, 2009.

FILHO, Nelson Casarotto; KOPITCKE, Bruno Hartmut. **Análise de investimentos**. São Paulo, S.P.: Atlas, 1998.

GONÇALVES, R. F. e BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e Tratamento de Águas cinzas Visando Reúso Não Potável**. Anais eletrônicos do Workshop sobre Reúso. Campina Grande, PB, 2005.

GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso Racional de Água em Edificações**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa de informações básicas Municipais**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 07/02/2016.

MANCUSO, Pedro Caetano Sanches; SANTOS, Hilton Felício dos. **Reúso de Água**. Barueri, S.P.: Manole, 2003.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estatística Geral e Aplicada**. São Paulo, S.P.: Editor Atlas, 2010.

MIERZWA, J. C. et al. **Avaliação econômica dos sistemas de reuso de água em empreendimentos imobiliários**. XXX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Uruguai, 2006.

SINDUSCON (Sindicato da Construção). **Conservação e reuso de Água em Edificações**. São Paulo, jun.2005.

SANEAMENTO E A QUESTÃO DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO AGRÍCOLA

Data de aceite: 16/12/2019

Magda Regina Santiago

Eng^a agrônoma, Mestre em Saúde Pública,
Especialista em gerenciamento Ambiental,
Pesquisadora Científica
Instituto Biológico de São Paulo
São Paulo – SP

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8986574815260371>

Márcio Marastoni

Bacharel e Licenciado em Letras, psicanalista
e Diretor Acadêmico do Instituto Oráculo de
Psicanálise
São Pedro – SP

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5980169579278516>

RESUMO: Trata-se de explicitar, sob o título “Subtemas e Enfoques para a Sustentabilidade: Saneamento e a Questão da Água para a Irrigação Agrícola”, os principais debates que cercam a qualidade da água utilizada no campo, revisitando as opiniões e conceitos basilares relativos à gestão da água em setor que mais a consome. Objetiva-se defender posicionamentos e conscientização que não deixem o assunto ser esquecido e mal gerido, considerando-se que a irrigação agrícola não pode abrir mão, desde já se sinaliza, de água

marcada pelo equilíbrio de seus componentes. Percorre-se o caminho metodológico da exploração e descrição de material bibliográfico previamente consultado, resultando o estudo por considerar, ao seu final, o fator vital de se investir na gestão sustentável dos compostos aquíferos.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Água, Agricultura, Sustentabilidade.

SANITATION AND WATER ISSUES FOR AGRICULTURAL IRRIGATION

ABSTRACT: The aim is to explain, under the heading Sustainability Subthemes and Approaches: Sanitation and the Water Issue for Agricultural Irrigation, the main debates surrounding the quality of water used in the field, revisiting the main positions related to water management in the sector that consumes it the most. It aims to defend positions and awareness that do not let the subject be forgotten and poorly managed, considering that agricultural irrigation can not give up, since it is already signaled, water marked by the balance of its components. The methodological path the exploration and description of previously consulted bibliographic material is followed, resulting in the study considering, at its end, the vital factor of investing in the aquifer sustainable management compounds.

KEYWORDS: Environment, Water, Agriculture, Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos aspectos mais relevantes da gestão do meio ambiente sustentável é estudar, planejar e implementar medidas para a preservação do meio aquático, compreendendo os múltiplos ecossistemas em que a água se apresenta no planeta.

Trata-se de políticas e práticas conexas aos oceanos e mares, lagos, rios, lençóis freáticos, igualmente envolvendo a questão a perpassar pelo saneamento básico a tomar parte das áreas urbanas, mas, também, do uso da água na agricultura. E, levando-se em conta que a agricultura é o segmento que mais consome água, a qualidade da água utilizada no campo é sempre motivo de grande atenção (SILVA et al., 2016).

Nota-se que as interações agrícolas são muitas e complexas, fazendo com que os insumos utilizados aumentem a transmissão potencial de poluição, isto valendo inclusive para o uso excessivo de fertilizantes, estes que, se não forem bem administrados, podem resultar facilmente na eutrofização de massas de água doce.

Os níveis de contaminantes podem, aspecto mais crucial, fazer decrescer a qualidade da água utilizada no campo e em hortas existentes nas cidades — tendo por origem os muitos resíduos produzidos nos diversos cenários de ocupação do homem pelo planeta. É o caso das indústrias, do lixo urbano, dos mencionados resíduos oriundos da própria atividade agrícola, além da atividade pecuária (NAVARRO, 2016).

Ressalta-se que a poluição é problemática muito atual para milhões de agricultores em todo o mundo, porquanto, em países como o Brasil, a ausência de controle severo quanto ao uso de herbicida — como um dos pontos de destaque negativo — acabe, pelas próprias mãos dos agricultores tão conectados à indústria de produção de alimentos em larguíssima escala, sendo mal geridos, contaminando áreas importantes para a captação e recaptção de água (BELTRÃO JÚNIOR et al., 2017).

Somando-se aos aspectos climáticos mais recentes e aos níveis de escassez de água complicando a sua gestão, tem-se contexto bastante propício para tecer importante subtemática ambiental, assim ocorrendo com o presente artigo.

O objetivo do texto, declina-se, é o de sustentar a posição da perenidade do meio ambiente em seu corpo aquífero, novamente exaltando o debate de efeito conscientizador que a temática sempre faz por pedir.

É o que se almeja neste artigo, optando-se, metodologicamente, por examinar conjunto de artigos científicos que recentemente, do ponto de vista qualitativo, examinaram a questão, explorando-os e analisando-os a partir de sua seleção e pesquisa textual.

2 | O SANEAMENTO

O saneamento é visto como obrigatória medida higienizadora do ambiente, atendendo à boa parte das necessidades humanas, com conceituação mais alinhada ao tratamento de água e de esgoto integrante das áreas urbanas (ALVES e SILVA, 2016).

O saneamento básico, por isso, alcança a prevenção de doenças, vez ser capaz de interromper ou, de, ao menos, comprometer fortemente o ciclo vital de agentes etiológicos causadores de morbidades infecto-parasitárias, ponto peculiarmente indissolúvel da questão da gestão ambiental.

Sob a ótica preventiva (ou corretiva), as intervenções no campo do saneamento expõem fatores que precisam ser analisados a partir de determinadas categorias temáticas, como o modelo de intervenção, adaptação de tecnologias disponíveis, preocupação quanto à sustentabilidade das ações e os benefícios efetivamente auferidos ao longo do tempo; articulação intersetorial quanto às políticas adotadas, ações e instituições, estratégias empregadas (como a questão da educação sanitária e ambiental) e tantas outras (BELTRÃO JÚNIOR et al., 2017).

O arcabouço teórico da denominada promoção da saúde, bem como o da prevenção de doenças, e todo o correto discurso do meio ambiente sustentável igualmente pode ser base para a elaboração do conceito de saneamento, tendo como referência as mesmas classes temáticas anteriormente relatadas.

O saneamento é, portanto, a intervenção multidirecional e multidisciplinar que ocorre quanto ao ambiente, considerado em suas dimensões física, social, cultural, econômica e política. Seu fim é a implantação de sistemas de engenharia acompanhados a um rol de ações integradas hábeis a contribuir para a saúde, estas determinadas como qualidade de vida e erradicação da doença pelo combate irrestrito às suas causas e aos seus determinantes (ALVES e SILVA, 2016).

O século XXI, realça-se, começa com aguda dicotomia espelhada a partir da segunda metade do século passado, confrontando, ainda, o progresso a elevado custo *versus* o aspecto socioambiental a ser preservado, merecendo progressivas atitudes para combater a degradação ao meio ambiente. É problema arraigado na cultura, na maneira de se refletir e agir, nos valores e no conhecimento, no desenho do sistema econômico, político e também social em que se vive.

Expõe-se, o problema do meio ambiente, insistentemente razão de muito elevada preocupação de todos, uma vez que rios, florestas, atmosfera, solos, água dos oceânicos, espécies florais e a fauna foram e continuam sendo alvo de ataques a arrefecer sua vitalidade, afetando, outrossim, a espécie humana (SILVA et al., 2016).

Pondera-se que o saneamento — como prevenção de doenças e garantia, aqui considerada, da segurança alimentar por intermédio de cuidados especiais com a água a irrigar plantações — constitui conjunto de intervenções que ocorrem no ambiente fisicamente considerado, este voltado para impedir ou minimizar (ou ainda

evitar) a contaminação do meio, evitando-se a transmissão de doenças e assegurar a salubridade ambiental, ousando-se aqui ampliar sua consideração de caráter urbano para o de cunho agrícola (ALVES e SILVA, 2016).

Preocupa-se com a sustentabilidade dos sistemas e com a articulação institucional, realizando adaptações tecnológicas às características físicas da área-alvo, ficando a responsabilidade pelas ações concentrada nas mãos de engenheiros, técnicos e grande sorte de conhecedores e defensores da natureza, sendo evidente a necessidade, que se amplia, da constituição de equipe de educação e de ação ambiental a gerenciar unidades produtivas diversas (BELTRÃO JÚNIOR et al., 2017).

A educação sanitária e ambiental, conjuntamente considerada, é percebida, deste modo, como ferramenta para ensinar novos hábitos, novos costumes e práticas à população — sendo de se memorizar que as indústrias pertencentes à produção agrícola são, em última análise, formadas por pessoas, e são elas que carecem de se conscientizar e agir favoravelmente à natureza (ALVES e SILVA, 2016).

3 | O PROBLEMA DA IRRIGAÇÃO

3.1 Visão Geral

A irrigação é a aplicação artificial de água na terra para fins de produção agrícola — costumeiramente assim segue sendo definida. A irrigação eficaz influencia todo o processo de crescimento da planta cultivada, desde a preparação do canteiro, germinação, crescimento das raízes, utilização de nutrientes, crescimento e rebrota da planta, produtividade e qualidade da plantação (FURQUIM e ABDALA, 2019).

A chave para maximizar os benefícios da irrigação é, dentre os principais elementos, a qualidade da água e a uniformidade de seu fornecimento e rega. O produtor precisa ter muito controle sobre a quantidade de água a prover e quando aplicá-la, mas o sistema de irrigação determina-se pela uniformidade conexa à, repete-se, qualidade da água (NAVARRO, 2016).

Decidir qual sistema de irrigação é melhor para cada operação agrícola de cultivo requer conhecimento dos equipamentos afeitos, da concepção de projetos e de sistemas, percepção quanto às espécies de plantas a serem regadas, estágios de crescimento da cultura, estrutura das raízes, formação e composição do solo.

Os sistemas de irrigação devem incentivar o crescimento das plantas, minimizando os desequilíbrios de sal, queima de folhas, erosão do solo e perda de água. Perdas de água naturalmente ocorrerão devido à evaporação justificada pelo fator tempo e evapotranspiração das plantas, devendo ainda os responsáveis pela irrigação pensar sobre o encadeamento de mudanças do vento, sobre o escoamento da água (e de nutrientes), profundidade das raízes inseridas no solo etc. (SILVA et al., 2016).

O manejo adequado da irrigação leva em consideração cuidadosa e vigilante observação que ainda percorre uma grande série de ponderações cada vez mais

auxiliadas, nota-se, por *softwares* e dispositivos eletroeletrônicos inteligentes. É o caso de detectores e medidores da intensidade da luz solar e da luz eventualmente e artificialmente disposta. As pastagens e diversas culturas ainda se valem de medidores a monitorar as temperaturas do ar e do solo, flexibilizando-se para mais ou para menos a intensificação da irrigação incidente (SILVA et al., 2016).

Com a correta rega e umidificação, os produtores podem alcançar rendimentos mais altos e atender às demandas sazonais de mercado, especialmente se os eventos de chuva não ocorrerem na frequência esperada ou desejada.

A água é utilizada para, obviamente, produzir as culturas, mas interferem na sua qualidade, no prolongamento da estação de crescimento (ou para dar início à estação de plantio mais cedo). A irrigação combate frontalmente a seca, funcionando como certo seguro contra a variabilidade sazonal de cada área (BELTRÃO JÚNIOR et al., 2017).

A irrigação maximiza os benefícios das aplicações de fertilizantes, pois os fertilizantes precisam ser incorporados, geralmente, ao solo para facilitar o crescimento das plantas. O procedimento também permite que os agricultores explorem novas áreas de suas fazendas onde, caso contrário, não teriam sucesso quanto ao cultivo.

Como as terras irrigadas podem potencialmente suportar culturas mais altas, além da própria diversidade de plantio, o solo tende a se tornar mais rico. O valor da propriedade também está relacionado aos acordos de licenciamento de água ou direito à água, além do valor dado, como se disse, pela própria umidificação do solo.

Os benefícios financeiros, todavia, dão-se mais diretamente em razão da produtividade advinda do desenvolvimento da cultura, muito auxiliado, como se sabe, pela correta atividade irrigatória. Esta compreende eficazes opções, como se dá com a irrigação localizada, dando-se diretamente nas raízes das plantas; há o sistema de microaspersão ou por gotejamento, com a vantagem do baixo custo energético e eficácia na aplicação, com boa adaptação em face de muitos tipos de solo, não se limitando aos declives da terra e alterações quanto ao vento (NAVARRO, 2016).

Existe também a irrigação por aspersão, constante na simulação do que viria a ser a chuva, direcionando-se as gotículas a serem absorvidas pelo campo de cultivo; geralmente exige conhecimento técnico aprimorado e não se mostra viável em solos de muita inclinação. A mão de obra acaba sendo baixa, com muito boa eficiência ao se distribuir a água pelo solo. O elevado custo de energia e a possibilidade de doenças dadas por eventual excessiva umidade presente em certas folhas são pontos negativos da aspersão, carecendo, novamente, de cuidados sistemáticos.

O sistema pivotante é irrigação realizada por intermédio de uma torre com braços rotativos que lançam circularmente água sobre a plantação; por vezes a mesma aparelhagem lança, para a cultura, pesticidas e fertilizantes. (SILVA et al., 2016).

Há ainda outros sistemas, como a fertirrigação, a micro-aspersão utilizada em pequenas hortas, o gotejamento subterrâneo, a elevação do lençol freático e a irrigação de superfície (com sulcos a fazer verter a água que é conduzida por infiltração por

sobre a superfície da terra) ou, ainda, dita por inundação. A tipologia, rapidamente exposta, varia em face de cada escola técnica ou em razão de quem se dedica aos estudos realizados em função de cada sistema, não sendo de nomenclatura unânime — tampouco merecendo, aqui, maior detalhamento (OLIVEIRA, REIS e SILVA, 2019).

De qualquer modo, para evitar-se a rega excessiva ou insuficiente, e, mais proximamente interessando ao artigo, evita-se a rega de qualidade comprometida; a água precisa conter as melhores propriedades possíveis: limpa, provida de nutrientes e, à evidência, sem contaminação — daí o imperativo da participação humana nos processos irrigatórios. É o caso da gestão de todo o processo produtivo condizente ao manejo das culturas, administração adequada dos pesticidas, sapiência acerca do manejo de todo tipo de resíduo existente e, ainda, disposição em tratar a água.

Realça-se que a água de irrigação pode causar erosão, também podendo afetar a fertilidade do solo (e, portanto, o rendimento das culturas), também podendo obstruir valas de água e riachos de drenagem (ocasionando assoreamento) com o deslocamento excessivo de terra, prejudicando *habitats* aquáticos, e, ainda, como dito, criando ambiente propício para a propagação de pesticidas, patógenos e de ervas daninhas durante o manejo incorreto da irrigação (OLIVEIRA, REIS e SILVA, 2019).

Por vezes a contaminação da água dá-se, claro, por outros elementos extrínsecos à produção agrícola, uma vez que as águas podem advir de bacias comprometidas por alguma indústria altamente poluente, pelo descarte de lixo sólido ou líquido realizado por certas comunidades ou cidades inteiras, exaltando-se a necessidade de saneamento desses ecossistemas aquíferos (NAVARRO, 2016).

A sustentabilidade ambiental que concerne às águas utilizadas para a produção agrícola, seja no campo destinado às grandes produções, seja atinente à agricultura familiar ou mesmo a ocorrer em função de pequenas hortas comunitárias de zonas urbanas, são faceadas com a problemática da sua contaminação e qualidade em si (qualidade a peticionar por satisfatórios elementos químicos a integrá-las).

A qualidade da água é comprometida quando não há núcleos de saneamento (leia-se tratamento) de água no campo, com a mencionada contaminação advinda de bacias hidrográficas afetadas por agentes químicos vários, pelo descarte inapropriado de resíduos, como se disse, afora incidentes ambientais que infortunadamente agravam a condição qualitativa aquífera — como recentemente ocorrera em solo brasileiro, com a tragédia do rompimento de barreiras de mineração, queimadas criminosas, devastação de matas para o plantio de culturas a empobrecer o solo e diminuir sua capacidade de infiltração e retenção de água, vazamentos de cunho químico-industrial etc. (SCHEUER, NEVES e GALVANIN, 2018).

Reservatórios ou barragens edificadas com o fim de elevar a disponibilidade de água nas propriedades agrícolas, interessante mencionar, são estruturas que podem regular vazões a jusante da propriedade, mas que reduzem a ocorrência de maiores variações do curso de água, transmutando as dimensões das áreas alagadas e modificando a fauna e a flora desses locais (SCHEUER, NEVES e GALVANIN, 2018).

Veja-se que a alteração do regime de vazão do curso de água infelizmente pode suscitar mudanças em face das matas ciliares, propondo seletividade de espécies animais e vegetais que alteram o ecossistema, com mosquitos e moscas, por exemplo, a tornarem-se novos vetores de doenças diversas, como são as doenças tropicais (SCHEUER, NEVES e GALVANIN, 2018).

É preciso cuidar da água, não prejudicar sua composição, não a contaminar.

Nesta direção é que os sistemas de irrigação possuem saídas de diâmetro diminuído, evitando que o solo receba partículas suspensas, atuando como verdadeiro filtro. Unidades próprias de filtragem devem ser empregadas, não sendo incomum encontrá-las, atualmente, em face da produção agrícola (SANTORO, 2019).

Essas unidades são precipuamente constituídas por filtros de areia, valendo-se igualmente de discos, telas ou outros mecanismos. A emissão da água e o evitar-se de sedimentos nas tubulações e seus acessórios compõem (devem majoritariamente compor) os mais atuais sistemas de manejo da irrigação e anterior saneamento das águas para os sistemas dispostos para a irrigação (SANTORO, 2019).

Em verdade, em atenção aos reclamos da sustentabilidade premente às áreas cultiváveis e efetivamente produtoras de alimento, tende a elevar-se, nos próximos anos, o tratamento das águas destinadas à agricultura, enfrentando o problema das atividades industriais, dos aglomerados urbanos e da própria atividade agrícola (ERTHAL e BERTICELLI, 2018).

Por outras palavras, após a água ser captada e adequadamente transportada, precisa ser tratada e controlada, com a interação de conhecimento e equipamentos para melhor manejar o precioso líquido essencial à agricultura e que não pode ser de qualidade a ser posta sob dúvida (ERTHAL e BERTICELLI, 2018).

Atenta-se que, afora a salinidade como um dos critérios mais importantes para avaliar a qualidade da água de irrigação, isto devido à potencial redução no rendimento das culturas, essas águas não podem conter níveis excessivos de manganês e íons de ferro, conquanto precise deter sais minerais em quantidade satisfatória, como o boro, o sódio, e outros tantos, caracteres estes adiante melhor delineados.

3.2 A Qualidade da Água Propriamente

Comumente a água detém muitos componentes, estes que provêm do próprio ambiente ou que receberam elementos providos a partir de atividades humanas.

A caracterização de água de qualidade é determinada por vários parâmetros que se referem aos caracteres biológicos, físicos e químicos, sendo bastante difícil a fixação de critério único de qualidade, até pela riqueza de diversas fontes de água existentes pelo mundo a espelhar substâncias aderentes a cada bacia hidrográfica sob estudo, ainda que sob natural mutação evolutiva (SANTORO, 2019).

A cor da água é um dos primeiros critérios, relacionando-a à presença de compostos químicos e substâncias que a colore em razão do ferro ou nitrogênio, a ser posta sob exame, podendo haver decomposição de matéria orgânica na água (a partir

de algas, vegetais ou com esgoto doméstico e industrial ali presentes) (SCHEUER, NEVES e GALVANIN, 2018).

A turbidez também é importante, podendo existir material suspenso na água como partículas de organismos microscópicos, fragmentos rochosos, argila etc. (SANTORO, 2019).

Relevante também é a temperatura da água a ser utilizada na irrigação, significando importante fator a influenciar em certas propriedades da água (oxigênio dissolvido, viscosidade, densidade). Causas naturais influenciam no sabor e odor, indicando potencialmente a presença de fungos, bactérias, gases e produtos químicos vários que carecem de constante medição e monitoramento.

A presença de material sólido é muito preocupante, seja em suspensão, sejam diluídos. A condutividade elétrica, por sua vez, denota relação direta com múltiplas espécies iônicas na água dissolvidas. O índice de pH a medir a basicidade e a acidez da água também é relevante, influenciando nos processos de saneamento da água.

Essencial, também para a aferição da qualidade, é a presença de cloretos, em linhas gerais originando-se da dissolução de minerais, ou dos esgotos industriais ou domésticos. O manganês e o ferro, rapidamente já referido, possibilitam o desenvolvimento de certas ferrobactérias, obstruindo dutos e promovendo relativa coloração à água, afora seus maus odores encontrados (SCHEUER, NEVES e GALVANIN, 2018).

Nota-se que a presença de compostos nitrogenados podem ser fruto da de processos biogênicos naturais, lixiviação do solo, drenagem de áreas agrícolas ou lançamento de despejo (MORAIS, NOLÊTO JÚNIOR e MENEZES, 2017).

Causando inadvertidamente o aumento do nitrogênio na água, em tempo, relacionam-se os esgotos industriais e domésticos, excrementos de animais e fertilizantes, salientando-se que o nitrogênio é fundamental para os organismos vivos, vez ser constituidor de proteína (SANTORO, 2019).

A água por vezes costuma conter fósforo, substância que, para a eutrofização, mostra-se limitante, sendo forte elemento sugestivo de poluição. Os fluoretos, importantes para a dentição, por sua vez, não devem se apresentar sob concentrações elevadas na água. O oxigênio é imprescindível aos organismos vivos, sendo que baixas concentrações suscitam a presença, na água, de matéria orgânica (VIEIRA FILHO, 2016).

Por seu turno, a matéria orgânica presente na água destinada à agricultura deve ser de quantidade mínima, vez poder representar perigos para sua qualidade. Esclarece-se que presença de matéria orgânica de origem antrópica em meio aquático eleva significativamente a quantidade de nutrientes disponíveis, promovendo desequilíbrio nos processos respiratórios e fotossintéticos, fazendo desencadear problemas ambientais significativos, como a hipóxia (VIEIRA FILHO, 2016).

Alguns componentes orgânicos constantes na água resistem mais à deterioração

biológica do que os demais, desnecessariamente sendo agregados à cadeia alimentar; é o caso de detergentes, pesticidas e outros elementos químicos tóxicos.

Grave, outrossim, é a detecção de microrganismos patogênicos no meio aquífero, como ocorre com coliformes fecais havidos em quantidade expressiva e que significam a interferência maléfica de esgotos domésticos, ou de dejetos animais. Trata-se de grupo de bactérias formado pelo conjunto de bacilos aeróbicos, como a *Klesbiella*, *Citrobacter*, *Escherichia* e *Enterobacter* (MORAIS, NOLÊTO JÚNIOR e MENEZES, 2017).

Como visto, a qualidade da água empregada pela irrigação é marcadamente definida pela quantidade de sais nela dissolvidos, quantidade de algas e bactérias, problemas quantitativos da presença de elementos químicos como o manganês, ferro, oxigênio e outros tantos, além da presença de resíduos tóxicos de diversas espécies.

De qualquer modo, a água, bem demasiado precioso para a viabilidade da vida na Terra, carece, ao ser destinada para a produção agrícola, de constante observação erigida pelo conhecimento técnico sobre o meio ambiente e seus subtemas afeitos, obrigatoriamente envolvendo o mais correto saneamento para seu mais correto emprego.

Políticas públicas e investimento privado passam, necessariamente, pela consciência pautada pela formação de agricultores (e de muitos profissionais que com eles se correlacionam) a se direcionar, cada vez mais, pelo tratamento e monitoração da água utilizada na agricultura, compreendendo olhares mais atentos para sua necessária qualidade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se aquilatar, de imediato, que a temática meio ambiente não costuma vir desacompanhada de comportamento, já que o homem — único racional no orbe — é também o único que pode, fatalmente, pensar sobre o seu meio e, a partir do aprendizado e da reflexão, ser capaz de se posicionar positivamente diante da problemática, qual seja, a degradação ambiental e o seu combate, aqui reportando-se aos problemas encerrados na irrigação da água para fins agrícolas.

Fala-se de cidadãos comprometidos na construção de uma sociedade multicultural e intercultural, com inclinação para a abertura e valorização das diferentes formas de conhecimento, pela aproximação à realidade que transcende a racionalidade instrumental, entendendo-a como uma conquista sobre os próprios egoísmos e os dos demais, como uma construção da autonomia da pessoa e de seu sentido de responsabilidade.

A agricultura irrigada, como visto, irá permanecer na dependência da qualidade e quantidade da água empregada, atentando-se que, com o crescimento populacional e o avanço das áreas urbanas sobre o campo (e o próprio crescimento das áreas sob plantio), afora as atividades humanas a prover muitos resíduos por sobre os recursos

hídricos, seu uso carece de melhor administração.

Deste modo, as ações de planejar, cuidar e monitorar os ecossistemas aquáticos destinados à irrigação agrícola precisam ser otimizados, passíveis de constantes estudos e labores para minimizar os problemas referentes à utilização da água para essa finalidade.

REFERÊNCIAS

ALVES, Fiamma Buchinger; SILVA, Eliézer Cláudio Ribeiro. **Agricultura Irrigada no Contexto Amazônico: uma Abordagem Sistemática do Uso da Água em uma Horticultura no Município de Altamira-PA**. Revista Internacional de Ciências · v.6, n.1, jan./jun. 2016.

BELTRÃO JÚNIOR, José Aguiar; COSTA, Raimundo Nonato Távora; LIMA, Silvio Carlos Ribeiro Vieira; IÑGUEZ, Luciano Mateos; SOUSA, Paulo Gleisson Rodrigues de. **Fornecimento Relativo de Irrigação como Estratégia de Gestão do Distrito de Irrigação**. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada v.11, n.5, p. 1756 - 1762, 2017.

ERTHAL, Eduardo Santos; BERTICELLI, Ritielli. **Sustentabilidade: Agricultura Irrigada e seus Impactos Ambientais**. CIENTEC, v.2, n.1, p. 64-74, ago./2018.

FURQUIM, Maria Gláucia Dourado; ABDALA, Klaus de Oliveira. **Gestão da água sob sistema de irrigação tipo pivot central: uma análise exploratória do setor no estado de Goiás**. Rev. Gest. Ambient. Sustentabilidade - GeAS 8(2), p. 260-283, maio/ago. 2019.

MORAIS, Paula Benevides de; NOLÊTO JÚNIOR, Sebastião; MENEZES, Iracy Coelho de Martins. **Análise de sustentabilidade do projeto hidroagrícola Javaés/Lagoa, no estado do Tocantins**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 34, n. 1, p. 83-111, jan./abr. 2017.

NAVARRO, Z. **O mundo rural no novo século (um ensaio de interpretação)**. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade, Brasília: Ipea, 2016.

OLIVEIRA, Rafael Macedo de; REIS, Ricardo Arizono dos; SILVA, Rodrigo Pires da; OLIVEIRA, Genésio Ornelas Nolasco de; REIS, Iandra Mikaela Cruz. **Promai – Programa para Manejo da Irrigação**. X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Vitória, 8 a 11 de out. de 2019.

SANTORO, Bruno de Lima. **Indicadores de Sustentabilidade Ambiental de Água e Solo na Produção de Cana-De-Açúcar Irrigada por Gotejamento Subsuperficial**. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas. Campinas: Unicamp, 2019.

SCHEUER, Junior Miranda; NEVES, Sandra Mara Alves da Silva; GALVANIN, Edineia Aparecida dos Santos. **Sustentabilidade dos Agricultores Familiares da Associação dos Pequenos Produtores da Região do Alto Sant’ana de São José dos Quatro Marcos, Mato Grosso**. Revista Metropolitana de Sustentabilidade - RMS, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 122-141, set./dez., 2018.

SILVA et al. **Sustentabilidade e Responsabilidade Socioambiental: o Uso Indiscriminado de Água**. Revista Maiêutica, Indaial, v. 4, n. 1, p. 57-66, 2016.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **A fronteira agropecuária brasileira: redistribuição produtiva, efeito poupa-terra e desafios estruturais logísticos**. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade. Brasília: Ipea, 2016.

SISTEMA CAMPO LIMPO: RETORNO DAS EMBALAGENS VAZIAS DE AGROTÓXICOS

Data de aceite: 16/12/2019

Rodrigo Nery Machado

Universidade Nove de Julho – UNINOVE
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/3301888797430920>

Mauro Silva Ruiz

Institute for Services, Sustainability and Society –
I4SSS
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/3116585740884468>

Claudia Terezinha Kniess

Institute for Services, Sustainability and Society –
I4SSS
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/8233265633962510>

Mario Roberto dos Santos

Universidade Nove de Julho – UNINOVE
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/4049325310859702>

Fabio Ytoshi Shibao

Universidade Ibirapuera – UNIB
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/5193387185016793>

RESUMO: Devido a robustez do agronegócio brasileiro, além da quantidade de agrotóxicos que o setor utiliza e os possíveis impactos

ambientais, foi criado o Sistema Campo Limpo, liderado pelo Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV). O Instituto é responsável pela destinação ambientalmente correta de mais de 90% das embalagens vazias de agrotóxicos comercializadas anualmente no Brasil. Em razão deste elevado percentual, o Sistema Campo Limpo manifesta um modelo bem-sucedido, ocupando posição à frente de seus similares, em setores, tais como os de equipamentos eletroeletrônicos, de lâmpadas e pneus, no que tange a logística reversa. Este trabalho é resultado do levantamento sobre o retorno de embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil. O Sistema Campo Limpo está alinhado à Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo a sua gestão um fator impactante nas dimensões: ambiental, social, econômica e, principalmente, da saúde pública. Por intermédio da logística, os resíduos se transformam em um bem econômico e de grande valor social. Pode-se considerar que o Sistema Campo Limpo trouxe resultados, haja vista a alta qualificação dos profissionais envolvidos no processo, além do trabalho harmônico dos atores envolvidos no processo.

PALAVRAS-CHAVE: Embalagens vazias; Logística reversa; Agrotóxicos; Reciclagem de embalagens vazias.

ABSTRACT: Due to the robustness of Brazilian agribusiness, in addition to the amount of pesticides that the sector uses and the possible environmental impacts, it has enabled the creation of the Campo Limpo System, led by the Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV). The Institute is responsible for the environmentally sound disposal of more than 90% of empty pesticide packages sold annually in Brazil. Due to this high percentage, the Campo Limpo System demonstrates a successful model, occupying a position ahead of its peers in sectors such as electro-electronic equipment, lamps and tires, with regard to reverse logistics. This work is the result of a survey about the return of empty pesticide packaging in Brazil. The Campo Limpo System is in line with the National Policy on Solid Waste, and its management is an impacting factor in the dimensions: environmental, social, economic and, especially, public health. Through logistics, waste becomes an economic asset of great social value. It can be considered that the Campo Limpo System brought results, considering that the high qualification of the professionals involved in the process, besides the harmonious work of the actors involved in the process.

KEYWORDS: Empty packaging; Pesticides; Recycling of empty packaging Agrochemicals; Reverse logistics.

1 | INTRODUÇÃO

O uso do solo para o cultivo de alimentos e obtenção de matéria-prima para vários fins tem sido uma prática rentável em todo o mundo, tanto em relação a comercialização de produtos quanto para a subsistência de famílias e comunidades. A necessidade de maior produção de alimentos em espaços menos disponíveis para a agropecuária levou a busca de tecnologias que proporcionassem maior rendimento por área (Shibao; Moori; Santos, 2010).

O uso intensivo dos solos, prática essa que tem se sustentado, em grande medida, pela utilização de agrotóxicos que cumprem a função essencial no controle de doenças e no aumento da produtividade agrícola, principalmente nos cultivos em grande escala. A utilização dos agrotóxicos, quando realizada de forma adequada, gera benefícios econômicos, reduzindo custos e preços dos produtos agrícolas, pois propiciam uma maior oferta e possibilidade de acesso a uma maior quantidade de consumidores.

O uso de agrotóxicos, no entanto, pode resultar em alguns impactos ambientais, tal como contaminação de lençóis freáticos, que recebem fertilizantes, pesticidas e herbicidas dissolvidos na água aplicada (Mello; Scapini, 2016), e que pode causar mortes de animais; e consequências na saúde daqueles que têm contato direto com o produto e também para o consumidor final desses produtos.

A agricultura, em um país como o Brasil, atua como um importante fator de desenvolvimento. No entanto, traz consigo uma preocupação com as embalagens

usadas de agrotóxicos. Os recipientes dos agrotóxicos são perigosos para a saúde e o meio ambiente quando descartados incorretamente (Mello; Scapini, 2016). A destinação final desses recipientes acarreta impacto ao meio ambiente, mas, ao mesmo tempo, apresenta oportunidades de reciclagem ou reuso que podem incentivar diversas outras operações capazes de trazer resultados positivos (Shibao; Moori; Santos, 2010).

Para tratar especificamente da questão da destinação final das embalagens pós-consumo, foi criado, em 2001, o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (InpEV), com início em 2002, do programa de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, denominado, posteriormente, de Sistema Campo Limpo (InpEV, 2018).

Este capítulo visa apresentar como a logística reversa de embalagens de agrotóxicos vem sendo conduzida no Brasil e analisar o trabalho que tem sido realizado pelo Sistema Campo Limpo do InpEV.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

O surgimento de regulamentações ambientais mais rigorosas e a crescente consciência ambiental dos clientes obrigaram as indústrias a planejar o gerenciamento de suas operações ambientais com a aplicação de logística reversa, e portanto, atraiu a atenção de empresas e profissionais e, também, de pesquisadores (Govindan; Bouzon, 2018).

A logística reversa é um processo pelo qual as empresas podem se tornar mais eficientes, em termos ambientais, por meio da reciclagem, reutilização e redução da quantidade de material usado. Visto de forma restrita, pode ser descrito como a distribuição reversa de materiais entre os membros do canal. Uma visão mais holística da logística reversa inclui a redução de materiais no sistema produtivo, de tal maneira que menos materiais fluam de volta, a reutilização de materiais seja possível e a reciclagem seja facilitada com o objetivo de recuperar valor ou promover o descarte adequado dos produtos (Carter; Ellram, 1998; Rogers; Tibben-Lembke, 1998).

A logística reversa, de uma forma geral, começa nos usuários finais (clientes), onde os produtos usados são coletados (produtos devolvidos) e, em seguida, as empresas tentam gerenciar os produtos em fim de vida útil por meio de diferentes decisões. Essa etapa inclui reciclagem (para obter matéria-prima ou peças), remanufatura (para revendê-los para segundos mercados ou, se possível, para os primeiros clientes), reparando (para vender nos segundos mercados por meio de reparos) e o descarte de algumas peças usadas (Govindan; Soleimani; Kannan, 2015). É um dos instrumentos necessários à implementação de uma proposta de produção e consumo sustentáveis e implica no envolvimento de outros membros da cadeia de suprimentos (Carvalho; Barbieri, 2010).

Nesse contexto, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, e regulamentada pelo decreto nº 7.404,

de 23 de dezembro de 2010, estabeleceu a logística reversa como um instrumento para viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou dar a destinação ambientalmente adequada (PNRS, 2010).

O processo logístico reverso busca gerar valor aos produtos retornados e ser um diferencial competitivo frente às demais empresas. Trata-se de uma logística empresarial com possibilidade de obter ganhos com os resíduos, tais como a realimentação da cadeia de suprimentos e um possível crescimento econômico com preservação do meio ambiente (Gontijo; Werner; Dias, 2010).

Segundo Oliveira (2019, p. 28):

[...] no caso das embalagens vazias de agrotóxico, o processo de logística reversa desenvolvida tem como objetivos tratar de maneira ambientalmente sustentável as embalagens descartadas, gerar promoção social e economia para manutenção do processo.

A PNRS (2010) definiu também a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Cada um dos setores envolvidos possui atribuições específicas, a fim de resolver ou diminuir os problemas ocasionados pela geração de resíduos:

[...] conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei.

O escopo da responsabilidade compartilhada é mitigar a produção de resíduos sólidos e reduzir a poluição, dentre outros danos ambientais, e visa também estimular o crescimento da reciclagem, tal como a utilização de materiais reciclados ou recicláveis. A responsabilidade compartilhada é uma inovação, pois o compartilhamento de deveres e obrigações descentraliza responsabilidades entre os membros da cadeia produtiva (Silva; Guarnieri; Junqueira, 2017).

Com relação aos agrotóxicos, a lei nº 9.974 de 2000 realizou alterações na lei nº 7.802 de 1989, bem como a obrigatoriedade de se projetar e fabricar as embalagens dos agrotóxicos com o intuito de facilitar as operações de lavagem, classificação, reutilização e reciclagem (Art. 6º, inciso I).

Além disso, incluiu a possibilidade de comercialização em estabelecimentos credenciados e a responsabilidade dos usuários de agrotóxicos em efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos dentro do prazo de 1 ano (Art. 6º parágrafo 2).

Note-se que o Poder Público integra o processo por meio de fiscalização de aplicação da lei, ou seja, averiguar a devolução e destinação ambientalmente correta,

bem como armazenamento, transporte, reciclagem, reutilização e inutilização das embalagens.

3 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho é de caráter exploratório e descritivo, com abordagens qualitativas (Bardin, 2009). Para a realização da pesquisa, foi desenvolvido um estudo de caso (YIN, 2010) embasado em pesquisa de documentos do InpEV. Verificou-se também a legislação brasileira referente a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos.

Esta pesquisa, baseada em análise documental e bibliográfica, descreveu o Sistema Campo Limpo, incluindo as características concernentes aos métodos utilizados na lavagem das embalagens vazias de agrotóxicos, bem como a maneira de como se realiza a coleta e a destinação das embalagens vazias de agrotóxicos e as estatísticas referentes ao processo.

4 | RESULTADOS

O InpEV é uma organização sem fins lucrativos, constituída por iniciativa da indústria fabricante, que atende as determinações legais provenientes da Lei federal nº 9.974/2000 e que estabeleceu os princípios da destinação ambientalmente correta, bem como da responsabilidade compartilhada (InpEV, 2018a).

A principal fonte de receita do InpEV são as contribuições das empresas associadas, além disso, entre as suas receitas, estão as taxas de credenciamento dos recicladores parceiros do Sistema Campo Limpo, o ingresso para custeio das unidades de recebimento e o arrendamento da Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A (InpEV, 2018a).

4.1 Sistema Campo Limpo

O Sistema Campo Limpo abrange todas as regiões do Brasil e possui como fundamento o conceito de responsabilidade compartilhada, entre agricultores, indústria fabricante, canais de distribuição e poder público. Fornece uma rede estruturada para orientar e multiplicar o conhecimento sobre as responsabilidades e procedimentos operacionais, coleta e descarte de contêineres vazios (Rando, 2013).

A preocupação com o tema mobilizava a cadeia agrícola desde o final da década de 1980, e os debates evoluíram possibilitando a aprovação da Lei nº 9.974/00, promulgada em junho de 2000. A lei atribuiu para cada agente da cadeia agrícola a responsabilidade por uma etapa da logística reversa das embalagens (InpEV, 2018c):

1) aos usuários de agrotóxicos, cabe lavar, inutilizar e devolver as embalagens vazias aos comerciantes;

2) os comerciantes devem indicar o local da devolução da embalagem pós-consumo, manter o local para essa devolução e comprovar seu recebimento;

3) os fabricantes se responsabilizam pela logística e correta destinação – reciclagem ou incineração – conforme o tipo de embalagem;

4) o poder público se encarrega do licenciamento das unidades de recebimento e fiscaliza o cumprimento das atribuições legais de cada agente envolvido no processo;

5) comerciantes, fabricantes e o poder público devem educar e conscientizar os agricultores sobre a importância da correta destinação dessas embalagens.

Antes da criação do programa, em 1999, 50% das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil eram doadas ou vendidas sem qualquer controle; 25% tinham como destino a queima a céu aberto; 10% ficavam armazenadas ao relento e 15% eram abandonadas no campo (InpEV, 2019).

Segundo os dados de desempenho e dos impactos do sistema no agronegócio, têm-se que, desde o ano de sua implementação (2002), o Sistema Campo Limpo passou de 3,7 toneladas de embalagens destinadas de forma correta para 44,3 toneladas em 2018. Dessa quantidade, cerca de 93% é destinado à reciclagem e cerca de 7% para a incineração (InpEV, 2018). A seguir, o Gráfico 1 mostra as embalagens destinadas no período 2013-2018 pelo sistema.



Gráfico 1 – Embalagens destinadas

Fonte: InpEV (2018a)

O InpEV pondera que, no momento do cálculo do índice, parte das embalagens colocadas no mercado pelos fabricantes pode não ter sido esvaziada pelos agricultores ou permanece nos estoques dos canais de distribuição e, portanto, ainda não foi devolvida nas unidades do Sistema.

O InpEV (2019) apresentou também os números referentes à sua eficiência, infraestrutura da rede de atendimento, quantidade de colaboradores e profissionais envolvidos diretamente ou indiretamente no Sistema Campo Limpo, conforme Quadro 1, a seguir.

Ecoeficiência 2002-2018	Energia economizada	Impactos Evitados		
	30 bilhões de MJ, equivalentes ao abastecimento de 4 milhões de casas durante um ano	Equivalente à 4 mil viagens em torno da terra realizadas por um caminhão	Geração de resíduos de uma cidade 500 mil hab durante 11 anos	Emissão 688 mil ton dióxido de carbono equivalente (CO _{2e})
Infraestrutura do sistema em 2019	Centrais	Postos	Pontos Itinerantes	
	110	301	4,6 mil para recebimentos	
	Pessoal	Colaboradores	Profissionais que participam direta ou indiretamente	
		83	1500	

Quadro 1 – Números InpEV

Fonte: InpEV (2019)

O modelo do InpEV, apresentado na Figura 1, mostra a sistemática da logística reversa das embalagens vazias. Os agricultores (consumidores finais dos defensivos agrícolas), podem adquirir o produto, comprando nas indústrias fabricantes, obtendo com as cooperativas ou adquirindo nas revendas ou distribuidoras.

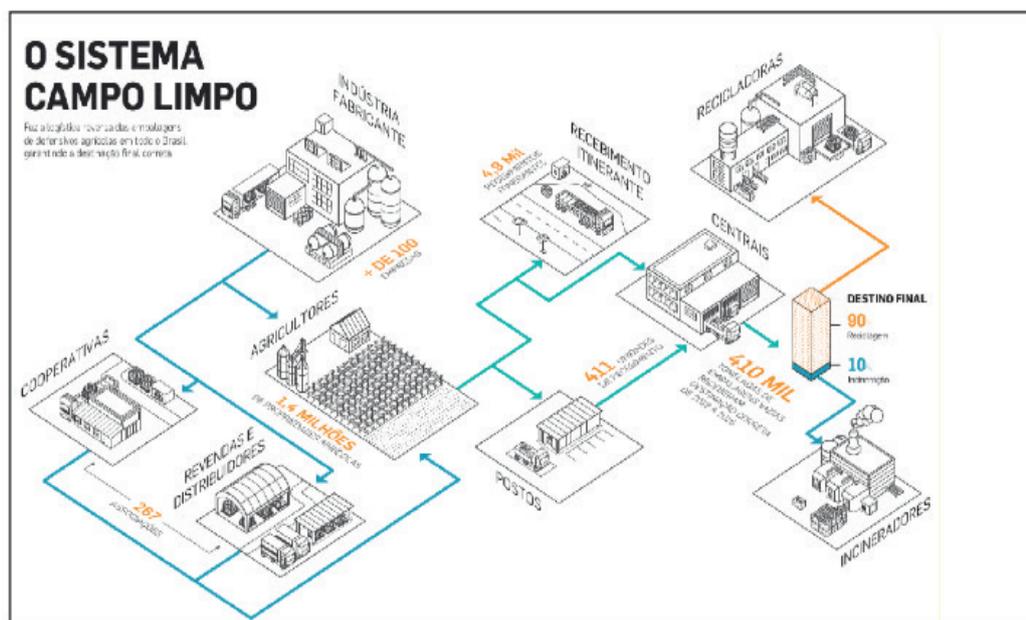


Figura 1 – Fluxograma da logística reversa do Sistema Campo Limpo

Fonte: InPEV (2018b)

Após a utilização dos agrotóxicos, os produtores rurais têm três opções, dependendo da distância dos centros de recebimento: (i) entregar ao recebimento itinerante (estruturas temporárias em locais distantes às unidades de recebimento); (ii) postos (assemelha-se aos centros, todavia possui infraestrutura menor e onde as embalagens são armazenadas até seguirem para uma central de recebimento); e (iii) as centrais, onde as embalagens são processadas e destinadas à reciclagem ou

incineração.

O InpEV é totalmente financiado pelas empresas associadas, possuindo gastos com: infraestrutura, unidades de recebimento próprias, logística, educação, assessoria jurídica, desenvolvimento e tecnologia e projetos de educação e sustentabilidade. O agricultor custeia o transporte desde a sua propriedade até o local de devolução indicado na nota fiscal. As empresas associadas (isto é, o próprio InpEV) arcam com as gastos decorrentes da logística e destinação final.

No caso dos canais de distribuição (revendas e cooperativas), possuem a função de manter os postos e as centrais em funcionamento, com exceção dos locais gerenciados diretamente pelo InpEV. Por fim, o governo apoia os esforços de educação e conscientização e possui trabalho fiscalizatório.

Apesar de o Sistema Campo Limpo não visar lucro, tem potencial para fornecer recursos, a fim de colaborar com o financiamento de suas atividades. São três os principais marcos rumo a autossuficiência, respectivamente nos anos de 2008, 2009 e 2015 (InpEV, 2019).

Em 2008, houve uma alavancagem de geração de recursos pelo Sistema Campo Limpo, isso ocorreu com a criação da empresa Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A., a qual realiza a produção da resina pós-consumo, a fim de fazer embalagens plásticas, desta forma, fechando o ciclo de materiais.

Já em 2009, houve o lançamento da ecoplástica triex, inovação que trouxe um impacto positivo do ponto de vista ambiental. Produzida com resina reciclada, uma embalagem de 20 litros evita a emissão de 1,5 kg de CO₂.

Em 2015, a empresa Campo Limpo Tampas e Resinas Plásticas, situada em Taubaté, no Estado de São Paulo, começou a produzir a Ecocaps, um sistema de vedação de alta performance para embalagens.

4.2 A logística reversa do Sistema Campo Limpo

A necessidade de implementar a logística reversa em diversos setores industriais cresceu no Brasil, a partir da década de 1980, devido ao crescimento na geração de resíduos, o que refletiu na criação de leis, mais específicas, além da implementação de políticas governamentais e empresariais.

A PNRS (2010), entre as suas definições, conceituou, a diferença entre resíduos (pode ser reaproveitado ou reciclado) e rejeitos (não pode ser reaproveitado). A PNRS se aplica também ao setor agrícola, e segundo o InpEV (2018b), o instituto teve a participação ativa dos representantes na elaboração dessa política. Ainda, segundo o InpEV (2018b), a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos, havia sido regulamentada, pela lei 9.974 de junho de 2000 e já produzia resultados significativos.

As embalagens de agrotóxicos que recebem a destinação final ambientalmente correta podem ser segregadas em laváveis e não laváveis (InpEV, 2018b):

a) embalagens laváveis, são rígidas (plástico ou metal) e servem para acondicionar

formulações líquidas para serem diluídas em água, cuja maioria é feita de plástico;

b) embalagens não laváveis são utilizadas para acondicionar produtos que não utilizam água como forma de pulverização, também podem ser embalagens flexíveis e secundárias, como, por exemplo, sacos plásticos, caixas de papelão e fibrolatas.

Dentre as embalagens laváveis, aquela que possui maior posição de destaque é a polietileno de alta densidade (PEAD), uma das resinas mais reciclada, por possuir alta resistência a agentes químicos. Isso ocorre porque armazena substâncias químicas capazes de vazar em recipientes mais frágeis ou maleáveis.

4.3 Lavagem e destinação das embalagens vazias de agrotóxico

Todas as embalagens laváveis, isto é, as embalagens rígidas, devem, segundo a legislação brasileira, ser lavadas com o objetivo de se evitar a contaminação com o produto residual.

Ademais, a calda formada pela junção do produto residual com a água evita desperdícios do produto, além de reduzir os riscos de contaminação das pessoas e do meio ambiente.

Cumprido ressaltar que a lavagem é fator crucial para a reciclagem posterior do produto, segundo norma específica NBR 13.968 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A Figura 2 mostra uma das formas de se realizar essa lavagem chamada de tríplice lavagem.



Figura 2 – Tríplice lavagem

Fonte: InpEV (2018b)

Outra forma de se realizar a lavagem é sob pressão. O método consiste em encaixar a embalagem do agrotóxico no funil do pulverizador e a bomba do próprio equipamento gerará a pressão necessária no bico de lavagem como mostra a Figura 3.



Figura 3 – Lavagem sob pressão

Fonte: InpEV (2018b)

Após a primeira etapa, ou seja, tríplice lavagem ou lavagem sob pressão realizada pelo próprio produtor rural, o mesmo deverá armazenar as embalagens vazias de agrotóxico com suas respectivas tampas, rótulos e caixas em lugar adequado, separando-as por tipo.

Após um ano da compra do produto, essas embalagens passivas de lavagem, deverão ser devolvidas nas unidades de recebimento (postos ou centrais) indicadas pelo revendedor no corpo da nota fiscal.

Além disso, a preparação da embalagem deve seguir alguns cuidados, como mostrado no Quadro 2, a seguir.

Embalagem flexível	Embalagem rígida	Embalagem secundária
São integralmente esvaziadas no momento do uso e guardadas numa embalagem de resgate (embalagem plástica de 50 ou 100 litros para acondicionamento e transporte).	Posteriormente à tríplice lavagem ou lavagem sob pressão, as embalagens são separadas das tampas e devolvidas nas unidades.	Devem ser armazenadas separadamente das embalagens contaminadas e podem ser utilizadas para acondicionar as embalagens rígidas.

Quadro 2 – Rigidez da embalagem

Fonte: InpEV (2018b)

O InpEV coloca em prática sua responsabilidade de promover a destinação ambientalmente correta das embalagens vazias de agrotóxico, mantendo parceria com empresas recicladoras, as quais devem respeitar padrões preestabelecidos de segurança, qualidade e rastreabilidade.

Desse processo de reciclagem, resultam mais de 30 produtos, os quais passam pela aprovação prévia do InpEV. Entre esses produtos, podem ser citados, por exemplo: tubos para esgoto, caixa para bateria, postes de sinalização, moldes de papelão para

proteger móveis, ecolástica triex, dentre outros.

As embalagens não laváveis (cerca de 5% do total comercializado) e aquelas que não foram devidamente lavadas pelos agricultores são encaminhadas para incineradores credenciados (InpEV, 2019).

Esse processo mereceu uma referência, na CropLife International, com sede em Bruxelas, Bélgica, uma associação internacional de companhias de agronegócio que representa a indústria de pesquisa em agricultura. Essa associação, em seu site, apresenta a matéria “*Brazil leads world in container management*”, e, segundo a publicação, a quantidade de recipientes vazios coletados, representam estatísticas impressionantes, e considerou o maior e mais bem-sucedido programa mundial de gerenciamento de embalagens vazias de agrotóxico (CROPLIFE, 2016).

Segundo Rando (2013), diretor presidente do InpEV, com o objetivo de melhorar suas operações e contribuir para o desenvolvimento da agricultura sustentável, o sistema busca alcançar a excelência em sua gestão operacional e também em autonomia econômica. O foco na inovação também inclui iniciativas que conscientizam e educam as comunidades próximas às unidades receptoras, aumentando o engajamento de todos os elos da cadeia.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O agronegócio possui alta relevância no Brasil, por conta disso, a logística reversa de embalagens vazias de agrotóxico alcança proporção expressiva nos cenários social e econômico nacional.

Ademais, a forma com que o Sistema Campo Limpo vem realizando este processo logístico se apresenta cada vez mais próximo da autossuficiência, uma vez que o retorno ambientalmente correto vem aumentando. Cerca de 95% do material recebido pelo Sistema pode retornar ao ciclo produtivo como matéria-prima de outros produtos. Fato esse corroborado por Rogers e Tibben-Lembke (1998), pois o reaproveitamento de materiais e a economia com embalagens retornáveis têm trazido ganhos que estimulam cada vez mais esforços para implantação da logística reversa, visando à eficiente recuperação de produtos. Zanchet et al. (2007) citaram que, quando a origem e as características dos resíduos são conhecidas, sua incorporação no processo produtivo torna-se atraente no desenvolvimento de novos produtos com propriedades de interesse tecnológico.

Os resultados indicam que o êxito do processo logístico só se tornou viável, por conta da relação conjunta entre todos os atores legais da cadeia logística, levando-se em consideração a qualificação dos profissionais envolvidos, o trabalho educacional da Associação Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF) junto aos agricultores, além de uma legislação atualizada.

O Sistema Campo Limpo, apesar do citado sucesso, apresenta alguns pontos de possíveis melhorias. A pesquisa de Oliveira (2019, p. 131), utilizou a metodologia de

avaliação de ciclo de vida para a logística reversa das embalagens e mostrou que “[...] um dos principais agentes causadores dos danos ao meio ambiente é o excesso de transporte existente na logística reversa atual” e uma das sugestões da autora foi “[...] inclusão no sistema de destinadoras mais próximas as unidades de recebimento”.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR 13.968:1997**. Embalagem rígida vazia de agrotóxico – Procedimentos de lavagem. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

Bardin, L. **Análise de conteúdo**, 5a ed. Lisboa: Edições 70. Ltda., 2009.

BRASIL. **Decreto nº 7.404**, de 23 de dezembro de 2010, Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm>. Acesso em: 7 ago. 2019.

Brasil. **Lei nº 9.974**, de junho de 2000. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm>. Acesso em: 5 ago. 2019.

Brasil. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: PNRS. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em: 7 ago. 2019.

Carter, C. R.; Ellram, L. M. Reverse logistics: a review of literature and framework for future investigation. **Journal of Business Logistics**, v.19, n.1, p. 85-102, 1998.

CARVALHO, A.; BARBIERI, J. C. Sustentabilidade e gestão da cadeia de suprimento: conceitos e exemplos. In: VILELA JUNIOR, A.; DE MAJOROVIC, J. (Orgs). **Modelos e ferramentas de gestão ambiental** – desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Senac, 2010.

Croplife. (2016). **Brazil leads world in container management**. Disponível em: <<https://croplife.org/case-study/brazil-leads-world-in-container-management/>>. Acesso em: 5 ago. 2019.

Gontijo, F. E. K.; Werner, J.; Dias, A. M. P. Aplicações de logística reversa de ciclo fechado e tecnologia de reciclagem para embalagens de polietileno tereftalato (PET). In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 7, 2010, Resende. **Anais...** Resende, SEGeT, 2010.

Govindan, K.; Bouzon, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 318-337, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.040>.

Govindan, K.; Soleimani, H.; Kannan, D. Reverse logistics and closed-loop supply chain: A comprehensive review to explore the future. **European Journal of Operational Research**, v. 240, n. 3, p. 603-626, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.07.012>.

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Relatório de sustentabilidade**. 2018a. Disponível em: <https://www.inpev.org.br/Sistemas/Saiba-Mais/Relatorio/InPev_RA2018.pdf>. Acesso em: 5 maio 2019.

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Sistema Campo Limpo**: Logística reversa. 2018b. Disponível em: <<https://www.inpev.org.br/logistica-reversa/passos-a-passos>>

destinacao/>. Acesso em: 5 jul. 2019.

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. 2018c. **Sistema Campo Limpo: Papéis e Responsabilidades**. Disponível em: <<https://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/papeis-responsabilidades/>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. **Sistema Campo Limpo em Números**. 2019. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br/sistema-campo-limpo/em-numeros/>>. Acesso em: 14 abr 2019.

Mello, M. F.; Scapini, R. Reverse logistics of agrochemical pesticide packaging and the impacts to the environment. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 13, n. 1, p. 110-117, 2016. <http://dx.doi.org/10.14488/BJOPM.2016.v13.n1.a13>.

Oliveira, A. B. **Avaliação do ciclo de vida de cenários de logística reversa de embalagens de agrotóxicos no Brasil**. 2019. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental) – Faculdade de Engenharia: Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Bauru, 2019.

Rando, J. C. M. The Campo Limpo System reverse logistics for empty containers of crop protection products. **Outlooks on Pest Management**, p. 273-275, 2013. http://dx.doi.org/10.1564/v24_dec_11.

Rogers, D. S.; Tibben-Lembke, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. University of Nevada, Reno: Center of Logistics Management, 1998.

Shibao, F. Y.; Moori, R. G.; Santos, M. R. A logística reversa e as embalagens vazias de defensivos agrícolas no Brasil. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 17, 2010, Bauru. **Anais...** Bauru, SIMPEP, 2010. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1413.7281>.

Silva, N. D. B.; Guarnieri, P.; Junqueira, A. M. R. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos: um olhar sobre a evolução da legislação até a lei 12.305/2010. **Revista Agropampa**, v. 1, n. 2, p. 1-22, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZANCHET, A. et al. Propriedades reométricas e mecânicas e morfologia de compósitos desenvolvidos com resíduos elastoméricos vulcanizados. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 23-27, 2007.

O MEIO AMBIENTE SUSTENTÁVEL: O CAMINHO DA AGROECOLOGIA

Data de aceite: 16/12/2019

Magda Regina Santiago

Eng^a agrônoma, Mestre em Saúde Pública,
Especialista em gerenciamento Ambiental,
Pesquisadora Científica
Instituto Biológico
São Paulo – SP

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8986574815260371>

Márcio Marastoni

Bacharel e Licenciado em Letras, psicanalista
e Diretor Acadêmico do Instituto Oráculo de
Psicanálise
São Pedro – SP

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5980169579278516>

RESUMO: Delineia-se aqui o painel da temática que consiste na agricultura moderna, mais ainda se preocupando com a filosofia e a prática do que se cunhou por denominar de Agroecologia, esta marcada pelo respeito à natureza e pelo que se produz no campo, portanto, alinhando-se ao ideal do meio ambiente sustentável. Metodologicamente baseado na revisão de literatura de abordagem qualitativa, a exploração do assunto é intermediada por livre análise dos autores, contendo o objetivo geral de debater as atualidades que permeiam a agroecologia,

especificamente objetivando defender posturas agrícolas ambientalmente sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente, sustentabilidade, agricultura, agroecologia.

SUSTAINABLE ENVIRONMENT: THE AGROECOLOGIC PATH

ABSTRACT: This exposes the panel of the theme consistent in modern agriculture, even more concerned with the philosophy and practice of what was coined by calling it Agroecology, which is marked by respect for nature and what is produced in the field aligning with the sustainable environment ideal. Methodologically based on the literature review of qualitative approach, the exploration of the subject is intermediated by free analysis of the authors, containing the general objective of discussing the current issues that permeate agroecology, specifically aiming to defend environmentally sustainable agricultural postures.

KEYWORDS: Environment, sustainability, agriculture, agroecology.

1 | INTRODUÇÃO

Os sistemas alimentares estão, por todo o planeta, em um momento crítico sob vários aspectos, pleiteando-se urgentemente necessária transição para a denominada

agroecologia.

Embora existam indústrias, agricultores e instâncias governamentais que pensam de modo quase que diametralmente diferente, as taxas alarmantes de insegurança alimentar (do ponto de vista, da qualidade do que se ingere e a questão da toxicidade) e a desnutrição persistem em muitas localidades, juntamente com a crescente perda de biodiversidade, mudanças climáticas significantes e toda a pressão econômica que se dá sobre o setor.

A indústria alimentícia e os mais fortemente envolvidos com o agronegócio de larga escala apostam na tecnologia a fomentar a produtividade, crendo que os pesticidas agrícolas mais modernos, por exemplo, bem como o emprego de matrizes orgânicas transgênicas, não se distanciariam da temática e da filosofia aqui defendida e que se refere à agroecologia, o que, desde já, tem se mostrado como grande equívoco.

Em linhas gerais, os responsáveis pelas maiores porções de terra no momento produtivas e que se destinam de fato para o plantio optam pela agricultura de tipo intensiva ou, de modo quase análogo, à tipologia da chamada agricultura comercial, estas que se traduzem no máximo aproveitamento do processo produtivo agrícola, muitas vezes perpassando por gravíssimos desrespeitos ao meio ambiente.

Sob esse contexto, tem-se neste capítulo o objetivo central de debater as atualidades que cercam a agroecologia, especialmente objetivando defender posturas agrícolas muito mais alinhadas ao que se entende por meio ambiente verdadeiramente sustentável.

Metodologicamente trata-se de revisão de literatura a expor, descrever e fundamentalmente analisar materiais escritos que bem mergulham sobre a temática do meio ambiente sustentável sob a visão agroecológica — sempre a resguardá-la, a exaltá-la.

2 | A HISTÓRIA DA AGRICULTURA NO BRASIL

O meio geográfico conjuntamente considerado da nação brasileira se apresenta em grande e compacta massa territorial, a leste limitada por uma linha costeira razoavelmente regular, sem sinuosidades que tragam maiores problemas à ocupação, e, por isso, favorável à instalação de inúmeras cidades. A oeste, o Brasil é preenchido por territórios agrestes, de penetração que guarda certa dificuldade, havendo ainda longas terras inabitadas, muitas delas favoráveis à agricultura.

De fato, o solo costuma ser muito fértil por praticamente todo o país (com maiores problemas na região Nordeste, pautada pela seca e na região Norte, graças a Floresta Amazônica, o horizonte mais superficial do perfil dos solos, é enriquecido pela grande quantidade de matéria orgânica que ali se encontra, momento a momento a se degradar, formando uma rica camada de húmus, o que já não ocorre na profundidade do perfil de seus solos que são pobres e arenosos e que não serviriam à agricultura, não fosse esta floresta a viver em pleno clímax), favorecida ainda a prática agrícola

nacionalmente considerada pela quantidade de rios e afluentes, afora grandes lençóis freáticos e clima sem grandes extremos; o Brasil não tem, outrossim, grandes elevações rochosas (ANDRADE, 2000).

O país não tem sequer uma montanha, somente com picos, colinas e serras que, do ponto de vista geográfico, não podem ser classificadas como o acidente denominado montanha propriamente — o que favorece o cultivo de diversas lavouras.

Dividindo a história da agricultura em grandes lapsos temporais, pode-se dizer, muito rapidamente, que o país inicialmente percorreu o Ciclo do Açúcar, produção esta que, iniciada ainda em meados do século XVI, jamais, em verdade se interrompeu. Adveio o Ciclo do Algodão, monocultura esta a permear o século XVIII, principalmente a partir da Revolução Industrial pautada pela produção têxtil, de grande destaque em face de outras indústrias (ANDRADE, 2000).

Em fins do século XVI, o café, por sua vez, era cultivado na colônia brasileira para consumo interno, disseminando-se largamente no território a partir de 1750, caminhando do Pará até Santa Catarina, e do litoral até o interior, igualmente tendo seu auge no decorrer do século XVIII (ANDRADE, 2000).

Em salto temporal, apenas a partir de meados dos anos 1960 é que a agricultura brasileira deu início ao processo de relativa modernização, conhecida como Revolução Verde. De tal década, surgem, com esse o processo de modernização da agricultura, objetivos e formas novas de exploração agrícola, dando origem a transformações tanto na agricultura como na pecuária.

Por consequências do processo, costumam ser apontados, afora acirrada disputa no que se refere à produção propriamente e a grande dedicação à pesquisa voltada para a otimização da produção (mesmo que mais concentrada a partir dos idos de 1970), os efeitos econômicos e sociais pela população sofridos com as atividades rurais, em constante mutação até a presente data, conquanto os processos se deem ao longo de largos períodos de tempo (CARDOSO, 1998).

Didática e ideologicamente, pode-se dizer que a modernização da agricultura no país se deu a partir de quatro noções distintas. Pode-se falar inicialmente da noção de crescimento (findando o atraso e a estagnação vivenciada até a referida década de 1960. Em segundo lugar, parece também despontar a noção da abertura econômica, técnica, e até cultural do espaço agrícola (também aqui posto como metáfora para o negócio em si). A noção ligada ao fim da polivalência ou da especialização associou-se por sua vez ao movimento da dependência à montante, da especialização da produção, e à jusante da produção agrícola (ANDRADE, 2000).

Outra realidade que aparece nesse processo é o surgimento de um tipo especial de agricultor, competitivo, mais individualista do que os demais, e questionador das antigas concepções orgânicas da vida social e da mentalidade tradicionalmente havida até então, passando, assim que possível, a distanciar-se das práticas rudimentares de cultivo, bem como, a filiar-se, o quanto possível foi, ao surgindo de mais moderno, ainda que, agressivo à natureza (MENDONÇA, 2010).

A ampliação da agricultura moderna se dá concomitantemente com a reorganização do complexo agroindustrial, atualizando a base técnica dos caminhos para mais rápida e eficientemente se produzir, reformulando os modos de produção agrícola a gerar efeitos gigantescos sobre o ambiente. As mutações no campo agrícola e pecuarista brasileiro ocorrem, contudo, de modo heterogêneo, pois as políticas do desenvolvimento rural, inspiradas na modernização da agricultura, propiciaram privilégios e desigualdades (CARDOSO, 1998).

A agricultura precisou reestruturar-se para aumentar a produtividade, não havendo muita preocupação com os recursos naturais, normalmente fartos no Brasil, o que se consistia em meta era produzir de modo que houvesse rápido retorno dos investimentos maciços no campo.

O modelo adotado na esfera agrícola voltou-se para o consumo de tecnologia e capital externo, com grupos especializados passando a fornecer insumos, como adubos, sementes, máquinas, fertilizantes e agrotóxicos. As opções pela aquisição de tais elementos relevantes para a produção foram facilitadas pelo crédito rural, caracterizando em parte a dependência e o endividamento dos agricultores (CARDOSO, 1998).

A modernização se deu de maneira parcial, atingindo certos produtos em determinadas regiões e beneficiando alguns produtores, além de fases específicas do ciclo produtivo. Vale também relatar que a agricultura moderna, científica e ainda globalizada acabou por pedir de certo modo aos agricultores atuais — em grande parte do globo — que optassem por tal filosofia de plantio (de modo maximizante), assim acontecendo nos Estados Unidos, França, Itália, Inglaterra, Alemanha, e tantas outras nações (MENDONÇA, 2010).

E, com a difusão deste processo de modernização, ocorreu o processo de paulatina especialização da agricultura intensivista, implicando no plantio em larga escala e de extrema busca por grande produtividade, mesmo que, como se aventou, o meio ambiente por todo o planeta fosse em expressiva parte desprezado.

3 | PAINEL ATUAL DA TEMÁTICA AGRÍCOLA

Numa época em que a humanidade é seriamente desafiada a mudanças climáticas, perda de agrobiodiversidade, degradação do solo, radiação e relativa escassez de água, soluções abrangentes, mas de alcance peculiar a cada região, são extremamente necessárias (CAPORAL, 2004).

Embora muita pesquisa se concentre em soluções tecnológicas, pequenos agricultores em todo o mundo adaptaram seus meios de subsistência e de sistemas agrícolas antigamente existentes, de modo a preservar a qualidade do que produzem, protegendo o meio ambiente e tornando-se resistentes às mudanças climáticas mais recentes — afora se postarem de modo resiliente a outros enfrentamentos cogentemente atualmente existentes.

É o caso da elevação de tributos ou da política tributária menos favorável ao produtor, de juros destinados à agricultura fixados em patamares elevados, da falta de incentivos governamentais, acirrada concorrência por vezes disposta de maneira desleal, problemas com o escoamento da produção excedente, ainda que se refira ao pequeno agricultor etc. (SANTOS e CHALUB-MARTINS, 2012).

É claro que, desde já, não se pode associar a agroecologia — parte da ecologia que debruça seus estudos e ações sobre ecossistemas artificiais em áreas agrícolas — somente ao pequeno agricultor. A agroecologia pode e deve, de antemão se propõe, a ter seus conceitos, pesquisas e práticas por sobre todo o perfil produtivo do setor, podendo alcançar grandes propriedades que, ainda com medidas relativamente tímidas inicialmente, podem alcançar gradativamente patamares menos gritantes de agressão ao solo, ao lençol freático, às espécies florais e de fauna ali inicialmente pertencentes (VABRE et al., 2017).

Particularmente em regiões onde a mudança climática representa uma ameaça à agricultura e à segurança alimentar, ou em que o sistema de plantio, incluindo o emprego de pesticidas em escalonamento destituído de equilíbrio e adequada técnica ocorrem, com ausência de política ambiental que respeite as condições e reações naturais do ecossistema sob plantio, abordagens agroecológicas oferecem soluções orientadas para o futuro e, evidentemente, para a preservação do meio ambiente.

A agroecologia tecnológica é mais do que tornar a agricultura mais ecológica; ela implica em uma abordagem mais holística, buscando posturas a se darem sobre a agricultura de modo mais perene, duradouro; enfim, sustentável (CAPORAL, 2009). Desafia a percepção predominante que se dá sobre a agricultura como a produção de mercadorias e a respectiva comercialização de natureza predatória, agressiva, maximizante ao extremo, e que, em nome da elevada produtividade e lucro, submetem o meio ambiente e a própria cultura sob plantio, a condições opostas ao respeito e sustentabilidade ambiental (CAPORAL, 2004; CHING, 2018).

A agricultura mundial, nas últimas décadas, promoveu, com a chegada de novas tecnologias, o crescimento de seus níveis produtivos. A mesma faixa de terra destinada ao plantio dos anos de 1970, na atualidade, acaba por produzir três vezes mais do que se produzia naquela época. Isto se deu, por exemplo, em função da utilização de maquinário mais moderno a otimizar o plantio e a colheita; sementes geneticamente modificadas fazendo multiplicar em muito a resistência da cultura e velocidade do ciclo produtivo; algoritmos e softwares de computador a facilitar a medição e a análise dos recursos utilizados; dispositivos eletrônicos e digitais a coletar e também analisar condições de solo, condições meteorológicas, sempre se aproveitando ao máximo tudo o que fora semeado (FAO, 2014).

A introdução de ferramentas digitais realmente tem se mostrado como importante avanço para a agricultura moderna, bem como a utilização de máquinas pesadas que varrem campos inteiros, por vezes sem a participação direta do ser humano, extraíndo milhões de grãos prontos para a colheita (CHING, 2018).

Todavia, reforça-se, perda de nutrientes do solo são notáveis em face da produção em larga escala, cada vez mais o campo pedindo por reposição de seus elementos que somente são realizados de modo não natural e a se destinar exclusivamente para determinada cultura. Há perda da capacidade de irrigação do solo, vez que, com o desmatamento e a ausência de correto manejo agrícola, trocas radicais da cobertura do solo promovem mudança da qualidade do subsolo, diminuindo, por exemplo, a profundidade de raízes e a respectiva capacidade de retenção aquífera (LONDRES, MARTINS e PETERSEN, 2017).

Para a agricultura intensiva, comercial, a prioridade é a produção, não havendo muita relevância os aspectos futuros do solo sob plantio e de seu entorno, mais interessando o volume e a velocidade do que se produz. Sob esta filosofia, técnicas agrícolas que mais respeitam o meio ambiente e o próprio alimento sob cultivo acabam, infelizmente, em boa parte, ficando sob segundo plano.

Daí a agroecologia apresentar-se como saída para o pensamento e para a concretização de procedimentos mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, como é o caso da adubação verde a tomar lugar do adubo químico; a adoção de pesticida natural no lugar dos industrializados, além de outras tantas práticas a permear o tópico que se segue (LONDRES, MARTINS e PETERSEN, 2017).

4 | A AGROECOLOGIA COMO CAMINHO

A agroecologia como caminho para sistemas alimentares a serem pautados pelo meio ambiente sustentável envolve a escolha de sementes (as mais naturais possíveis da região, as conhecidas sementes “crioulas”), a escolha de fertilizantes igualmente naturais, o manejo das áreas de produção agrícola, e outras alternativas a seguir declinadas a contrariar as políticas gananciosas de produção em escala industrial. Não é verdade que a escala comercial da produção agrícola seja, por si só, um mal, até porque agricultores orgânicos tem operado nesta direção, mas a agroecologia como viés oposto à exploração desenfreada da natureza, do solo, da produção sob monocultura que não considera o Homem como parte da natureza e que vai sofrer as consequências do desequilíbrio desta.

Dito de outro modo, a produção de alimentos saudáveis, alimentos estes entregues à população em quantidade adequada para suprir as suas necessidades, demandaria o ideal da prática da agricultura sustentável, possibilitando a melhor interação possível entre os recursos ambientais e os seres humanos, de modo que a ação do homem seja pautada por procedimentos patentemente ecológicos.

Agroecologia sugere estímulo à produção diversificada, valorização da biodiversidade, por práticas ecologicamente apropriadas, impondo certo caráter holístico ao cultivo destinado à alimentação humana, obrigatoriamente também fazendo surgir a percepção do produtor agrícola acerca da caracterização do bioma sob plantio na atualidade e seu destino futuro, igualmente pensando-se sobre a

finalidade produtiva em si (SANTOS e CHALUB-MARTINS, 2012).

A agroecologia objetiva, sinaliza-se, o lidar mais saudável e natural com todas as culturas possíveis, assumindo o princípio básico de construção de uma relação mais racional com os recursos naturais do que o plantio e pecuária marcados pela intensidade produtiva a qualquer preço.

É abordagem que associa os conhecimentos científicos oriundos da agricultura, zootecnia, ecologia, veterinária e de outras áreas afins, avaliando e pondo em curso o implemento de sistemas agrícolas mais sustentáveis, sem exigir, do agricultor aderente à filosofia, sistema único ou exclusivo do cultivo de alimentos, sendo muitas as técnicas a bem integrar a agroecologia (POUX e ALBERT, 2018).

Tais técnicas esforçam-se por contrapor-se às intervenções mais drasticamente feitas em diversos ecossistemas que passam a se destinar à agricultura, fazendo com que a utilidade agrícola destrua e intervenha o menos possível no meio ambiente. É o caso de, ao plantar-se organicamente, não contaminar os lençóis freáticos com pesticidas nocivos à própria população humana, o mesmo valendo para os animais e a flora a se beneficiar de águas mais puras.

A agroecologia tenta-se para o plantio sem a utilização das queimadas, pensando na proteção do solo, dos rios, da fauna e da flora do próprio local e do entorno de onde há o cultivo. Pauta-se pela diversificação da produção, pelo plantio e manutenção de árvores, faz incluir novas culturas no passado não experimentadas em certo solo, não desperdiça a oportunidade do plantio dado em pequenos espaços, respeita ao máximo a biodiversidade originalmente existente, orientando o agricultor ao evitar do desperdício, ao não emprego inadequado de agrotóxicos, oferecendo ainda elementos inclusos na prática do manejo (com rodízios e administração inteligente a preservar a saúde de cada solo) (POUX e ALBERT, 2018).

Destaca-se, nesse cenário dito alternativo para uns, mas basilar e essencial para a esmagadora maioria, a grande realidade, tão tradicional, da chamada agricultura familiar. Em recente artigo, Aquino, Gazolla e Schneider, (2018) expõem essa relevância, apontando que, ao final do ano de 2006, a agricultura familiar representava 84,36% da atividade praticada no Brasil, conquanto que, respectivamente, não corresponda, evidentemente, as maiores partes de terra ocupadas. Ou seja, os intensivistas que, enfim, mais terras possuem para a exploração agrícola.

Lista-se também a sensibilização do produtor rural acerca da roçagem e da capinagem seletiva, dinamizando e o solo e melhorando a deposição de matéria orgânica, favorecendo o conceito de sucessão natural a melhor promover, igualmente, a saúde do solo e a preservação de espécies por vezes suprimidas desnecessariamente (CAPORAL, 2004).

O conhecimento, nesta seara, é vital para que o trabalho a ser desempenhado melhore o rendimento do cultivo e opere favoravelmente ao meio ambiente, justamente a partir do pensamento e da prática agroecológica (SANTOS e CHALUB-MARTINS, 2012).

Assim, sabedor da possibilidade da produção de biomassa a partir do que o ambiente agrícola dispõe, e em princípio inutilizado (sem se esquecer da ampla utilização de adubo também de origem orgânica), pode o agricultor gerar energia limpa para sua propriedade, como ocorre cada vez mais com a energia elétrica oriunda do biogás. A produção agrícola que se encaminha por princípios próprios do meio ambiente sustentável também pugna por valorizar os inimigos naturais da flora, não trabalhando simplesmente por extinguir toda praga existente no campo, favorecendo, porquanto, a presença de polinizadores, afora fortalecer os novos ecossistemas a se comporem (CHING, 2018).

O plantio direto, como se vê hodiernamente, é uma dessas práticas ou técnicas a revolucionar, por assim dizer, o campo, técnica esta consistente no qual a semente é inserida no solo não revolvido (sem prévia gradagem leve niveladora ou aração). O plantio direto, dado a partir de pequena cova ou sulco aberto com largura e profundidade adequada (sulco aberto sob a palhada que é constituída por restos secos do cultivo anterior que não são removidos nesta técnica de plantio), garantindo a correta cobertura e contato da semente com a terra, não se empregando, reforça-se, os recursos comuns do arado e da grade niveladora a machucar e a empobrecer o microssistema em cada local existente (CAPORAL, 2004).

Ainda sob tal subtemática, vale refletir que o sucesso do plantio direto muito depende de restos de culturas no solo deixadas, como o milho, trigo e aveia, além da palha a cobrir o local antes do plantio. É cobertura que labora contra a erosão, contra o impacto das chuvas fortes, validando recomendações concernentes ao zoneamento agrícola como se dá igualmente com a retenção da umidade, economia com adubação (em razão da aceleração do processo de decomposição de material orgânico havido na área), desnecessidade de replantio, maior tempo para a semeadura, diminuição do emprego de herbicidas — haja vista o afastamento natural de ervas daninhas a não se fixar no entorno de cada semente e muda sob crescimento. O meio ambiente sustentável, ao se filiar à agricultura, propõe o plantio de variedades ou de espécies de culturas resistentes e adaptadas ao local; propõe ainda não danificar as plantas ao longo dos tratos culturais, não dando ensejo às feridas a servirem de porta de entrada para doenças na planta; evita, reforça-se, a utilização de produtos químicos que geralmente enfraquecem a defesa natural da flora (CHING, 2018).

A agroecologia faz evitar a monocultura, promovendo a convivência dada pelo equilíbrio dado entre diversas espécies, estimula estar o solo sempre vivo (ou seja, úmido, diversificado, coberto), pugna pela retirada de partes nas plantas infectadas (como ramos, folhas), fomenta a rotação de culturas para nutrir de modo mais rico o solo (GUZMÁN CASADO et al., 1999).

Nota-se, nesse contexto, a importância da chamada adubação verde, sendo modo sustentável de se adubar o solo, fornecendo os nutrientes imperiosamente necessários à boa gama de alimentos de maneira eficiente, não dependendo o produtor da compra de adubos químicos, como rapidamente já fora aludido (CAPORAL, 2009).

O solo coberto pelo adubo verde auxilia a conservar, inclusive, reforça-se, os pequenos animais, como ocorre com minhocas e besouros, além de fungos que se responsabilizam pelo apodrecimento de folhas e galhos, a tudo transformando em nutrientes a bem alimentar as plantas cultivadas (LOUREIRO, MELAMED e NETO, 2008).

Os princípios agroecológicos alhures relatados podem ser aplicados progressivamente, mas precisam resultar em aplicação conjunta, sistemática e consistente, a fim de promover as melhorias necessárias no campo que se deseja ecologicamente correto. Evidencia-se que para garantir que a agroecologia seja eficaz e de fato garanta boa comida para todos e combata a pobreza material, a pobreza relativa à solidariedade com o meio ambiente, combata as mudanças climáticas e a perda de biodiversidade, mostra-se essencial iniciar-se não somente nas técnicas referenciadas, mas que haja, também, mudanças sociais e políticas favoráveis à agroecologia (LOUREIRO, MELAMED e NETO, 2008).

As condições requeridas para superar a injustiça social e a precariedade das economias nos muitos núcleos rurais de tamanhos dos mais diversos é preciso respeitar a grandeza da terra, pautando-se o agricultor (também de grandezas diferentes), pela recuperação natural das fontes, incluindo a preservação de sementes e da água; preservação da diversidade natural; aprofundamento da capacidade e responsabilidades de autossustento; propositura de organizações apropriadas para representar os interesses das comunidades de trabalhadores e produtores rurais; fomento ao ensino ecopedagógico, sabedoria e disposição para conhecer as práticas mais inteligentes e mais sustentáveis na direção da preservação ambiental (ANDRADE, 2000).

A agroecologia é, portanto, parte de uma transformação que oferece segurança aos meios de subsistência de grande número de pessoas nas áreas rurais e melhores capacidades de agricultores e comunidades com poucos recursos para melhor lidar melhor com o estresse e os riscos da competição dada pela agricultura comercial. Mas, ousa-se dizer, a agroecologia também deve sensibilizar o grande produtor para mecanismos menos agressivos à natureza, respeitando-a no limite do possível, ainda que grandes volumes de produtos agrícolas precisem chegar à mesa de todos, incluindo indivíduos que não têm acesso a este ou àquele produto por questões climáticas, de solo — fazendo a riqueza da variedade alimentar alcançar o máximo de pessoas. (CAPORAL, 2009).

A agroecologia, enfim, é a agricultura sustentável que não quer que o agricultor se afaste por completo das novas tecnologias ou técnicas, pois equilibra conhecimentos antiquíssimos com novos, abordando o campo de modo a permitir que os agricultores e pesquisadores combinem o melhor da nova agroecologia e respectivo conhecimento científico com a evolução contínua das práticas mais tradicionais, recompondo saberes que alinhavam inovações e a sabedoria de antigos agricultores (GUZMÁN CASADO et al., 1999).

Inegável e urgente permanece evidente, o apelo ao meio ambiente sustentável, não se podendo concentrar, povos, governos, defensores do meio ambiente, centros acadêmicos, empresários e imprensa — ou seja — todos atores sociais, em pautas ambientalistas a fazer esquecer a maciça influência dos cenários agrícolas diante da necessidade da preservação do meio ambiente.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O meio ambiente, amplamente considerado, ao ser fatiado em seus preciosos subtópicos a considerar aspectos incidentes sobre as matas virgens, áreas já desmatadas, oceanos e rios, áreas já degradadas e toda sorte de cenários, não pode olvidar dos grandes campos agrícolas, tão presentes em todo o mundo e em contínuo esforço por avançar sobre áreas ainda agricultáveis.

Nas últimas décadas, com o crescimento demográfico mundial e o constante desejo de se enriquecer mais e velozmente, a par dos inegáveis processos tecnológicos de elevada inventividade e funcionabilidade, muito da agricultura mudou, produzindo-se várias vezes mais, na atualidade, do que se produzia nos anos de 1960 e 1970, por exemplo. O progresso nesta seara acabou por desprezar, em significativa parte, o meio ambiente, promovendo o arrancar definitivo de milhões de hectares de mata nativa. Passou-se à agricultura moderna, intensiva, comercial, com o emprego de maquinários altamente tecnológicos e de elementos químicos a combater ferozmente pragas de diversos tipos. Esta postura acabou por denegrir muito do meio ambiente brasileiro e mundial, fazendo clamar por políticas mais naturais e mais sustentáveis de cultivo — daí falar-se na Agroecologia.

Como se viu, é possível promover a lavoura (de pequeno e de grande porte, a depender de esforços múltiplos) com ações mais conscientes e mais preservacionistas, elevando-se a qualidade do alimento oriundo das áreas rurais e, claro, conservando e recuperando, ao máximo, o meio ambiente. Nesta direção são necessárias políticas públicas, divulgação das técnicas agroecológicas, e, mesmo antes disso, de se acreditar e desejar que o sistema alimentar, por todo o planeta, merece posicionamentos verdadeiramente marcados pela sustentabilidade e respeito ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Manoel Correia de. **A terra e o homem Brasil**. São Paulo: Brasiliense, 2000.

AQUINO, Joacir Rufino de; GAZOLLA, Marcio; SCHNEIDER, Sergio. **Dualismo no Campo e Desigualdades Internas na Agricultura Familiar Brasileira**. RESR, Piracicaba (SP), Vol. 56, Nº 01, p. 123-142, Jan./Mar. Piracicaba, 2018.

CAPORAL, Francisco Roberto (org.). **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

- CAPORAL, Francisco Roberto (org.). **Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade**. Brasília: Paulus, 2009.
- CARDOSO, Rodrigo. **Formação Econômica do Brasil**. 34. ed. São Paulo: Nacional, 1998.
- CHING, Lim Li. **Agroecology for Sustainable Food Systems**. Malaysia: Third World Network, 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agroecology for Food Security and Nutrition Proceedings of the FAO International Symposium**. 18-19, September, Rome, Italy, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/a-i4729e.pdf>.
- GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLES DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (Coord.). **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Mundi-Prensa, 1999.
- LONDRES, Flavia; MARTINS, Gustavo; PETERSEN, Paulo (Orgs.). **Olhares Agroecológicos: Análise econômico-ecológica de agroecossistemas em sete territórios brasileiros**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2017.
- LOUREIRO, Francisco Eduardo de V. Lapido; MELAMED, Ricardo; NETO, Jackson de figueiredo. **Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade**. CETEM. Rio de Janeiro. 2008.
- MENDONÇA, Andrei Correia. **O Brasil e a questão agrária**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2010.
- POUX, X., AUBERT, P.M. **An agroecological Europe in 2050: multifunctional agriculture for healthy eating**. Findings from the Ten Years For Agroecology (TYFA)., Study N°09/18. Paris: Iddri-AScA, 2018. Disponível em: <https://www.soilassociation.org/media/18074/iddri-study-tyfa.pdf>.
- SANTOS, Fernando Passos dos; CHALUB-MARTINS, Leila. **Agroecologia, consumo sustentável e aprendizado coletivo no Brasil**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 38, n. 2, p. 469-483, abr/jun, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v38n2/aop0363.pdf>.
- VABRE, P.; *et al.* **Environmental pollutants, a possible etiology for premature ovarian insufficiency: a narrative review of animal and human data**. Environmental Health, V. 16, N. 37, p. 1-18, 2017.

NA TRILHA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UM PROJETO DE EXTENSÃO

Data de aceite: 16/12/2019

Pedro Rosso

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) –
Câmpus Criciúma
Criciúma – Santa Catarina

Erica Mastella Benincá

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) –
Câmpus Criciúma
Criciúma – Santa Catarina

Fernando Bueno Ferreira Fonseca de Fraga

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) –
Câmpus Criciúma
Criciúma – Santa Catarina

Gilberto Tonetto

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) –
Câmpus Criciúma
Criciúma – Santa Catarina

Dyenifer Martins Barbosa

Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) –
Câmpus Criciúma
Criciúma – Santa Catarina

RESUMO: A educação ambiental é importante na vida das pessoas, pois promove a qualidade de vida. O projeto de extensão Na trilha do *desenvolvimento sustentável* teve como objetivo promover a cultura do desenvolvimento sustentável por meio de atividades de educação

ambiental. As atividades foram realizadas em uma trilha ecológica situada na área verde e no laboratório de biologia do IFSC Câmpus Criciúma. Participaram das atividades estudantes e professores de escolas de educação básica, estudantes e servidores do IFSC e profissionais de uma empresa privada. Para a execução das atividades foi realizada reestruturação e manutenção da *trilha*, a produção de materiais didáticos, a criação e atualização de um blog, a identificação, registro fotográfico e pesquisa sobre as características da flora e a divulgação para a comunidade. Foram atendidos durante o ano de 2018 cerca de 400 visitantes. O projeto continua sendo desenvolvido em 2019.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental. Trilha ecológica. Sustentabilidade.

ON THE TRAIL OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT: EXPERIENCE REPORT OF A EXTENSION PROJECT

ABSTRACT: Environmental education is important in people's lives, as it promotes quality of life. The extension project On the trail of sustainable development aimed to promote culture of sustainable development through environmental education activities. The activities were carried out on ecological trail located in the green area and in the biology laboratory of IFSC Câmpus Criciúma. Students and teachers from IFSC elementary schools, students and

staff and professionals from a private company participated in the activities. For the execution of the activities was carried out restructuring and maintenance of the trail, the production of teaching materials, the creation and a updating of a blog, the identification, photographic record and research on the characteristics of the flora, and dissemination to the community. Around 400 visitors were served during 2018. The project is still being developed in 2019.

KEYWORDS: Environmental education. Ecological trail. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A relação entre educação e meio ambiente tem demandado estudos sobre novos saberes e ações, pois os riscos ambientais estão se intensificando. Neste contexto, a educação ambiental é “a condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação socioambiental” (JACOBI, 2003), pois tem papel importante na transformação das pessoas, o que é fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável pressupõe uma forma de desenvolvimento social, econômico e ambiental capaz de suprir as necessidades das gerações atuais sem comprometer a sobrevivência das gerações futuras. Por meio do desenvolvimento sustentável almeja-se que todos os cidadãos possam ter o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém consuma bens e recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros (NASCIMENTO, 2012). Para alcançar este objetivo é necessária uma mudança de atitude em relação à sustentabilidade ambiental, pois isto impulsiona diversas práticas com o objetivo de promover a consciência ambiental.

Neste contexto, o projeto de extensão Na *trilha do desenvolvimento sustentável* teve como objetivo promover a cultura do desenvolvimento sustentável em estudantes do ensino básico, professores e outros profissionais por meio de atividades de Educação Ambiental em trilha ecológica. O tema sustentabilidade é transversal e não restrito a uma área específica, mas está voltado para formação de cidadãos conscientes e responsáveis frente às questões ambientais. Com o desenvolvimento do projeto, a área verde do IFSC Câmpus Criciúma, além de cumprir seu papel na melhoria da qualidade ambiental, contribui para o desenvolvimento da cultura da sustentabilidade.

2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As atividades do projeto de extensão Na *trilha do desenvolvimento sustentável* foram realizadas entre março e dezembro de 2018 nas dependências do IFSC Câmpus Criciúma, mais especificamente, no laboratório de biologia e na trilha ecológica localizada na área verde do Câmpus.

Dentre as atividades iniciais foi realizada a reestruturação da trilha e a colocação de placas de identificação das espécies vegetais e de banners educativos. Em paralelo foi realizada a produção de materiais destinados às atividades educativas,

a identificação, registro fotográfico e pesquisa sobre as características da flora da trilha, a criação de um blog hospedado em <https://trilhaifsc.blogspot.com> (Figura 1), o concurso para escolha do logotipo para o projeto e a divulgação nas escolas.

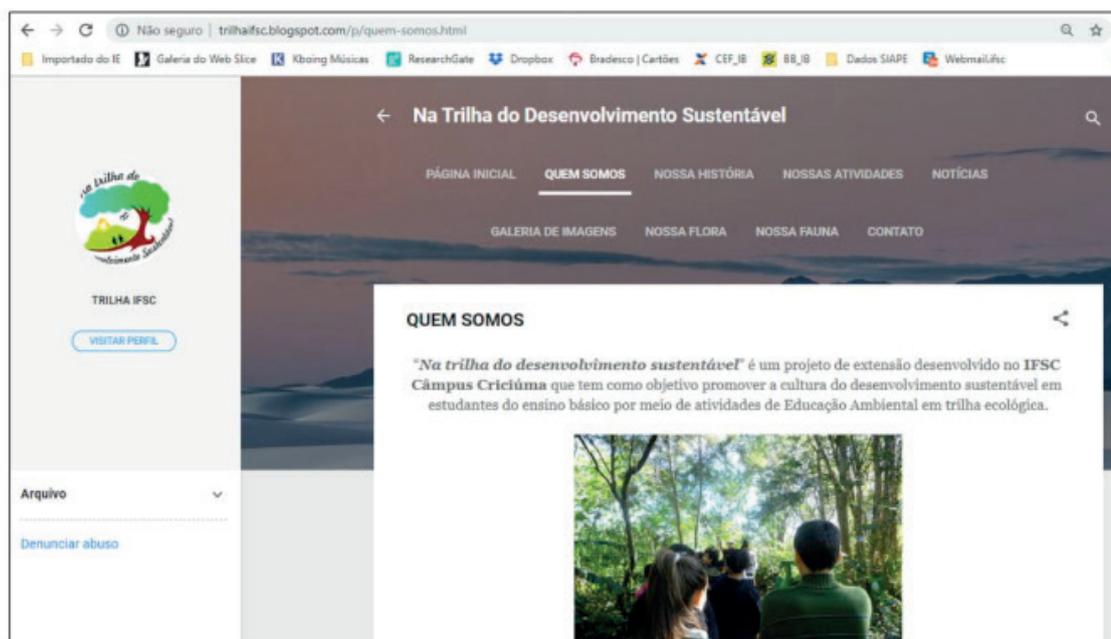


Figura 1 – Página do blog “*Na trilha do desenvolvimento sustentável*”.

Fonte: Disponível em <http://trilhaifsc.blogspot.com>.

As visitas eram agendadas e os visitantes recebidos no laboratório de biologia para apresentação do projeto. Em seguida, enquanto um grupo fazia atividades no laboratório o outro era conduzido na trilha com a abordagem de temas como o cuidado com o meio ambiente, biodiversidade, importância das áreas verdes, solos, recursos hídricos, entre outros. Todas as atividades, incluindo imagens, estão registradas no blog.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A trilha ecológica do IFSC Câmpus Criciúma foi criada em 2014 durante a realização do projeto de extensão *Áreas verdes urbanas: espaços de educação ambiental e científica*, que envolvia discussões sobre a importância das áreas verdes urbanas e o desenvolvimento sustentável. Em 2015 foi realizado o projeto de extensão *Na trilha da saúde* incorporando às atividades da trilha temas relacionados à saúde e qualidade de vida. As atividades na trilha foram retomadas em 2018 com o projeto aqui relatado. A trilha possui atualmente cerca de 350 m e nela já estão identificadas 39 espécies vegetais, sendo 34 de espécies nativas da Mata Atlântica.

Para envolver os estudantes do IFSC Câmpus Criciúma no projeto foi promovido um concurso para a criação de um logotipo, que é uma forma de dar identidade ao trabalho desenvolvido (Figura 2).



Figura 2 – A: A estudante Luiza Sienko (ao centro), criadora do logotipo, com os professores Pedro e Erica (à esquerda) e o professor Gilberto e a bolsista Dyenifer (à direita). B: Logotipo do projeto.

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.

Durante a execução do projeto *Na trilha do desenvolvimento sustentável* foram atendidos diretamente 392 visitantes entre estudantes e professores de escolas de educação básica, estudantes e servidores do IFSC e profissionais de uma empresa privada. As atividades tiveram como meta fomentar a aquisição de conhecimentos e habilidades necessárias para a promoção do desenvolvimento sustentável e estimular o visitante a multiplicar as informações junto às suas famílias e amigos.

Uma das primeiras ações educativas do projeto foi a participação nas atividades do Dia Mundial da Água, que aconteceram na Praça Nereu Ramos, Centro de Criciúma (SC), e foram promovidas pela Fundação Municipal de Meio Ambiente (FAMCRI) e Prefeitura Municipal de Criciúma (Figura 3).



Figura 3 – Estudantes atendidos durante as atividades do Dia Mundial da Água, em 22 de março 2018, na Praça Nereu Ramos, Criciúma, SC.

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.

Durante o período de execução foram atendidas nove turmas de quatro escolas, sendo quatro do 5º Ano, três do 6º Ano, uma do 7º Ano, uma do 8º e uma do 9º Ano, totalizando 188 estudantes e 12 professores. No laboratório de biologia do IFSC foram realizadas atividades como o jogo do “caça-palavras reciclado” e a “gincana estourada”, entre outros. Os visitantes também tiveram a oportunidade de conhecer a coleção de invertebrados do laboratório de biologia do IFSC Câmpus Criciúma (Figura 4). Nas atividades realizadas na trilha os visitantes aprenderam um pouco sobre a importância das áreas verdes urbanas, o cuidado com o meio ambiente, a importância das florestas e dos recursos hídricos, o solo e suas características e informações sobre a biodiversidade, principalmente sobre a flora e fauna local (Figura 5). Eles também tiveram a oportunidade de realizar o plantio de mudas de espécies nativas na trilha e nas dependências do IFSC Câmpus Criciúma.



Figura 4 – Grupo de estudantes durante as atividades de educação ambiental no Laboratório de Biologia do IFSC Câmpus Criciúma (LaBioCri).

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.



Figura 5 – Grupo de estudantes durante as atividades de educação ambiental na trilha ecológica do IFSC.

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.

Durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) foram realizadas visitas com estudantes, servidores e terceirizados do IFSC Câmpus Criciúma, totalizando 28 visitantes (Figura 6).



Figura 6 – Estudantes, servidores e servidores terceirizados do IFSC Câmpus Criciúma em atividade na trilha.

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.

Em parceria com uma empresa de desenvolvimento profissional, recebemos 14 profissionais de um laboratório bioquímico para atividades de educação ambiental e realização uma ação prática, que envolveu o plantio de mais de três dezenas de mudas de árvores nativas na área verde do IFSC Câmpus Criciúma (Figura 7).

Também participaram de atividades na trilha aproximadamente 150 estudantes dos cursos técnicos integrados do IFSC Câmpus Criciúma durante aulas de biologia e geografia. A trilha foi ainda utilizada por estudantes do curso de licenciatura em química em atividade interdisciplinar envolvendo as disciplinas de Cultura e Sociedade, Didática, Tecnologia da Educação e Química Analítica.



Figura 7 – Colaboradores de um laboratório bioquímico durante as atividades na trilha e o plantio de mudas de árvores.

Fonte – Arquivo do projeto Na Trilha do Desenvolvimento Sustentável, 2018.

A percepção da mudança de atitude frente às questões ambientais pode ser avaliada a partir dos comentários durante as visitas e outros deixados no blog, que conta atualmente como mais de 3900 visitantes. Entre estas falas destacam-se: *“As crianças amaram o passeio, super educativo. Aprendemos muito”*; *“Parabéns pelo excelente trabalho! Agradecemos a receptividade, carinho e principalmente ao conhecimento adquirido”*; *“Foi uma experiência maravilhosa, uma parceria muito produtiva, recebam todo nosso carinho e gratidão”*. Além disso, percebeu-se que os estudantes registraram os detalhes da trilha e as atividades por meio de fotos e filmagens e publicaram nas redes sociais, o que representa o interesse, empolgação e satisfação durante as atividades.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da impossibilidade de mensurar objetivamente a consciência ambiental, seus efeitos podem ser sentidos quando uma comunidade adota medidas de cuidado e proteção ao meio ambiente. Assim, esperamos que as ações desenvolvidas no projeto Na *trilha do desenvolvimento sustentável* conduzam a uma mudança de atitude individual e coletiva em relação ao meio ambiente e possibilitem o aumento da consciência ambiental nas populações. Pudemos observar nos visitantes a satisfação em participar das atividades e a vontade de repetir, o que certamente contribuirá para esta mudança de atitude. As ações extensionistas produzem um benefício coletivo, ainda mais ao se trabalhar com a promoção do desenvolvimento sustentável, uma vez que se tem a visão de tornar os sujeitos autônomos e capacitados a buscarem melhorias, almejando melhor qualidade de vida. As atividades também foram de grande importância para os docentes e discentes participantes do projeto, uma vez que contribuíram para aperfeiçoamento profissional e pessoal. Por fim, é importante destacar que as atividades deste projeto de extensão continuam sendo realizadas.

5 | AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Extensão e Relações Externas (PROEX) do Instituto Federal de Santa Catarina (PROEX/IFSC), pelo financiamento do projeto com a concessão de bolsas por meio do Edital APROEX n. 01/2018.

REFERÊNCIAS

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118. p. 189-205, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2019.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro do. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. São Paulo: **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v26n74/a05v26n74.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2019.

REVISÃO BIBLIOMÉTRICA: SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

Data de aceite: 16/12/2019

Djanny Klismara de Oliveira

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
São Carlos – SP

Érico Masiero

Universidade Federal de São Carlos – UFSCar
São Carlos – SP

RESUMO: O objetivo deste artigo é explorar o tema sustentabilidade relacionado à habitação social no universo acadêmico por meio de uma revisão bibliométrica entre os anos de 2009 e 2018. Para isso, foram realizadas buscas no banco de dados Scopus e Scielo, no qual foram explorados métodos de pesquisa de refino e analisados por meio de gráficos de acordo com anos, fontes de publicação, instituições e países. Dentre os artigos de acesso livre encontrados, foram selecionados 17 internacionais e 22 especificamente focados na realidade brasileira, responsáveis por apoiar o desenvolvimento deste artigo. Os resultados, por sua vez, apontam questões que envolvem técnicas alternativas de construção e reforma, avaliação do processo de ocupação e monitoramento por meio de meios tecnológicos especificados de acordo com as características de cada local, o que levou à conclusão de que a ascensão do

número de publicações sobre sustentabilidade em habitação social são acompanhadas por deficiências nos projetos e processos participativos, bem como pela forte influência do setor imobiliário e pela necessidade de aprimorar técnicas que contemplem menores impactos socioeconômicos e ambientais.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade habitacional; Habitação social; Sustentabilidade urbana.

BIBLIOMETRIC REVIEW: SUSTAINABILITY AND SOCIAL HOUSING

ABSTRACT: The objective of this article is to explore the sustainability theme related to social housing in the academic universe through a bibliometric review between the years 2009 and 2018. For that, searches were done the Scopus and Scielo database, in which refining research methods have been explored and analyzed by means of graphs according to years, publication sources, institutions and countries. Among the open access articles found, seventeen international and twenty-two specifically focused on the Brazilian reality were selected, which are responsible for supporting the development of this article. The results, in turn, point to issues involving alternative techniques of construction and renovation, evaluation of the occupation process and monitoring through the use of

technological means specified according to the characteristics of each place, which led to the conclusion that the ascendancy of the number of publications on sustainability in social housing is accompanied by deficiencies in the project and participatory processes, as well as the strong influence of the real estate sector and the need to improve techniques that contemplate lower socioeconomic and environmental impacts.

KEYWORDS: Housing sustainability; Social housing; Urban sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A análise do conceito sustentável relacionado a empreendimentos habitacionais de interesse social (HIS) é atualmente discutida com maior relevância por meio de diferentes abordagens que contemplam os princípios de sustentabilidade no desenvolvimento urbano. Entre às temáticas relacionadas à sustentabilidade e à habitação de interesse social, é comum que as pesquisas científicas abordem os seguintes temas:

- Gestão de projetos habitacionais;
- Política habitacional;
- Resiliência urbana;
- Materiais, processos construtivos e sistemas na moradia;
- Segregação socioespacial;
- Sistema de indicadores de qualidade;
- Densificação urbana;
- Análise de pós-ocupação e;
- Retrofit (regeneração de imóveis antigos com tecnologias atuais).

A questão da habitação de interesse social é presente em muitos países em desenvolvimento cujo objetivo é o atendimento à população de baixa renda, sendo suas particularidades relacionadas ao momento histórico no qual se desenvolveram os conjuntos habitacionais, ao déficit habitacional e às características socioeconômicas, políticas e culturais do local. No entanto, o jogo de forças existente entre preço e qualidade é um dos fatores comuns em projetos habitacionais de países desenvolvidos ou em desenvolvimento (LE; TA; DANG, 2016). De maneira geral, as habitações de interesse social são frequentemente exploradas buscando uma relação equilibrada de custo-benefício. No entanto, quando considerada a influência da especulação imobiliária em diversas realidades, o resultado mais significativo são projetos de empreendimentos que não contemplam um planejamento sustentável que garantam condições favoráveis aos moradores e, em geral, de elevado ônus ao poder público. Diante disso, estratégias que viabilizam obras econômicas e que ofereçam mecanismos

de mensuração do desempenho das mesmas têm sido frequentemente abordadas nas pesquisas científicas.

Em países europeus, é a necessidade de remodelação de edifícios de habitação social, cujas tipologias datam do pós-guerra (JAKSCH et al., 2016), que se destaca como um dos contribuintes do processo de adoção de sustentabilidade em habitação social, pois visto que demandam uma manutenção mais efetiva, necessitam de adequações que ofereçam um melhor atendimento às necessidades dos moradores (GUAJARDO, 2017). Ainda de acordo com Jaksch et al. (2016) essa possibilidade de remodelação também contribui de maneira direta para a densificação das regiões de estoque de habitações, em geral localizadas nas áreas centrais onde há infraestrutura e um conjunto de serviços consolidados.

Em países da América do Sul, alguns fenômenos recorrentes configuram cenários de segregação socioespacial em empreendimentos sociais majoritariamente localizados em áreas periféricas, configurando uma situação de “fragmentação da estrutura urbana” (BORSODORF; HILDALGO; VIDAL-KOPPMANN, 2016). Nesse contexto, observa-se que a localização de empreendimentos distantes da região central da cidade, onde há uma maior concentração de serviços e infraestrutura eficiente, está associada ao valor da terra e, conseqüentemente, à tentativa de barateamento das habitações, resultando em projetos de baixo custo, mas também, e em sua maioria, de má qualidade, sendo essa relação estabelecida pelos interesses do mercado (LE; TA; DANG, 2016).

Diante dessas questões e identificando a necessidade de compreensão do panorama habitacional voltado à população de baixa renda, o objetivo do trabalho é relatar os principais assuntos afeitos à produção de pesquisa científica na área de sustentabilidade em empreendimentos habitacionais de interesse social no mundo e no Brasil.

1.1 Medidas de avaliação de sustentabilidade habitacional

Um dos grandes impasses quando se discute medidas de caráter sustentável para projetos de habitação social é a dificuldade de se definir propostas que possam ser mensuradas, não apenas na fase de discussão da implantação, mas também na fase de ocupação das moradias; e que propiciem condições de avaliações que verifiquem a efetividade dessas ações. Nessa conjuntura, o gerenciamento do projeto em suas diversas fases deve ser explorado como medida mitigadora de problemas relacionados ao atendimento deficiente à população, identificando suas principais questões causadoras de problemas como, por exemplo, o abandono de moradias por parte dos moradores por essas não oferecerem condições adequadas de inserção social (IHUAH; KAKULU; EATON, 2014).

A definição de indicadores pode ser citada como um dos desafios da fase de conceituação do próprio termo “sustentabilidade” e do seu processo de verificação referente às obras habitacionais. Segundo Le, Ta e Dang (2016), a elaboração de

indicadores contempla três etapas que, de maneira sucinta, consistem em definir uma necessidade de averiguação (a), configurar o processo de avaliação, seus componentes e os pesos que serão atribuídos a cada um (b), e definir indicadores que qualifiquem conforme as principais características econômicas, sociais e culturais da região a ser avaliada (c).

Há ainda iniciativas de avaliação de pós-ocupação, as quais estão diretamente ligadas à mensuração do potencial de resiliência das edificações, valendo-se do conhecimento das vulnerabilidades do local, da técnica construtiva empregada e do ciclo de vida dos materiais, atrelados a fatores como o clima e outros impactos ambientais. Juntas, essas iniciativas viabilizam o conhecimento sobre melhorias efetivas a serem realizadas em edificações do estoque das habitações sociais (PHAM; PALANEESWARAN; STEWART, 2018).

1.2 Um olhar para o Brasil

A realidade brasileira na área da habitação social mostrou-se orientada, nos últimos anos, pelo programa federal “Minha Casa Minha Vida” (PMCMV) o qual, apesar do grande contingente de unidades habitacionais produzido, pautou-se majoritariamente pela produção habitacional destinada ao mercado imobiliário, formando uma zona intermediária de produção, o mercado imobiliário social, que agrega a parcela da construção de habitações de interesse social e de habitações de mercado popular (SHIMBO, 2013).

Dentre as questões que caracterizam a discussão nacional e, de acordo com Reis e Lay (2010), a monotonia dos conjuntos habitacionais atuais é responsável por configurar aglomerados de edifícios, cujos resultados apontam para a inexistência da sustentabilidade social quando se considera a falta de tipologias arquitetônicas que ofereçam a devida apropriação dos espaços públicos e privados pelos moradores. É nesse cenário, onde a produção massiva de habitações se justifica pelos interesses do mercado imobiliário, que o consequente espraiamento urbano por meio da exploração de áreas periféricas acarreta em graves problemas de impactos social e econômico (SHIMBO; LOPES, 2014). Tais opções de ocupação do território pressionam, via de regra, o poder público para investimentos em infraestrutura, cujos nem sempre se fariam necessários caso os municípios oferecessem maior diversificação de apropriação do espaço urbano e outras possibilidade tipológicas.

Dos investimentos destinados ao interesse social, a atenção para iniciativas voltadas à sustentabilidade habitacional se apresenta de maneira discreta, na maioria dos casos, ancoradas por exigências do setor público dos municípios que são responsáveis por determinar as diretrizes para implantação dos empreendimentos. Em relação às medidas que propõem maior efetividade, destacam-se atividades de sistematização de requisitos dos usuários como dados para o processo projetual, que incluem maior participação popular e de observação de materiais e técnicas regionais.

2 | MÉTODO

O método aplicado está baseado na busca por termos chaves usados nos principais veículos de divulgação científica no Brasil e no mundo entre os anos de 2009 e 2018 nos principais periódicos científicos, em congressos e conferências da área. O critério de escolha dos trabalhos mais representativos foi baseado na exploração do material bibliográfico referentes à habitação social e sua relação com o desenvolvimento sustentável dos centros urbanos. Os assuntos foram abordados por diferentes ângulos, cujas características trazem referências das regiões adotadas como estudos de caso, mostrando uma variedade de informações sobre processos construtivos e novas tecnologias, tanto das unidades habitacionais isoladas quanto às questões de implantação de infraestrutura urbana de assentamentos. A pesquisa se baseou por agrupamento e distribuição por países e não foi utilizado software específico de pesquisa bibliométrica.

2.1 Busca I: base de dados Scopus

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram realizadas buscas na base de dados Scopus, onde foram contemplados 433 artigos valendo-se das palavras chaves *“housing sustainability OR social housing”*. A escolha pelo uso das mesmas com a conjunção *“or”*, deu-se pela verificação de um número mais expressivo de artigos relacionados ao tema em questão, observando também, uma maior objetividade dos assuntos discutidos. Foram adotados os anos de 2009 a 2018, considerando como subáreas os artigos relacionados à Engenharia, Ciências do Meio Ambiente, Energia, Artes e Humanidades, Ciências de Materiais e Ciências planetárias e da Terra. A busca foi limitada a artigos e documentos de conferências mundiais.

2.2 Busca II: base de dados Scielo

Os mesmo procedimentos foram realizados na base de dados Scielo através das palavras chaves *“housing sustainability OR social housing”*. Posteriormente restringiu-se a pesquisa adotando o período de tempo entre 2009 e 2018, sendo considerados artigos e documentos de conferências mundiais, os quais contemplaram as subáreas das Engenharias, Ciências Sociais Aplicadas e Ciências Humanas.

3 | RESULTADOS

Dentre os artigos encontrados na base de dados Scopus, a revisão pautou-se nos documentos com acesso livre, restando 51 artigos. Por fim, foram selecionados 17 artigos, cujos temas eram mais pertinentes à área de investigação da sustentabilidade em HIS, considerando medidas de avaliação técnica da infraestrutura. Na busca referente à base de dados Scielo, o resultado contemplou 213 documentos, dos quais foram selecionados artigos de estudos de casos brasileiros, restando 59 artigos.

Na sequência da análise dos temas discutidos, foram selecionados 22 artigos que abordam de maneira mais objetiva a questão da sustentabilidade em habitações de interesse social de maneira avaliativa.

Após os levantamentos, foi possível identificar que a produção encontra-se bem pulverizada como é possível observar através da leitura do Gráfico 1 que apresenta a produção de artigos de acordo com os países que mais produziram. Posteriormente, por meio do Gráfico 2, pode-se averiguar a evolução do número de pesquisas direcionadas ao tema em questão no cenário nacional e no internacional.

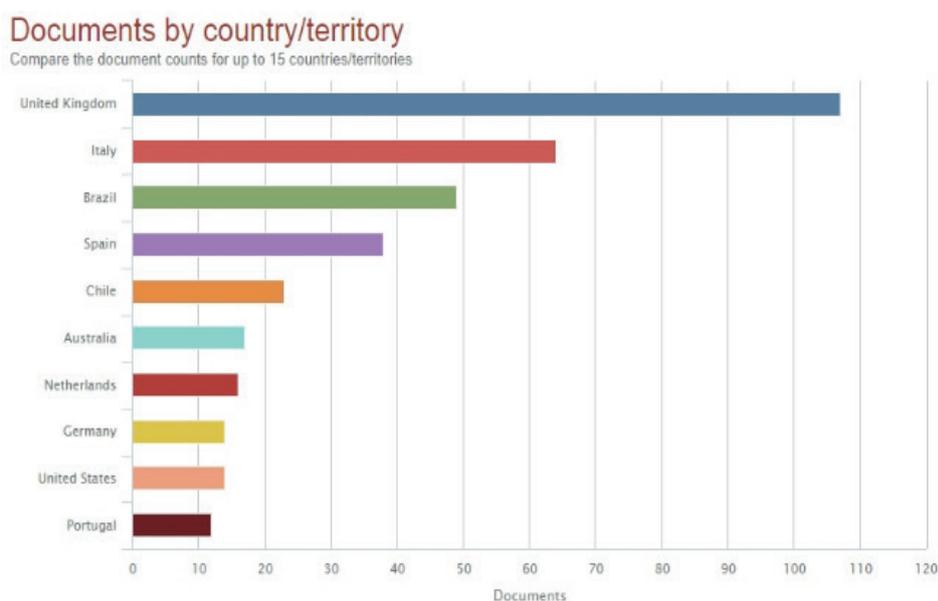


Gráfico 1. Produção de 433 por países (em ordem decrescente): Reino Unido, Itália, Brasil, Espanha, Chile, Austrália, Países Baixos, Alemanha, Estados Unidos e Portugal.

Fonte: Scopus, 2018.

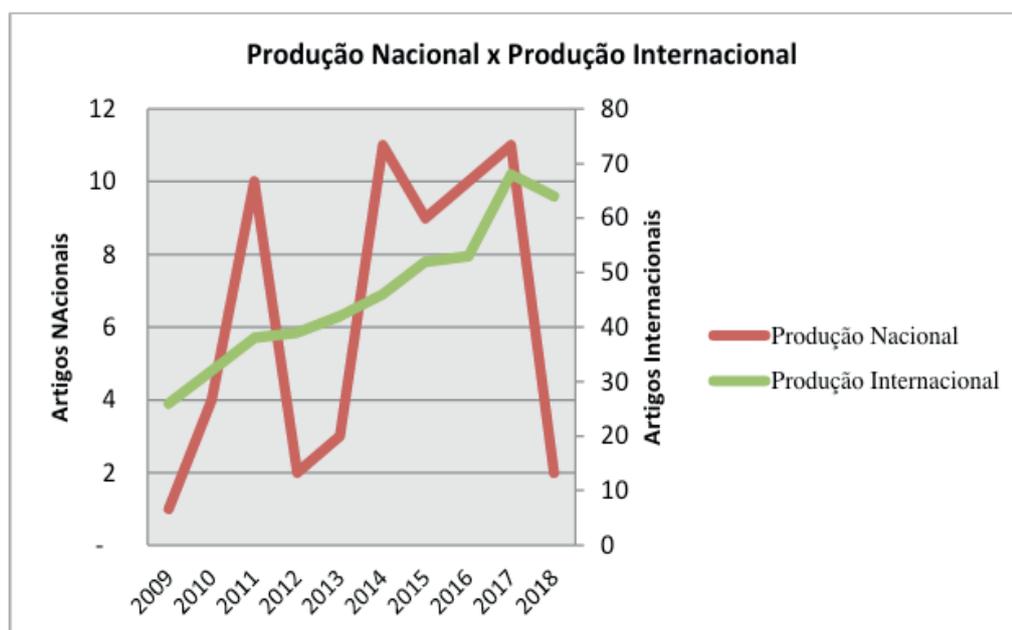


Gráfico 2. Produção nacional versus produção internacional.

Fonte: Scielo e Scopus, 2018 – Formatação: Autores.

Após o levantamento de produção geral e, posteriormente, da seleção dos 17 artigos internacionais e dos 22 artigos voltados ao levantamento da produção nacional, foi possível analisar dados sobre as principais fontes de publicação (Tabela 1) e os principais pontos comuns. Para tanto, foram identificados os principais temas e classificados conforme explicitado no Gráfico 3.

Principais revistas e conferências	Publicações	%
Energia Procedia	5	12,82
Procedia Engineering	4	10,26
Habitat International	2	5,13
Iop Conference Series Earth and Environmental Science	2	5,13
Informes De La Construccion	1	2,56
International Journal Of Life Cycle Assessment	1	2,56
International Journal of Sustainable Built Environment	1	2,56
Procedia CIRP	1	2,56
Ambiente Construído	17	43,59
Caderno Metrópole	2	5,13
Mercator (Fortaleza)	1	2,56
EURE	1	2,56
Studia Politicae	1	2,56

Tabela 1. Publicações de artigos (revistas e conferências). Em preto são demonstrados os artigos de produção internacional, enquanto em vermelho, estão os artigos de produção nacional.

Fonte: Scopus e Scielo, 2018. Formatação: autores.

As três revistas que mais publicaram, totalizando 66,67% dos artigos investigados, possuem forte atuação na área de engenharia civil e mecânica, na área de estruturas, energia e tecnologias do ambiente construído (concepção, projetos, produção e reciclagem de materiais).

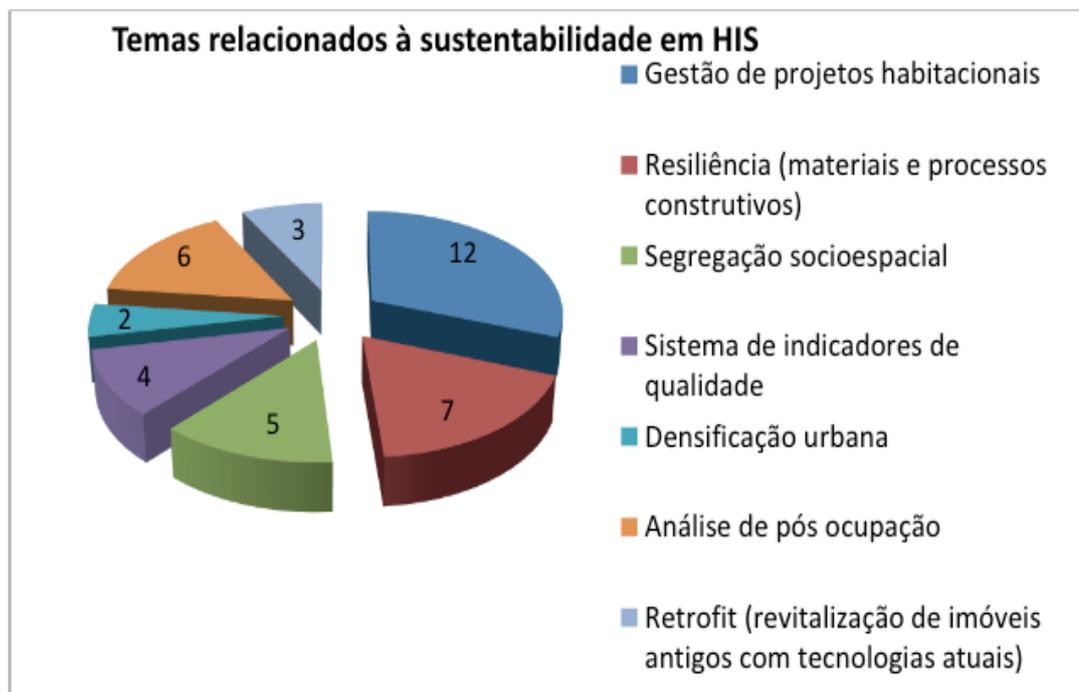


Gráfico 3. Temas relacionados à sustentabilidade em HIS – Artigos selecionados.

Fonte: Scopus e Scielo – 39 artigos selecionados, 2018. Formatação: autores.

Dos 39 artigos selecionados, é importante salientar que mesmo sendo esses os mais relevantes para a discussão, trouxeram temas diversos da temática da sustentabilidade habitacional – como é possível observar nas informações do Gráfico 3.

Essas principais diferenças que particularizam cada artigo, contribui para o esclarecimento e aprofundamento de outras discussões levantadas na leitura dos demais. Isso é facilmente explicado pelo dinamismo que é propiciado através da revisão, onde diferentes iniciativas sustentáveis são verificadas conforme as especificidades de cada local. Enquanto novos modelos de habitação social são propostos em regiões de maior concentração de empregos com a proposta de competir com o mercado de imóveis (NGO, 2018), a abordagem de uma cidade inclusiva com a proposta de reabilitação de bairros e da fisionomia original de espaços é discutida como maneira de extensão espacial (A MAHARANI; A GAXIOALA, 2018).

A questão regional tem forte papel na maneira como são definidas as prioridades de ação sobre o desenvolvimento habitacional e os processos de manutenção e regeneração do estoque de moradias, principalmente em países europeus. Pôde-se perceber que em artigos desses países, o número de ações voltadas a processos de reformas é mais acentuado do que políticas de produção. Obviamente, não é possível afirmar como esses números se relacionam, - visto que isso foge do principal ponto dessa revisão que se limitou apenas a um número reduzido de documentos de acesso livre, fazendo uso de apenas duas bases de dados -. Para tanto, é necessário levantar dados e pesquisas voltadas a entender o panorama de políticas públicas nessas regiões. Mas no que concerne à questão de dificuldades na definição de ações

voltadas ao melhoramento das habitações sociais e os resultados das mesmas, a principal afirmativa para tal fenômeno é a existência de uma “lacuna de desempenho” entre a fase projetual e a construção em si, que determina os maus resultados e, conseqüentemente, uma maior necessidade de manutenções futuras (LITTLEWOOD; SMALLWOOD, 2015).

Esse é um dos pontos que não se prende apenas às situações pontuais abordadas em alguns artigos, mas trata-se de um ponto comum de todos os casos. No Brasil, por exemplo, avaliações de reassentamentos têm sido realizadas de forma a identificar o aumento da vulnerabilidade dessas comunidades após assumirem a responsabilidade pelo gerenciamento de condomínios, manutenção dos edifícios e custos mais elevados (CAVALHEIRO; ABIKO, 2015). Assim, foi possível identificar o potencial negativo da falta de participação popular no processo de tomada de decisões o que, ligada às já comentadas lacunas no processo projetual e de construção, contribui negativamente para a qualidade de vida e apropriação do espaço (público ou privado) pelos moradores.

Outro assunto muito discutido foi a mensuração do potencial de resiliência (observado pelos dados do Gráfico 3). Dos 7 artigos analisados, notou-se uma significativa preocupação de abordagem do tema “sustentabilidade habitacional” de maneira a priorizar a exploração do existente, do que já está construído. Em outras palavras, a perpetuação das capacidades de atendimento de moradias com condições dignas de habitabilidade. Entende-se que, de forma complementar, o monitoramento dessas condições (do existente e do novo, das fases de projeto e de tecnologias construtivas) se relaciona com a importância do conhecimento preliminar do espaço a ser produzido e das condições naturais que favoreçam ou não as intervenções (ROMERO-PÉREZ et al., 2017) e (PHAM; PALANEESWARAN; STEWART, 2018).

Juntamente com essas análises, entende-se como algo que vai além à exploração de novas tecnologias, a iniciativa de retrofit de edifícios habitacionais em lugares onde o déficit de construção não é o principal causador da falta de moradia, mas sim as más condições que essas construções apresentam após anos de existência (muitas vezes utilizadas com outras finalidades). Nesse cenário o termo retrofit é associado às intervenções que buscam melhoria do estoque de moradias obsoletas com propostas de renovação, eficiência energética, valorização do patrimônio e inclusão social (BOERI; GABRIELLI; LONGO, 2011) e (GAGLIANO et al., 2013).

4 | CONCLUSÃO

Para fundamentação da pesquisa, a revisão bibliométrica contribui significativamente para uma visão geral do estado da arte do tema a ser aprofundado futuramente. A revisão sobre sustentabilidade em habitação de interesse social demonstrou o crescimento de discussões em segmentos variados do desenvolvimento urbano e como os mesmos se relacionam para a construção de um pensamento integralista que compõe o planejamento das cidades e a problemática do déficit

habitacional (composto pela população de baixa renda). Assim, foi possível identificar os principais pontos discutidos, sendo que o monitoramento do processo projetual e sistemas da moradia, seguido de estudos de resiliência e análises de pós-ocupação destacam-se como os temas mais abordados nos artigos.

Dentre os levantamentos realizados, pôde-se também identificar propostas visando melhores condições de habitabilidade para a população de baixa renda que se desdobram em: avaliações de desempenho de tecnologias alternativas, e materiais com melhor custo benefício em cada região; diretrizes que permitam a adaptação da construção ao longo de sua vida útil; o gerenciamento das etapas de levantamento de requisitos projetuais, entre outras disposições. Na maior parte dos casos, essas propostas têm configurado de forma preponderante, uma situação de mitigação dos impactos pós finalização de conjuntos residenciais ao invés do desenvolvimento de empreendimentos sustentáveis desde suas fases de projeto e estudos iniciais. Trata-se de uma situação de maior evidência no panorama nacional, no qual a alta produção habitacional dos últimos dez anos vem acompanhada de graves problemas que contemplam a produção de habitações sociais.

Conclui-se, portanto, que a investigação da temática “sustentabilidade em habitação de interesse social” ascende não apenas na geração de número de publicações, mas também, no estudo de novas áreas que contemplam a produção de moradias com caráter sustentável e, principalmente, na mitigação dos problemas decorrentes pela inexistência de um planejamento de caráter sustentável nas diversas etapas de implantação dos empreendimentos; na manutenção do status sustentável nos que assim se apresentam e no processo de transformação para alcançá-lo.

5 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FUNDAÇÃO CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior pela disponibilidade da Bolsa de Mestrado.

REFERÊNCIAS

A MAHARANI; A GAXIOALA,. Inclusive city: Vallcarca – Space extension idea for social and urban housing. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 126, p.012181-12202, mar. 2018. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012181>. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org.ez31.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/126/1/012181/meta>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BOERI, Andrea; GABRIELLI, Laura; LONGO, Danila. Evaluation and Feasibility Study of Retrofitting Interventions on Social Housing in Italy. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 21, p.1161-1168, 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2125>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705811049599?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

BORSODORF, Axel; HILDALGO, Rodrigo; VIDAL-KOPPMANN, Sonia. Social segregation and gated communities in Santiago de Chile and Buenos Aires. A comparison. **Habitat International**, [s.l.], v. 54, p.18-27, maio 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.033>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/>

S0197397515300424?via=ihub>. Acesso em: 08 maio 2018.

CAVALHEIRO, Débora de Camargo; ABIKO, Alex. Evaluating slum (favela) resettlements: The case of the Serra do Mar Project, São Paulo, Brazil. **Habitat International**, [s.l.], v. 49, p.340-348, out. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.05.014>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0197397515000958?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

GAGLIANO, A. et al. A Case Study of Energy Efficiency Retrofit in Social Housing Units. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 42, p.289-298, 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2013.11.029>. Disponível em:<<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610213017311?via=ihub>>. Acesso em: 15 jun. 2018.

GUAJARDO, A.. Análisis tipológico de bloques lineales de vivienda social: España 1950-1983. El caso de Andalucía occidental. **Informes de La Construcción**, [s.l.], v. 69, n. 545, p.185-19, 5 abr. 2017. Departamento de Publicaciones del CSIC. <http://dx.doi.org/10.3989/ic.16.055>. Disponível em: <<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/5832>>. Acesso em: 08 maio 2018.

IHUAH, Paulinus Woka; KAKULU, Iyenemi Ibimina; EATON, David. A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. **International Journal Of Sustainable Built Environment**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.62-71, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2014.08.001>. Disponível em:<<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S2212609014000405?via=ihub>>. Acesso em: 14 ago. 2018.

JAKSCH, Stefan et al. A Systematic Approach to Sustainable Urban Densification Using Prefabricated Timber-based Attic Extension modules. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 96, p.638-649, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.121>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610216307603?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

LE, Lan Huong; TA, Anh Dung; DANG, Hoang Quyen. Building up a System of Indicators to Measure Social Housing Quality in Vietnam. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 142, p.116-123, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2016.02.021>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705816003854?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

LITTLEWOOD, J.r.; SMALLWOOD, I.. Testing Building Fabric Performance and the Impacts Upon Occupant Safety, Energy Use and Carbon Inefficiencies in Dwellings. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 83, p.454-463, dez. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.12.165>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610215028301?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

NGO, L M.. Social housing for workers – A new housing model for Ho Chi Minh City, Vietnam. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 143, p.012060-12073, abr. 2018. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/143/1/012060>. Disponível em:<<http://iopscience.iop.org.ez31.periodicos.capes.gov.br/article/10.1088/1755-1315/143/1/012060/meta>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

PHAM, Lam; PALANEESWARAN, Ekambaram; STEWART, Rodney. Knowing maintenance vulnerabilities to enhance building resilience. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 212, p.1273-1278, 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2018.01.164>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1877705818301905?via=ihub>>. Acesso em: 14 jun. 2018.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social. **Ambiente Construído**, [s.l.], v. 10, n. 3, p.99-119, set. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212010000300007>.

ROMERO-PÉREZ, Claudia Karelly et al. Preliminary study of the condition of social housing in the city of Durango, México. **Energy Procedia**, [s.l.], v. 134, p.29-39, out. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2017.09.594>. Disponível em: <<https://www-sciencedirect-com.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S1876610217347288?via=ihub>>. Acesso em: 08 maio 2018.

SCIELO. **Pesquisa**. 2018. Disponível em: <<https://search.scielo.org/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SCOPUS. **Scopus**. 2018. Disponível em: <<https://www-scopus.ez31.periodicos.capes.gov.br/results/>>. Acesso em: 14 jul. 2018.

SHIMBO, L. Z.. O aquecimento imobiliário e o mercado de habitação na área central de São Paulo (2001-2010). **EURE** (Santiago. Impresa), v. 39, p. 215-235, 2013.

SHIMBO, L. Z.; LOPES, J. M. de A. . Mucho mercado, poca política: el papel de las grandes empresas de la construcción en el programa “Mi Casa, Mi Vida” en las ciudades no metropolitanas en Brasil. **Studia Politicae**, v. 30, p. 5-24, 2014.

A SUSTAINABLE MOBILITY INDEX TO ASSESS THE PUBLIC TRANSPORT QUALITY IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO

Data de aceite: 16/12/2019

Alexandre de Oliveira Brandão

Professional Master in Urban and Environmental Engineering, Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Jean Marcel de Faria Novo

School of Accountability and Management of the Court of Accounts of the State of Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Celso Romanel

Pontifical Catholic University of Rio de Janeiro, Department of Civil Engineering, Rio de Janeiro

Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

ABSTRACT: Nowadays issues related to the conditions of urban mobility in many Brazilian cities become quite important. Particularly in Rio de Janeiro there are some serious structural challenges to overcome: overcrowding and difficult access to bus stations, subway and trains; inadequate traffic signaling system and traffic congestion provoked by a great number of single-occupant vehicles. This article aims to analyze the actions that the municipal government could promote to improve urban mobility. How and for what reasons a city that has heavily invested in several modes of

transport in the last years still has problems in these services? This question is discussed from two points of view: the legal framework available to the government for development of public transport policies and the use of a Sustainable Mobility Index (SMI), proposed in this research as a tool for assessment of the public transport quality. Specifically, the SMI is used to study the case of the VII Administrative Region of the City of Rio de Janeiro (São Cristóvão and neighborhood districts), an area selected due to the multiplicity of urban occupation (housing, education, sport facilities, leisure infrastructure, health services, trade companies, industries, many connections to other districts) and its privileged geographical situation near downtown, with several access routes forming a great potential for intermodal logistics. A correct use of such good features depends basically on government decisions and public investment but, as put in evidence by the SMI calculation, São Cristóvão still suffers from the faulty planning of Rio de Janeiro transport system.

KEYWORDS: Public Transport System, Sustainable Urban Mobility, Sustainable Mobility Index, São Cristóvão District, Rio de Janeiro

1 | INTRODUCTION

The city of Rio de Janeiro has a wide range of urban transportation system. Subway, trains,

buses, bike paths, cable cars and water transportation. Recently, these modes have been awarded with public investments, with expansion of the subway, modernization of railways, construction of dedicated lanes for buses and bicycle paths and the number of boats for the water transport has also increased. However, the improvement in the quality of urban mobility is not perceived by the population. Traffic jams, overcrowding of the public transport and poor services are parts of the public transport difficulties. This article analyzes the case of the São Cristóvão District (VII Administrative Region of the City of Rio de Janeiro), from the perspective of sustainable urban mobility using an index which includes social, environmental, economic and institutional dimensions. This area, that comprises the neighborhood districts of Benfica, Mangueira and Vasco da Gama, has a good transport capacity (train and subway) and also features several bus lines that make connection to several regions of Rio de Janeiro and nearby cities. The Administrative Region possesses several urban equipment, such as public parks, hospitals, shopping malls, leisure infrastructure, museums and educational institutions.

2 | URBAN MOBILITY

The expression urban mobility has been often used, in many and distinct ways. The popularization of the term is positive, because the debate does not end within the government, but it also helps to involve ordinary citizens with problems that affect everyone, regardless the social class. However, the trivialization of this expression may have a negative aspect as well, especially when authorities treat urban mobility according to very simplified strategies. The improvements in urban transport tend to fail when deployed without a serious planning of the transport system and without the awareness and participation of the people directly affected.

In a survey conducted in several European cities (Eurforum, 2007), many problems about urban mobility were raised and the challenges ahead in the future. Despite the differences between these cities and the Brazilian ones, it seems that they all have similar concerns: uneven growth in transportation, huge traffic jams due to increasing use of private cars and imbalance between the transport modes, with harmful effects on the environment and public health by vehicles powered by fossil fuels.

The understanding of urban mobility in a systemic way is essential for a discussion about the subject. According to the Eurforum (2007), the goals to be pursued in the planning of sustainable urban mobility must be: accessibility, sustainability, integration of transport modes, public management, reduction of pollutant emissions and noise, road safety for all users of the transport system, cost control in order to establish a fair pricing system, taxation so that the transport infrastructure be associated with the shortage of a fundamental good, verification of quality standards in accordance with pre-established indicators and competition among transport system operators.

Such goals imply the efficiency of land use versus public transport planning, since both issues have influence on one another. According to Campos & Ramos (2010),

both the transport system can be an inducer of occupation of a given region, according to the land use conditions, and the land use can increase the use of public transport.

3 | LEGAL FRAMEWORK ON TRANSPORT PLANNING

The Brazilian Constitution (Brazil, 1988) establishes the guidelines for the urban development policy, and hence the planning of public transportation, placing both under the responsibility of the cities. Following in the same direction, the City Statute (Brasil, 2001) is a federal law that enforces guidelines for development of city master plans and asks for mandatory preparation of urban transport plans in accordance with the population size of each municipality. The National Policy on Urban Mobility (Brasil, 2012) brought the most current tendencies on urban transport planning. At the state level (Brazil is subdivided into 27 states, each one with its own regional laws), in 2014 it has been launched the Master Plan for Urban Transport of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro (PDTU RMRJ, SEAERJ, 2014), which outlines a diagnosis of transportation in the Rio de Janeiro metropolitan area and proposes some solutions for public transport in the region. At the municipal level, the Master Plan of the City of Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, 2011) deals with the urban policy in the occupation of soil and land use, the planning of public transport and the connection between both issues.

4 | THE VII ADMINISTRATIVE REGION (VII AR) OF RIO DE JANEIRO

The VII AR, especially the São Cristóvão District, currently lives an urban transformation that has been accompanied by academic studies due to its importance as a touristic and cultural center of Brazil. At the beginning of XX century, the region had many small industries but nowadays there are many buildings for residences and home of several trade companies. Despite these changes, the region has the same old problems since the municipal laws allow changes in the type of land use, but this change is not followed by the government itself. The recent modification in laws, through the Urban Structural Plan of the VII Administrative Region (Rio de Janeiro, 2004) and the Land Use and Occupation Law (Rio de Janeiro, 2013) introduced changes in kinds of land occupation and use in São Cristóvão and in the neighborhood districts, but there is no plan that could unite the land use and the public transport system.

5 | METHODOLOGY

From the perspective of the urban sustainable mobility, this work analyses the actions implemented in the transport system of the city of Rio de Janeiro between the years 2010 and 2012. In that period, the city received many investments in urban transport, but the main question still remains: how the transport system, specifically in the VII AR, has evolved between 2010 -2012 from the perspective of urban sustainable mobility?

5.1 Indicator and Index for Sustainable Urban Mobility

According to Joumard et al. (2010), in the context of sustainable urban mobility, indicator is a variable based on measures that represent as accurately as possible a phenomenon needed to be checked. Thus, three aspects can be highlighted for a choice of an indicator: a) what should be measured and what impact on what activity? b) why this phenomenon should be measured? c) how it should be measured?

Index, on the other hand, is a decision-making parameter (Briguglio, 2003) with the following objectives: establishment of goals, standards and focus in the discussion and dissemination of information, promotion of integrated actions, monitoring and evaluation of targets and results. Index is considered a higher level of aggregation of a set of indicators or variables. The Sustainable Urban Mobility Index (SUMI), proposed by Costa (2008), has been widely applied in several Brazilian cities for the evaluation of urban mobility. This index is based on a hierarchy of several criteria that characterize urban mobility, establishing a weighting system for the relative importance of the different component criteria, according to the local reality, but keeping its calculation easy to understand and to be applied. The SUMI may be regarded as a tool that encompasses nine fields such as accessibility, environment, integrated planning, etc., and thirty seven topics or subdivisions of each field (accessibility, for instance, may refer to the transport system, universal accessibility, physical barriers and laws for people with special needs). Machado et al. (2012) proposed a new version of a Sustainable Mobility Index (SMI), adapting the model suggested by Costa (2008) by considering the availability of data for the metropolitan region of Porto Alegre (31 cities) and the possibility to collect them on an annual basis.

5.2 A Sustainable Mobility Index for the City of Rio de Janeiro

According to Gudmundsson (2004), the adoption of an urban mobility index in the planning of a transport system can be used as a measure of the transport system performance and a calibration toll of that system as well. An economic advantage can also be considered, since the transport system itself feeds back important information for self-evaluation. The adoption of an urban mobility index would tend the system to be more efficient, reducing the social and economic impacts of poorly formulated and isolated plans.

Another aspect is worth to mention: democratization of information, since a systematic data collection, used as input for the urban mobility index, could be accessible for the entire population, a relevant information for the society as a way of transparent monitoring and evaluation of the public transport policies.

The purpose of using an urban mobility index in this study is to assess the current status of the public transport system in VII Administrative Region of the city of Rio de Janeiro, to diagnose its shortcomings and point out ways that could solve some existing problems. It should be noted that an index is a tool that may be used to achieve such

objectives, but it is not intended to be seen as the ultimate (and unreachable) ideal solution. The proposed methodology is a dynamic one because of the nature of the continuous process to calculate the index. As new elements are introduced, previously adopted indicators are reviewed in order to adapt the methodology and to conform it to the new characteristics of the problem.

A constant evaluation of the process may introduce new indicators but also discard others of little relevance. The Sustainable Urban Mobility Index introduced in this work follows the general procedure suggested by Machado et al. (2012), but considers the institutional dimension as a new field for the index calculation. The adoption of the institutional dimension has been suggested by Costa (2008), although not implemented by that author. The institutional dimension evaluates the existence of laws that encourage or require the integration of urban and transport master plans enforcing guidelines for a sustainable urban mobility.

6 | CALCULATION OF THE SUSTAINABLE MOBILITY INDEX

The index considers four dimensions of sustainability: the social, economic, environmental and institutional ones. The typical characteristics of each dimension are the following: social dimension - information about conditions and changes of demography, public health, recreation and leisure, education, habitation, infrastructure and community services, community development, public security, situation of indigenous community and historic and archeological resources; economic dimension - information about conditions and changes of industrial production, commerce, services, fiscal and monetary data and human resources; environmental dimension - information about conditions and changes in the natural resources like soil, atmosphere, including climate and air quality, amount and quality of water, wild life and vegetation, natural reserves and habitats, mineral and metal resources and fossil fuels; institutional dimension - information about laws, technical standards, master urban plans and transport plans based on mobility principles; operational capacity of the public transport system and management tools, such as access to technical literature, expertise in preparation of projects, use of channels of communication with the users of the transport system.

6.1 Weights for the specific dimensions

Weights must be assigned to each dimension, according to criteria listed in Table 1.

Weight	Description
3	Very important, because it represents the actual conditions of sustainable urban mobility
2	Important, because it represents many conditions of sustainable urban mobility. Its main focus is in the conditions of the entire city

1	Not very important, because it represents few conditions of sustainable urban mobility
---	--

Table 1. Weights for Dimensions of the Sustainable Mobility Index

Once the weights have been assigned to each one of the four considered dimensions, these values are normalized within the range between 0 (zero) and 1 (one), so that the sum of the assigned weights results always equal to one (1). This normalization is accomplished by the weighted average given by equation 1 where SOC, ECO, ENV, INST refer to the social, economic, environmental and institutional dimensions, respectively.

$$\text{Normalized Dim. Weight 1} = \left(\frac{\text{Assigned Weight to Dimension X}}{\sum \text{Assigned Weights to SOC, ECO, ENV, INST}} \right)^{(1)}$$

Table 2 shows the assigned normalized weights (Weight 1) for each one of the dimensions:

Dimension	Normalized Weights (Weight 1)
Social (SOC)	0,30
Economic (ECO)	0,20
Environmental (ENV)	0,20
Institutional (INST)	0,30

Table 2. Normalized Weights for Dimensions

6.2 Topics and Indicators

The indicators were chosen according to their adherence to the concept of specific topics and the possibility of access to available public statistical databases (Table 3). The assignment of weights for each one of the topics (Weight 2) has been made in a manner analogous to that used for the dimensions, following the classification shown in Table 4 that depicts the local conditions of the existing transport system. The sum of the weights for the topics belonging to the same dimension must be equal to 1.

Topic: indicator	Evaluation Criteria (summary)
SOC1: Master Plan and urban laws	Forecasting of integrated planning regarding occupation of soil and land use with public transport. Public transport planning using the concepts of sustainable urban mobility.
SOC2: Accessibility	Level of accessibility to all means of transport and also the road system (access ramps to sidewalks, sidewalks suitable to all types of users, among other features).
SOC3: Public Transport Integration	Percentage of intermodal stations. Measures the interconnection between the modes of transport.

ECO1: Budget spent in transportation (tickets)	Measures the family budget percentage spent on transport tickets, related to the minimum monthly wage. Average ticket value per month / minimum monthly wage.
ECO2: Efficiency of Collective Public Transport	Measures the index for passengers per km of journey made in public transport. The higher the number, more efficient transport system is.
ECO3: Public Investments in Public Transport Sector	Public budget percentage of the municipality for investments in the public transport sector.
ENV1: Motorization Rate	Percentage of vehicles circulating in relation to the number of inhabitants.
ENV2: Consumption of Fossil Fuels	Measures the sale of fossil fuels (diesel and gas) in relation to the number of inhabitants.
ENV3: Infrastructure for non-motorized modes	Evaluation of existing infrastructure to bike transport (bike paths and similar, bike racks and appropriate facilities). It also evaluates existing conditions for walking (facilities, appropriate urban equipment, streets with sidewalks and trees). It also evaluates if the existing laws cover the subject and are applied to the locality.
INST1: Guidelines	Verifies if existing federal laws require that the cities prepare their Master Plans, which must be coordinated with the Transport Plans, and both must be prepared according to the principles of sustainable mobility.
INST2: Operating Capacity	Evaluates if Master Plan and Public Transport Plan were developed, and, if so, whether they are in accordance with federal laws.
INST3: Management Tools	Evaluation of four specific parameters to the management of transport systems: access to technical literature, preparation of projects, use of quality index and use of communication channel with the users of public transport.

Table 3. Topics, Indicators and Evaluation Criteria

Theme	Normalized Values			Expected Tendency	Weight 2
	2010	2011	2012		
SOC1: Master Plan and urban legislation	0.75	1.00	1.00	Increase	0.33
SOC2: Accessibility	0.25	0.75	0.75	Increase	0.33
SOC3: Integration of Public Transport	0.25	0.25	0.75	Increase	0.34
ECO1: Budget spent in transportation (tickets)	0.90	0.43	0.12	Decrease	0.29
ECO2: Efficiency of Collective Public Transport	0.08	0.76	0.76	Increase	0.29
ECO3: Public Investment on Public Transport Sector	0.81	0.08	0.69	Increase	0.42
ENV1: Motorization Rate	0.11	0.49	0.89	Decrease	0.29
ENV2: Consumption of Fossil Fuels	0.43	0.13	0.90	Decrease	0.29
ENV3: Infrastructure for non-motorized modes	0.00	0.25	0.25	Increase	0.42
INST1: Guidelines	0.25	0.75	0.75	Increase	0.20
INST2: Operating Capacity	0.00	0.25	0.25	Increase	0.40
INST3: Management Tools	0.33	0.33	0.33	Increase	0.40

Table 4. Calculation of index for each topic and desired directions

6.3 Calculation of the Sustainable Mobility Index

Collected data are calculated in two different ways: the indicators ECO1, ECO2, ECO3, ENV1 and ENV2 are obtained using data acquired in the public data bank. These data are normalized in order to make meaningful the comparison between them. This process is achieved by calculating the average and the standard deviation of the data series. Once obtained, the data are normalized according to a normal distribution as given by equation 2:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi\sigma^2)}} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (2)$$

where μ is the average of collected data and σ the standard deviation.

For the indicators SOC1, SOC2, SOC3, ENV3, INST1, INST2 and INST3 rating scales were created for each one of them, according to criteria shown in Table 2. The evaluation grades start from 0, when any of the required conditions was fulfilled, to 1, meaning that all conditions were fully accomplished.

It is also necessary to assign an expected tendency to each one of the indicators, depending on specific characteristics. Some of them are expected to decrease, such as budget spent in transportation, motorization rate and consumption of fossil fuels while others, as accessibility and efficiency of public transport, should increase over time. Table 4 shows the values calculated for the indicators, the expected tendencies and the assigned weights.

A partial index calculation for every dimension is carried out multiplying the Weight 2 (Table 4) by the respective normalized values of the data series. For example, as indicated by equation 3:

$$\text{ISOC partial} = \text{Weight 2} \times [(\text{SOC1} + \text{SOC2} + \text{SOC3})] \quad (3a)$$

$$\text{IECO partial} = \text{Weight 2} \times [(-\text{ECO1} + \text{ECO2} + \text{ECO3})] \quad (3b)$$

$$\text{IENV partial} = \text{Weight 2} \times [(-\text{ENV1} - \text{ENV2} + \text{ENV3})] \quad (3c)$$

$$\text{INST partial} = \text{Weight 2} \times [(\text{INST1} + \text{INST2} + \text{INST3})] \quad (3d)$$

A final index determination for every dimension is obtained multiplying these partial values (equation 3) by the corresponding Weight 1 (Table 2), as indicated by equation 4:

$$\text{ISOC} = \text{Weight 1} \times \text{ISOC partial} \quad (4a)$$

$$\text{IECO} = \text{Weight 1} \times \text{IECO partial} \quad (4b)$$

$$\text{IENV} = \text{Weight 1} \times \text{IENV partial} \quad (4c)$$

$$\text{IINST} = \text{Weight 1} \times \text{IINST partial} \quad (4d)$$

The Sustainable Mobility Index (SMI) is then given as the following sum (equation 5):

$$\text{SMI} = \text{ISOC} + \text{IECO} + \text{IENV} + \text{IINST}$$

(5)

The SMI values for the VII Administrative Region of Rio de Janeiro were the following: 0.342 for the year 2010, 0.498 for the year 2011 and 0.550 for the year 2012. As can be observed, the index has increased over those three years, reflecting some improvements in the public transport system, but it also emphasizes that the major value of 0.550 is still very low with respect to maximum possible value of 1.

7 | CONCLUSION

There has been a mismatch between the improvements that are being implemented in the city of Rio de Janeiro and what has been done in many parts of the world in terms of sustainable urban mobility. There are some important topics that are not usually included into government plans such as integration of the transport modes, favoring non-motorized means of transport, infrastructure that allows cycling or walking safely and warning signals to keep pedestrians safe.

The suggested Sustainable Mobility Index (SMI), herein adapted to the reality of the city of Rio de Janeiro, highlights the growing motorization rate (indicated by topic ENV1) and the increasing consumption of fossil fuels (pointed out by topic ENV2), but it can encompass much more valuable and relevant information to be used in the development of public transport policies. The incorporation of an urban mobility index is necessary not only to assess the evolution and performance of a transport system, but also to control and bring it back to a well-planned route.

The city of Rio de Janeiro has many elements that may be explored to achieve a good urban planning, such as technical knowledge, legal framework and the existence of several modes of transport, especially in the VII Administrative Region. However, what population gets is the consequence of poor designed plans, with occurrence of daily traffic jams, overcrowded buses and subways cars, difficulties in accessibility, among other complaints. The large amount of bus lines circulating in the region, many with overlapping routes and lack of an efficient integration between other transport modes, are facts that can be observed every day.

The absence of a Master Plan for Urban Transport, including all the precepts of sustainable urban mobility, can be considered as the biggest problem of the public transport sector in the city of Rio de Janeiro, as well as in many other large Brazilian cities. Without a sound planning, there are no guidelines, targets or promises that could improve the transport system that the city population deserves.

REFERENCES

BRASIL (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de**

1988. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 05 de outubro de 1988. Available at: <http://www.planalto.gov.br>. Access in: January 10th, 2015.

BRASIL (2001). **Lei 10.257 de 10 de Julho de 2001**. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Available at: <http://www.planalto.gov.br>. Access in: October 4th, 2014.

BRASIL (2012). **Lei 12.587 de 03 de Janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 04 de Janeiro de 2012. Available at: <http://www.planalto.gov.br>. Access in: January 10th, 2015.

BRIGUGLIO, Lino. (2003) **The Usefulness of Sustainability Indicators**. Available at: https://www.um.edu.mt/__data/assets/pdf_file/0010/63865/Usefulness_sustainability_indicators_lino_briguglio.pdf. Access in: November, 9th, 2014.

CAMPOS V.B.G; RAMOS, R.A.R. (2010). **Proposta de indicadores de mobilidade urbana sustentável relacionando transporte e uso do solo**. Available at: [http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/\(21\)INDICADORES.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/vania/pubs/(21)INDICADORES.pdf). Access in: January 30th, 2016.

COSTA, Marcela da Silva (2008). **Um Índice de Mobilidade Urbana**. Available at: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18144/tde-01112008-200521/pt-br.php>. Access in: July, 13th, 2014.

EURFORUM (2007), **Draft paper State of the Art of Research and Development in the Field of Urban Mobility**. The European Research Forum for Urban Mobility (EURFORUM). Available at: http://www.emta.com/IMG/pdf/SoA_FinalDraft_160207_FINAL.pdf. Access in: September 29th, 2014.

GUDMUNDSSON, Henrik (2004). **Sustainable Transport and Performance Indicators. Issues in Environmental Science and Technology**. Available at http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:22485/datastreams/file_981cc12d1a6a4a0c94b66ecf0e650669/content. Access in: June, 14th, 2015.

JOUMARD, Robert, GUDMUNDSSON, Henrik (2010). **Indicators of environmental sustainability in transport**. INRETS, pp 442, Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00492823/document>. Access in: November 9th, 2014.

MACHADO, Laura; DOMINGUEZ, Emilio Merino; MIKUSOVA, Miroslava (2012) **Proposta de Índice de Mobilidade Sustentável: Metodologia e Aplicabilidade**. Available at <http://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/14821/10815>. Access in: January, 13th, 2015.

OLIVEIRA, Dayana Aparecida Marques (2012). **Acessibilidade: Vantagem locacional ou direito?** 2012. Available at <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:rODNYz5zAEJ:erevista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/download/5012/4941+&cd=5&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Access in: January, 30th, 2016.

RIO DE JANEIRO (Município) (2004). **Lei Complementar 73 de 2004**. Institui o PEU São Cristóvão, Projeto de Estruturação Urbana dos bairros componentes da VII Região Administrativa-São Cristóvão/UEP 05 (São Cristóvão, Mangueira, Benfica e Vasco da Gama) – PEU-SC. 19 de Abril de 2013. Available at: <http://mail.camara.rj.gov.br>. Access in: December, 12th 2014.

RIO DE JANEIRO (Município) (2011). **Lei Complementar 111 de 2011**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro, 2011. Available at: <http://mail.camara.rj.gov.br>. Access in: December, 12th, 2014.

RIO DE JANEIRO (Município) (2013). **Projeto de Lei Complementar 33/2013. Lei de Uso e Ocupação do Solo – LUOS**. Define as condições disciplinadoras de uso e ocupação para ordenamento territorial da Cidade do Rio de Janeiro. Available at: <http://mail.camara.rj.gov.br>. Access in: December, 10th, 2014.

SEAERJ (2014). **Plano Diretor de Transporte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – PDTU**. Agosto, 2014. Available at: <http://www.seaerj.org.br/pdf/PDTUSEAERJ.pdf>. Access in: April, 20th, 2015.

ANÁLISE DE DESEMPENHO DO USO DE AREIA ARTIFICIAL E AREIA DE RCC (RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO CIVIL) PARA A PRODUÇÃO DE ARGAMASSA DE REBOCO

Data de aceite: 16/12/2019

Joseano José de Andrade Vieira

Eng.º Civil, Centro Universitário de Brasília -
Uniceub
Brasília-DF

Erika Regina Costa Castro

Profª. M. Sc., Centro Universitário de Brasília -
Uniceub
Brasília-DF

RESUMO: Quando o assunto é sustentabilidade envolvendo os recursos naturais, pode-se dizer que tais recursos vêm sendo explorados de maneira descontrolada e impensada ao longo do tempo, ocasionando um alerta ao mundo no que se refere à vulnerabilidade das fontes energéticas e minerais. Dentre os diversos impactos ambientais provocados pela construção civil, pode-se destacar os oriundos pela extração das areias de rios. É constatado no meio técnico e científico que os estudos na área de impactos ambientais, visam essencialmente às descobertas de materiais de baixo valor agregado, duráveis e resistentes. Diante deste fato, subprodutos vêm sendo incorporados na construção civil como alternativas de agregados, sendo eles os resíduos de construção civil (RCC) e as areias

artificiais (AA). O objetivo desta pesquisa foi realizar uma comparação entre as argamassas confeccionadas com a areia artificial e a areia de resíduo de bloco de concreto, no que se refere aos aspectos físicos e mecânicos, com o intuito de verificar a viabilidade de substituição integral ou parcial da areia natural. Para alcançar tal objetivo, foram executados ensaios laboratoriais, os quais a norma de requisitos da NBR 13281:2005 descreve e exige. Sendo eles: retenção de água, resistência à tração na flexão, resistência à compressão e resistência potencial de aderência à tração. Haja vista aos pressupostos do estudo em questão, foi verificado que ambos os agregados estão dentro dos parâmetros físicos e mecânicos estabelecidos pelas normas, provando ser viável ambientalmente na produção de argamassas.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Resíduos. Areia artificial. Argamassa. Ensaios.

ANALYSIS OF PERFORMANCE OF THE
USE OF ARTIFICIAL AREA AND SAND OF
RCC (RESIDUE OF CIVIL CONSTRUCTION)
FOR THE PRODUCTION OF REBOCO
ARGAMASSA

ABSTRACT: When the subject is sustainability involving natural resources, it can be said that these resources are being exploited in an uncontrolled and unthinkable way over time, causing a warning to the world about the

vulnerability of energy and mineral sources. Among the various environmental impacts caused by civil construction, we can highlight the ones originated by the extraction of river sands. It is verified in the technical and scientific environment that the studies in the area of environmental impacts, aim essentially at the discoveries of materials of low added value, durable and resistant. In view of this fact, by-products have been incorporated into the construction industry as alternatives to aggregates, such as construction waste (RCC) and artificial sands (AA). The objective of this research was to compare the mortars made with artificial sand and concrete block sand in relation to physical and mechanical aspects, in order to verify the feasibility of total or partial replacement of sand Natural. To achieve this objective, laboratory tests were performed, which the requirements standard of NBR 13281: 2005 describes and requires. These are: water retention, flexural tensile strength, compressive strength and potential tensile strength. Given the assumptions of the study in question, it was verified that both aggregates are within the physical and mechanical parameters established by the norms, proving to be environmentally feasible in the production of mortars.

KEYWORDS: Sustainability. Waste. Artificial sand. Mortar. Essay.

1 | INTRODUÇÃO

A sustentabilidade na construção civil apresenta como principais prerrogativas: a diminuição de perdas energéticas, minerais, dentre outras matérias-primas; preservar a biodiversidade dos materiais dos sistemas naturais e a assimilação do ambiente natural com o ambiente construído. Quando se trata de sustentabilidade envolvendo os recursos naturais, pode-se dizer que estes recursos vêm sendo explorados de forma descontrolada ao longo de décadas, provocando um alerta ao mundo no que se relata à vulnerabilidade das fontes energéticas e minerais. Diante deste contexto, nota-se em todas as ciências, estudos com o objetivo em conseguir soluções, as quais satisfaçam o equilíbrio ambiental e assegurem o perfeito desenvolvimento socioeconômico.

Constata-se no meio técnico e científico que os estudos na área da Construção Civil destinam-se principalmente às descobertas de alternativas em materiais de baixo valor agregado, que sejam duráveis e resistentes, entre outros requisitos. Desta forma, a utilização de resíduos sólidos que eram antes descartados, por tratar-se de produtos com pouca finalidade ou riqueza, passa a ser reaproveitados como matéria-prima para gerar outros materiais de construção, bem como mitigar o impacto ambiental gerado neste setor.

Dentre os impactos ambientais que ocorrem quando se trata da cadeia produtiva da construção civil, podem-se destacar os gerados pela extração das areias de rios. Diante deste fato, subprodutos vêm sendo absorvidos na construção como alternativa de uso em relação aos materiais mais nobres como a areia natural. Tais alternativas são os resíduos de construção civil (RCC) e as denominadas areias artificiais (AA), as quais são normalmente resíduos de blocos de concreto e subprodutos do processamento de rochas britadas, respectivamente. Esta iniciativa surgiu com o objetivo de substituir

o uso da areia natural, diminuindo a sua extração de forma desregulada e evitando impacto nos leitos dos rios, como por exemplo, o assoreamento destes.

Conforme John (2010), no Brasil o emprego de agregados naturais apenas para a fabricação de concreto e argamassas é de aproximadamente de 220 milhões de toneladas. Por outro lado, a construção civil, maior produtora de resíduos em toda a sociedade, concebe um volume de entulho de construção e demolição até duas vezes maior, quando comparado com o volume de lixo sólido urbano depositado clandestinamente e acarretando grande gasto de recursos públicos para a sua retirada.

Isso posto, o objetivo desta pesquisa é realizar uma correlação entre as argamassas confeccionadas com agregado artificial e resíduo de bloco de concreto, no que se refere aos aspectos físicos e mecânico. Para alcançar tais objetivos foram realizados ensaios laboratoriais, de acordo com as normas pertinentes, a fim de atestar qual tipo de agregado teria uma melhor funcionalidade.

1.1 Propriedades das argamassas de revestimento conforme NBR 13281:2005

Sabe-se que para as argamassas de revestimento desempenharem suas funções, é necessário que apresentem, no estado fresco e no estado endurecido, um conjunto de propriedades que devem ser adequadamente prescritas quanto ao tipo e condições de utilização.

A norma NBR 13281:2005 estabelece um conjunto com sete propriedades para as argamassas dosadas em obra, industrializadas ou usinadas, são elas: resistência à compressão (P), densidade de massa aparente no estado endurecido (M), resistência à tração na flexão (R), coeficiente de capilaridade (C), densidade de massa no estado fresco (D), retenção de água (U) e resistência potencial de aderência à tração (A). Tais propriedades foram subdivididas em classes, conforme apresentado na Tabela 1, sendo que quando um valor ficar entre duas classificações, a escolhida será a de maior classe.

Classes	P Mpa	M Kg/m ³	R Mpa	C g/dm ² . min _{1/2}	D Kg/m ³	U %	A Mpa
1	≤ 2,0	< 1.200	≤ 1,5	< 1,5	≤ 1.400	< 78	≤ 0,20
2	1,5 a 3,0	1.000 a 1.400	1,0 a 2,0	1,0 a 2,5	1.200 a 1.600	72 a 85	≥ 0,20
3	2,5 a 4,5	1.200 a 1.600	1,5 a 2,7	2,0 a 4,0	1.400 a 1.800	80 a 90	≥ 0,30
4	4,0 a 6,5	1.400 a 1.800	2,0 a 3,5	3,0 a 7,0	1.600 a 2.000	86 a 94	–
5	5,5 a 9,0	1.600 a 2.000	2,7 a 4,5	5,0 a 12,0	1.800 a 2.200	91 a 97	–
6	> 8,0	> 1.800	> 3,5	> 10	> 2.000	95 a 100	–

Tabela 1 – Classificação das argamassas de assentamento e revestimento de paredes e tetos segundo a NBR 13281:2005.

Fonte: autor, 2019.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir o objetivo deste trabalho, foram realizados os ensaios de

caracterização dos agregados de RCC e da AA, ambos materiais constituintes das argamassas pesquisadas. O RCC foi triturado, e posteriormente passado na peneira 4,8 mm, onde o procedimento de peneiramento foi realizado também com a areia artificial.

O ensaio de granulometria (NBR 248:2003) é um dos principais ensaios para qualificar os materiais empregados, pois com ele é possível identificar se o material tem predominância de grãos finos, médios ou grossos. Os Gráficos 1 e 2 mostram as curvas granulométricas dos agregados em estudo, onde a AA obteve módulo de finura 3,30 e o RCC 2,99, respectivamente. Após a caracterização, foram executados os ensaios referentes a retenção de água, resistência à compressão e à tração na flexão, e resistência potencial de aderência à tração. O cimento utilizado foi o CP II-Z 32 RS e o aditivo plastificante.

Curva Granulométrica - Areia Artificial

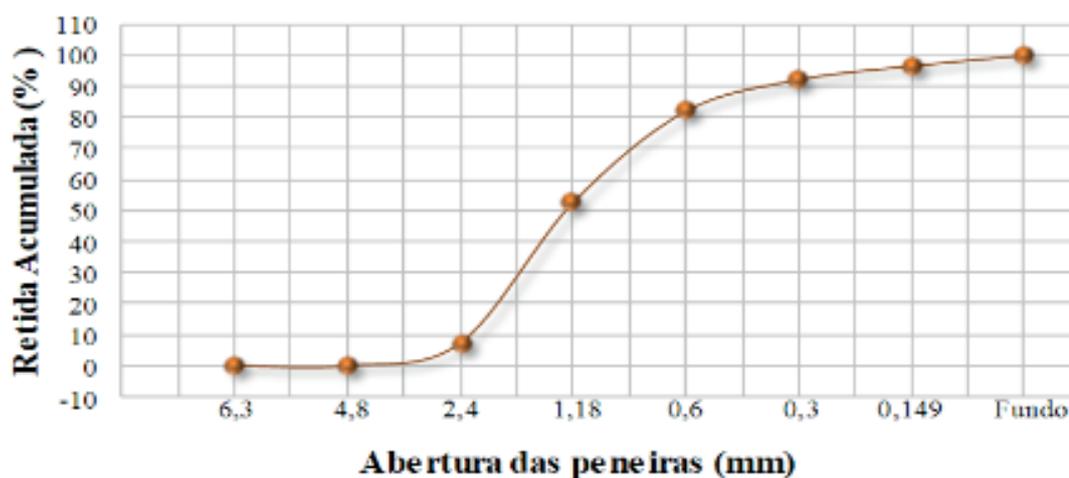


Gráfico 1 – Curva granulométrica da areia artificial

Fonte: autor, 2019.

Curva Granulométrica - Resíduo de blocos de concreto

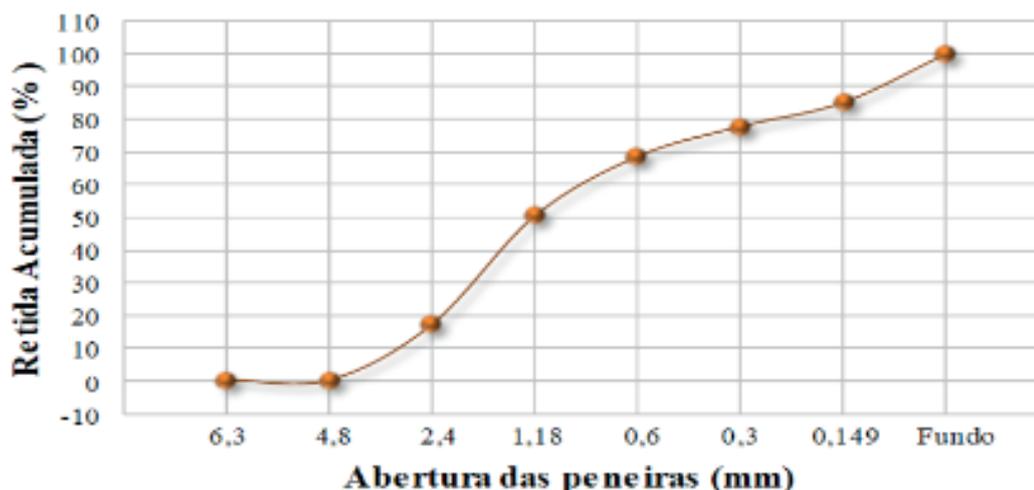


Gráfico 2 – Curva granulométrica do RCC

Fonte: autor, 2019.

Utilizaram-se quatro traços, sendo: argamassa com areia artificial com e sem aditivo e argamassa com RCC com e sem aditivo. As dosagens referentes a água foram estabelecidas pela norma (NBR 16541:2016), onde recomenda adotar a quantidade necessária para o índice de consistência de 260 mm \pm 5 mm. Já para o aditivo foi adotado a quantidade que o fabricante descreve (100 ml para 50 Kg de cimento).

A Tabela 2 apresenta os traços utilizados, na Tabela 3 os índices de consistência de cada argamassa e no Gráfico 3 a relação água/cimento.

Traços	
RCC sem aditivo	AA sem aditivo
625 g : 1.875 g : 430 g	625 g : 1.875 g : 360 g
RCC com aditivo	AA com aditivo
625 g : 1.875 g : 1,25 ml : 420 g	625 g : 1.875 g : 1,25 ml : 345 g

Tabela 2 – Traços das argamassas

Fonte: autor, 2019.

Índice de consistência (mm)	
RCC sem aditivo	AA sem aditivo
261	261
RCC com aditivo	AA com aditivo
262	260

Tabela 3 – Índices de consistência

Fonte: autor, 2019.

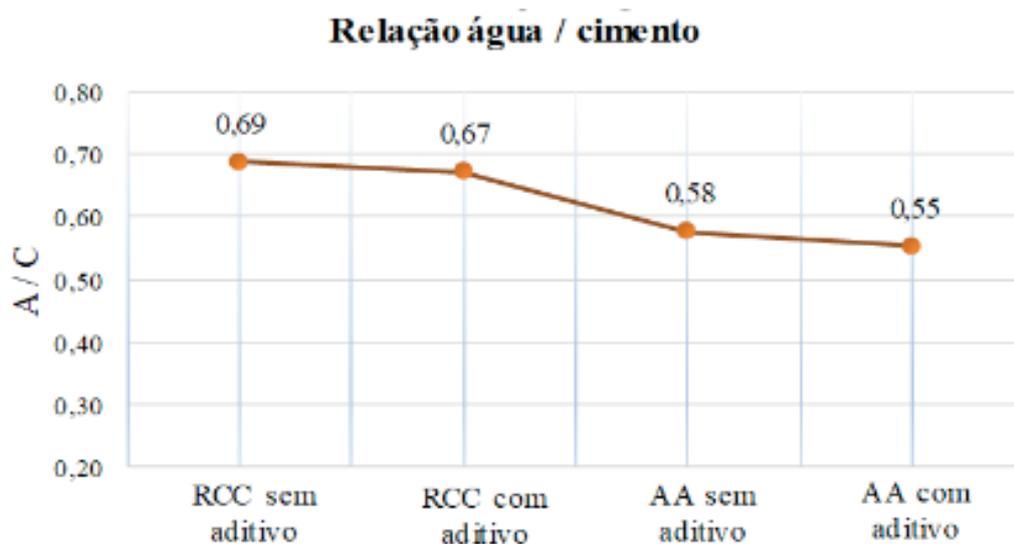


Gráfico 3 – Relação água/cimento

Fonte: autor, 2019.

2.1 Determinação da retenção de água

Este ensaio embasou-se na NBR 13277:2005 que fornece as informações necessárias para a sua execução do mesmo.

Os equipamentos utilizados para realização do ensaio de retenção foram: funil de Buchner, com bomba de vácuo (Figura 1), discos de papel filtro qualitativos, com 200 mm de diâmetro, soquete metálico, régua, balança com resolução de 0,1 g, cronômetro e utensílios de laboratório.

O referido estudo analisa a capacidade da argamassa de reter água de amassamento (Figura 2), pois, quanto maior a quantidade de água empregada na preparação de uma argamassa, maior será o volume de água a ser evaporado, por isso sua dosagem deve ser criteriosa para evitar o problema de retração.

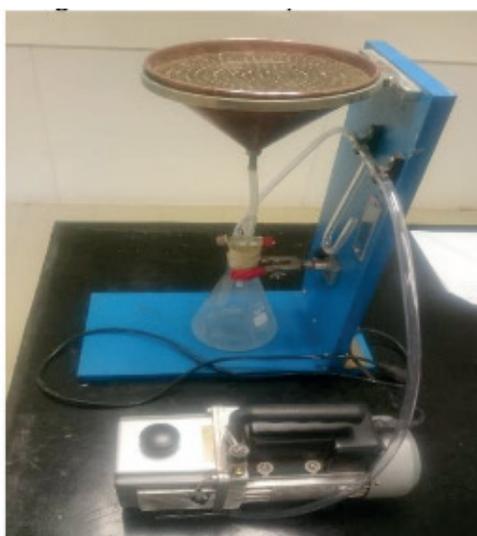


Figura 1 – Moldes prismáticos
Fonte: autor, 2019.



Figura 2 – Moldes prismáticos
Fonte: autor, 2019.

2.2 Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão

Os ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão ocorreram de acordo com orientações prescritas da NBR 13279:2005. Os equipamentos necessários foram: moldes prismáticos metálicos com dimensões: 4 cm x 4 cm x 16 cm (Figura 3), mesa de adensamento por queda, nivelador de camadas, régua metálica e máquina para os ensaios de tração e compressão.

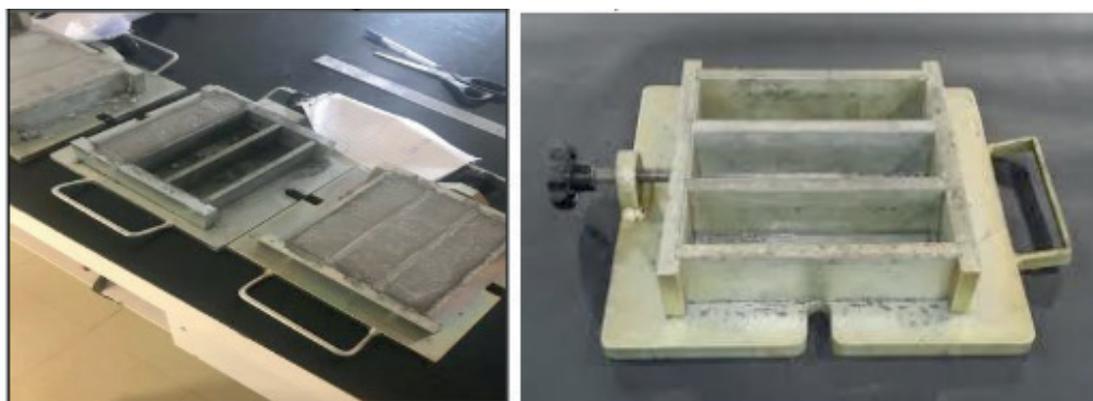


Figura 3 – Moldes prismáticos
Fonte: autor, 2019.

Foram moldados três corpos de prova prismáticos, para cada tipo de argamassa, eles foram desmoldados após 72 horas, mantidos em temperatura ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) controlada e a ruptura ocorreu na idade de 28 ± 1 dias.

Para a resistência à tração na flexão (Figura 4) foi aplicada carga constante de (50 ± 10) N/s até a ruptura do corpo de prova, já para a resistência à compressão (Figura 5) foram usadas as metades dos três corpos de prova provenientes do rompimento à tração na flexão, aplicando-se carga de (500 ± 50) N/s, até a ruptura do corpo de prova.



Figura 4 – Ensaio de tração na flexão

Fonte: autor, 2019.



Figura 5 – Ensaio de compressão

Fonte: autor, 2019.

2.3 Determinação da resistência potencial de aderência à tração

A resistência de aderência à tração foi realizada mediante o ensaio de arrancamento, conforme o procedimento descrito pela NBR 13528:2010. A norma determina a extração de doze amostras de revestimento, escolhidas aleatoriamente, de forma que devem estar espaçados entre si, além dos cantos e das quinas, em no mínimo 50 mm.

Os materiais necessários foram: equipamento de tração, pastilhas metálicas com 50 mm de diâmetro, cola à base de resina epóxi, gabarito para moldagem, equipamento de corte (serra copo), paquímetro, régua, colher de pedreiro e utensílios em geral.

As argamassas foram preparadas em laboratório, seguindo os dois traços encontrados para cada agregado, onde em seguida foram aplicadas em paredes, cujas dimensões eram de 1 m x 1m. Tais, paredes foram confeccionadas em blocos de concretos e tijolos cerâmicos, a fim de verificar entre as argamassas com RCC e AA, qual apresentou aderência satisfatória, tendo em vista a rugosidade das diferentes bases. Destaca-se que a idade de rompimento dos corpos de prova foi de 28 dias, conforme indica a norma. Na Figura 6, apresenta as pastilhas coladas na parede e na Figura 7 o equipamento de tração.



Figura 6 – Pastilhas coladas na parede

Fonte: autor, 2019.



Figura 7 – Equipamento de tração

Fonte: autor, 2019.

Para análise dos resultados dos locais e regiões de ruptura de cada corpo de prova arrancado, a NBR 13528:2010 apresenta os seguintes parâmetros, segundo a Figura 8 e 9.

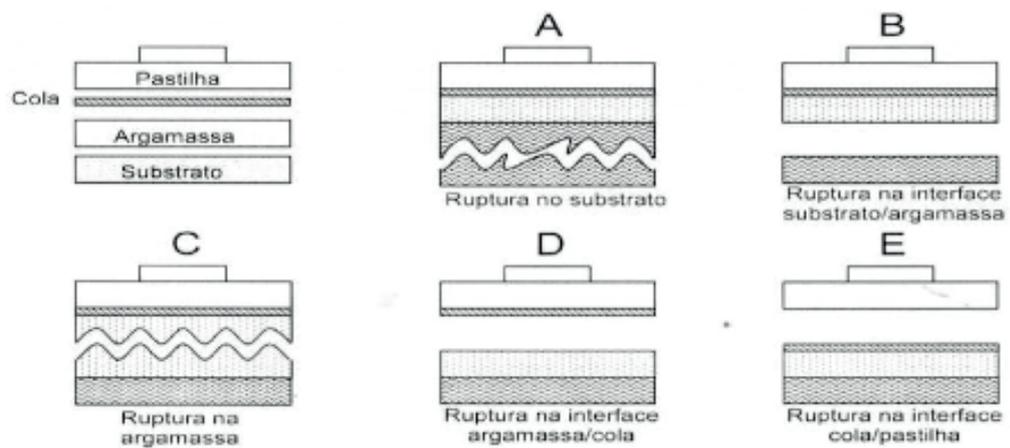


Figura 8 – Formas de ruptura do referido ensaio para um sistema de revestimento sem chapisco.

Fonte: NBR 13528, 2010.

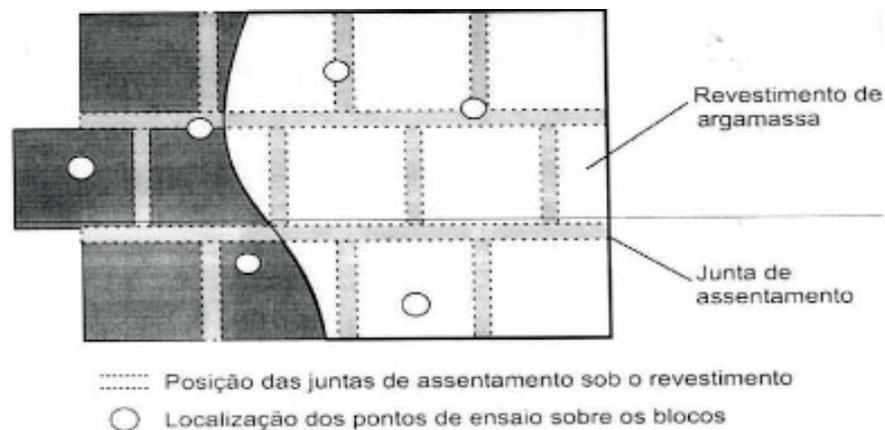


Figura 9 – Distribuição dos corpos de prova

Fonte: NBR 13528, 2010.

Dessa forma, os resultados destes ensaios foram qualificados em relação às

faixas de classificação da norma brasileira NBR 13281:2005, além de analisar se o emprego das argamassas é viável ambientalmente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Retenção de água

No Gráfico 4, mostra os dados relacionados a este experimento para os quatro tipos de argamassa.

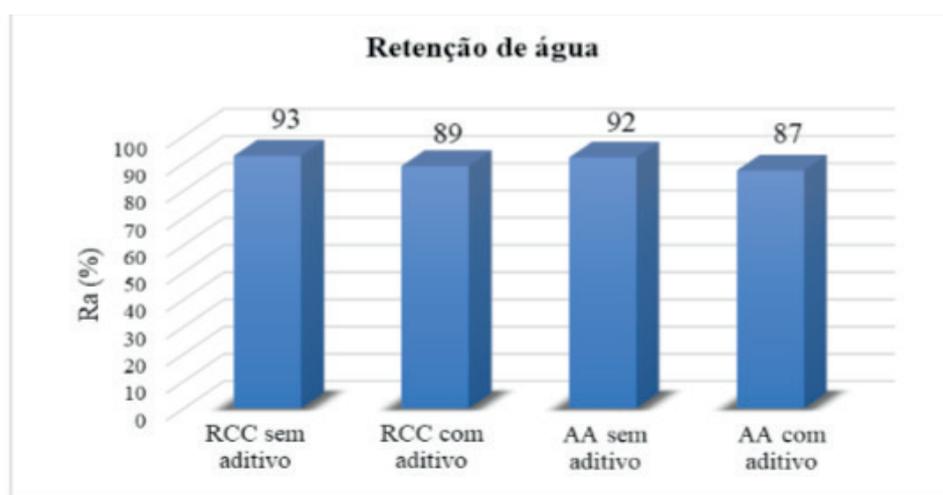


Gráfico 4 – Retenção de água

Fonte: autor, 2019.

Analisando os dados, percebe-se que tanto o RCC como a areia artificial sem aditivo reteram uma maior quantidade de água, quando comparados com os que utilizaram o aditivo. Tal fato, pode ter ocorrido devido ao aditivo plastificante influenciar na argamassa a não perder água facilmente para o meio, inibindo uma possível fissura por retração. A Classificação segundo a NBR 13281:2005 encontra-se na Tabela 4 e 5.

Classes	Ra %
U1	< 78
U2	72 a 85
U3	80 a 90
U4	86 a 94
U5	91 a 97
U6	95 a 100

RCC sem aditivo	AA sem aditivo
U 5	U 5
RCC com aditivo	AA com aditivo
U 4	U 4

Tabela 5 – Classificação das argamassas

Fonte: autor, 2019.

Tabela 4 – Retenção de água

Fonte: NBR 13281, 2005.

3.2 Resistência à tração na flexão e à compressão

O estudo da resistência à compressão é bastante importante, pois analisa se as argamassas contêm os requisitos mínimos essenciais para que a estrutura suporte os esforços mecânicos de maneira satisfatória. O Gráfico 5, mostra os resultados atingidos tanto para a argamassa de areia de RCC quanto para a argamassa de areia artificial, todos com idade de 28 dias:

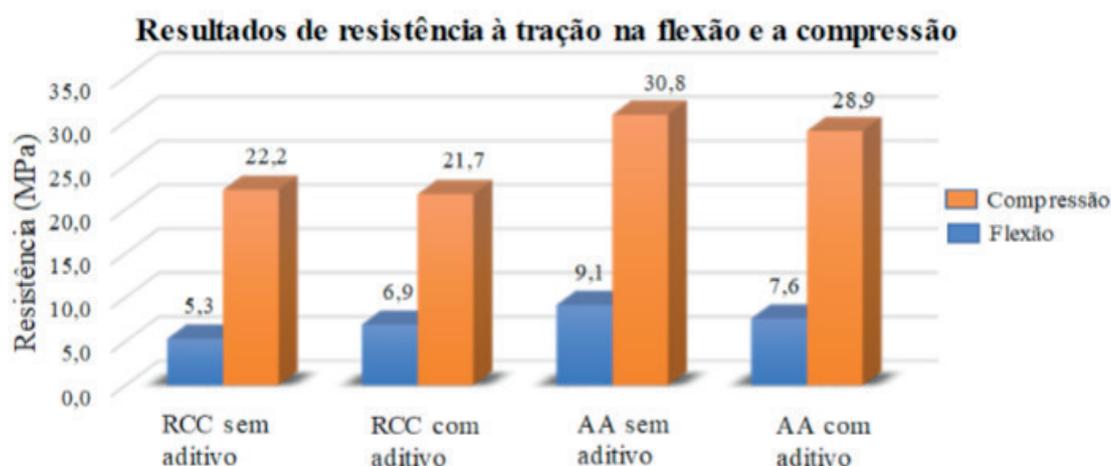


Gráfico 5 – Resistência à tração na flexão e a compressão

Fonte: autor, 2019.

Os resultados alcançados mostram que a os corpos de prova com areia de RCC tanto com aditivo como sem, tiveram resistências à tração na flexão e a compressão menores quando comparados com os confeccionados de areia artificial. Um dos possíveis motivos seria que a areia de RCC tem grande quantidade de material pulverulento, o qual influencia diretamente nas resistências.

Além disto, aumenta os índices de absorção de água tanto por capilaridade quanto por imersão, indicando um maior índice de vazios. Logo, a porosidade é um parâmetro que tem uma relação inversamente proporcional ao ganho de resistência. A classificação, conforme a norma NBR 13281:2005, para o ensaio acima encontra-se na Tabela 6, 7 e 8, onde mostra que tanto a areia de RCC como a AA atingiram valores satisfatórios, que por sua vez habilita ambas a utilização em argamassas de revestimento de paredes.

Tração na flexão	
Classes	MPa
R1	≤ 1,5
R2	1,0 a 2,0
R3	1,5 a 2,7
R4	2,0 a 3,5
R5	2,7 a 4,5
R6	> 3,5

Tabela 6 – Resistência à tração na flexão

Fonte: NBR 13281, 2005.

Compressão	
Classes	MPa
P1	≤ 2,0
P2	1,5 a 3,0
P3	2,5 a 4,5
P4	4,0 a 6,5
P5	5,5 a 9,0
P6	> 8,0

Tabela 7 – Resistência à compressão
Fonte: NBR 13281, 2005.

Classificação conforme a NBR 13281:2005		
Argamassa	Tração na flexão	Compressão
RCC com aditivo	R6	P6
RCC sem aditivo	R6	P6
AA com aditivo	R6	P6
AA sem aditivo	R6	P6

Tabela 8 – Classificação das argamassas
Fonte: autor, 2019.

3.3 Resistência potencial de aderência à tração

Segundo Barreto e Brandão (2014), a resistência de aderência de uma argamassa é a capacidade desta em absorver tensões normais e tangenciais à superfície de interface argamassa/base. A aderência é significativamente influenciada pelas condições da base, pelo seu índice de absorção de água, porosidade, resistência mecânica, textura superficial e pelas próprias condições de realização do reboco. A capacidade de aderência (Gráfico 6 e 7) da interface base-argamassa decorre, ainda, da consistência, do teor de ar incorporado da argamassa e da capacidade de retenção de água.

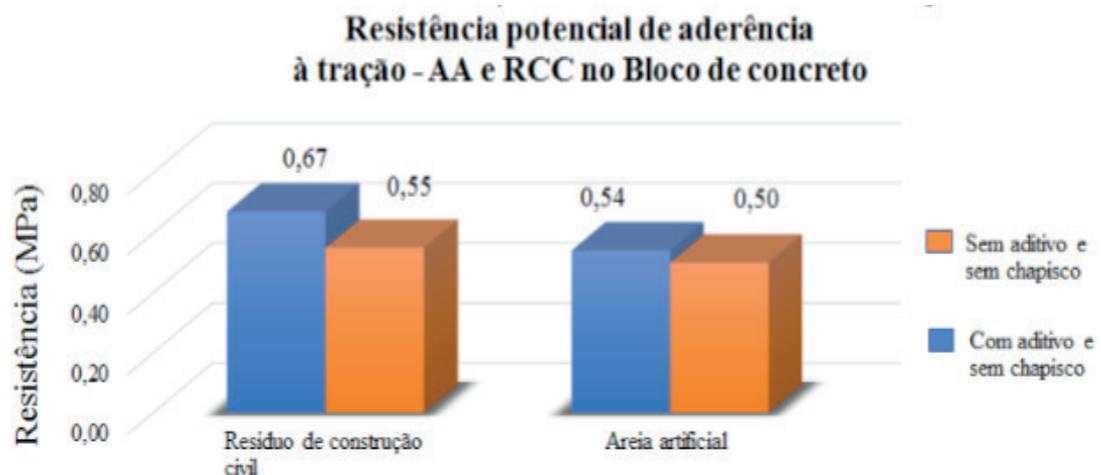


Gráfico 6 – Resistência potencial de aderência à tração
Fonte: autor, 2019.

Resistência potencial de aderência à tração - AA e RCC no Bloco cerâmico

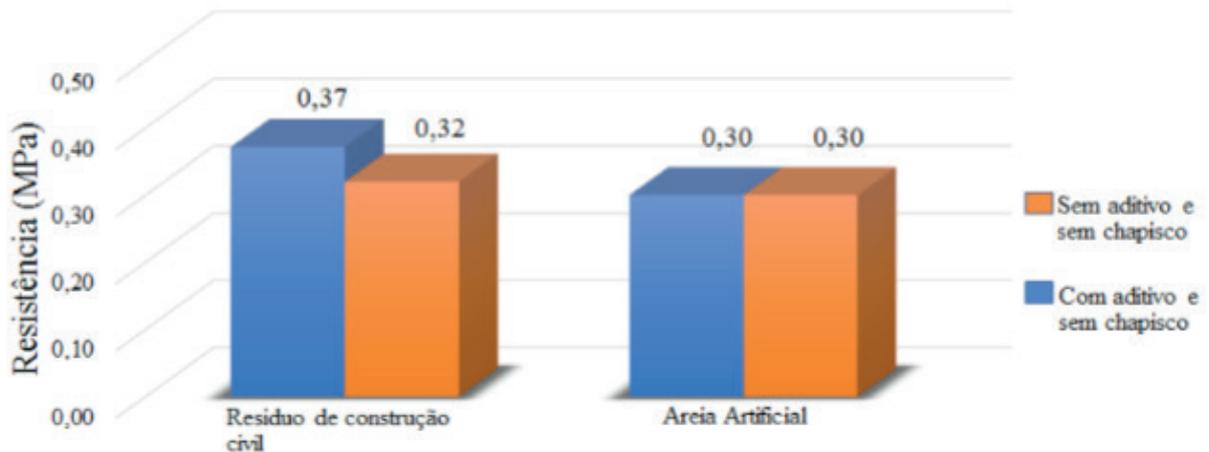


Gráfico 7 – Resistência potencial de aderência à tração

Fonte: autor, 2019.

Sua classificação, conforme a NBR 13281:2005, para o ensaio supracitado, é apresentado nas Tabelas 9, 10 e 11.

Classes	MPa
A1	$\leq 0,20$
A2	$\geq 0,20$
A3	$\geq 0,30$

Tabela 9 – Resistência potencial de aderência à tração

Fonte: autor, 2019.

Argamassa	Aderência à tração
RCC com aditivo	A3
RCC sem aditivo	A3
AA com aditivo	A3
AA sem aditivo	A3

Tabela 10 – Classificação das argamassas no bloco de concreto

Fonte: autor, 2019.

As argamassas com RCC e com AA, ambas com e sem aditivo, nos blocos de concreto, apresentaram valores elevados, sendo a confeccionada com RCC a que atingiu um maior resultado. A classificação que as duas conseguiram é considerada de alta resistência, conforme a norma de requisitos.

Argamassa	Aderência à tração
RCC com aditivo	A3
RCC sem aditivo	A3
AA com aditivo	A3
AA sem aditivo	A3

Tabela 11 – Classificação das argamassas no tijolo cerâmico

Fonte: autor, 2019.

Nas paredes de tijolos cerâmicos, as argamassas com RCC, alcançaram resistências mais elevadas. As produzidas com AA ficaram com resultados menores,

em relação às argamassas de RCC, porém bem próximos, onde todas receberam uma classificação igual.

Com relação à diferença de resultados e a forma e ruptura entre as argamassas aplicadas em blocos de concreto e tijolos cerâmicos, justifica-se pelo fato do tijolo cerâmico ter uma superfície mais lisa, além de conter certas imperfeições na sua forma, onde esses dois fatores dificultam o enraizamento na interface da argamassa com o substrato. Já nos blocos de concreto, esse enraizamento ocorre com mais eficiência, pois o referido bloco é mais poroso e áspero, facilitando assim, o preenchimento dos poros com a argamassa.

Tais resultados mostram que a substituição de areias naturais por RCC ou AA em rebocos, é viável, podendo-se promover sua utilização como insumos de revestimentos, e assim tornar o uso de resíduos e agregados de britagem materiais sustentáveis inseridos na cadeia produtiva da construção civil.

Além dos resultados obtidos da ruptura dos corpos de prova (Figura 10), seus locais e formas de ruptura (Figura 8 e 9) também foram identificadas, conforme os Gráficos 8 a 23, onde apresentam os percentuais de cada revestimento tanto em blocos de concreto como em tijolos cerâmicos.



Figura 10 – Corpos de prova após a ruptura

Fonte: autor, 2019.

3.3.1 Paredes de blocos de concreto

- RCC com aditivo sem chapisco

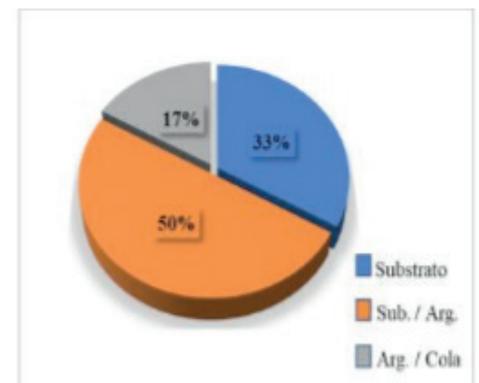
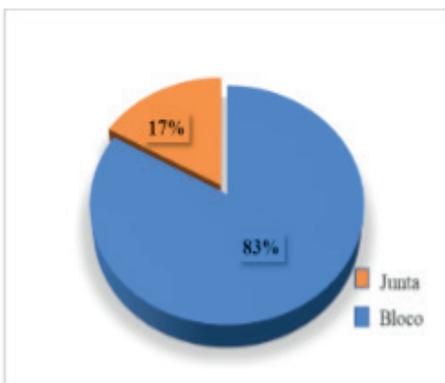


Gráfico 8 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

- AA com aditivo sem chapisco

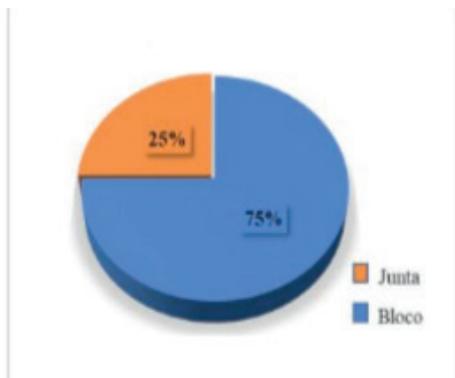


Gráfico 10 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

Gráfico 9 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

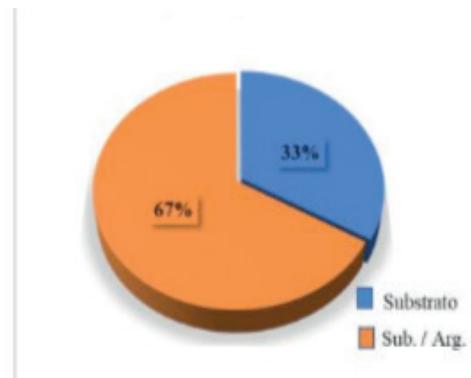


Gráfico 11 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

Pode-se observar que as argamassas de RCC e AA, ambos com aditivo e sem chapisco, o local de ruptura predominante foi no bloco de concreto e que a maioria dos furos romperam na interface entre substrato e argamassa.

- RCC sem aditivo sem chapisco

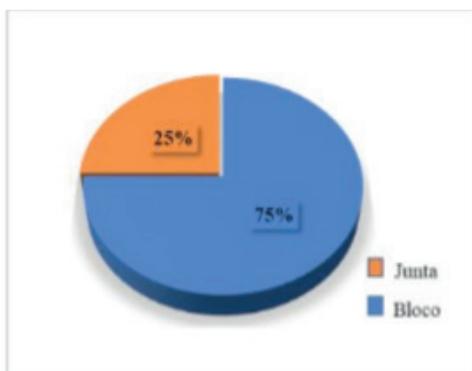


Gráfico 12 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

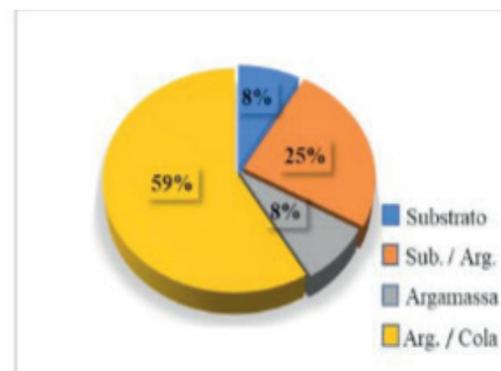


Gráfico 13 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

- AA sem aditivo sem chapisco

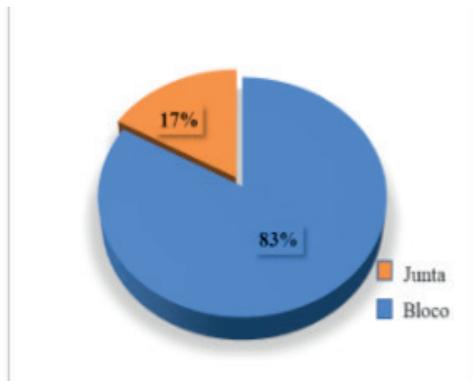


Gráfico 14 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

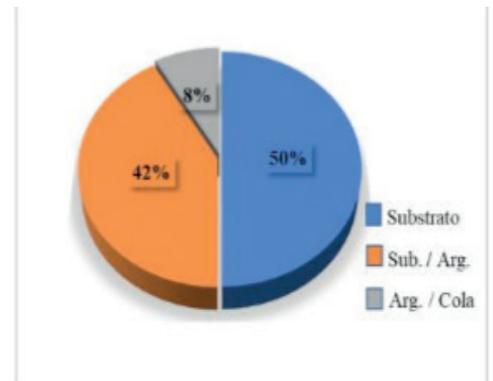


Gráfico 15 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

Já para as argamassas sem aditivo e sem chapisco, o local de ruptura também predominou no bloco de concreto. A forma de ruptura do RCC prevaleceu na interface entre argamassa e a cola, onde pode ter ocorrido por uma falha na colagem das pastilhas ou uma alta resistência da argamassa. Por sua vez, a forma de ruptura da AA acentuou-se no substrato, podendo ser justificado pelo fato da argamassa ter alcançado alta resistência, ao qual o substrato não resistiu ao esforço.

Ao analisar as argamassas com relação as que foram produzidas com e sem aditivo nos dois tipos de agregados (RCC e AA), as que continham aditivo na sua composição adquiriram uma resistência de aderência maior do que as que não tinham. Tal fato mostra que o aditivo plastificante influenciou no ganho de resistência.

3.3.2 Paredes de tijolos cerâmicos

- RCC com aditivo sem chapisco

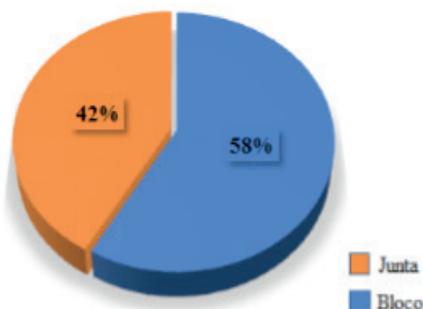


Gráfico 16 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

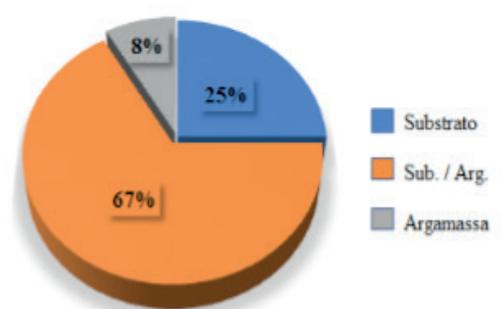


Gráfico 17 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

- AA com aditivo sem chapisco

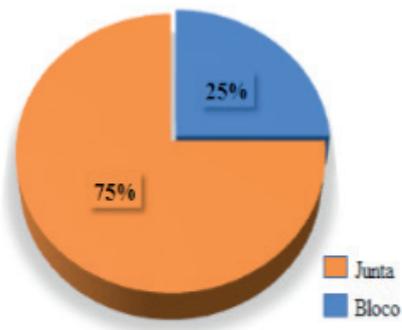


Gráfico 18 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

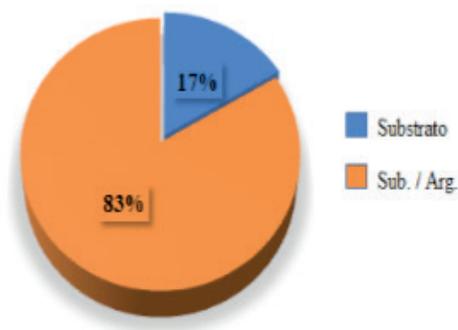


Gráfico 19 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

Nota-se que nas argamassas de RCC e AA, todas com aditivo e sem chapisco, as regiões de ruptura que prevaleceram foram distintas, onde na primeira (RCC) a maioria dos locais foram nos tijolos, enquanto na segunda (AA) foram nas regiões de juntas. Percebe-se também, que grande parte da forma de ruptura ocorreu na interface entre substrato e argamassa.

- RCC sem aditivo sem chapisco

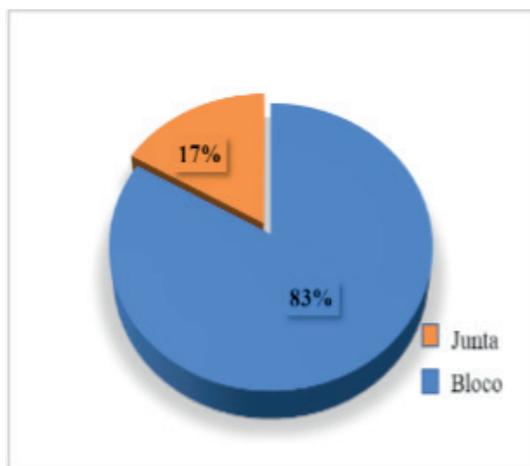


Gráfico 20 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

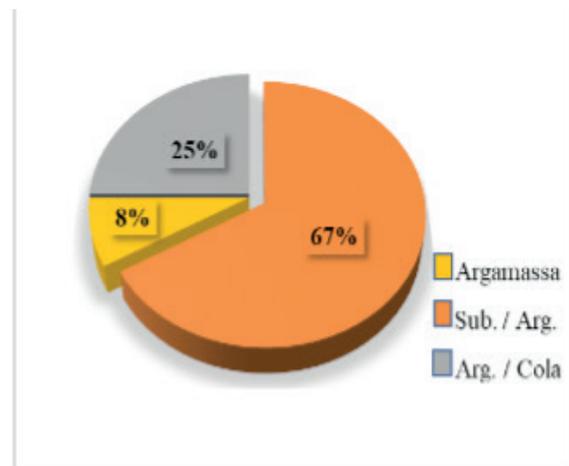


Gráfico 21 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

- AA sem aditivo sem chapisco

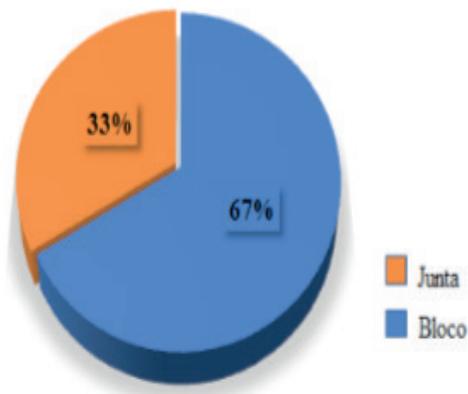


Gráfico 22 - Local de ruptura

Fonte: autor, 2019.

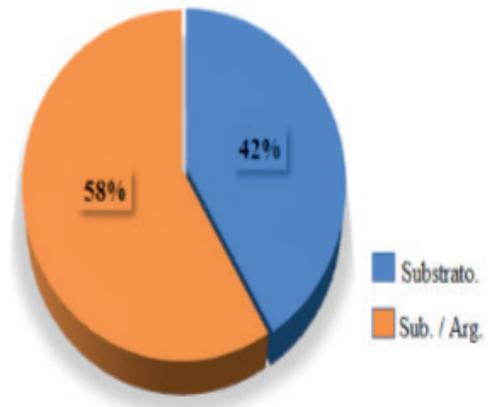


Gráfico 23 - Forma de ruptura

Fonte: autor, 2019.

Nas duas argamassas sem aditivo e sem chapisco, constituídas uma pelo RCC e outra pela AA, o local predominante de ruptura foram nos tijolos. Além disso, a forma de ruptura nos dois tipos de traços foi na interface entre substrato e argamassa. Ao observar as duas argamassas, no ponto de vista das que foram concebidas com e sem aditivo nos dois tipos de insumos (RCC e AA), a resistência de aderência foi maior na de RCC, enquanto na de AA o aditivo não influenciou no resultado.

4 | CONCLUSÕES

A realização deste estudo teve como intuito a verificação da possibilidade de se utilizar as areias alternativas em substituição à areia natural como agregado para a confecção de reboco. Para tal finalidade foram analisados os desempenhos tanto da AA como do RCC.

Em relação à granulometria dos agregados, a AA e a areia de RCC mostraram módulo de finura, ao qual comprovam que ambas são classificadas como areias médias, podendo ser empregadas em revestimento de reboco. No entanto, a quantidade de materiais pulverulentos no RCC apresentou elevados índices, o que influenciou no desempenho da argamassa confeccionada com essa areia.

Já as resistências à tração na flexão e à compressão, a argamassa com areia artificial alcançou o melhor resultado, chegando à marca de 9,1 MPa e 30,8 MPa, respectivamente, no rompimento aos 28 dias. A argamassa com areia de RCC por sua vez, apresentou como melhor resultado à tração na flexão e à compressão, os valores de 6,9 MPa e 22,2 MPa, respectivamente, também na idade de rompimento de 28 dias. Dessa forma, quando comparadas, vê-se que os resultados do RCC nesses aspectos foram menores, pelo fato do índice de vazios influenciarem diretamente na compactação da argamassa, ocasionando resistência tanto à tração na flexão, como à compressão mais baixa.

A argamassa com areia de RCC no ensaio de resistência potencial de aderência a tração apresentou bons resultados juntamente com a areia artificial. Além disso, os

ensaios foram executados todos sem chapisco, em blocos de concreto, com e sem o aditivo plastificante, onde o traço que o empregou demonstrou ter mais trabalhabilidade e ganho de resistência quando comparado com o traço que não utilizou.

Percebe-se que para um possível uso de areia de RCC em argamassas de reboco, seria necessário que ela fosse utilizada em conjunto com a areia artificial ou natural, isto é, em proporções, já que nesta pesquisa foi utilizada 100% na mistura. Entretanto, o seu resultado não a desqualifica para o uso em rebocos, pois ela obteve índices de resistência mecânica eficientes.

Haja vista aos pressupostos delineados, vê-se que os resultados apresentados pela areia artificial atendem as normas, tornando o seu uso em argamassas de reboco viável, podendo ser seguramente utilizada em substituição à areia natural. Pode-se destacar também, que já existem vários estudos com o emprego da areia artificial em argamassas de revestimento em paredes e tetos, ao qual apresentam valores satisfatórios, onde confirma os resultados desta pesquisa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa comparou a utilização de duas areias alternativas: areia de RCC e AA, para a confecção de rebocos. Destacando que as areias artificiais já são utilizadas comercialmente, tanto em argamassas quanto em concretos, servindo de referência, como sendo uma areia que atualmente já substitui a areia natural, podendo-se qualificá-la como uma areia que tem uma fabricação que não agride o meio ambiente.

Os resultados atingidos se referem a utilização em 100% de areia de RCC e AA em conjunto com o cimento, respectivamente, mostrando que, no que tange à areia de RCC, a mesma pode ser facilmente utilizada para serviços de reboco em paredes de vedação, apesar de apresentarem valores um pouco abaixo da areia artificial.

A utilização de agregados alternativos é uma forma inteligente de mitigar os impactos ambientais provocados pelo setor da construção civil. Nota-se que atualmente diversas construtoras já têm mudado sua forma de trabalho, pelo fato de substituir a areia natural por outras não convencionas (areia artificial). Diante disso, reitera-se a relevância de pesquisas acadêmicas que apresentem as possibilidades de aplicação de materiais construtivos que diminuam o impacto ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento de paredes e tetos - Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento de paredes e tetos - requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16541**: Argamassa para assentamento de paredes e tetos – Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

BARRETO, M.F.O & BRANDÃO, P. R. G. **Avaliação da resistência de aderência à tração de argamassas de cimento portland novas e envelhecidas**. 2014. Artigo – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Cuiabá, 2014.

JOHN, V., AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228600228_Reciclagem_de_residuos_da_construcao, acessado em 30/01/19.

PARANHOS, Aline; VECHIA, Daniel; BELTRAME, Milton. **Capilaridade: um fenômeno de superfície com aplicações cotidianas**. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 12, 2008. Artigo... São José dos Campos: UNIVAP, 2008.

A NOVA ISO 14001:2015 E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA UMA CONSTRUÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 16/12/2019

Maria Lívia da Silva Costa

Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial
Salvador – Bahia cmarialivia@gmail.com

Sandro Fábio Cesar

Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial
Salvador – Bahia sfcesarpaz@uol.com.br

Asher Kiperstok

Universidade Federal da Bahia, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial
Salvador – Bahia asherkiperstok@gmail.com

RESUMO: A ISO 14001 é uma norma internacionalmente reconhecida, e tem como objetivo melhorar o desempenho ambiental das organizações através do gerenciamento dos seus aspectos ambientais, contribuindo assim para a sustentabilidade, por meio da prevenção da poluição e cumprimento de requisitos legais aplicáveis. Este artigo tem como objetivo discutir sobre a sustentabilidade e a aplicação desta norma no setor da Construção Civil no Brasil e os impactos causados nas construtoras. A metodologia consiste do estudo sobre os conceitos de sustentabilidade e discussão das

principais mudanças da versão 2015 em relação à versão 2004. Esta análise comparativa teve como resultado o novo posicionamento das empresas em relação à versão atual e os benefícios que podem ser alcançados pelas construtoras que optarem pela certificação na ISO 14001:2015, e de que forma esta nova versão pode contribuir para uma construção mais sustentável. Este artigo contribui também com uma revisão abrangente sobre a implantação de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) em empresas da Construção Civil. **PALAVRAS-CHAVE:** Norma ISO 14001, Sustentabilidade, Construção Civil.

THE LATEST ISO 14001:2015 AND ITS CONTRIBUTION TO MORE SUSTAINABLE CONSTRUCTION

ABSTRACT: The ISO 14001 is an international standard, worldwide recognized, whose purpose is to improve corporations' environmental performance, through the management of their environmental issues, thus contributing to sustainability, by preventing pollution and by meeting legal requirements. This article aims to discuss sustainability and the application of this standard within the construction sector in Brazil and its impacts upon construction companies. The methodology consists of the study of the concepts of sustainability and discussion of the major changes of the 2015

version as compared to the 2014 version. This comparative analysis has resulted in the observation of a new positioning of companies regarding the current version and the benefits that can be achieved by the construction companies that choose the ISO 14001:2015 certification. It was also observed how this new version can contribute to a more sustainable construction. This article also contributes to a comprehensive review of the implementation of an EMS (Environmental Management System) in construction companies.

KEYWORDS: ISO 14001 Standard, Sustainability, Construction.

1 | INTRODUÇÃO

As preocupações com as grandes mudanças globais vivenciadas no mundo, com relação à situação econômica dos países, as mudanças climáticas e a grande pressão social que vem aumentando no planeta, levaram os governos a realizar esforços para adotar ações direcionadas ao desenvolvimento sustentável e, neste contexto, as organizações também têm um papel fundamental. A indústria da Construção Civil se destaca no cenário atual e no desenvolvimento sustentável, em função do grande impacto sobre o meio ambiente, por ter um significativo consumo de recursos naturais, energia e água, além disso, quando há a implantação de um empreendimento, todo o seu entorno é impactado, desde a fase de construção, seu uso até a sua desconstrução.

Diante deste cenário, no final de 2015, foi publicada a nova versão da ISO 14001, que tem como objetivo oferecer uma estrutura com requisitos para a proteção do meio ambiente, a partir da prevenção ou redução dos impactos ambientais adversos, gerados pelas atividades dos negócios das organizações, além da necessidade de atendimento a requisitos legais.

O objetivo deste artigo é discutir sobre as principais mudanças na Norma ISO 14001, sua aplicação no setor da Construção Civil e os impactos causados nas construtoras pela implantação da nova versão. Os objetivos específicos são:

- Apresentar as principais mudanças e o impacto nas construtoras;
- Analisar a nova versão da ISO 14001:2015, para identificar a contribuição desta norma, visando a realização de uma construção sustentável, considerando os requisitos da ISO 21931:2010.

A metodologia utilizada terá como base a análise dos requisitos da Norma ISO 14001: 2015, comparando com a versão ISO 14001: 2004 e com a Norma ISO 21931:2010, que estabelece diretrizes para uma avaliação ambiental de uma construção sustentável.

2 | O SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL BASEADO NA ISO 14001 E REQUISITOS

DA CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Diante dos problemas atuais relacionados ao meio ambiente e das exigências cada vez maiores dos órgãos ambientais para emissão das licenças, as empresas são mais pressionadas a demonstrar que possuem um gerenciamento ambiental adequado. A série de normas ISO 14001 fornece às organizações um guia para implantação de um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) para o adequado gerenciamento destas questões e dos seus aspectos e impactos causados por suas atividades.

Segundo a Norma ISO 14001, um sistema de gestão ambiental é parte do sistema de gestão usado para gerenciar aspectos ambientais, cumprir requisitos legais e de outros tipos, abordando riscos e oportunidades.

A ISO (International Organization for Standardization) é uma organização internacional independente, composta por 167 países membros, e no Brasil ela é representada pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), através do CB 38 (Comitê Brasileiro), em que seus representantes participam das reuniões internacionais no comitê da ISO/TC 207, para o desenvolvimento de novas normas ISO a fim de edificar a Gestão Ambiental.

A Norma ISO 14001 possui requisitos para avaliar a conformidade em relação a sua gestão ambiental e, de acordo com esta nova versão, as empresas poderão fazer sua própria avaliação, como também uma autodeclaração, ou pode ser realizada uma auditoria de 2ª parte (clientes ou outra parte interessada), ou ainda buscar um órgão certificador para realizar uma auditoria externa e avaliar o seu SGA.

Para atender à ISO 14001, será necessário o cumprimento dos seguintes requisitos: o contexto da organização, a liderança, planejamento, apoio, operação e avaliação do desempenho e melhoria.

A Norma ISO 14001 auxilia a implantação do seu SGA, que contribui para a melhoria do meio ambiente, a organização e suas partes interessadas. Pode ser aplicável a qualquer tipo de organização, desde que sejam tratados os aspectos ambientais das suas atividades, produtos e serviços, considerando o ciclo de vida.

Visando a simplificação e otimização de recursos, as organizações buscam ter um sistema integrado, e por isso esta atualização da norma ISO 14001 foi alinhada com a norma de Sistema de Gestão da Qualidade ISO 9001 e com a norma ISO 45001 de Segurança e Saúde, que está prevista para ser publicada até o final de 2016.

De acordo com a American Industrial Hygiene Association, a ISO 45001 – Sistema de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho – foi aprovada pelos membros do Comitê, em junho de 2015. Esta norma irá substituir a atual OHSAS 18001. A ISO 45001 é uma norma internacional projetada para apoiar as organizações na melhoria do desempenho relacionado à segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores.

Para haver um alinhamento entre as normas de Sistema de Gestão, foi elaborado o documento da ISO/IEC Directives (ANEXO SL - Estrutura de Alto Nível), onde está descrito a estrutura que deverá ser utilizada por todas as normas de Sistema de Gestão

da ISO.

Cada organização deverá definir o escopo para o seu SGA, analisar o contexto onde a organização está inserida, verificando as questões referentes ao ambiente, tanto interno como externo, as necessidades e expectativas das partes interessadas. Para o sucesso da implementação de um sistema de gestão ambiental, o comprometimento e o envolvimento da liderança são essenciais.

Após a implantação da Norma ISO 14001, de acordo com a versão publicada em 2015, a organização poderá fazer uma autoavaliação e autodeclaração, ou buscar a confirmação a partir de uma auditoria de 2ª parte, como clientes ou outra parte interessada, que tenha interesse na organização, ou pode buscar uma confirmação por uma parte externa à organização, ou ainda buscar a certificação do seu SGA por uma organização externa, isto é, um OCC (Organismo Certificador Credenciado).

O esquema da figura 1 apresenta a estrutura do SGA, de acordo com a ISO 14001:2015.

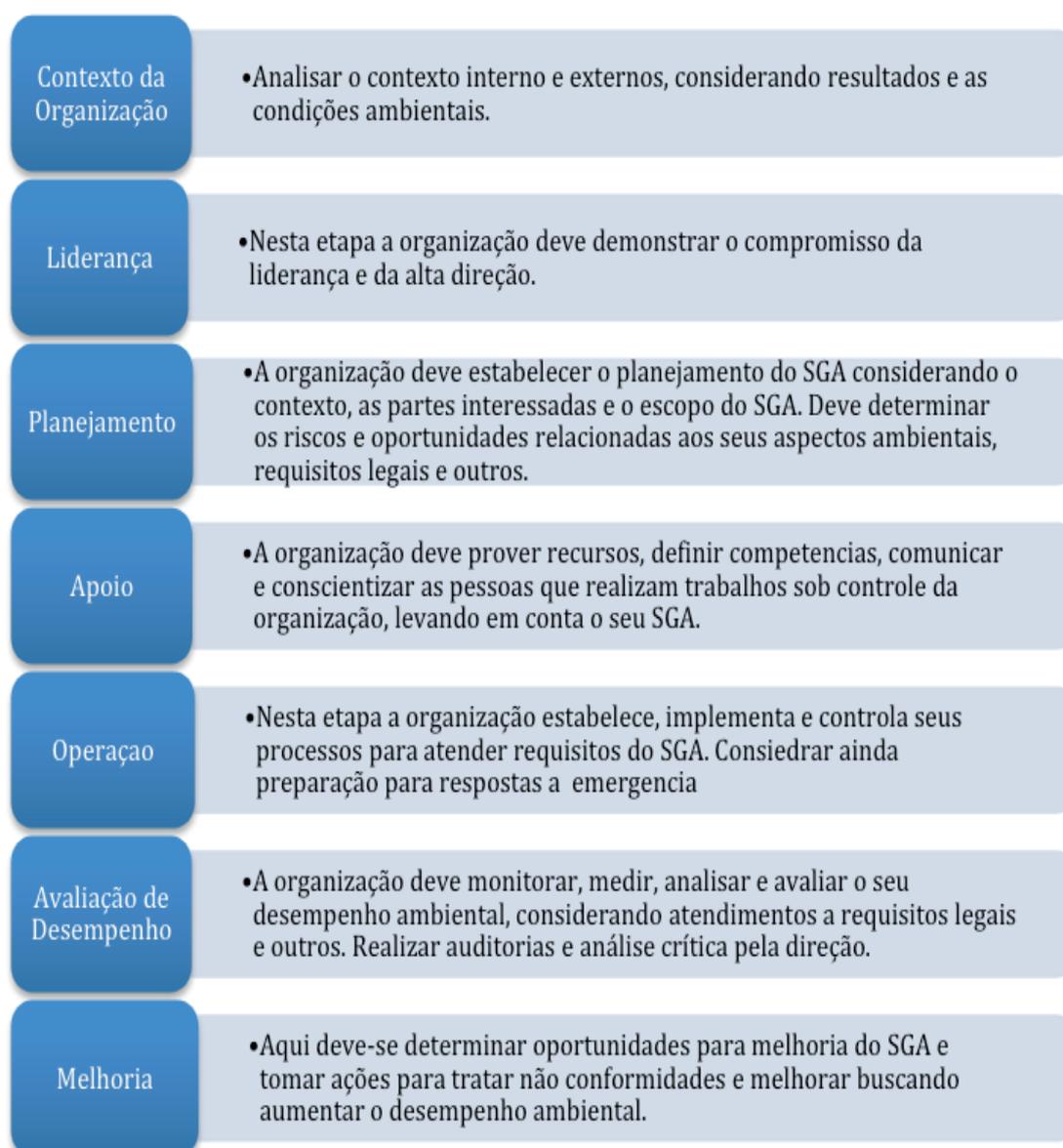


Figura 1 – Estrutura do Sistema de Gestão Ambiental.

No Brasil, os OCCs são credenciados pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia) que é o organismo acreditador do país. Atualmente, segundo consulta no site do INMETRO (2016), estão cadastrados 21 OCCs ativos, que podem emitir os certificados para empresas que estejam em conformidade com a norma ISO 14001.

Dados publicados pela ISO Survey, em 2009, tinham 1186 empresas certificadas na ISO 14001 no Brasil, evidenciando um aumento em 2010 para 3329 certificações. Em 2014 esse número diminuiu para 3222 empresas certificadas na ISO 14001, conforme mostra o gráfico da Figura 02 (ISO Survey, 2016).

Esta mesma pesquisa mostra que em outros países, como na França, em 2014 havia 8306 empresas certificadas, na China 117.758 e nos Estados Unidos havia 6586. Tais dados mostram que as empresas, de fato buscam a certificação da ISO 14001, o que minimiza seus passivos ambientais e melhora a gestão ambiental dos negócios e dos impactos ambientais sobre os seus bens produzidos. Segundo Mustafá (2016), um dos fatores de rejeição, o que mais se destaca é o custo adicional, porque, com frequência, esse é analisado separadamente, não avaliando diversos outros fatores que podem viabilizar a adoção do sistema.

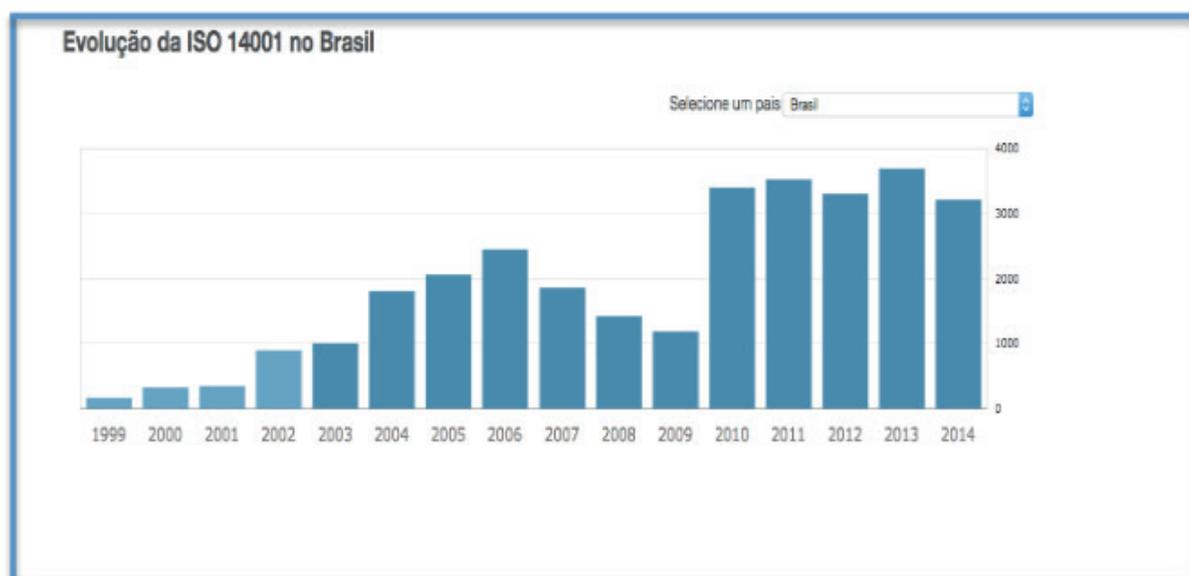


Figura 02 – Gráfico da evolução das certificações ISO 14001 no Brasil

Fonte: ISO Survey, 2016), (Disponível em <http://www.iso.org/iso/home/standards/certification/iso-survey>)

De acordo com Magrini e Tombo (2008), a principal dificuldade enfrentada pelas empresas no Brasil, para a manutenção e implantação do SGA, é a questão financeira. Os custos da consultoria de implantação, dos investimentos de adequação de equipamentos e processos produtivos, o contrato com a certificadora, das auditorias de supervisão do SGA e da manutenção do sistema são empecilhos significativos.

Desde 2012 as empresas no Brasil têm enfrentado muitas dificuldades financeiras, e isso pode ser uma das causas para a queda do número de certificações. Outro fato que impactou o mercado foram as dificuldades enfrentadas pela Petrobras, Vale do

Rio Doce, setor automotivo e outras grandes indústrias que faziam exigências para seus fornecedores, sendo este um fator preponderante e motivador para as empresas manterem o SGA implantado. Com a crise econômica que o país vem enfrentando nos últimos anos, a expressiva redução dos investimentos das grandes empresas fez com que muitas tivessem problemas para manter o seu SGA.

As empresas têm dificuldades de medir os ganhos com a implantação do Sistema de Gestão Ambiental, porém de acordo com Mustafá, C. (2016), muitas ações do SGA não oneram o orçamento, ao contrário, garantem redução de desperdícios e acidentes, além de proporcionar um aumento de reuso e da reciclagem de resíduos, com conseqüente redução de custos.

Segundo Aguiar e Nascimento (2014), a certificação da ISO 14001 é um conjunto de normas dos mais conhecidos para certificação do SGA, mas há outros certificados ambientais que buscam classificar organizações e mostrar aos próximos elos da cadeia, sejam outras empresas ou consumidores finais, que as práticas e produtos são manufaturados ou extraídos baseados na preocupação com o meio ambiente.

São exemplos dessas certificações de SGA: CERFLOR, do setor de madeiras, FSC informando sobre manejo florestal adequado, IBRAF – Fruta Sustentável, da área de frutas, entre outros. Setores estratégicos como da Indústria e Construção Civil poderão desenvolver uma certificação própria do SGA, considerando o tripé da sustentabilidade, econômico, social e ambiental, requisitos da ISO 14001, da ISO 21931 e da ISO 15392. Conforme Fonseca (2012), incluir o desenvolvimento sustentável na agenda das organizações é hoje uma das questões mais relevantes, e a ISO possui uma gama de normas que podem ajudar as empresas e organizações em todo o mundo a obter progressos, considerando os três pilares do desenvolvimento sustentável.

2.1 Principais mudanças da ISO 14001:2015 e impactos na implantação do SGA na Construção Civil

Acada 7 anos, a norma ISO 14001, passa por processo de revisão, e as mudanças visam atender às necessidades do mercado, estimular a melhoria da Gestão Ambiental. A atual revisão também fica com uma maior adesão, ainda com a estrutura da ISO 9001, facilitando assim a integração dos sistemas. As empresas terão um prazo de 3 anos para se adequarem à nova versão da norma.

Com a nova versão, o conceito de partes interessadas foi ampliado, e a construtora no deverá, momento da implantação, verificar pessoas ou organizações que podem afetar, ser afetada ou se perceber afetada por uma decisão ou atividade da mesma, fazendo assim um levantamento dessas partes interessadas e identificando as suas necessidades, considerando clientes, comunidade (vizinhos), fornecedores, reguladores, investidores, empregados e terceiros.

A alta direção pode ter sucesso a longo prazo e ainda contribuir para o desenvolvimento sustentável por meio da proteção ambiental, atendimento a

requisitos legais e de partes interessadas, utilizando a perspectiva do ciclo de vida no desenvolvimento do projeto e na construção do edifício e durante o uso, podendo resultar em benefícios financeiros e operacionais e ainda tendo uma melhor imagem no mercado.

O papel fundamental e estratégico passa a ter a alta direção, já que agora se tem um requisito específico para a liderança, e neste sentido espera-se um maior envolvimento e participação, sendo necessário que a liderança conheça os aspectos e impactos ambientais, assegurando que os requisitos do SGA estão sendo considerados nos processos e negócios da organização. A Política Ambiental precisa deixar claro o compromisso da organização em proteger o meio ambiente, atender requisitos legais e outros, além de melhorar o SGA para aumentar o desempenho ambiental.

Analisar o contexto da organização, do projeto do empreendimento e da obra, influencia no direcionamento estratégico, nas questões internas e externas, que podem estar relacionadas às condições ambientais referentes ao clima, qualidade do ar, qualidade da água, uso do solo, contaminação existente, disponibilidade de recursos naturais e biodiversidade. Questões externas relacionadas ao atendimento, a requisito legal, regulamentar, informação tecnológica, econômica e financeira, cultural e social.

Outra mudança muito significativa foi a necessidade de realizar o planejamento adotando ações para analisar os riscos e oportunidades, levando em consideração os aspectos e impactos ambientais significativos, requisitos legais e outras questões relacionadas às partes interessadas. A construtora também poderá identificar os riscos devido ao derramamento ambiental, aumento de inundação devido a mudanças climáticas, escassez de recursos disponíveis, restrições econômicas, introdução de novas tecnologias, escassez de água e energia.

De acordo com o Anexo A da ISO 14001, na determinação dos aspectos ambientais, deve-se considerar: emissões para o ar, lançamentos em água, em terra, uso de matérias-primas e recursos naturais, uso de energia, emissão de energia (por exemplo: calor, radiação, vibração, ruído e luz, geração de rejeito e/ou subprodutos, uso do espaço).

Quanto aos aspectos e impactos, a construtora deve considerar mudanças de projetos, atividades, produtos e serviços novos ou modificados, e levar em consideração também as situações de emergências que possam ser previsíveis.

Com relação às ações preventivas, o item foi substituído, considerando que na nova versão a organização deverá avaliar os riscos e propor ações para eliminar ou reduzi-los, desta forma, será intensificada a tomada de ações preventivas, a partir da necessidade de avaliar os riscos em todas as atividades e ainda realizar avaliação de mudanças.

Conforme a ISO 14001:2015, é necessário considerar o ciclo de vida, estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto (ou serviço), desde a aquisição da matéria-prima, ou de sua geração a partir de recursos naturais, até a disposição final. Os estágios do ciclo de vida incluem a aquisição da matéria-prima, projeto,

produção, transporte/entrega, uso, tratamento pós-uso e disposição final. Desta forma, a construtora precisa estabelecer controles para tratar as questões ambientais no processo de desenvolvimento do projeto do empreendimento e durante a realização da obra, levando em conta os estágios do ciclo de vida, e considerar ainda informações sobre potenciais impactos ambientais associados à entrega, uso, pós-uso e disposição final do empreendimento.

As mudanças da nova versão da ISO 14001 são muito significativas, principalmente quando se fala do setor da construção, que há poucos estímulos para que as empresas implantem um SGA, além de ser um setor extremamente tradicional, bastante resistente a mudanças.

A nova versão trará um grande impacto para as construtoras quanto à questão da análise do contexto e a participação ativa das lideranças (alta direção), que devem demonstrar agora conhecimento total do SGA da sua organização. Fazer gestão de mudanças, analisar os riscos e oportunidades, outra tarefa bem distante da realidade da Construção Civil, assim como realizar o estudo da análise do ciclo de vida.

2.2 Premissas para uma construção sustentável

Segundo a ISO 15392, para aplicar o conceito de desenvolvimento sustentável nas construções e ao mesmo tempo promover o desenvolvimento sustentável, será necessário atingir os seis objetivos: o progresso do setor da construção; a redução dos impactos ambientais negativos; o estímulo à inovação; estímulo a uma postura proativa; a dissociação do crescimento econômico e o aumento dos impactos negativos sobre o meio ambiente e ou sobre a sociedade; a conciliação de interesses ou exigências contraditórias entre um planejamento ou uma tomada de decisão a curto prazo e um de longo prazo.

Ainda esta mesma norma descreve os 10 princípios aplicados ao desenvolvimento sustentável: melhoria contínua, equidade, pensar global e agir local, abordagem holística, implicação das partes interessadas, visão de longo prazo, precaução da gestão do risco, responsabilidade e transparência (ISO 15392, 2008).

A Norma ISO 21931-1 estabelece diretrizes para uma avaliação ambiental de uma construção sustentável. A organização deve declarar o escopo da certificação, sendo para uma obra nova, uma reforma, aquisição de um prédio, projeto e construção, avaliação de uma construção existente e desconstrução. O objetivo da avaliação do desempenho ambiental da construção pode variar, dependendo das circunstâncias e dos diferentes cenários, devendo-se levar em consideração: a aquisição dos materiais de construção, o projeto e as novas construções, melhoria da operação das construções existentes durante a fase de uso, o projeto para “retrofit”, além do melhoramento dos equipamentos durante a fase de operação e análise do desempenho ambiental das construções existentes.

Utilizando requisitos da ISO 21931:2010, a autora definiu requisitos mínimos

para uma construção sustentável, conforme apresentado na Tabela 1, com o objetivo de comparar com os requisitos da ISO 14001:2015 que tratam diretamente do tema sustentabilidade.

Tabela 1- Comparação dos requisitos da ISO 14001 com requisitos de construção sustentável.

Requisitos de Construção Sustentável	Requisitos da ISO 14001:2015 que tratam do tema sustentabilidade
Relação do Edifício com o entorno;	Contexto da organização;
Uso da energia;	Aspectos Ambientais;
Consumo de água;	Aspectos Ambientais;
Vida útil da construção;	Planejamento e controle operacional;
Qualidade dos componentes (produtos, incluindo tipos, quantidades, suprimento de materiais, logística e mais a estimativa de vida útil do material);	Planejamento, ações para abordar riscos e oportunidades, aspectos ambientais;
Processo de construção;	Operação, planejamento e controle operacional;
Serviços de manutenção, reparos e melhoramento dos equipamentos;	Planejamento e controle operacional e Aspectos Ambientais;
Fim da vida, incluindo demolição/desconstrução, reutilização, reciclagem e descarte final;	Planejamento e controle operacional (d);
Comportamento dos ocupantes na fase de operação;	Planejamento e controle operacional (d);
Localização da construção e a influência do transporte para os usuários;	Contexto da organização;
Gerenciamento da construção e os efeitos do consumo de energia e o consumo de água durante a obra;	Planejamento e controle operacional;
Produção de resíduos, incluindo comissionamento dos sistemas de construção;	Planejamento e controle operacional;
Infraestrutura disponível;	Contexto da organização;
Uso do solo no local da construção (canteiro de obra).	Aspectos ambientais, planejamento e controle operacional;

Fonte: Autoria própria

Conforme se pode observar na tabela 1, a construtora que optar por realizar o seu empreendimento, considerando critérios de sustentabilidade, está muito próxima de realizar a implantação de um SGA, atendendo também aos requisitos da ISO 14001. Os critérios de construção sustentável estão voltados exclusivamente para o empreendimento. Quando a construtora faz a opção de implantar a ISO 14001, são considerados requisitos para realização do empreendimento, atendimento a requisitos legais e também os aspectos da Gestão Empresarial.

Quando há implantação da ISO 14001 em uma construtora, pode-se verificar benefícios e vantagens, tais como: atendimento a requisitos legais e conseqüente acompanhamento das condicionantes do empreendimento; redução do volume de resíduos, o que gera uma economia já que o descarte será menor; motivação e melhor compromisso dos trabalhadores, devido à realização de treinamentos; e educação ambiental, redução da poluição atmosférica, sonora e visual e a conseqüente redução dos impactos ambientais.

Do ponto de vista das partes interessadas, tem-se a melhoria da imagem da empresa, promovendo uma vantagem competitiva e uma maior confiança no mercado. Há também alguns agentes de financiamentos que valorizam a implantação do SGA e da certificação ambiental no momento da realização de um empréstimo para a organização.

Sendo assim, a partir das questões da norma ISO 14001, abordadas no item 2 deste artigo, pode-se dizer que apenas os requisitos de liderança, avaliação de desempenho, apoio e melhoria estão fora dos itens de construção sustentável, isto porque esses são exatamente os requisitos da ISO 14001 voltados para a Gestão da Organização. Outro ponto importante é que quando a empresa opta pela implantação da ISO 14001, as práticas do SGA devem ser aplicadas para qualquer empreendimento por ela construído, diferente da certificação de construção sustentável, em que a certificação é para um único empreendimento.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo discutir sobre a sustentabilidade e a aplicação da norma ISO 14001 no setor da Construção Civil no Brasil e os impactos causados para as construtoras, a partir da publicação da nova versão.

Com este estudo podemos constatar que as normas estudadas têm muitos pontos em comum, e que as construtoras que querem implantar o Sistema de Gestão Ambiental ou apenas construir o empreendimento com premissas de sustentabilidade, têm a sua disposição guias para ajudar neste processo. A nova versão da ISO 14001 possui fortes mudanças para a questão gerencial e da alta direção, esperando-se um maior comprometimento e envolvimento da direção das empresas. Essas novas exigências estão alinhadas às exigências do mercado, fazendo com que as empresas se preocupem com o planejamento e gerenciamento dos riscos. As construtoras terão que realizar um esforço adicional para atender à nova versão, principalmente aquelas em que a alta direção não está tão diretamente envolvida com o SGA.

A principal contribuição deste estudo foi analisar as mudanças da nova ISO 14001 e fazer uma comparação com os requisitos para uma construção sustentável, baseado na ISO 21931:2010, considerando os princípios da construção sustentável na Norma ISO 15392.

Ficou evidente que a ISO 14001 é bem mais abrangente, pois trata do processo de produção, da gestão da empresa, atendimento aos requisitos legais, e quando aplicada na sua plenitude, poderá trazer grandes benefícios para a gestão da construtora, para o meio ambiente e para a realização de projetos de obras sustentáveis.

Um novo estudo pode ser realizado para medir os ganhos financeiros com a implantação de um SGA, considerando que o atendimento aos requisitos legais não gera passivos ambientais, há ganhos de eficiência da gestão, redução dos desperdícios, melhor gestão dos resíduos como reciclagem e não geração, além da economia de

água e energia.

REFERÊNCIAS

ABHO - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HIGIENE OCUPACIONAL. **Aprovada norma ISO 45001: Sistema de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho - Requisitos**. Disponível em: <http://www.abho.org.br/aprovada-norma-iso-45001>. Acesso em: jan. 2016.

AGUIAR, H. S; NASCIMENTO, P. T. S. **Certificar ou não? Um Estudo de caso sobre a necessidade de certificação do Sistema de Gestão Ambiental na empresa**. XVII Seminários de Administração. São Paulo. 2014.

FONSECA, L. M. C. M. **ISO 14001:2015: An Improved Tool for Sustainability**. *Journal of Industrial Engineering and Management*. 2015. ISSN 2013-0953.

INMETRO. **Dados de Certificações por código NACE**. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Certificados_Validos_Codigo_Nace. Acesso em: jan. 2016.

INMETRO. **Dados das certificadoras**. Disponível em: www.inmetro.gov.br/gestao14001. Acesso em jan. 2016.

ISO Survey. **Evolução das Certificações**. Disponível em: <http://www.iso.org/isso/home/standards/certification/iso-survey>. Acesso em: fev. 2016.

[ISO] INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO 14001. **Sistema de Gestão Ambiental. Requisitos com orientações para uso**. ABNT. São Paulo, 2015.

_____. ISO 9001:2015. **Sistema de Gestão da Qualidade. Requisitos**. ABNT. Rio de Janeiro: 2015.

_____. **ISO/IEC Directives, Part 1- Consolidated ISO Supplement**. Disponível em: http://www.iso.org/iso/annex_sl_excerpt_-_2015__6th_edition_-hls_and_guidance_only.pdf. Acesso em: jan. 2016.

_____. ISO 21929-1. **Développement durable dans la construction – Indicateurs de developpemente durable – Partie 1: Cadre pour le developpement d’indicateurs et d’un ensemble d’indicateurs principaux pou le bâtiment**. Suisse, 2011.

_____. ISO 19011:2011. **Diretrizes para auditoria de certificação**. ABNT. Rio de Janeiro, 2011.

ISO 21931-1. **Sustainability in bulding construction – Framework for methods of assessment of the enviromental performance of construction Works – Part 1: Buldings**. Geneva, 2010.

_____. ISO 15392:2008. **Développement durable dans la construction – Principes généraux**. Suisse, 2008.

MAGRINI, A; POMBO, F. R. **Panorama de aplicação da norma ISO 14001 no Brasil**. *Gestão da Produção*, São Carlos, v. 15, n. 1, p. 1 – 10, 2008.

MUSTAFÁ, M. C. **O Sistema de Gestão Ambiental na construção civil: vantagens, dificuldades e mitos sobre sua implantação**. *Revista Técnica*. Ed. 228. São Paulo: Editora PINI, 2016.

SOBRE A ORGANIZADORA

Karine Dalazoana - Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, Especialista em Educação, Gestão Ambiental pelo ESAP/UEL, Educação Inclusiva pela UNICID e Gestão Educacional pela UEPG, Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é professora QPM da SEED/PR e do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais - CESCAGE. Tem experiência na área de Ensino de Ciências Naturais e Biologia, e na área de Ecologia Vegetal, Ecologia da Paisagem e Controle Ambiental, com ênfase em campos naturais, atuando principalmente nos seguintes temas: estrutura de comunidade vegetal, estepe gramíneo-lenhosa, campos naturais e capões de floresta ombrófila mista.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 48, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80

Agroecologia 71, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81

Agrotóxicos 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 74, 77

Água 6, 21, 22, 23, 24, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 66, 74, 79, 85, 112, 114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 130, 132, 137, 141

Águas cinzas 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 45, 46, 47

Aquíferos 21, 22, 23, 24, 25, 28, 31, 48, 53

Areia artificial 112, 115, 116, 120, 121, 128, 129

Argamassa 112, 116, 117, 118, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

C

Cemitérios 21, 22, 26, 31

Construção civil 112, 113, 114, 124, 129, 131, 132, 136, 138, 140, 141

E

Edifício residencial 33

Educação ambiental 5, 6, 16, 19, 82, 83, 84, 86, 87, 88, 89, 139

Embalagens vazias 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Ensaio 112, 114, 115, 117, 119, 129, 130

Estudo bibliométrico 1, 2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

H

Habitação social 90

I

Indicadores 1, 2, 7, 8, 9, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 57, 91, 92, 93, 111

Instituições de ensino superior 1, 2, 5, 9, 18, 19

L

Logística reversa 58, 60, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 70

M

Meio ambiente 2, 4, 5, 6, 7, 10, 12, 16, 19, 48, 49, 50, 56, 60, 61, 66, 69, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83, 84, 85, 86, 89, 94, 129, 132, 133, 136, 137, 138, 140

N

Norma ISO 14001 131, 132, 133, 134

P

Perigo de contaminação 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 31

Produção científica 1, 2, 17, 18

Public Transport System 102, 104, 105, 106, 110

R

Reciclagem de embalagens vazias 58

Resíduos 6, 10, 16, 18, 49, 53, 56, 58, 60, 61, 65, 68, 69, 70, 112, 113, 114, 124, 130, 136, 139, 140

Responsabilidade socioambiental 1, 2, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 57

Reúso 33, 34, 36, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47

Rio de Janeiro 18, 19, 47, 69, 81, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 129, 130, 141

S

São Cristóvão District 102, 103, 104

Sustainable Mobility Index 102, 105, 106, 107, 109, 110

Sustainable Urban Mobility 102, 103, 105, 106, 107, 110

Sustentabilidade 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 33, 48, 50, 51, 53, 54, 57, 58, 65, 69, 71, 75, 80, 81, 82, 83, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 102, 112, 113, 131, 136, 139, 140, 142

Sustentabilidade habitacional 90, 92, 93, 97, 98

Sustentabilidade urbana 90

T

Trilha ecológica 82, 83, 84, 87

