



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFRAESTRUTURA E  
DESENVOLVIMENTO ENERGÉTICO

FELIPE JOSÉ MARQUES MESQUITA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA PROMOVER O REAPROVEITAMENTO  
DE RESÍDUOS NA DOSAGEM DE CONCRETO**

Tucuruí-PA

2019

FELIPE JOSÉ MARQUES MESQUITA

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA PROMOVER O  
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA DOSAGEM DE CONCRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Infraestrutura e Desenvolvimento Energético. Área de concentração: Infraestrutura.

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara.

Coorientador: Prof. Dr. Heleno Fülber

Tucuruí-PA

2019

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a)  
autor(a)**

---

M578d Mesquita, Felipe José Marques  
Desenvolvimento de um aplicativo móvel para promover  
o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto /  
Felipe José Marques Mesquita. — 2019.  
149 f. : il. color.

Orientador(a): Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara  
Coorientador(a): Prof. Dr. Heleno Fülber  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético,  
Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia,  
Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2019.

1. concreto. 2. resíduos. 3. banco de dados. 4.  
aplicativo. 5. bibliometria. I. Título.

CDD 691

---

FELIPE JOSÉ MARQUES MESQUITA

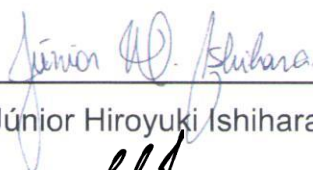
**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO MÓVEL PARA PROMOVER O  
REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA DOSAGEM DE CONCRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura e Desenvolvimento Energético do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Infraestrutura e Desenvolvimento Energético. Área de concentração: Infraestrutura.


Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara.  
Coorientador: Prof. Dr. Heleno Fülber

Aprovada em 04 de setembro de 2019.

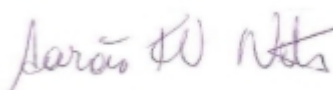
BANCA EXAMINADORA:



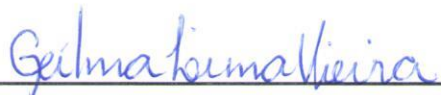
Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara – Orientador (PPGINDE/UFPA)



Prof. Dr. Heleno Fülber – Coorientador (PPCA/UFPA)



Prof. Dr. Aarão Ferreira de Lima Neto – Examinador Interno (PPGINDE/UFPA)



Prof. Dra. Geilma Lima Vieira – Examinadora Externa (PPGEC/UFES)

Dedico este trabalho a todos que  
acreditaram e contribuíram com ele.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder sabedoria, paciência e determinação.

A minha família pelo apoio, em especial ao meu pai, que sempre acreditou no meu potencial.

Aos estimados membros da República Federativa do Jacundota, incluindo o finado Luiz Guilherme que me ajudou com o mapa geográfico de publicações, que Deus o tenha.

Aos novos amigos que conheci no mestrado e aos velhos amigos que reencontrei, que me ajudaram durante estes anos.

A minha namorada e companheira Taiana Ferreira, pelo apoio e por sempre acreditar em mim durante todo este tempo.

Aos meus orientadores, Professores Júnior Hiroyuki Ishihara e Heleno Fülber, por acreditarem neste trabalho, pelos conselhos e até mesmo pelos “puxões de orelha” durante o desenvolvimento desta pesquisa, sem vocês este trabalho não seria possível.

Ao futuro engenheiro Eduardo Lima, por disponibilizar seu tempo e paciência para me ajudar com o desenvolvimento desta ferramenta e a Rafaela Aguiar por me ajudar com a criação do logo.

A todos aqueles que contribuíram direta e indiretamente de alguma maneira, o meu muito obrigado!

“Julgue seu sucesso pelas coisas  
que você teve que renunciar para  
conseguir”

Dalai Lama

## RESUMO

O concreto é o material de construção mais utilizado no mundo, resultando em elevado consumo de materiais naturais, desta forma, o reaproveitamento de resíduos em substituição do cimento e agregados na produção de concreto possibilita redução na emissão de gases do efeito estufa, diminuição da extração de matérias primas naturais, além da diminuição da disposição destes resíduos na natureza. Tendo em vista a necessidade de desenvolver soluções que contribuam para a reutilização de resíduos de maneira eficiente, este trabalho se propôs a analisar o estado da arte da produção nacional sobre concreto com reaproveitamento de resíduos, para o desenvolvimento de um aplicativo móvel para fomentar o reaproveitamento de resíduos na produção de concreto. Através da análise bibliométrica das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos, foram analisados trabalhos publicados durante um período de 20 anos na base de dados da *Web of Science*, revelando crescente interesse sobre o tema, com destaque ao resíduo de construção e demolição, sendo este o resíduo mais publicado e protagonista do artigo mais influente sobre o tema. A análise das publicações permitiu a criação de uma base de conhecimentos sobre a utilização de resíduos na produção de concreto, estes dados foram utilizados no desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis Android, que possibilita ao usuário ter fácil acesso a dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduos, obter informações sobre potenciais fornecedores de resíduos e calcular os custos de produção deste concreto. O sistema conta com 41 traços diferentes, incluindo 7 tipos de concreto e 10 opções de resíduos, permitindo ao usuário obter ganhos ambientais ao substituir até 100% dos agregados naturais do concreto por resíduos e obter economia de até 11,82% em relação ao custo do concreto produzido sem resíduos.

Palavras-chave: concreto, resíduos, banco de dados, aplicativo, bibliometria.



## **ABSTRACT**

Concrete is the most widely used building material in the world, resulting in high consumption of natural materials, thus, the reuse of waste in substitution of cement and aggregates in the production of concrete enables reduction of greenhouse gas emissions, reduction in extraction of natural raw materials, in addition to the reduction on the disposal of these wastes in nature. Given the need to develop solutions that contribute to the efficient reuse of waste, this paper aimed to analyze the state of the art of national production of concrete with waste reuse, to develop a mobile application to promote the reuse of waste in concrete production. Through bibliometric analysis of Brazilian publications on concrete with reuse of waste, we analyzed works published over a period of 20 years in the Web of Science database, revealing growing interest on the subject, especially the construction and demolition waste, being this the most published and protagonist residue of the most influential article on the subject. The analysis of the publications allowed the creation of a knowledge base on the use of waste in concrete production. These data were used in the development of an application for Android mobile devices, which allows the user to have easy access to concrete dosages with reuse of residues, obtain information on potential waste suppliers and calculate the production costs of this concrete. The system has 41 different mix proportioning, including 7 concrete types and 10 waste options, allowing the user to achieve environmental gains by replacing up to 100% of natural concrete aggregates with waste and saving up to 11.82% over cost. of concrete produced without waste.

Keyword: concrete, waste, database, application, bibliometrics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2. 1 - Prioridades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.....	23
Figura 2. 2 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à fonte geradora .....	25
Figura 2. 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade .....	26
Figura 2. 4 - Vantagens do concreto .....	27
Figura 2.5 - Influência da relação água cimento no ganho de resistência à compressão do concreto .....	30
Figura 2.6 - Evolução da resistência à compressão do concreto de acordo com a idade para seis traços diferentes.....	31
Figura 2.7 - Crescimento médio da resistência à compressão do concreto de acordo com a idade.....	31
Figura 2.8 - Consumo aproximado de cimento no Brasil por região (ton.) em 2017	31
Figura 2.9 - Produção bibliométrica brasileira segundo o tipo de publicação, 1972-1983 .....	43
Figura 2. 10 - Produção bibliométrica Brasileira entre 1973-1983.....	44
Figura 2. 11 - Produção bibliométrica brasileira entre 1987-2007 .....	44
Figura 3. 1 - Metodologia de busca no WoS .....	448
Figura 3. 2 - Exemplo de artigo não utilizado .....	49
Figura 3. 3 - Interface do Software Endnote™ .....	50
Figura 3. 4 - Visualização de autores .....	51
Figura 3. 5 - Visualização das palavras chave .....	52
Figura 3. 6 - Metodologia de pesquisa dos artigos.....	53
Figura 3. 7 - Metodologia de pesquisa das dosagens .....	54
Figura 3. 8 - Interface do software Pencil.....	58
Figura 3. 9 - Diagrama de Entidade e Relacionamento.....	61
Figura 3. 10 - Interface do MySQL Workbench .....	62
Figura 3. 11 - Interface do NodeJS .....	63
Figura 3. 12 - Interface do Android Studio.....	64
Figura 4. 1 - Evolução das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017 .....	66
Figura 4. 2 - Número de autores por artigo relacionado ao tema de concreto com reaproveitamento de resíduos.....	71

Figura 4. 3 - Rede de coautoria dos artigos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.....	72
Figura 4. 4 - Instituições com 4 ou mais publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.....	73
Figura 4. 5 - Mapa de distribuição geográfica das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017 .....	74
Figura 4. 6 - Tipos de concreto mais utilizados nas publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.....	75
Figura 4. 7 - Palavras-chave isoladas mais frequentes.....	79
Figura 4. 8 - Idiomas das publicações.....	80
Figura 4. 9 - Quantidade de traços por tipo de concreto e resíduo .....	81
Figura 4. 10- Tela de sincronização .....	82
Figura 4. 11- Tela inicial .....	83
Figura 4. 12 - Informações sobre o sistema .....	84
Figura 4. 13 - Tela de objetivo.....	85
Figura 4. 14 - Tela de fornecedores .....	85
Figura 4. 15 - Informações dos fornecedores.....	86
Figura 4. 16 - Tela de resultados.....	87
Figura 4. 17- Detalhes do traço .....	88

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Maiores Produtores Mundiais De Cimento Em 2017.....	<b>32</b>
Tabela 2.2 - Consumo De Cimento No Brasil.....	<b>33</b>
Tabela 3.1 - Objetivos, Metodologia E Resultados Esperados.....	<b>46</b>
Tabela 4.1 - Os 10 Resíduos Mais Frequentes Em Publicações Brasileiras Concreto Com Reaproveitamento De Resíduos Na Base De Dados Wos Entre 1998 A 2017	<b>67</b>
Tabela 4.2- Periódicos Indexados No Wos Com Publicações Sobre Concreto Com Reaproveitamento De Resíduos No Período De 1998 A 2017. ....	<b>68</b>
Tabela 4.3- Eventos científicos indexados no WoS com publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no período de 1998 a 2017.	68
Tabela 4.4 - Autores Com Frequência De Publicação De 5 Ou Mais Artigos Sobre Concreto Com Reaproveitamento De Resíduos No Wos Durante O Período De 1998 A 2017. ....	<b>70</b>
Tabela 4.5- As 10 Publicações Mais Citadas Sobre Concreto Com Reaproveitamento De Resíduos No Período De 1998 A 2017 Indexado Na Wos .....	<b>76</b>
Tabela 4.6: As 20 Palavras-Chave Mais Frequentes Sobre Concreto Com Reaproveitamento De Resíduos No Período De 1998 A 2017 Indexado Na Wos ....	<b>78</b>

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
ANICER	Associação Nacional das Indústrias Cerâmicas
APP	Aplicativo móvel
BC	Baixo calor de hidratação
C	Consumo
CCA	Cinza da Casca de Arroz
CP	Cimento Portland
D <sub>máx</sub>	Diâmetro máximo
D <sub>méd</sub>	Diâmetro médio
EPS	Poliestireno Expandido
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação de tratamento de esgoto
EVA	Etil Vinil Acetato
$f_{ck,esp}$	resistência característica à compressão do concreto especificada em projeto
GJ	Gigajoule
GB	Gigabyte
GPS	Sistema de posicionamento global
H	Hora
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
KCI	Korean Citation Index
Kg	Quilogramas
l	Litros
LDPE	Polietileno de baixa densidade
M	Massa
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
µm	Micrômetro

mm	Milímetros
MPa	Megapascal
MF	Módulo de finura
n	Número
NBR	Norma brasileira
NDAE	Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia
PET	Poli(Tereftalato de Etileno)
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCA	Agregado de concreto reciclado
RCD	Resíduos de construção e demolição
RS	Resistente a sulfatos
RSI	Resíduos sólidos industriais
RSU	Resíduos sólidos urbanos
SCDR <sup>2</sup>	Sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos
SciElo	Scientific Electronic Library Online
SNIC	Sindicato Nacional da Indústria do Cimento
SPL	Spent Pot Liner
SSD	Unidade de estado sólido
T	Tonelada
TB	Terabyte
UC	Caso de uso
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo
V	Volume
WoS	<i>Web of Science</i>
%	Por cento
$\delta$	Massa unitária
$\gamma$	Massa específica

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
1.1 OBJETIVOS .....	18
1.1.1 Objetivo geral.....	18
1.1.2 Objetivos específicos .....	18
1.2 JUSTIFICATIVA.....	18
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>22</b>
2.1 RESÍDUOS .....	22
2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos .....	24
2.2 CONCRETO DE CIMENTO PORTLAND .....	27
2.2.1 Classificações do concreto .....	28
2.2.2 Resistência do concreto.....	28
2.3 CIMENTO PORTLAND .....	32
2.3.1 Tipos de cimento Portland .....	35
2.4 AGREGADOS .....	37
2.4.1 Classificação dos agregados .....	38
2.5 BIBLIOMETRIA .....	40
2.5.1 Bibliometria no cenário brasileiro.....	42
<b>3. METODOLOGIA.....</b>	<b>46</b>
3.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA NA BASE DE DADOS WEB OF SCIENCE.....	47
3.2 LEVANTAMENTO DAS DOSAGENS DE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS .....	54
3.3 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA.....	57
3.3.1 Elaboração da documentação de software.....	58
3.3.2 Modelagem do banco de dados e desenvolvimento do sistema.....	60
3.3.3 Cadastro dos fornecedores.....	64
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
4.1 ANÁLISE DAS PUBLICAÇÕES NACIONAIS SOBRE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS .....	65
4.2 DOSAGENS DE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUO.....	80
4.3 INTERFACE E FUNCIONALIDADES DO SISTEMA DE DOSAGEM DE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS.....	82

<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>90</b>
5.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	90
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	92
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>93</b>
<b>7. APÊNDICES .....</b>	<b>106</b>
APÊNDICE A – DOCUMENTO DE VISÃO.....	106
APÊNDICE B – DOCUMENTO DE ANÁLISE DE REQUISITOS.....	111
APÊNDICE C – DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE CASO DE USO: UC1 – ENTRAR NO SISTEMA 117	
APÊNDICE D – DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE CASO DE USO: UC2 – DEFINIR UTILIZAÇÃO 121	
APÊNDICE E – DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE CASO DE USO: UC3 – DEFINIR FORNECEDOR .....	125
APÊNDICE F – DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE CASO DE USO: UC4 – CALCULAR CUSTOS 129	
APÊNDICE G – PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS SOBRE CONCRETO COM REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS NA BASE DE DADOS WOS ENTRE 1998 A 2017 .....	133



## 1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e o crescimento populacional ocasionaram o aumento na geração de resíduos nas cidades, criando a necessidade de áreas cada vez maiores para o descarte adequado. A disposição inadequada de resíduos pode ocasionar em problemas ambientais como a contaminação do solo, água e ar, além da proliferação de vetores de doenças, que conseqüentemente geram problemas de cunho socioeconômicos.

Cabral (2007) afirma que os países desenvolvidos possuem a tendência de incinerar os resíduos sólidos, enquanto que os países em desenvolvimento tendem a destiná-los a aterros sanitários e até mesmo lixões a céu aberto.

Dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2017) indicam que o Brasil produz anualmente cerca de 78,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), porém o índice de coleta foi de 91%, evidenciando que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram coletados, indicando que tiveram destino impróprio.

De acordo com ABRELPE (2017) os municípios brasileiros destinaram 58,4% da produção anual de RSU para aterros sanitários, sendo o resto disposto inadequadamente em lixões a céu aberto e aterros controlados. A situação é pior na região norte do país, onde apenas 81% dos RSU gerados foram coletados, e deste montante apenas 35,4% foram destinados a aterros sanitários.

Gularte *et al.* (2017) afirma que os resíduos de construção e demolição (RCD) representam cerca de 57% de todo o resíduo gerado nas cidades brasileiras. Apesar dos termos lixo e resíduos serem comumente utilizados como sinônimos, eles possuem um significado diferente, pois o lixo remete a inutilidade de determinado objeto, enquanto que o resíduo permite pensar na sua reutilização (MANDARINO, 2000 apud ZANETI, 2003).

De acordo com Schulz; Hendricks (1992, apud Pinto, 1999) os primeiros estudos sistemáticos de utilização de agregados reciclados tiveram início em 1928 na Alemanha, porém o uso significativo de RCD como agregado reciclado teve início com o fim da segunda guerra mundial, devido a grande quantidade de escombros nas cidades Europeias e a crescente demanda de matéria prima.

De acordo com John (2000), a reciclagem de resíduos aumentará a oferta de produtos alternativos para a construção civil, e possivelmente de soluções mais adequadas para situações específicas, com maior eficiência geral do processo

A busca de alternativas que beneficiem os anseios tanto dos empreiteiros, que querem manter a qualidade de seus produtos, quanto da sociedade que deseja uma solução para a degradação contínua dos recursos naturais é um desafio que o meio acadêmico deve tomar para si (CABRAL, 2007).

Existe uma escassez nos estudos voltados a análise das publicações científicas brasileiras na área de construção e tecnologia de construção, sendo desejável seu incentivo para a superação das carências e limitações do setor, além de contribuir para a melhor compreensão das especificidades de seus processos de desenvolvimento científico, econômico e tecnológico (SOARES *et al.*, 2016)

A bibliometria é uma das principais ferramentas para estudo de levantamento e análise das publicações científicas sobre determinado tema (ZHI;JI., 2012; VASCONCELOS *et al.*, 2013). Bufrem e Prates (2005) afirmam que a bibliometria é uma prática multidisciplinar usada na identificação de comportamentos da literatura e sua evolução em contexto e época determinados. Os autores também citam que a bibliometria está associada ao estudo quantitativo de produção, disseminação e uso da informação, nos processos e mecanismos avançados de busca on-line e técnicas para recuperação de informação.

A filtragem de dados durante a bibliometria permitirá selecionar artigos para a criação de um aplicativo móvel (*app*) de banco de dados de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos. A popularização dos smartphones incentivou o desenvolvimento dos mais variados *apps* para engenharia, como aplicativos de cálculo estrutural, orçamento, gestão de obras e versão móvel do Autocad.

Este trabalho busca, portanto, avaliar o desenvolvimento dos estudos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos nas publicações nacionais sobre o tema entre o período de 1998 a 2017 e viabilizar o desenvolvimento de uma ferramenta para divulgação de uma base de conhecimento sobre as dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduos com resultados comprovados.

O produto desta dissertação tem como objetivo fomentar a utilização de resíduos na produção de concreto, possibilitando redução na destinação de resíduos na natureza, redução dos custos de produção do concreto e a redução da extração de matéria prima natural.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Desenvolver um aplicativo móvel que possa fomentar o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto de cimento Portland.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Analisar as publicações nacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.
- Desenvolver uma base de dados sobre as dosagens com resultados comprovados.;
- Identificar as informações necessárias para desenvolvimento de um sistema para dispositivos móveis que permita o acesso às informações para o público alvo
- Verificar a usabilidade da ferramenta de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos.

## **1.2 Justificativa**

A necessidade de adotar metodologias sustentáveis na construção civil é inevitável, isto não significa apenas reduzir a emissão de carbono, como também conservar os recursos naturais cruciais ao desenvolvimento da sociedade. Vários pesquisadores adotaram abordagens diferentes para redução na utilização de recursos naturais, mas evitar 100% da utilização de material prima natural é uma meta praticamente impossível, portanto é necessário considerar a sustentabilidade ao planejar diferentes projetos (AKHTAR; SARMAH, 2018).

Moura (2013) afirma que o elevado consumo de materiais naturais torna a construção civil um potencial agente reciclador de resíduos. Os resíduos podem ser utilizados no concreto em substituição do cimento, agregados ou fibras. A substituição de cimento por resíduos possui grande apelo ambiental, primeiro devido à redução na utilização do cimento, um material com elevado potencial poluidor e

segundo pela utilização de resíduos que de outra maneira seriam destinados a aterros sanitários (MOURA, 2013; TAVAKOLI; HASHEMPOUR; HEIDARI, 2018).

Alguns resíduos possuem propriedades pozolânicas (VISHWAKARMA; RAMACHANDRAN, 2018), estes materiais são ricos em sílica e alumina, que reagem com hidróxido de cálcio e água em temperatura ambiente, formando compostos com características cimentíceas (MALHOTRA; MEHTA, 1996). Além de melhorar as propriedades de resistência e durabilidade do concreto, a substituição de cimento por materiais pozolânicos reduz a emissão de gases com efeito estufa, como o dióxido de carbono (TAVAKOLI; HASHEMPOUR; HEIDARI, 2018; VISHWAKARMA; RAMACHANDRAN, 2018).

Os agregados ocupam cerca de 70% do volume de concreto e para evitar o grande consumo de materiais primas naturais já escassas, materiais alternativos como subprodutos industriais vêm sendo estudados para substituição dos agregados naturais (TIWARI; SINGH; NAGAR, 2016; TAVAKOLI; HASHEMPOUR; HEIDARI, 2018). Os resíduos utilizados em substituição aos agregados devem satisfazer os requisitos mecânicos, reológicos e de durabilidade, para produzir um concreto de boa qualidade, forte e durável (TIWARI; SINGH; NAGAR, 2016).

O RCD é um forte candidato a substituto de agregados naturais, apesar da alta variabilidade na composição dos RCD, Cabral (2012) notou que a variabilidade na composição dos agregados reciclados não compromete sua viabilidade na produção de concreto, pois ensaios demonstraram que os valores de resistência à compressão, módulo de elasticidade e retração de secagem não sofreram grande alteração com a variação do agregado reciclado. O autor complementa que os RCD possuem melhor desempenho ao serem utilizados na produção de concretos com baixa relação água/cimento ( $a/c$ ), resultando em menor retração de secagem e aumentando a durabilidade da estrutura.

A utilização de agregados reciclados no concreto tem sido tema de interesse de muitos pesquisadores, além do papel econômico, a utilização de agregados reciclados pode influenciar nas características do concreto no estado fresco e endurecido. (SILVA, 2012)

Soares (2014) afirma que durante o período de 1970 a 2012 houve uma notável evolução nas publicações relacionadas à engenharia civil, os países que mais publicaram foram Estados Unidos, China e Canadá respectivamente, o Brasil ocupa a 19ª posição no ranking mundial relacionadas a este tema. De acordo com a autora, o tema com maior número de publicações em nível mundial foi “concreto”,

sendo este o segundo tema mais publicado por autores brasileiros, ficando atrás de “adsorção”.

Apesar de autores como Cañas-Guerrero (2013), Vasconcelos (2013), Soares (2014), Soares *et al.* (2016) realizarem a análise bibliométrica de temas relacionados a engenharia civil, este trabalho é pioneiro ao analisar as publicações nacionais relacionadas ao reaproveitamento de resíduos no concreto na base de dados *Web of Science*.

O estudo bibliométrico permite mapear as áreas com déficit de publicações, permitindo aos pesquisadores focarem os esforços nestas lacunas, possibilitando o crescimento das publicações nacionais. Araújo e Alvarenga (2011) afirmam que o estudo bibliométrico permite a análise da produção científica de um país e indica o comportamento e desenvolvimento de uma área do conhecimento.

A bibliometria das publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos permitirá a análise quantitativa e qualitativa sobre os principais periódicos da área, os países com maior número de publicações, os autores e instituições mais relevantes, as publicações com maior fator de impacto, os resíduos estudados e o número de estudos publicados durante o período de 20 anos. Estes dados poderão nortear os novos estudos sobre o tema.

Outro ponto importante diz respeito a divulgação das informações científicas, Fenerick (2017) afirma que o processo de divulgação destas informações é potencializado pelo acesso à internet pelos smartphones, devido a facilidade de contato entre indivíduos e rapidez no acesso a conteúdo de produção científica. Este cenário permitiu um aumento significativo no acesso a informação nas diversas camadas sociais.

Dados da Ipsos (2012) informam que 73% dos brasileiros usuários de smartphones não saem de casa sem o aparelho e 42% acessam a internet ao menos uma vez por dia em dispositivo móvel. Além de dados divulgados pelo Consumer Barometer do Google (2017) referentes a população brasileira, tais dados indicam que a utilização de smartphones ultrapassou o uso de computadores, 67% da população utiliza smartphones, enquanto que apenas 38% utilizam computadores e 15% utilizam tablet.

Com isso, vislumbrou-se o uso de tecnologias moveis para potencializar acesso as informações, a exemplo de aplicativos disponives para dispositivos Android (google play) para dosagem convencional de concreto, como o Traço Lite (mais de 10.000 downloads), Calculadora de concreto (mais de 100.000 downloads)

e calculador de concretos (mais de 100.000 downloads) entre outros. Para IOS estão presentes apps como Calculadora de concreto-Lite e Cart away Concrete mixing calculator, ambos referentes a concreto convencional. Estes *apps* auxiliam na dosagem e consumo de materiais, porém, não tratam sobre o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Resíduos

De acordo com Deus et al. (2015), o tema de resíduos sólidos vem obtendo crescimento nas produções científicas, apesar de o Brasil ter experimentado um considerável crescimento de publicações sobre o tema, o autor verificou que durante o período de 1993 a 2013, o país com maior volume de publicações foram os Estados Unidos, enquanto que o Brasil se posicionou na 9ª posição.

Os resíduos sólidos são definidos pela ABNT NBR 10004 (2004) como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Moura (2000) afirma que umas das tendências empresariais são: o aumento no investimento em formação técnica e equipamentos para reduzir os desperdícios e consolidação da cultura da redução de perdas, reciclagem e aproveitamento de resíduos. O aproveitamento de resíduos pode diminuir o consumo energético e de recursos naturais, o que pode resultar num menor dispêndio econômico.

No Brasil, a reciclagem de resíduos ainda é tímida comparada a países mais desenvolvidos, exceto nas áreas de intensa reciclagem, como indústrias de cimento e de aço. (JOHN, 2000). Morais (2006) afirma que a principal causa de impactos ambientais dos RCD se dá devido a sua destinação final, seja ela pelo rápido esgotamento das áreas de aterro ou bota-fora ou pelos problemas causados pela destinação irregular.

Com objetivo de enfrentar os problemas ambientais, econômicos e sociais da gestão inadequada de resíduos, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS pela lei nº 12.305 de 2010. Este marco legal estabeleceu a responsabilidade compartilhada, na qual todas as partes da cadeia de valor possuem obrigações quanto à recepção, armazenamento, tratamento, deslocamento e destinação dos resíduos pertinentes a sua atividade. (Associação Nacional das Indústrias Cerâmicas - ANICER, 2014).

A PNRS (2010) define a seguinte ordem de prioridade (figura 2.1) na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disponibilização final ambientalmente adequada dos rejeitos.

**Figura 2. 1 - Prioridades na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos**



**Fonte: ANICER, 2014.**

a) Não geração: É o ato de eliminar a geração de resíduos. Controle da gestão produtiva, investimento em novas tecnologias e treinamento dos colaboradores são atos que podem eliminar a geração de resíduos e proporcionar economia dos recursos (ANICER, 2014).

b) Redução da geração: Quando não for possível impedir a geração de resíduos, deve-se reduzir a geração dos mesmos utilizando-se da mesma metodologia adotada no item anterior (ANICER, 2014).

c) Reutilização: Consiste no aproveitamento do resíduo sem qualquer transformação química, física ou biológica (PNRS, 2010).

d) Reciclagem: Consiste em transformar os resíduos em novos insumos ou produtos, utilizando-se de processos de transformação químico, físico ou biológico (PNRS, 2010).



## 2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos

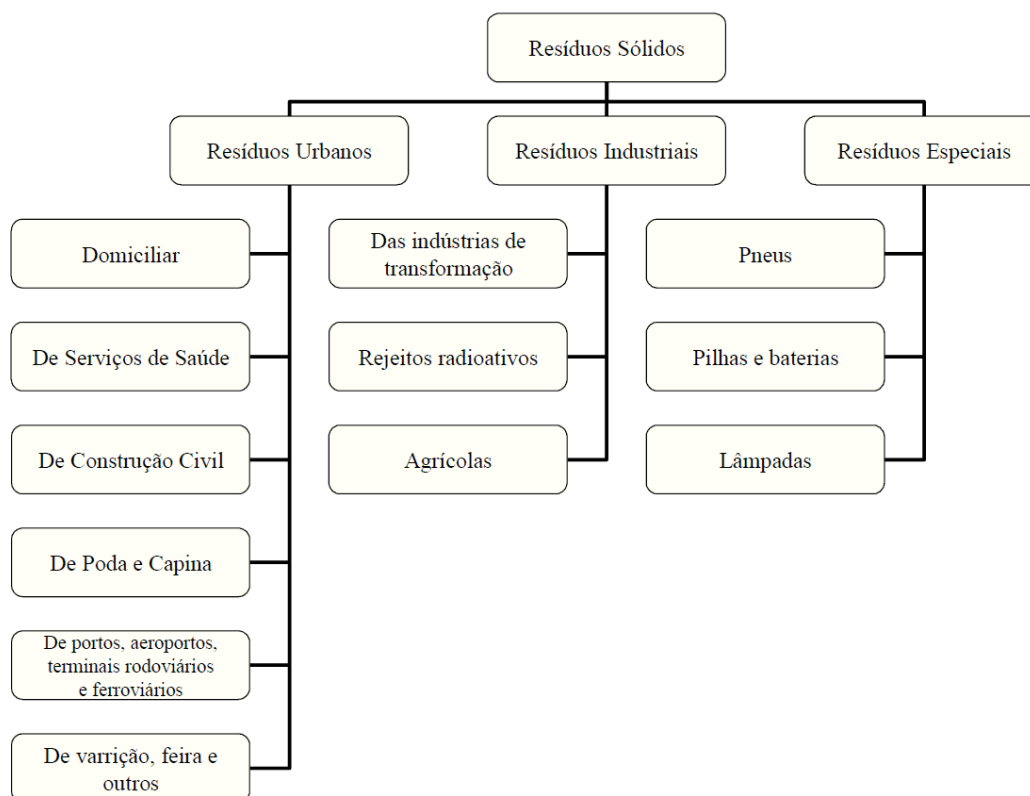
Na literatura, os resíduos sólidos podem ser classificados de diversas maneiras, porém, dentre todas, as que merecem destaque são as classificações segundo a fonte geradora e de acordo com a periculosidade dos mesmos. A primeira classificação é adotada por diversos autores da área, por ser mais específica, enquanto a segunda é adotada pela ABNT. (CABRAL, 2007).

### 2.1.1.1 Classificação dos resíduos sólidos quanto à fonte geradora

Quanto à fonte geradora (Figura 2.2), Cabral (2007) classifica os resíduos em três categorias:

- a) Resíduos sólidos urbanos (RSU): São os resíduos oriundos de domicílios, serviços de saúde, construção civil, poda e capina, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferrovias, varrição, feira e outros;
- b) Resíduos sólidos industriais (RSI): São os resíduos oriundos das indústrias de transformação, os resíduos radioativos e os resíduos agrícolas;
- c) Resíduos sólidos especiais: Estes resíduos são classificados de acordo com suas características diferenciadas, sendo os pneus, pilhas, baterias e lâmpadas fluorescentes.

**Figura 2. 2 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à fonte geradora**



**Fonte: Cabral, 2007.**

A norma ANBT NBR 10004 (2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública (Figura 2.3). Para os efeitos da norma, os resíduos se classificam em:

a) Resíduos classe I – perigosos: são resíduos que se caracterizam por possuir riscos à saúde pública ou meio ambiente, apresentando inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, ou patogenicidade.

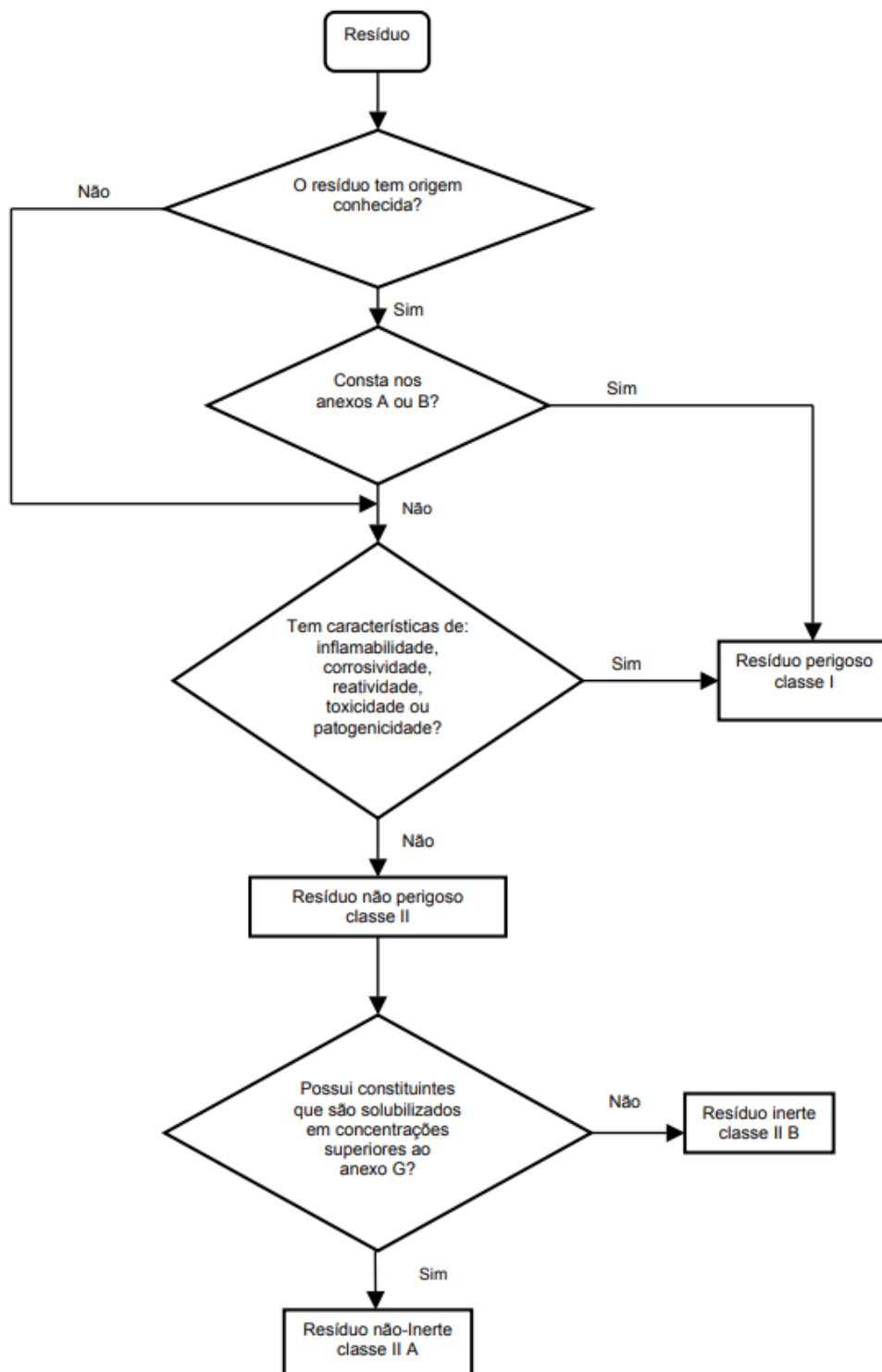
b) Resíduos classe II – Não perigosos: Esta classificação se divide em resíduos classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes.

ba) Resíduos classe II A – Não inertes: são resíduos que não estão classificados na classe I - Perigosos ou na classe II B - Inertes. Estes resíduos podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

bb) Resíduos classe II B – são os resíduos que, após contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, não apresentarem nenhum de seus

constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Figura 2. 3 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à periculosidade



Fonte: ANBT 10004, 2004.

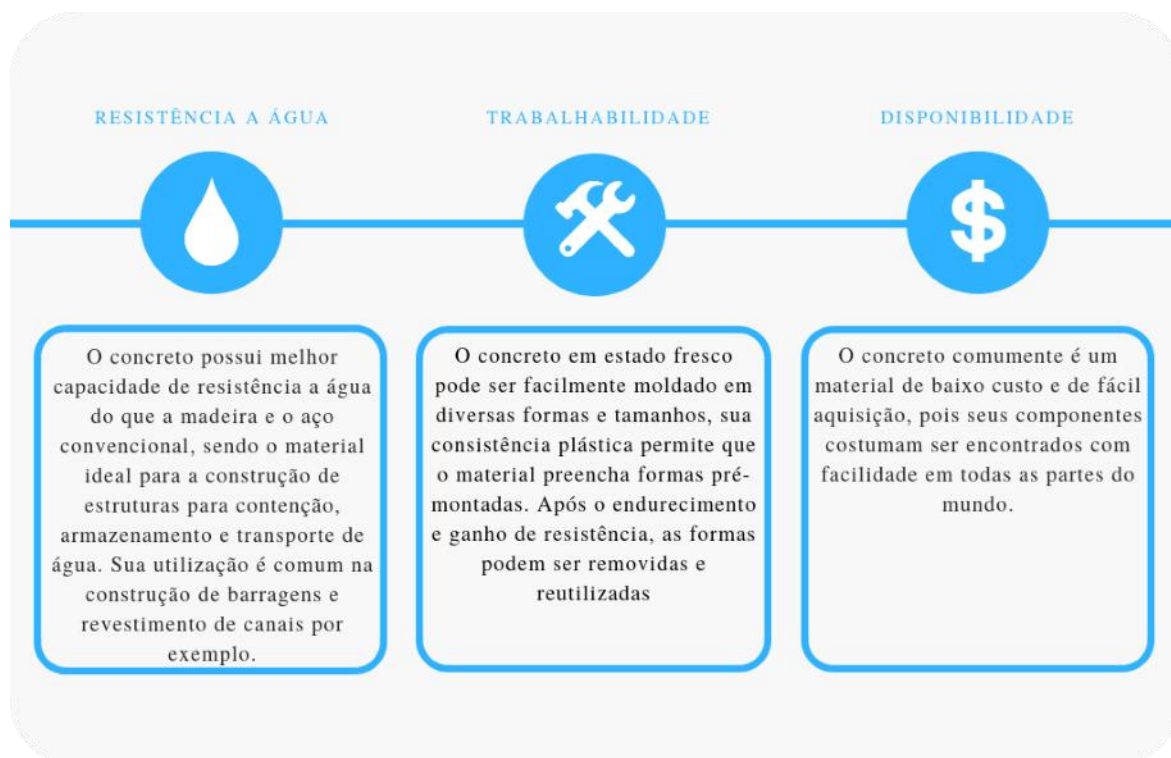
## 2.2 Concreto de cimento portland

A norma ABNT NBR 12655 (2015) trata o concreto de cimento Portland como um material que desenvolve suas propriedades pelo endurecimento da pasta de cimento, sendo resultante da mistura homogênea entre cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e água, com ou sem aditivos.

De acordo com Fusco (2008) o concreto simples possui elevada resistência à compressão, usualmente entre 20 a 40 MPa, e baixa resistência à tração, menos de 10% da resistência à compressão. O concreto armado é a solução mais comum para a baixa resistência à tração do concreto, nele utiliza-se de armaduras de aço dispostas ao longo da estrutura.

Apesar do concreto não ser tão forte ou resistente quanto o aço, ele é o material de construção mais utilizado no mundo, Mehta e Monteiro (2014) enumeram três motivos para este fenômeno, conforme Figura 2.4.

Figura 2. 4 - Vantagens do concreto



Fonte: Mehta e Monteiro, 2014 (adaptado).

Isaias (2007) afirma que o concreto é considerado como o material de construção mais utilizado do mundo e o segundo produto mais consumido, perdendo

apenas para a água. De acordo com Brasileiro e Matos (2015), cerca de 50% dos recursos naturais extraídos da natureza são utilizados na indústria da construção civil.

### **2.2.1 Classificações do concreto**

Mehta e Monteiro (2014) afirmam que o concreto pode ser classificado em três amplas categorias baseadas no peso:

- a) Concreto leve: concreto dosado com agregados de menor densidade aparente e possui massa específica inferior a  $1800 \text{ kg/m}^3$
- b) Concreto com peso normal: concreto dosado com agregados naturais de areia e brita ou cascalho, é o mais utilizado para fins estruturais e possui massa específica aproximado de  $2400 \text{ kg/m}^3$ .
- c) Concreto pesado: concreto dosado com agregados de alta densidade é comumente utilizado como blindagem contra radiação e possui massa específica aproximada de  $3200 \text{ kg/m}^3$ .

Mehta e Monteiro (2014) consideram que o concreto também pode ser classificado baseado em sua resistência à compressão:

- a) Concreto de baixa resistência: possui resistência à compressão inferior a 20 MPa.
- b) Concreto de resistência moderada: é o tipo de concreto utilizado na maioria das estruturas, também conhecido como concreto comum ou convencional e possui resistência à compressão entre 20 MPa e 50 MPa.
- c) Concreto de alta resistência: concreto utilizado em estruturas especiais e possui resistência à compressão superior a 50 MPa.

### **2.2.2 Resistência do concreto**

Ao se escolher um material para aplicação específica na engenharia, deve-se considerar sua capacidade de resistir aos esforços aplicados. A resistência é a propriedade mais valorizada pelos engenheiros de controle de qualidade (MEHTA e MONTEIRO, 2014). Neville e Brooks (2010) considera a resistência do concreto como a sua propriedade mais importante, esta dá uma ideia geral sobre a qualidade do concreto, por estar diretamente relacionada à estrutura da pasta de cimento.

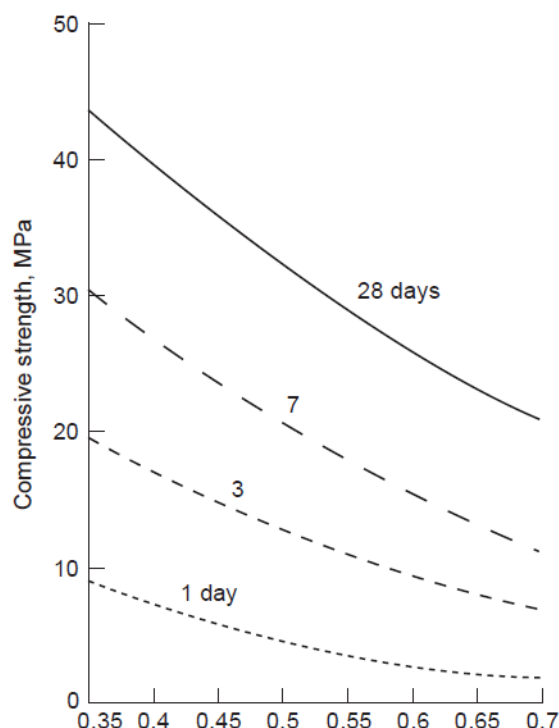
Em projetos de concreto a resistência à compressão geralmente é a propriedade especificada, pois o ensaio de resistência à compressão é relativamente fácil. Acredita-se que muitas propriedades do concreto, como módulo de elasticidade, impermeabilidade ou impermeabilidade, e resistência a agentes de intemperismo, dependem da resistência. O teste de compressão uniaxial é aceito como um índice geral de qualidade do concreto (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

Para Neville e Brooks (2010), a resistência à compressão, alteração de volume e durabilidade da pasta de cimento endurecida aparentam possuir maior relação com a estrutura física dos produtos de hidratação do concreto e de suas proporções do que sua composição química. O autor afirma que apesar da influência da porosidade e das microfissuras, na prática, os fatores primordiais que influenciam na resistência do concreto são: o grau de adensamento, a relação água/cimento, a idade e a temperatura. Outros fatores que influenciam na resistência são a relação agregado/cimento, a qualidade do agregado, dimensão máxima do agregado e a zona de transição, mas estes fatores são secundários ao utilizar-se agregados com dimensão máxima de 40 mm.

Bauer (2000) afirma que a obtenção de concreto compacto e com o mínimo de vazios depende do processo de adensamento executado após o lançamento do concreto fresco na forma. O processo de adensamento manual ou mecânico permite eliminar o ar aprisionado, facilitar o arranjo interno dos agregados e melhorar o contato do concreto com a ferragem e forma. Para Neville e Brooks (2010), o grau de adensamento de concreto em obras comuns não é perfeito, sobrando alguns vazios resultantes de ar aprisionado, o que influencia na resistência final do concreto.

Pressupondo o adensamento total, a resistência do concreto em determinada idade e temperatura pode ser considerada como inversamente proporcional à relação água/cimento (NEVILLE e BROOKS 2010). Mehta e Monteiro (2014) afirmam que a água influencia o ganho de resistência do concreto durante a hidratação da pasta de cimento, porém o aumento na relação água/cimento influencia no aumento da porosidade e conseqüentemente no enfraquecimento progressivo da matriz cimentícia (Figura 2.6).

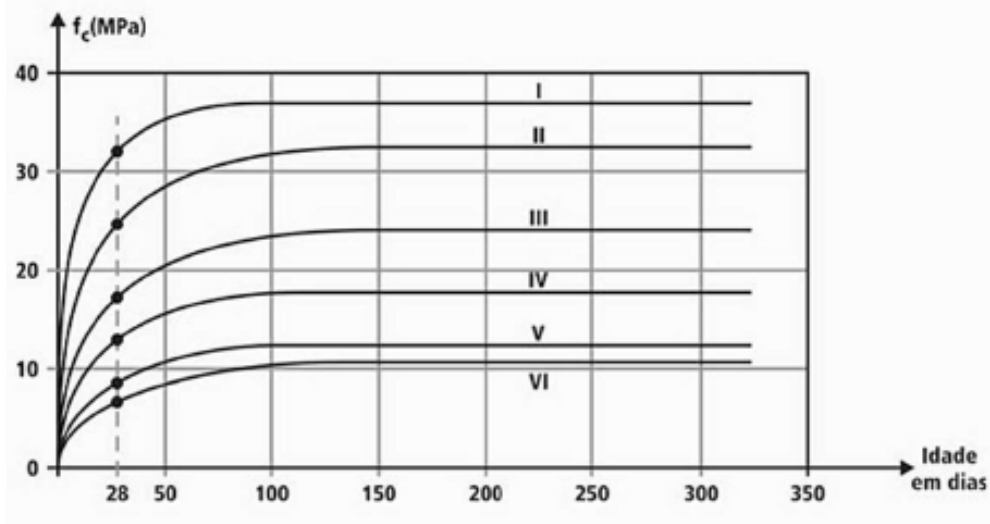
**Figura 2. 5 - Influência da relação água cimento no ganho de resistência à compressão do concreto**



**Fonte: Mehta e Monteiro, 2014.**

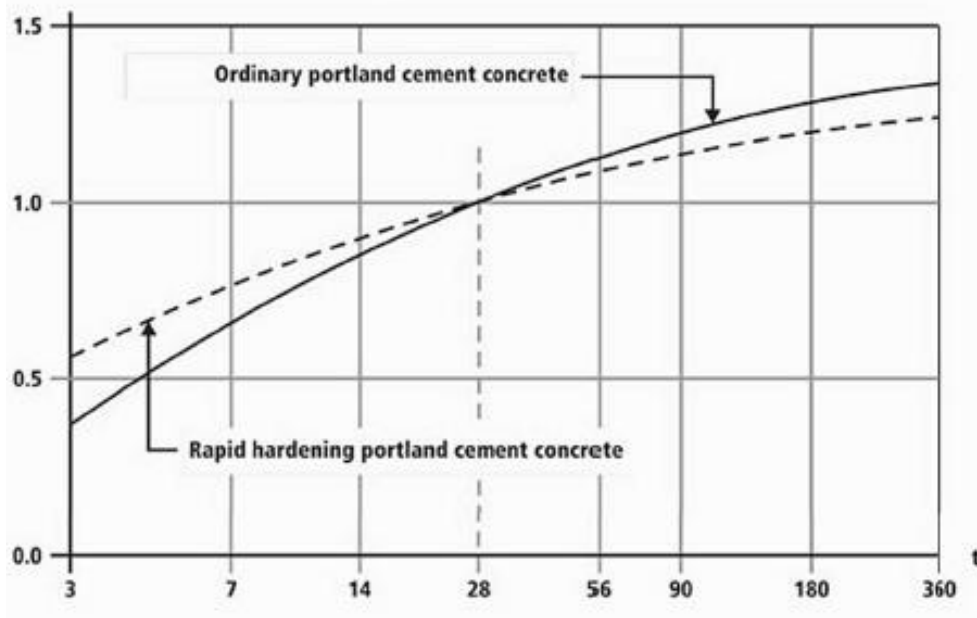
Fusco (2008) afirma que o ganho de resistência à compressão do concreto com a idade é um fato reconhecido de longa data. A Figura 2.7 demonstra o clássico resultado obtido em 1936 pelo pesquisador Ary Torres do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT de São Paulo, o qual ensaiou 6 diferentes traços com 7, 14, 28, 90, 180 e 360 dias de idade para demonstrar o desempenho do concreto de acordo com a idade. Tal ganho de resistência depende essencialmente da finura do cimento utilizado, quanto maior for a finura, mais rapidamente ocorre a hidratação dos grãos e ganho de resistência à compressão. De acordo com o autor, em geral os concretos com maior resistência à compressão inicial tem proporcionalmente menores ganhos com o tempo (Figura 2.8).

Figura 2. 6 - Evolução da resistência à compressão do concreto de acordo com a idade para seis traços diferentes



Fonte: Fusco, 2008.

Figura 2. 7 - Crescimento médio da resistência à compressão do concreto de acordo com a idade



Fonte: Fusco, 2008.

A temperatura influencia na resistência à compressão do concreto devido a sua influência na hidratação do cimento. A cura com calor apenas antecipa a



resistência à compressão que o concreto só iria adquirir em maiores idades, desta forma o posterior aumento de resistência pela idade não será o mesmo de concretos curados à temperatura ambiente (FUSCO, 2008).

## 2.3 Cimento portland

De acordo com Bauer (2000), o cimento é o material com maior influência nas características do concreto, sendo empregado como critério na determinação de dosagens. A norma ABNT NBR 12655-2015 trata o cimento Portland como um aglomerante resultante da moagem de clínquer com adição de sulfato de cálcio. Durante a moagem podem ser adicionados materiais pozolânicos, escórias de alto forno, e/ou materiais carbonáticos em teores especificados em norma.

Os dados fornecidos pelo SNIC - Sindicato nacional da indústria do cimento (2017) informam que são consumidos cerca de 54 milhões de toneladas de cimento anualmente no Brasil. O Brasil possui 100 fábricas produtoras de cimento espalhadas por 88 municípios, com capacidade de produção de até 100 milhões de toneladas/ano e que geram 25 mil empregos diretos. Dados do Ministério de Minas e Energia (2018) informam que o Brasil possui participação de 1,3% da produção mundial de cimento e se encontra no 12º lugar no ranking mundial (Tabela 2.1), a líder de produção é a China.

**Tabela 2. 1 - Maiores produtores mundiais de cimento em 2017**

Posição	Países	Produção estimada (10 <sup>3</sup> t)
1	China	2.400.000
2	Índia	270.000
3	Estados Unidos	86.300
4	Vietnam	78.000
5	Turquia	77.000
6	Indonésia	66.000
7	Arábia Saudita	63.000
8	Coréia do Sul	59.000
9	Rússia	58.000
10	Egito	58.000
11	Irã	56.000
12	<b>Brasil</b>	<b>54.200</b>

13	Japão	53.000
-	Outros	721.500
<b>Total/média mundial</b>		4.100.000

**Fonte: Ministério de Minas e Energia, 2018.**

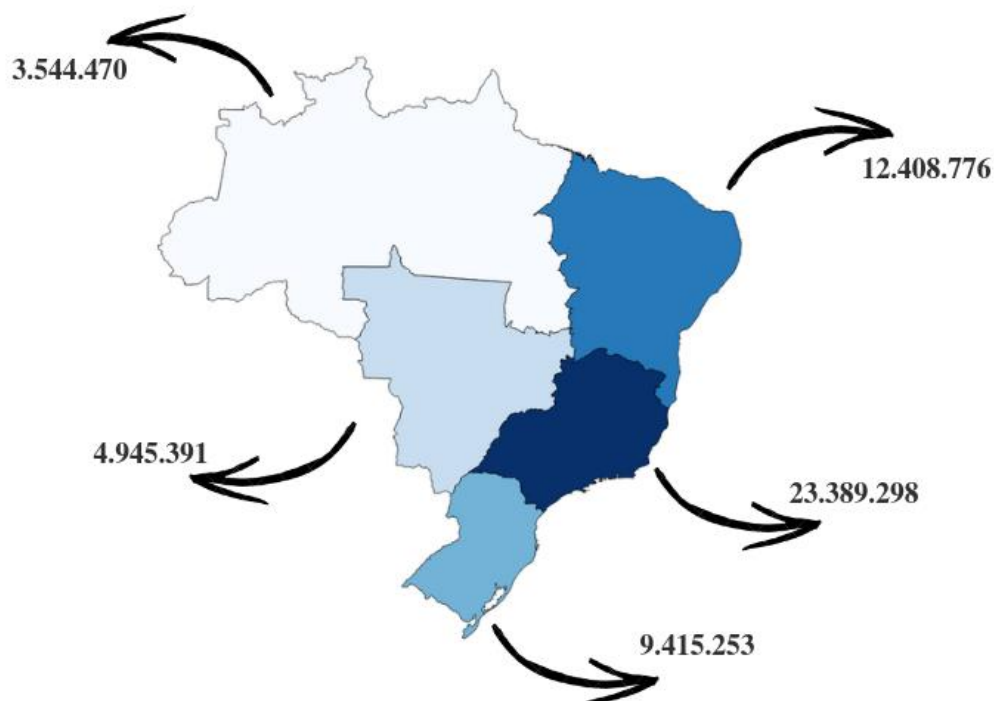
De acordo com o SNIC (2018), o consumo de cimento no Brasil cresceu durante o período de 1990 a 2014, tendo queda nos anos de 2015 a 2017 (Tabela 2.2). A região brasileira com maior consumo de cimento em 2017 foi a sudeste, com consumo aparente estimado em 23.389.298 ton. (Figura 2.9).

**Tabela 2. 2 - Consumo de cimento no Brasil**

<b>Anos</b>	<b>Consumo aparente (10<sup>3</sup> t)</b>	<b>Per capita (kg/hab)</b>
1950	1.790	34
1960	4.449	63
1970	9.328	100
1975	16.883	160
1980	26.911	227
1985	20.549	155
1990	25.980	177
1995	28.514	179
2000	39.710	232
2007	45.062	240
2008	51.571	272
2009	51.892	271
2010	60.008	315
2011	64.972	338
2012	69.324	357
2013	70.967	353
2014	71.700	353
2015	65.315	320
2016	57.800	280
2017	54.200	261

**Fonte: SNIC, 2018.**

Figura 2. 8 - Consumo aproximado de cimento no Brasil por região (ton.) em 2017.



Fonte: SNIC 2017, (adaptado).

JOHN (1995, *apud* MOURA, 2000) afirma que a utilização de escória de alto forno no cimento possui importante aspecto ambiental, pois a adição de 65% de escória reduz o consumo energético da produção de cimento de 3,53GJ/T (gigajoule / tonelada) para 1,67 GJ/T incluindo a energia gasta para secagem e moagem da escória.

A utilização de cinzas volantes e escória como substituto parcial do clínquer ocasionou em uma redução de 28% do consumo de combustível na indústria cimenteira nacional no ano de 1996. (YAMAMOTO *et al.*, 1997 *apud* JOHN 2000).

Além do concreto, o cimento Portland é utilizado como material ligante na produção de pasta, argamassa e graute. A pasta de cimento portland é o produto da mistura homogênea entre cimento e água podendo ou não utilizar aditivos para melhora de suas propriedades. Mehta e Monteiro (2014) definem argamassa como uma mistura homogênea de cimento, água e agregado miúdo, podendo ou não conter aditivo, se assemelha ao concreto sem o agregado graúdo. O autor define graute como uma mistura homogênea entre cimento e geralmente agregado miúdo, com adição de água suficiente para produzir um compósito de boa consistência sem segregação dos constituintes.

### 2.3.1 Tipos de cimento Portland

A norma ABNT NBR 16697 (2018) caracteriza os diversos tipos de cimento Portland, nomeando-os de acordo com suas adições e propriedades especiais, sendo identificados por suas siglas, classe de resistência à compressão e sufixo RS (resistente a sulfatos) e BC (baixo calor de hidratação) quando aplicáveis. Para os efeitos da norma, os cimentos se classificam de acordo com a Tabela 2.3:

**Tabela 2. 3 - Tipos e limites de composição do cimento Portland (% de massa)**

Designação normalizada	Sigla	Classe de resistência	Sufixo	Clínquer + sulfato de cálcio	Escória granulada de alto forno	Material Pozolânico	Material carbonático
Cimento Portland Comum	CPI	25, 32 ou 40	RS ou BC	95-100	0-5		
	CP I-S			90-94	0	0	6-10
Cimento Portland composto com escória granulada de alto-forno <sup>a</sup>	CP II-E			51-94	6-34	0	0-15
Cimento Portland composto com material pozolânico <sup>b</sup>	CP II-Z			71-94	0	6-14	0-15
Cimento Portland composto com material carbonático <sup>c</sup>	CP II-F			75-89	0	0	11-25
Cimento Portland de alto forno	CP III			25-65	35-75	0	0-10
Cimento Portland pozolânico	CP IV			45-85	0	15-50	0-10
Cimento Portland de alta resistência inicial <sup>d</sup>	CP V	ARI		90-100	0	0	0-10
Cimento Portland branco <sup>e</sup>	Estrutural	25, 32 ou 40		75-100	-	-	0-25
	Não estrutural	-	-	50-74	-	-	26-50

Fonte: ANBT 16697, 2018

Cimento Portland comum CPI: composto principalmente por clínquer com adição de aproximadamente 5% de gesso com função de retardar a pega. Seu custo de produção é elevado devido à alta concentração de clínquer, é recomendado para construções que não apresentem condições especiais. (HAGEMANN, 2011).

Cimento Portland CPI-S: Nomenclatura para o cimento Portland comum com adição de pequena quantidade de material pozolânico, variando entre 1 a 5%. É recomendado para construções que não apresentem condições especiais. (HAGEMANN, 2011).

Cimento Portland composto CII: Cimento com adições de materiais de baixo custo para melhora de suas propriedades. Sua nomenclatura varia de acordo com o tipo de adição. (HAGEMANN, 2011)

Cimento Portland CII-E: possui entre 6 a 34% de adição de escória granulada de alto forno. Possui pequeno atraso no tempo de pega e ganho de resistência à compressão lento se comparado ao CP I, porém maior resistência ao ataque de águas agressivas (LARA, 2013).

Escória granulada de alto forno: Subproduto da produção do gusa obtido por resfriamento brusco, constituído em sua maior parte por silicatos e alumino-silicatos de cálcio. (ANBT 16697, 2018).

Cimento Portland CII-Z: Cimento com adição de pozolana entre 6 e 14%. Possui maior durabilidade quando comparado ao CPI devido a maior resistência ao ataque de sulfatos (LARA, 2013).

Materiais pozolânicos: Materiais silicosos ou silicoaluminosos finos que reagem com hidróxido de cálcio em meio aquoso e em temperatura ambiente, formando compostos com propriedades cimentíceas (ANBT 16697, 2018).

Cimento Portland CII-F: Possui adição entre 6% a 10% de material carbonático, suas propriedades se assemelham ao CPI-S. (LARA, 2013).

Material carbonático: Materiais finos, que apresentam carbonato de cálcio como principal material constituinte (HAGEMANN, 2011).

Cimento Portland de alto-forno CIII: cimento resultante da mistura homogênea do clínquer com escória granulada de alto forno, podendo conter sulfato de cálcio e materiais carbonáticos (ANBT 16697, 2018). O teor de adição entre 35 a 70%, possui baixo calor de hidratação e resistência à compressão inicial baixa, o que demanda maiores cuidados no período de cura. (LARA, 2013).

Cimento Portland pozolânico CIV: cimento resultante da mistura homogênea do clínquer com materiais pozolânicos, podendo conter sulfato de cálcio

e materiais carbonáticos (ANBT 16697, 2018). O teor de adição entre 15 a 50% confere alta durabilidade e impermeabilidade às misturas em que são empregados. É recomendado para obras em ambientes agressivos ou expostas a ação de águas correntes (HAGEMANN, 2011).

Cimento Portland de alta resistência inicial CPV-ARI: Apresenta resistência à compressão igual ou maior que 14 MPa com 1 dia de idade e atende aos demais requisitos normativos (ABNT, 2018). Possui um processo de fabricação diferenciado, com um clínquer de queima mais completa, com maior formação de  $C_3S$  e possui grãos mais finos. (LARA, 2013).

Cimento Portland Branco: Cimento Portland constituído por clínquer branco cujas adições não alterem sua coloração além dos limites normativos (ANBT 16697, 2018). O cimento branco pode ser do tipo estrutural ou não estrutural, o tipo estrutural é recomendado para utilização em fins arquitetônicos, enquanto o não estrutural é recomendado para rejuntamento de azulejos e demais fins não estruturais. A adição de pigmentos permite a obtenção de concretos coloridos (HAGEMANN, 2011).

## **2.4 Agregados**

A norma ABNT NBR 9935 (2011) define agregado como material granular, geralmente inerte, com dimensões e propriedades adequadas para a preparação de argamassa ou concreto. Para Bauer (2000) agregado é definido como “material particulado, incoesivo, de atividade química praticamente nula, constituído de misturas de partículas cobrindo extensa gama de tamanhos”.

De acordo com os dados fornecidos pela ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil (2014), a construção civil no Brasil consumiu cerca de 740 milhões de toneladas de brita e areia em 2014, o consumo per capita anual foi de 3,7 toneladas/habitante conforme Tabela 2.4:

Tabela 2. 4: Dados da indústria de agregados no Brasil em 2014

Dados	Areia	Brita	Total
Produção (milhões de ton.)	439	302	741
Per capita	2,2	1,5	3,7
Número de empresas	2.500	600	3.100
Investimento (R\$ milhões)			700
Empregos diretos	49.000	26.000	75.000
Capacidade instalada (ton./ano)			850
Valor da produção (R\$ bilhão)			19

Fonte: ANEPAC, 2014 (adaptado).

De acordo com, Almeida (2000, *apud* Silva 2006), grande parte da extração de areia (agregado miúdo) é realizada no leito dos rios, ocasionando impacto ambiental devido a retirada da cobertura vegetal e degradação dos cursos d'água. O mesmo autor cita que a estocagem inadequada dos finos gerados pela britagem de rochas também podem causar impactos ambientais como assoreamento dos rios, poluição visual e muita poeira.

#### 2.4.1 Classificação dos agregados

A ABNT NBR 9935 (2011) trata os agregados de acordo com a dimensão dos grãos e origem dos mesmos, enquanto que autores como Mehta e Monteiro (2014) e Bauer (2000) afirmam que os agregados podem ser classificados baseados nas dimensões, origem e massa específica aparente.

##### a) Dimensões dos grãos:

Mehta e Monteiro (2014) definem os agregados miúdos como partículas menores que 4,75 mm, contendo tipicamente partículas entre 75  $\mu$ m e 4,75 mm. Para a ABNT (2011) os agregados miúdos são os grãos passantes na peneira 4,75 mm e retidos na peneira com malha de 150  $\mu$ m.

Mehta e Monteiro (2014) caracterizam os agregados graúdos como os grãos com dimensões típicas entre 4,75mm, e 50 mm, podendo chegar até 150 mm no

caso de concreto em massa. A ABNT NBR 9935 (2009) caracteriza os agregados graúdos como grãos passantes na peneira 75 mm e retidos na peneira 4,75 mm.

b) Origem dos grãos:

Mehta e Monteiro (2014) define que os agregados podem ser de origem natural ou sintética, para Bauer (2000), os agregados podem ser naturais ou industrializados, e a ABNT NBR 9935 (2011) utiliza a nomenclatura de agregados naturais e artificiais.

Os agregados naturais são aqueles que podem ser utilizados conforme encontrados na natureza. (MEHTA E MONTEIRO, 2014; BAUER, 2000; ABNT 9935, 2011).

Mehta e Monteiro (2014) definem os agregados sintéticos como materiais que sofreram processos térmicos ou que são subprodutos industriais. Para Bauer (2000), os agregados industriais são aqueles que sofreram processos industriais para obter sua composição particulada. A ABNT NBR 9935 (2011) trata os agregados artificiais como materiais que necessitem sofrer alterações mineralógicas, químicas ou físico-químicas para sua utilização como agregado em concreto e argamassa.

c) Massa específica aparente:

De acordo com Bauer (2000), os agregados podem ser classificados em leves, médios e pesados, de acordo com a massa específica dos mesmos (Tabela 2.5). Para Mehta e Monteiro (2014), os agregados utilizados pra produção de concreto com peso médio possuem densidade entre 1520 a 1680 kg/m<sup>3</sup>, os agregados leves possuem menos que 1120 kg/ m<sup>3</sup> e os agregados pesados são aqueles com massa específica superior a 280 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabela 2. 5– Massa específica média dos agregados**

Agregados leves		Agregados médios		Agregados pesados	
Nome	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Nome	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Nome	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )
Vermiculita	300	Calcário	1400	Barita	2900
Agila expandida	800	Arenito	1450	Hematita	3200
Escória granulada	1000	Cascalho	1600	Magnetita	3300



		Granito	1500		
		Areia	1500		
		Basalto	1500		
		Escória	1700		

Fonte: Bauer, 2000.

## 2.5 Bibliometria

A bibliometria atua como uma ferramenta que permite ao pesquisador observar o estado da ciência e tecnologia através da análise da produção global de literatura científica em certo nível de especialização. Esta observação permite situar um cientista em relação a sua comunidade, uma instituição em relação a um país e este em relação ao resto do mundo. (OKUBO, 1997)

Targino (2000) afirma que a ciência participa da evolução da humanidade, influenciando nas convicções, hábitos, leis, ampliando as fronteiras do conhecimento e estabelecendo as verdades fundamentais de cada época. O autor reforça que a pesquisa científica e divulgação de seus resultados são atividades inseparáveis, pois, o conhecimento científico, o qual representa um acréscimo ao entendimento universal, deriva da ampla divulgação de trabalhos e pesquisas.

De acordo com Araújo e Alvarenga (2011), os estudos bibliométricos iniciaram no século XX, tendo origem devido à comunicação científica registrada em veículos de comunicação tanto informais quanto não convencionais. Okubo (1997) afirma que o ano de 1917 foi um marco para a bibliometria, com a realização da análise estatística sobre a história da anatomia, publicada por Cole e Eales, estando estes entre os primeiros pesquisadores a utilizar publicações científicas para construção de um quadro quantitativo do progresso em um campo de pesquisa. Chueke e Amatucci (2015) informam que o termo bibliometria surgiu no final da década de 1960 por Pritchard, que a define como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos na análise de obras literárias.

Yoshida (2010) afirma que no passado não existiam disponibilidade de recursos computacionais e nem base de dados eletrônicos para auxiliar na busca de publicações, o que elevava os esforços para execução de métodos de rastreamento bibliométrico.

Os avanços da internet e do acesso da informação em geral, aliados ao crescimento das produções científicas permitiram a criação de bases de dados, que funcionam como suportes informacionais, contendo artigos e trabalhos científicos especializados nas diversas áreas do conhecimento, estas bases possuem credibilidade científica e oferecem mecanismos de busca para os materiais bibliográficos. (PIZZANI *et al.*, 2012)

Para Yoshida (2010), a utilização de palavras-chave para rastreamento das publicações nas bases de dados pode indicar sinais de propensão à evolução de determinada tecnologia. Lopes *et al.* (2012) informa que as bases de dados mais utilizadas do mundo são: *Web of Science (WoS)*, *Scopus* e *Google Scholar Metrics*. Tais bases usam diferentes métricas e cobrem diferentes dados. O autor alerta que o uso de bases de dados distintas pode ocasionar diferentes resultados de uma mesma publicação ou investigador.

De acordo com Archambault *et al.* (2009, *apud* Yoshida, 2010), as buscas realizadas nas bases de dados WoS e Scopus geram resultados similares, com correlação elevada entre os resultados gerados pelas duas bases. Lopes *et al.* (2012) afirma que a base WoS possui melhor cobertura temporal se comparada a Scopus e Google Scholar Metrics.

Para Pao (1989, *apud* Junior *et al.*, 2016), os estudos que analisam estatisticamente características de publicações buscam descrever, quantificar e prognosticar o processo de comunicação escrita. Estes estudos identificaram padrões de comportamento durante a análise de dados. De acordo com o autor, tais padrões se transformaram em princípios de comportamento conhecidos como: Lei de Bradford, Lei de Zipf e Lei de Lotka (Tabela 2.6).

**Tabela 2. 6- Leis que regem os estudos bibliométricos**

Leis	Medida	Critério	Objetivo principal
Lei de Bradford	Grau de atração do periódico	Reputação do periódico	Identificar os periódicos mais relevantes e que dão maior vazão a um tema em específico
Lei de Zipf	Frequência de palavras-chave	Lista ordenada de temas	Estimar os temas mais recorrentes relacionados a um campo de conhecimento
Lei de Lotka	Produtividade do autor	Tamanho-frequência	Levantar o impacto da produção de um autor numa área de conhecimento

**Fonte: Chueke e Amatucci, 2015.**

A lei de Bradford foi formulada para estimar a relevância dos periódicos em determinadas áreas temáticas. De acordo com esta lei, os periódicos com maior número de publicação sobre determinado tema tendem a estabelecer um núcleo supostamente de qualidade superior e de maior relevância nesta área. Ainda de acordo com este princípio, os primeiros artigos de um novo assunto são submetidos a um número restrito de periódicos, estas publicações incentivam outros autores a submeterem seus artigos a estes mesmos periódicos. Ao mesmo tempo, com o crescente interesse do assunto, outros periódicos iniciam a publicação sobre esta temática. (JUNIOR *et al.*, 2016).

A lei de Zipf foi formulada em 1949, tendo como objetivo a contagem de palavras em larga amostragem, descrevendo a relação de palavras em um texto e a ordem de série dessas palavras. Esta lei foi formulada ao analisar a obra *Ulisses* de James Joyce, na qual percebeu uma correlação entre o número de palavras diferentes utilizadas e a frequência de seu uso, notando que um pequeno número de palavras é usado muito mais frequentemente. (ARAÚJO, 2006)

Araújo (2006) afirma que Zipf formulou o princípio do menor esforço, na qual existe uma tendência na economia do uso de palavras, com uma mesma palavra sendo usadas várias vezes e estas com maior número de repetições indicam o assunto do documento.

A lei de Lotka propõe que alguns poucos autores possuem grande produtividade em determinada área de conhecimento, enquanto que um volume elevado de autores produz pouco. O autor afirma também que esta lei foi formulada com base nas publicações e autores do *Chemical Abstracts* durante o período de 1907 a 1916, na qual identificou que grande parte da produção científica é realizada por poucos autores (LOTKA, 1926).

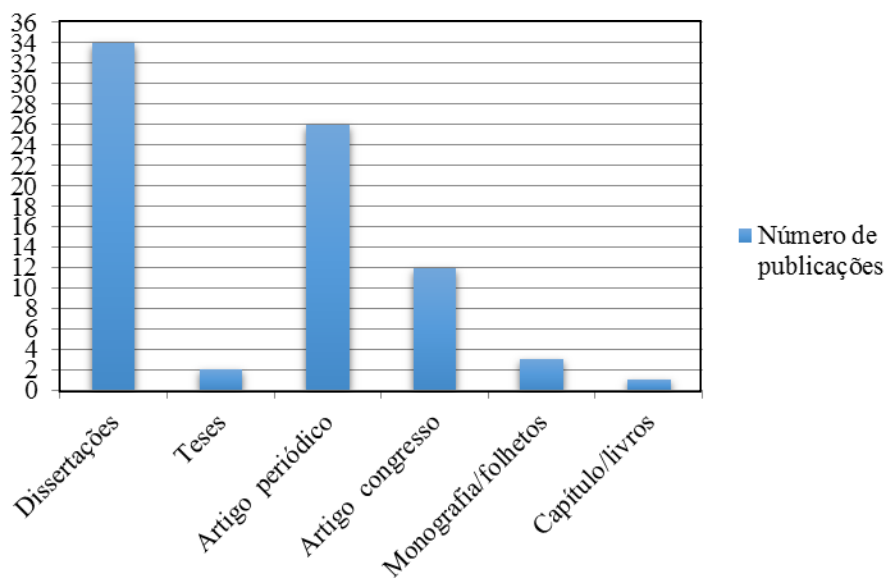
Lotka (1926) estabelece que aproximadamente 60% dos autores fará apenas uma publicação para determinada área de estudo, e que o número de autores que fazem “n” contribuições em uma área de conhecimento é  $1/n^2$  dos autores com apenas uma contribuição.

### **2.5.1 Bibliometria no cenário brasileiro**

Segundo Alvarado (1984) a partir de 1970 no Brasil, iniciou-se uma febre pela bibliometria aplicada nos mais diversos campos, tal fato foi influenciado pela

implantação do Mestrado em Ciência da Informação, pelo IBICT - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. O autor observa que durante o período de 1972 a 1983 foram publicados 78 trabalhos, sendo na maioria dissertações de mestrado conforme Figura 2.10.

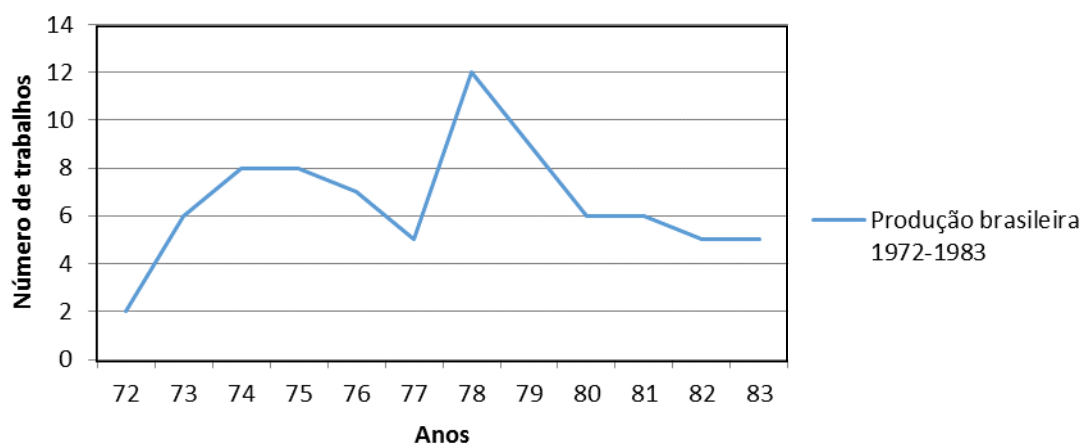
**Figura 2. 9 - Produção bibliométrica brasileira segundo o tipo de publicação, 1972-1983**



**Fonte: Alvarado, 1984 (adaptado).**

Alvarado (1984) afirma que o ano com maior número de trabalhos publicados sobre bibliometria foi 1978 (16,4%) e 1979 (11,5%), em contrapartida, o ano com menor número de trabalhos do período foi 1972 (2,6%). De acordo com o autor, foi no ano de 1972 que a abordagem bibliométrica começou a ser utilizada no Brasil, com os trabalhos de Figueiredo e Braga. A Figura 2.11 demonstra as publicações brasileiras no período.

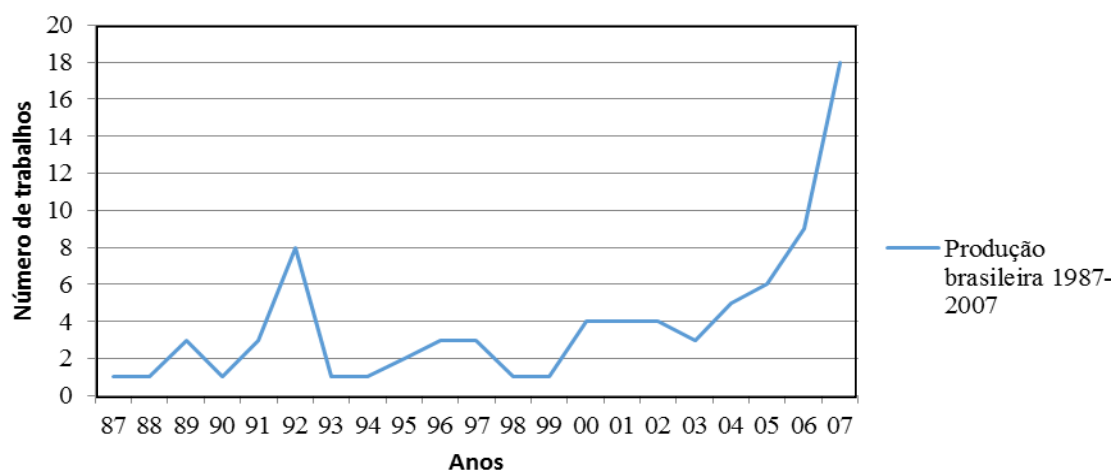
**Figura 2. 10 - Produção bibliométrica Brasileira entre 1973-1983**



**Fonte: Alvarado, 1984 (adaptado).**

Araújo (2011) analisou as teses e dissertações sobre bibliometria defendidas no Brasil durante o período de 1987-2007, resultando em 82 trabalhos no Banco de Teses da Capes. De acordo com o autor, 2007 foi o ano mais produtivo, com dezoito trabalhos, enquanto que ocorreu apenas uma defesa durante os anos 1987, 1988, 1990, 1993, 1994, 1998 e 1999 conforme a figura 2.12.

**Figura 2. 11 - Produção bibliométrica brasileira entre 1987-2007**



**Fonte: Araújo, 2011 (adaptado).**

Araújo (2011) verificou que a região brasileira com maior número de publicações utilizando a metodologia bibliométrica foi a Sudeste com 81%, em seguida o Sul com 9%, Centro-Oeste com 5%, Nordeste com 4% e região Norte com

1%. Entre as instituições, o IBICT/UFRJ foi a responsável pelo maior número de publicações com 20 trabalhos, seguido pela USP com 11 trabalhos e UFMG com 8 trabalhos.

### 3. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se pela abordagem descritiva, do tipo bibliográfico, com levantamento de aspectos quantitativo, objetivando a análise estatística para os dados coletados referentes à produção científica sobre concreto com aproveitamento de resíduos. A Tabela 3.1 traz uma síntese sobre os objetivos, a metodologia a ser aplicada e os resultados esperados.

**Tabela 3. 1- Objetivos, metodologia e resultados esperados.**

Objetivo geral: Desenvolver um aplicativo móvel que possa fomentar o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto de cimento Portland.			
Item	Objetivos específicos	Metodologia	Resultados esperados
1	Analisar as publicações nacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.	Análise bibliométrica na base internacional <i>Web of Science</i> nos últimos 20 anos (1998 a 2017);	Identificar os Principais periódicos da área, os autores e instituições mais relevantes, as publicações com maior fator de impacto e os resíduos estudados.
2	Desenvolver uma base de dados sobre as dosagens com resultados comprovados.	Levantamento das dosagens nos artigos selecionados.	Identificar as dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduos.
3	Identificar as informações necessárias para desenvolvimento de um sistema para dispositivos móveis que permita o acesso às informações para o público alvo	O sistema será desenvolvido em parceria com o Laboratório de Desenvolvimento de Sistemas do programa de pós-graduação em computação aplicada do NDAE. O autor deste projeto ira integrar a equipe de desenvolvimento durante todas as etapas de desenvolvimento do sistema.	Protótipo funcional do <i>App</i> para dispositivo móvel.
4	Verificar a usabilidade da ferramenta de dosagem de concreto com	Realizar o teste operacional do sistema.	Demonstrar a interface e funcionalidade do sistema de dosagem de concreto

	reaproveitamento de resíduos		com reaproveitamento de resíduos.
--	---------------------------------	--	--------------------------------------

Fonte: Autoria própria, 2019

### 3.1 Análise bibliométrica na base de dados *web of science*

A coleta de dados baseou-se em levantamento bibliométrico das publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no acervo internacional da WoS. A base de dados escolhida é uma das maiores referências na área, possui acervo internacional que abrange todas as disciplinas e disponibiliza mais de 100 anos de conteúdo, incluindo 59 milhões de registros e documentos que datam desde 1898 (CLARIVATE ANALYTICS 2018a).

A pesquisa foi realizada durante o mês de agosto de 2018 no site <https://webofknowledge.com>, com a escolha da base de dados “todas as bases de dados”, buscando obter resultados mais abrangentes ao utilizar os seguintes acervos: Principal Coleção do *Web of Science*, *Derwent Innovations Index*, *Korean Citation Index (KCI)* - Base de dados de periódicos coreanos, *Russian Science Citation Index* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO) Citation Index*.

A pesquisa foi do tipo básico (Figura 3.1), utilizando os termos de busca: *concrete AND (residue OR waste OR tailing)*. Foram utilizados termos em Inglês para incluir resultados de periódicos internacionais, o operador “and” é utilizado para buscar apenas pelos termos combinados, enquanto que o termo OR busca por um dos termos ou por ambos. O campo de busca selecionado foi “tópico”, que inclui o título dos artigos, resumos, palavras-chave do autor e palavras chave criados.



**Figura 3. 1 - Metodologia de busca no WoS**

The screenshot displays the Web of Science search interface. At the top, there is a navigation bar with links to 'Web of Science', 'InCites', 'Journal Citation Reports', 'Essential Science Indicators', 'EndNote', 'Publons', and 'Kopernio'. On the right, there are user options for 'Felipe', 'Ajuda', and 'Português'. The main header includes the 'Web of Science' logo and the 'Clarivate Analytics' logo. Below the header, there is a search bar with a dropdown menu set to 'Todas as bases de dados' and a 'Pesquisa' button. The search query is 'concrete AND (residue OR waste OR tailing)'. There are also options to '+ Adicionar linha' and 'Redefinir'. Below the search bar, there is a 'Tempo estipulado' section with a dropdown for 'Intervalo de anos personalizado' and two input fields for '2008' and '2017'. There is also a 'MAIS CONFIGURAÇÕES' dropdown. At the bottom, there are logos for 'CAPES' and 'Thomson Reuters Integrity'. The footer contains the 'Clarivate' logo, the tagline 'Acelerando a inovação', and various legal notices including '© 2019 Clarivate', 'Aviso de direitos autorais', 'Termos de uso', 'Declaração de privacidade', and 'Política de Cookies'. There are also social media icons for Twitter and Facebook.

**Fonte: Clarivate Analytics, 2018a.**

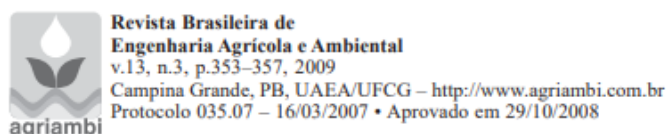
O tempo estipulado de pesquisa foi de 20 anos, durante o intervalo entre 1998 a 2017. O período de coleta de dados é um ponto crítico no estudo bibliométrico, muitos autores acreditam que 5 anos são suficientes, outros estudos sugerem o período mínimo de 10 anos, porém, recomenda-se a análise de 15 ou 20 anos de publicação sobre um tema (CHUEKE e AMATUCCI, 2015).

O tipo de documento foi limitado para “*article*”, com 14.461 resultados, em seguida, a busca foi filtrada por país de origem “Brazil”, com 635 resultados que foram analisados com a leitura exploratória do título, palavras-chave e resumo de cada artigo para exclusão das publicações que não possuem relação com o tema deste estudo. O artigo será lido na íntegra nos casos em que a leitura exploratória não for conclusiva.

Como critério de aceitação, foram considerados os artigos que tratam diretamente de concreto de cimento Portland com aproveitamento de resíduos em seus objetivos e metodologia, sendo experimental ou não. A Figura 3.2 demonstra o exemplo de um artigo que não foi utilizado nesta bibliometria, apesar de o mesmo

citar a utilização do resíduo como substituto parcial de cimento no concreto, ele trata apenas da dosagem de argamassas na metodologia.

**Figura 3. 2 - Exemplo de artigo não utilizado**



## Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland

Marcos O. de Paula<sup>1</sup>, Ilda de F. F. Tinôco<sup>2</sup>, Conrado de S. Rodrigues<sup>3</sup>, Elizabeth N. da Silva<sup>4</sup> & Cecília de F. Souza<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho, voltado para a avaliação do potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC) como material de substituição parcial do cimento Portland em argamassa, objetivou apresentar opção viável para a destinação deste resíduo, cuja quantidade gerada aumentará significativamente nos próximos anos, em decorrência da ampliação do setor de produção de álcool combustível; além disso, o emprego da CBC como adição mineral, substituindo parte do cimento em argamassas e concretos, contribui para a redução do impacto ambiental desses materiais, em boa parte decorrente da produção do cimento. O procedimento experimental abordou não só caracterização da CBC mas também a avaliação, através de ensaios físicos e mecânicos, em que os resultados mostraram que o bagaço apresenta rendimento de CBC de 10%, com a cinza sendo composta de 84% de SiO<sub>2</sub> e 5% de Carbono. A sílica na CBC apresenta-se na fase amorfa e nas fases cristalinas de cristobalita e quartzo. Os índices de atividade pozolânica comprovam a reatividade da CBC. Do ponto de vista da resistência à compressão, argamassas com teores de CBC entre 0 e 30% indicaram a possibilidade de substituição de até 20% do cimento pela CBC.

**Palavras-chave:** manejo de resíduos, materiais de construção, desenvolvimento sustentável

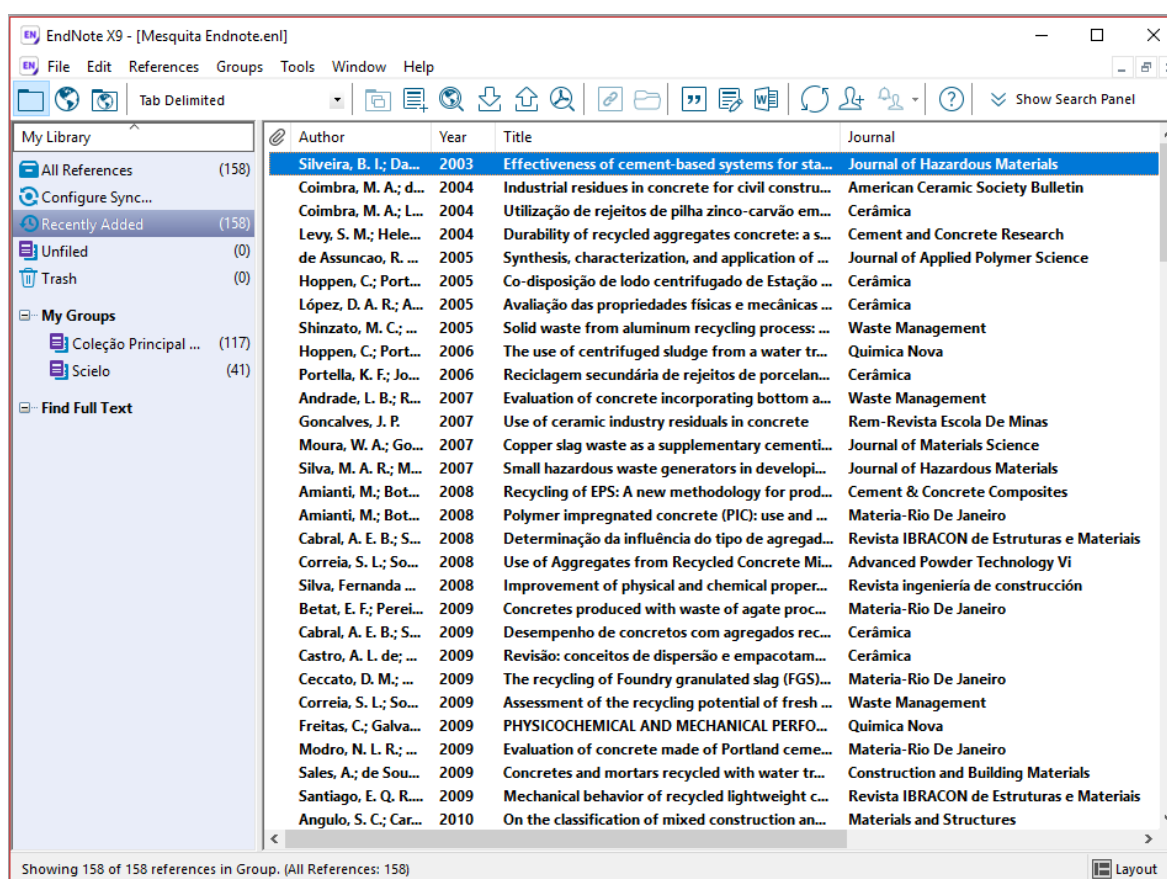
**Fonte:** Paula *et al*, 2009.

Após o refinamento dos artigos, os resultados foram exportados para o *software* Endnote<sup>tm</sup>. O Endnote<sup>tm</sup> é um *software* de gerenciamento de referências que permite importar dados do WoS, contendo informações bibliográficas, notas, resumos, palavras-chave e arquivos relacionados (CLARIVATE ANALYTICS, 2018b).

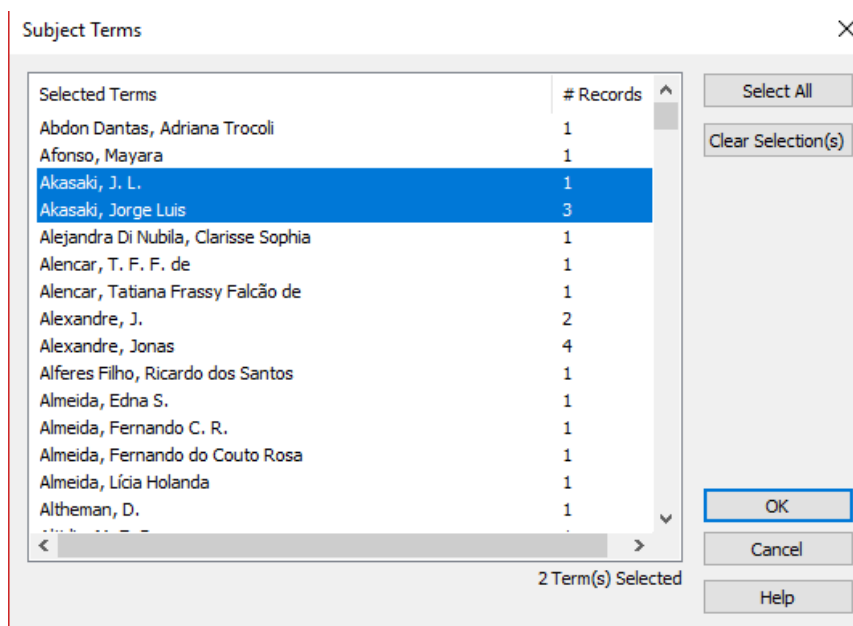
A interface do Endnote<sup>tm</sup> (Figura 3.3) permite organizar os artigos por autor, ano, título ou periódico. No entanto, alguns artigos cadastrados podem apresentar variações no nome dos autores, podendo induzir a erros de análise. A organização dos autores por ordem alfabética facilita a visualização de padrões. Por exemplo, os cadastros Akasaki J. L. e Akasaki, Jorge Luís representam o mesmo autor (Figura 3.4), mas foi contado separadamente devido a forma como seu nome foi cadastrado

nos artigos em que teve coautoria. Em situações como essa, foi necessária a busca pelos artigos em que o autor está associado e verificar suas filiações, contatos ou currículo Lattes para comprovar que se tratava da mesma pessoa.

Figura 3. 3 - Interface do Software Endnote™



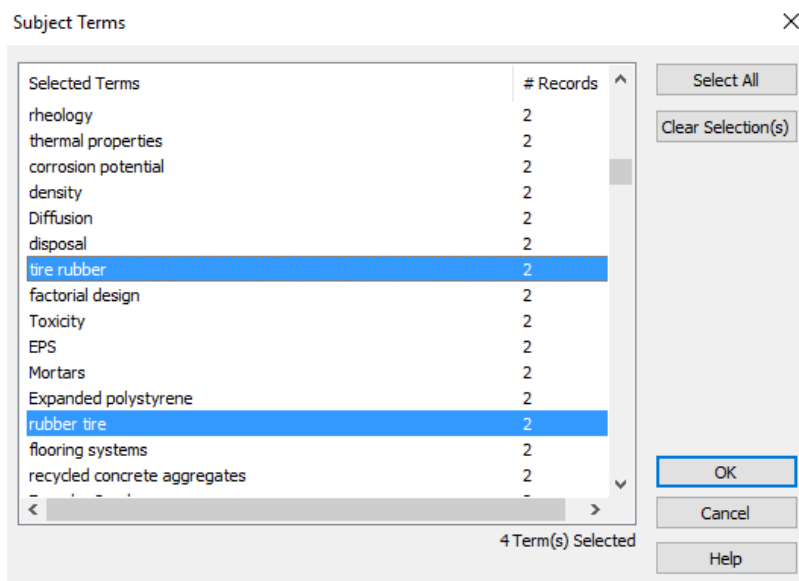
Fonte: Autoria própria, 2019

**Figura 3. 4 - Visualização de autores**

**Fonte: A autoria própria, 2019**

Situação semelhante ocorre com as palavras chave, onde alguns registros possuem palavras diferentes, porém, com o mesmo significado, apresentando apenas pequenas alterações na grafia, como por exemplo “Rubber tire” e “Tire rubber” (Figura 3.5). Nestas situações foi necessário a verificação de cada palavra chave para agrupá-las de acordo com o significado, mantendo as que possuíam maior frequência de repetições.

**Figura 3.5 - Visualização das palavras chave**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

Após o gerenciamento e análise inicial no Endnote™, os dados foram exportados para o Microsoft Excel™, para geração de tabelas e gráficos. Paralelamente, os dados foram exportados ao VosViewer™ que permitiu a elaboração dos mapas científicos para análise de coautorias. De acordo com Lima e Leocádio (2018), o VosViewer™ é uma ferramenta desenvolvida por pesquisadores da Leiden University, na Holanda, este software permite a análise e visualização de redes bibliométricas.

Um mapa científico é uma representação bidimensional ou tridimensional de um campo científico, onde as informações dos temas mapeados são dispostas como cidades em um mapa geográfico. O posicionamento nestes mapas ocorre de maneira que os itens com maior grau de relacionamento entre si fiquem mais próximos (NOYONS, 2001).

A nuvem de palavras foi desenvolvida no site wordclouds (<https://www.wordclouds.com/>). A Figura 3.6 resume os passos da coleta de dados, filtragem e tratamento dos dados.

Figura 3. 6 - Metodologia de pesquisa dos artigos



Fonte: Autoria própria, 2019

## 3.2 Levantamento das dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduos

Após a realização da bibliometria, manteve-se os artigos refinados por país de origem (publicações brasileiras), para selecionar apenas os artigos que utilizem a metodologia de ensaio da ABNT, além de cimento e agregados utilizados no país. Deste refinamento inicial, foram escolhidos os artigos que possuem acesso aberto, ou seja, que disponibilizam gratuitamente o texto completo. Tal escolha se deve ao fato de permitir que qualquer usuário do *app* possa ter acesso aos artigos caso tenham interesse em se aprofundar no tema ou verificar qualquer dado relativo à dosagem (Figura 3.7).

Figura 3. 7 - Metodologia de pesquisa das dosagens



Fonte: Autoria própria, 2019

Foram lidos integralmente 79 artigos, objetivando selecionar apenas as publicações que forneçam metodologia que permita a replicação da dosagem, indicando o traço utilizado, a resistência à compressão característica com 28 dias, o tipo de cimento utilizado, o tipo de agregados e resíduos, tipo de aditivos utilizados incluindo dados de caracterização dos mesmos, conforme a Tabela 3.2.

**Tabela 3. 2 - Caracterização dos materiais.**

Material	Características
Cimento	Tipo de cimento.
Agregado miúdo	Tipo de agregado miúdo, módulo de finura, massa específica e massa unitária.
Agregado graúdo	Tipo de agregado graúdo, diâmetro máximo, massa específica e massa unitária.
Resíduo em substituição do cimento	Tipo de resíduo, diâmetro médio ou módulo de finura, massa específica.
Resíduo em substituição do agregado miúdo	Tipo de resíduo, módulo de finura, massa específica e massa unitária.
Resíduo em substituição do agregado graúdo	Tipo de resíduo, diâmetro máximo, massa específica e massa unitária.
Aditivo	Tipo de aditivo

**Fonte: Autoria própria, 2019**

De maneira a simplificar ao usuário replicar os traços indicados, foram mantidos apenas os artigos que indicavam um único tipo de resíduo por traço. Foi desconsiderada a necessidade da massa unitária para os resíduos em substituição do cimento e as cinzas em geral, pois os mesmos serão indicados em massa. Os traços que apresentaram resistência à compressão inferior a 10 Mpa foram rejeitados, com exceção dos traços relacionados a bloco de concreto.

Alguns artigos não indicaram o traço com o resíduo, apenas indicavam o percentual de substituição de agregados naturais pelos reciclados, nestes casos, Cabral (2009) recomenda que seja realizado a compensação do volume dos



agregados no traço (Equação 3.1), pois a substituição em massa irá resultar em traços com volumes maiores de agregados reciclados, o que demandaria maior consumo de água e cimento na produção de traços equivalentes a referência.

$$M_{ar} = M_{an} \cdot \frac{\gamma_{ar}}{\gamma_{an}} \quad (3.1)$$

Onde:

$M_{ar}$  = massa do agregado reciclado (kg);

$M_{an}$  = massa do agregado natural (kg);

$\gamma_{ar}$  = massa específica do agregado reciclado (kg/dm<sup>3</sup>);

$\gamma_{an}$  = massa específica do agregado natural (kg/dm<sup>3</sup>).

Os traços presentes nos artigos selecionados estavam em proporção de massa, para conversão para traço em massa combinado com volume. Varela (2012) afirma que deve-se dividir a massa do material pelo volume do mesmo (Equação 3.2).

$$V = \frac{M}{\delta} \quad (3.2)$$

Onde:

$V$  = Volume do agregado (dm<sup>3</sup>);

$M$  = Massa do agregado (kg);

$\delta$  = Massa unitária (kg/dm<sup>3</sup>).

De acordo com Varela (2012) sempre que trabalhamos com concreto, é necessário calcularmos o consumo de cimento e demais materiais a serem utilizados. Para determinarmos este consumo, faz-se necessário possuir os dados da massa específica do material e o traço expresso em massa conforme Equação 3.3. Para o consumo de mão de obra por metro cúbico utilizou-se como referência a Tabelas de composições de preços para orçamentos – TCPO 13<sup>o</sup> edição, da editora PINI (2010).

$$C = \frac{1000}{\frac{1}{\gamma_c} + \frac{a}{\gamma_a} + \frac{b}{\gamma_b} + x} \quad (3.3)$$

Onde:

C = Consumo de cimento por metro cúbico de concreto (kg);

1: a: b: x = traço do concreto em massa;

$\gamma_c$  = massa específica do cimento (kg/dm<sup>3</sup>);

$\gamma_a$  = massa específica do agregado miúdo (kg/dm<sup>3</sup>);

$\gamma_b$  = massa específica do agregado graúdo (kg/dm<sup>3</sup>).

### 3.3 Desenvolvimento do sistema

O funcionamento deste sistema permitirá que os usuários possam dar uma nova destinação aos resíduos, evitando que sejam dispostos em aterros ou até mesmo em lixões a céu aberto como no caso das cidades de Tucuruí e Breu Branco. Além dos possíveis lucros com as vendas, os fornecedores que queiram apenas doar os resíduos poderão economizar os gastos que envolviam o transporte destes até o aterro ao permitir que os usuários interessados façam a coleta dos resíduos no local em que estão sendo gerados.

O desenvolvimento do sistema foi realizado em conjunto com a equipe de desenvolvimento do Laboratório de Desenvolvimento de Sistemas do programa de pós-graduação em computação aplicada do NDAE, com participação ativa do pesquisador durante todas as etapas de desenvolvimento do *app*. Autores como Parro (2008), Menezes (2013) e Albuquerque (2013) desenvolveram software com auxílio de programadores em sua dissertação de mestrado.

A proposta de desenvolvimento do *app* foi discutida em reuniões periódicas entre o pesquisador, o Prof. Dr. Heleno Fülber e o bolsista Eduardo Lima Nascimento durante o período de agosto de 2018 a julho de 2019, para revisão dos processos e ações desenvolvidas no período.

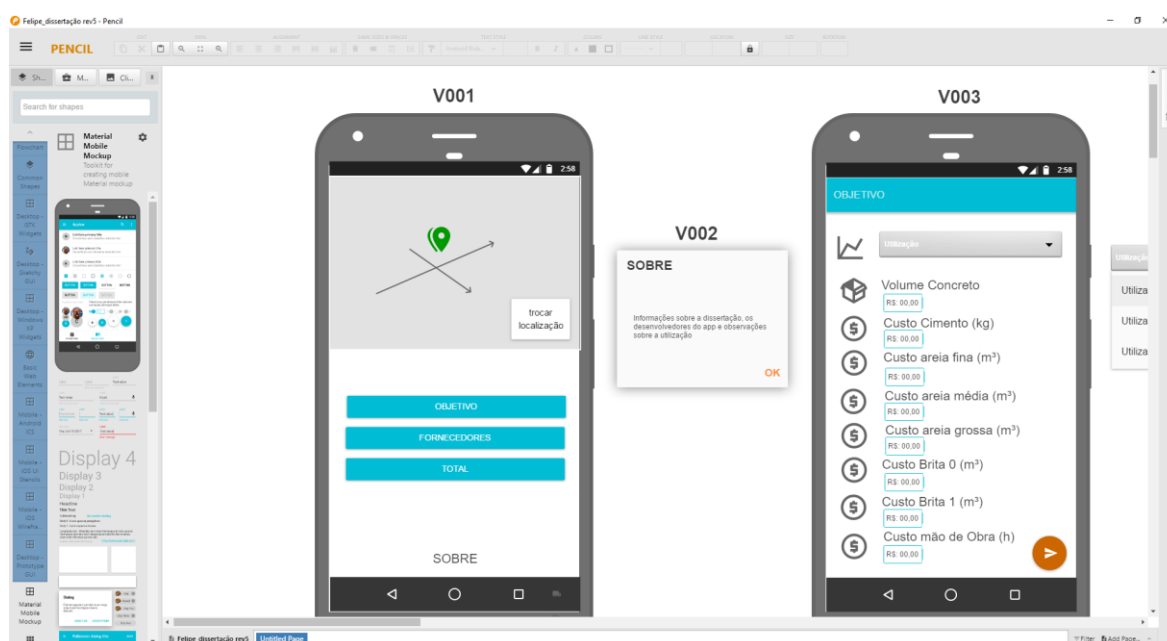
### 3.3.1 Elaboração da documentação de software

A elaboração da documentação de software foi baseada na metodologia ICONIX. Bona (2002) trata o ICONIX como um processo simplificado que utiliza métodos de orientação a objetos para tratar de uma abordagem completa sobre o ciclo de vida do software.

A proposta de desenvolvimento do app começou pela prototipagem inicial do sistema. Aguiar *et al.* (2007) descreve um protótipo como uma representação gráfica de um sistema que ainda não foi implementado, o protótipo pode ser funcional ou não. O autor afirma que o protótipo serve para demonstrar visualização da interface, facilitar a comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento e antecipar a avaliação do usuário. Vazquez e Simões (2016) afirmam que a prototipação permite a descoberta de falhas nos requisitos do sistema durante as etapas iniciais, reduzindo os riscos do projeto.

A prototipagem do *app* foi desenvolvida no software gratuito Pencil (Figura 3.8), este software possui interface simples e permite simular visualmente a tela de um smartphone ou *tablet* e exportar o protótipo em alta resolução.

Figura 3. 8 - Interface do software Pencil



Fonte: Autoria própria, 2019

Após o desenvolvimento do protótipo foi iniciado a elaboração da documentação de software, que consiste no documento de visão, documento de análise de requisitos e documento de descrição dos casos de uso.

De acordo com Vazquez e Simões (2016), o documento de visão tem como objetivo fornecer uma visão ampla sobre o sistema a ser desenvolvido em termos de características e necessidades, sem se aprofundar nos detalhes.

O documento de visão (Apêndice A) contém a introdução sobre o sistema, perspectiva do produto, descrição dos problemas, ambiente – usuários e sistemas externos, requisitos funcionais, requisitos não-funcionais e observações.

O segundo documento produzido foi o documento de análise de requisitos (Apêndice B). Bona (2002) afirma que a análise de requisitos objetiva identificar os objetos e a relação entre eles, através do modelo de domínio; apresentar uma prototipação da interface do sistema e identificar os casos de uso e atores envolvidos no processo. A prototipação desenvolvida no início do projeto foi inserida neste documento.

Lucena (2007) define modelo de domínio como um artefato que descreve a relação entre classes conceituais relevantes a um domínio de interesse. As classes utilizadas no desenvolvimento do sistema são: utilização, tipo de resíduo, traço, resíduos fornecidos e fornecedores.

Pontuschka (2011) trata modelo de caso de uso como um modelo dos requisitos funcionais de um sistema e seu ambiente, sendo formado por atores que interagem com o sistema e casos de uso (UC) que representam a sequência de eventos realizados pelo sistema referentes a um ator em particular. Vazquez e Simões (2016) afirmam que o caso de uso descreve o que o software deve fazer sem entrar no mérito de linguagem de programação.

Por último foram criados os documentos de descrição de casos de uso. Vazquez e Simões (2016) classifica a descrição de caso de uso como a especificação dos cenários que o compõe, explorando como e quando o caso de uso começa, a interação e troca de dados entre os atores e como o caso de uso termina.

Para este documento foram descritos os quatro casos de uso primários: UC1 entrar no sistema (Apêndice C), UC2 definir utilização (Apêndice D), UC3 definir fornecedor (Apêndice E) e UC4 calcular custos (Apêndice F). Cada caso de uso representa uma tela do app e as interações entre o usuário (neste caso conhecido como empreiteiro) e o sistema.

O documento de descrição de casos de uso apresenta uma breve descrição do UC, o ator envolvido, a pré-condição para realização do UC, o fluxo principal de atividades, o fluxo alternativo e exceções, as pós condições, pendências, fonte ou documentos relatados, requisitos funcionais, regras de negócio, diagrama de robustez e observações finais.

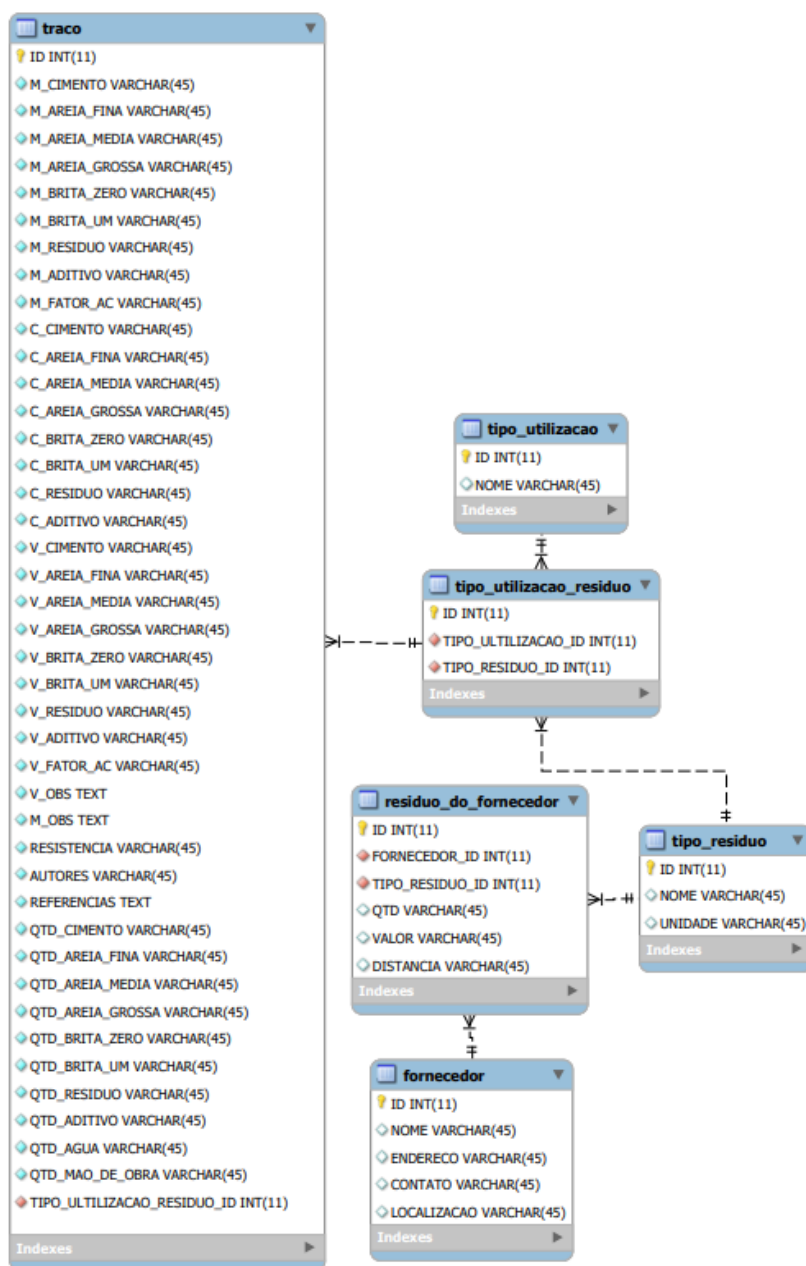
### **3.3.2 Modelagem do banco de dados e desenvolvimento do sistema**

Após a etapa de levantamento dos dados e a elaboração da documentação técnica, foi iniciado o processo de desenvolvimento do banco de dados. Silberschatz (2006) define banco de dados como uma coleção de dados relacionados que devem possuir um significado implícito e níveis de interação com o mundo real e um público interessado. De acordo com o autor, os bancos de dados são componentes essenciais no cotidiano da sociedade, estando presente em muitas atividades do dia a dia, como efetuar um depósito no banco, comprar passagens aéreas ou acessar uma biblioteca informatizada para consultar uma bibliografia.

A modelagem do banco de dados foi desenvolvida utilizando o software livre MySQL Workbench. De acordo com Gomes (2013), o MySQL Workbench é uma ferramenta para apoio e modelagem de estrutura de banco de dados, disponibilizando um ambiente gráfico rico e ferramentas de auxílio para criação de tabelas capazes de receber dados, armazená-los e organizá-los para consultas.

A Figura 3.9 apresenta o Diagrama de Entidade e Relacionamento (DER) do banco de dados. Para Gomes (2013), o DER serve para ilustrar como as entidades (campos principais do banco de dados, representado pelos retângulos) se relacionam entre si. Os atributos (losangos) representam as características de cada entidade, em termos práticos, cada entidade deste diagrama representa uma tabela no banco de dados e os atributos representam as colunas desta tabela.

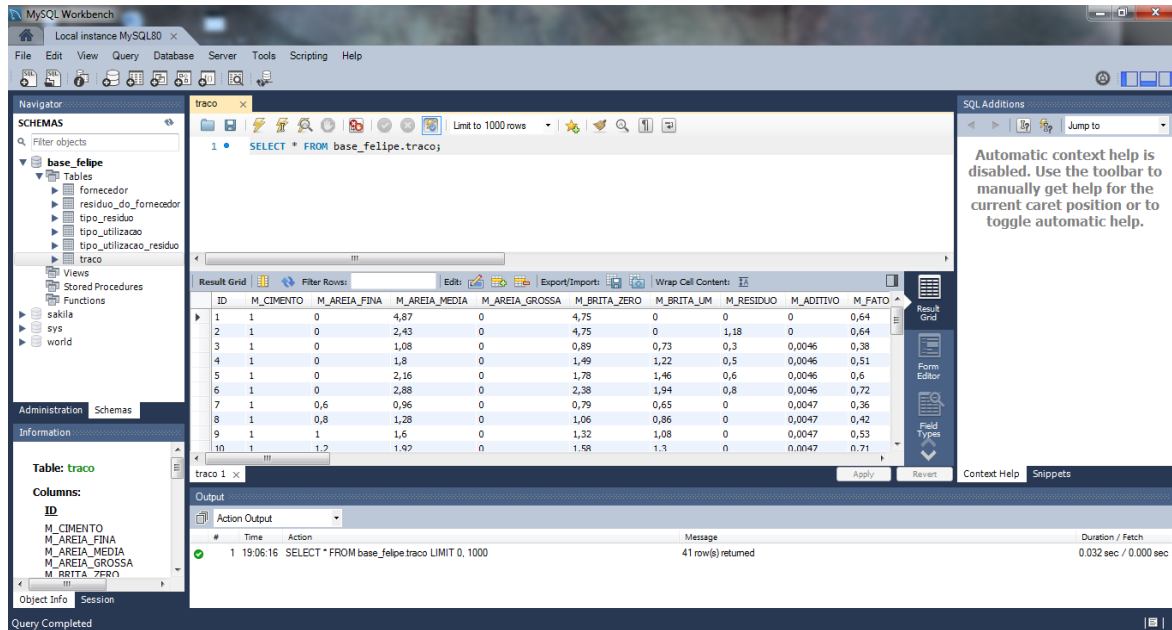
Figura 3. 9 - Diagrama de Entidade e Relacionamento



Fonte: Autoria própria, 2019

Após a modelagem do banco de dados, foi realizado um teste de funcionalidade com poucos dados inseridos, para posterior povoamento com os dados reais. A Figura 3.10 ilustra o ambiente gráfico do MySQL Workbench, no momento de povoamento da tabela de traços. Foram inseridos apenas dados textuais no banco de dados.

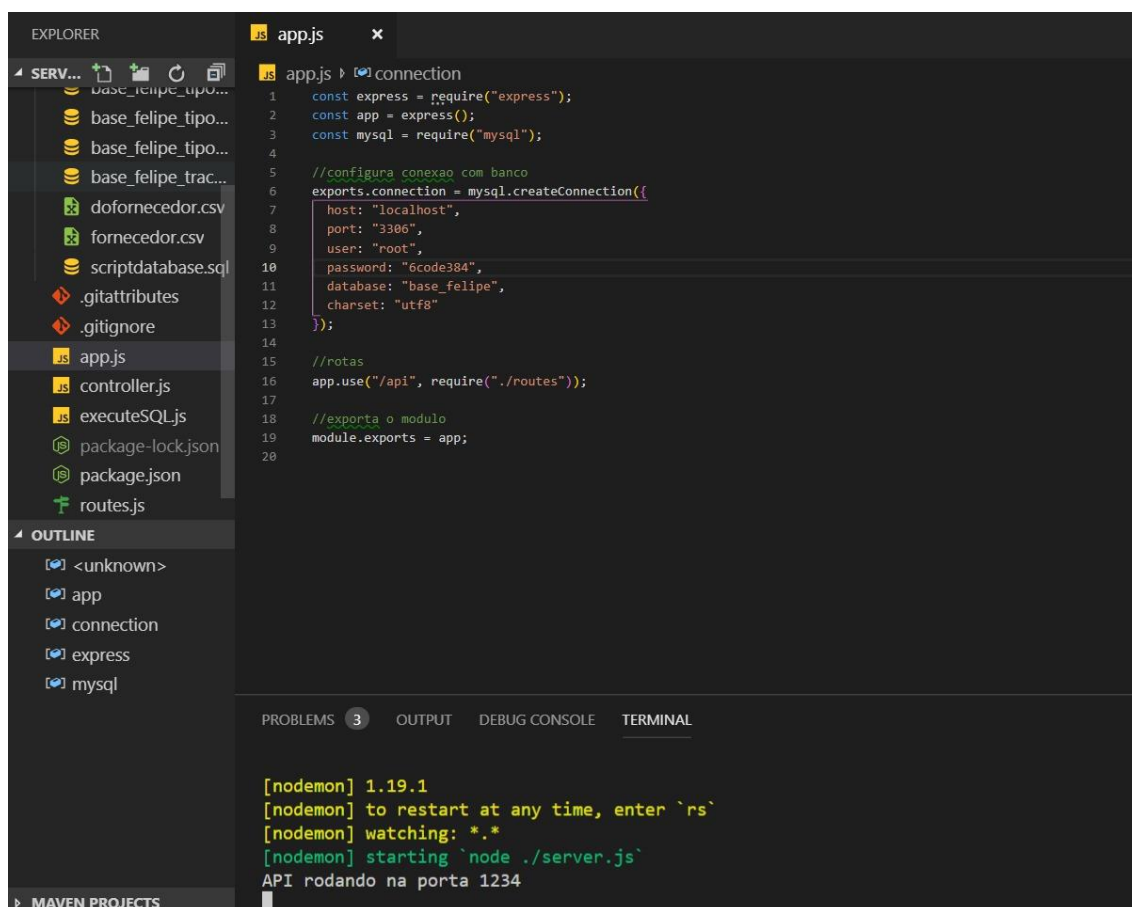
Figura 3. 10 - Interface do MySQL Workbench



Fonte: Autoria própria, 2019

O servidor para acesso ao banco de dados foi desenvolvido utilizando o ambiente NodeJS (Figura 3.11), utilizando a linguagem de programação Java Script, e utiliza a API restful. A API serve como um código programável que permite que dois softwares se comuniquem.

Figura 3. 11 - Interface do NodeJS



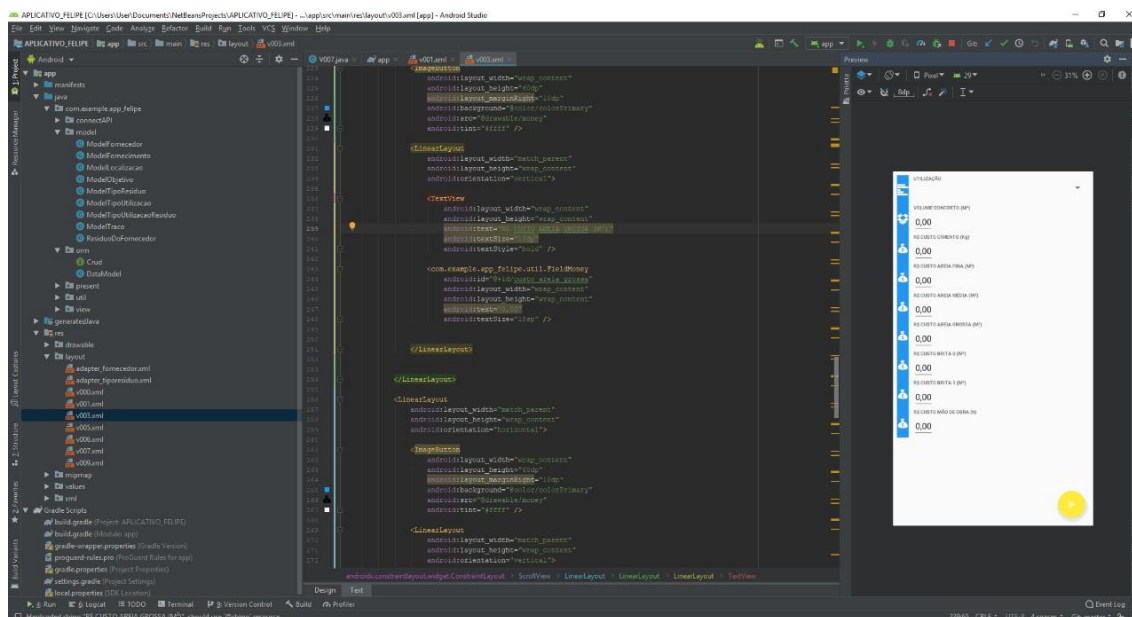
Fonte: Autoria própria, 2019

O servidor será mantido em uma máquina virtual da empresa LocaWeb, este servidor possui sistema operacional Linux, 20 GB de disco SSD (Unidade de Estado Sólido), capacidade de transferência de 1TB mensal e disponibilidade por 24h diárias, 7 dias por semana com suporte especializado. Foi escolhido um servidor externo para facilitar a atualização dos dados do sistema, sem a necessidade de atualizações do *app*.

O *app* foi desenvolvido no ambiente Android Studio (Figura 3.12), esta plataforma foi escolhida por ser uma ferramenta de código aberto. A linguagem de programação utilizada foi o JAVA, baseado no padrão MVP, com banco de dados interno em SQLite e faz a sincronização dos dados através da biblioteca Retrofit.



Figura 3. 12 - Interface do Android Studio



Fonte: Autoria própria, 2019

### 3.3.3 Cadastro dos fornecedores

Os fornecedores de resíduos deverão realizar um cadastramento prévio no sistema, fornecendo dados como nome, endereço, e-mail, número de telefone, Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) para empresa ou Cadastro de Pessoas Físicas (CPF), tipos de resíduos a serem fornecidos, quantidade disponível, valor e informações sobre o frete. Os dados fornecidos no cadastro permitirão aos administradores do sistema comprovar a idoneidade das informações.

Ao se cadastrar, o fornecedor deverá indicar a localização do ponto de venda no Google Maps, permitindo aos usuários consultarem sua localização. O sistema não intermediará as vendas, apenas facilitará o contato entre os fornecedores e os usuários, divulgando as formas de contato, distância, tipos e valores dos resíduos vendidos.

Para o protótipo inicial, foram criados fornecedores hipotéticos para testar a usabilidade do sistema. Os custos dos materiais inseridos foram retirados do Sinapi Pará de 11/2018 e dos trabalhos de Lauermann *et al.* (2018) e Siqueira (2018).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análise das publicações nacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos

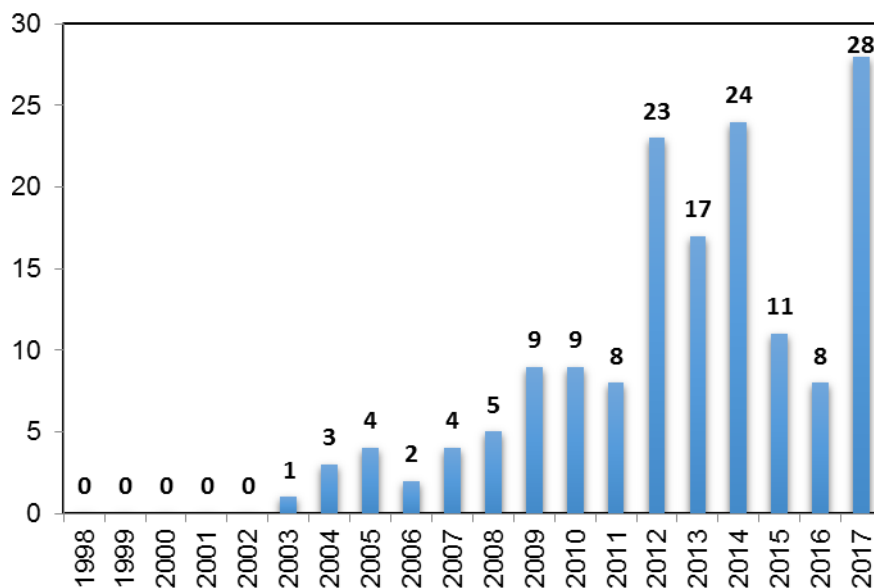
Após a aplicação dos filtros no WoS e a leitura exploratória foram encontrados 158 resultados relacionados ao tema deste trabalho. Porém, ao verificar manualmente os autores e instituições associadas, foram retirados dois artigos que estavam cadastrados como brasileiros devido ao sistema indicar a “Universidad de la Frontera” como instituição brasileira, sendo que a mesma está situada no Chile, resultando em 156 artigos (Apêndice G).

De acordo com Soares *et al.* (2016), podem ser considerados como artigos brasileiros aqueles em que no mínimo um autor possua associação com instituição de ensino ou pesquisa brasileira. A autoria associada ocorre quando o autor indica ser filiado a uma instituição específica.

A Figura 4.1 mostra a evolução das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017, apesar de não ter sido contínuo, nota-se um crescimento geral nas publicações durante os anos, com destaque para 2012 (23 artigos), 2014 (24 artigos) e 2017 (28 artigos). Apesar da pesquisa contemplar o período de 1998 a 2017, não foram encontradas publicações brasileiras nos anos de 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002 referentes ao tema analisado.

A primeira publicação sobre o tema ocorreu no ano de 2003 com o artigo “Effectiveness of cement-based systems for stabilization and solidification of spent pot liner inorganic fraction” no periódico internacional “Journal of Hazardous Materials”. Os autores deste artigo foram: B.I. Silveira, A.E.M. Dantas, J.E.M. Blasques e R.K.P. Santos, todos filiados a Universidade Federal do Pará - UFPA.

**Figura 4. 1 - Evolução das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

A Tabela 4.1 apresenta os 10 resíduos mais frequentes nas publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017. O RCD foi o resíduo com maior frequência nos artigos, estando presente em 16,67% das publicações, em segundo o resíduo de concreto, presente em 8,97% dos artigos e em terceiro a borracha de pneus, presente em 8,33% das publicações.

Neste trabalho considerou-se separadamente o resíduo de concreto, resíduo de argamassa e o resíduo cerâmico do RCD, que apresenta composição mista destes materiais, apesar disso, três destes resíduos aparecem entre os 10 mais publicados, com o RCD possuindo o dobro de publicações da borracha de pneus, terceiro resíduo mais publicado no tema de reaproveitamento no concreto.

**Tabela 4. 1 - Os 10 resíduos mais frequentes em publicações brasileiras concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017**

<b>Resíduos</b>	<b>Frequência</b>	<b>% do total</b>
<b>Resíduo de construção e demolição (RCD)</b>	26	16,67%
<b>Resíduo de Concreto</b>	14	8,97%
<b>Borracha de pneus</b>	13	8,33%
<b>Cinza da Casca de Arroz (CCA)</b>	8	5,13%
<b>Cinza do bagaço da cana de açúcar</b>	8	5,13%
<b>Lodo de ETA</b>	8	5,13%
<b>Resíduo Cerâmico</b>	8	5,13%
<b>Resíduo de EVA</b>	7	4,49%
<b>Lama vermelha</b>	6	3,85%
<b>PET reciclado</b>	6	3,85%

**Fonte: Autoria própria, 2019**

Dentre os artigos selecionados, 135 foram apresentados em periódicos e 24 em eventos, a soma ultrapassa 156 pois 3 artigos foram publicados tanto em periódicos quanto em eventos. Os 137 artigos estão distribuídos em 38 periódicos, sendo dezenove periódicos com apenas 1 artigo sobre o tema e oito periódicos com 2 artigos publicados. A Tabela 4.2 apresenta os periódicos que publicaram 3 ou mais artigos sobre o tema, representando 64,10% de todas as publicações.

O periódico com maior número de publicações de autores brasileiros sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na WoS no período de 1998 a 2017 foi a revista internacional “Construction and Building Materials” com 22 artigos, representando 14,10% das publicações. O número de publicações sobre o tema neste periódico é superior à soma de todos os periódicos que publicaram apenas um artigo (19 artigos no total) e também superior a soma dos periódicos que publicaram 2 artigos (16 artigos no total). Os periódicos brasileiros com maior número de publicações sobre o tema foram as revistas “Matéria (Rio de Janeiro)” e “Revista IBRACON de Estruturas e Materiais” com 15 publicações cada, seguidas pela revista “Ambiente Construído” com 14 publicações.

**Tabela 4. 2- Periódicos indexados no WoS com publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no período de 1998 a 2017.**

Periódico	Frequência de artigos	% do total	Qualis Capes <sup>1</sup>	Fator de Impacto
<b>Construction and Building Materials</b>	22	14,10%	A1	3.485 <sup>2</sup>
<b>Matéria (Rio de Janeiro)</b>	15	9,62%	B2	0.340 <sup>2</sup>
<b>Revista IBRACON de Estruturas e Materiais</b>	15	9,62%	B1	0.0899 <sup>3</sup>
<b>Ambiente Construído</b>	14	8,97%	B1	0.1727 <sup>3</sup>
<b>Cerâmica</b>	7	4,49%	B2	0.0826 <sup>3</sup>
<b>Waste Management</b>	7	4,49%	A1	4.723 <sup>2</sup>
<b>Cement &amp; Concrete Composites</b>	5	3,21%	A1	4.660 <sup>2</sup>
<b>Materials Research-Ibero American Journal of Materials</b>	5	3,21%	A2	1.103 <sup>2</sup>
<b>Cement and Concrete Research</b>	4	2,56%	A1	5.430 <sup>2</sup>
<b>ACTA Scientiarum Technology</b>	3	1,92%	B1	0.231 <sup>2</sup>
<b>Journal of Cleaner Production</b>	3	1,92%	A1	5.651 <sup>2</sup>
<sup>1</sup> Quadriênio 2013-2016 na área Engenharias I				
<sup>2</sup> Journal Citation Reports				
<sup>3</sup> SciELO				

**Fonte: Autoria própria, 2019**

Foram publicados 24 artigos brasileiros sobre concreto com reaproveitamento de resíduos em 14 eventos nacionais e internacionais indexados no WoS (Tabela 4.3) durante o período de 1998 a 2017. O evento com maior número de publicações foi o “57TH Brazilian Ceramic Conference CBC” que ocorreu em Natal-RN em e contou com 5 artigos sobre o tema, representando 3,16% do total de publicações. Os eventos “13TH International Conference on non-Conventional Materials and Technologies”, “20TH Brazilian Conference on Materials Science and Engineering CBECIMAT” e “8TH Latin American Conference on Powder Technology” contaram com 3 publicações cada. Os demais eventos tiveram apenas 1 publicação relacionada ao tema.

**Tabela 4. 3 Eventos científicos indexados no WoS com publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no período de 1998 a 2017.**

<b>Evento</b>	<b>Frequência de artigos</b>	<b>% do total</b>
<b>57TH Brazilian Ceramic Conference CBC</b>	5	3,16%
<b>13TH International Conference on non-Conventional Materials and Technologies</b>	3	1,90%
<b>20TH Brazilian Conference on Materials Science and Engineering CBECIMAT</b>	3	1,90%
<b>8TH Latin American Conference on Powder Technology</b>	3	1,90%
<b>2ND Global Conference on Civil Structural and Environmental Engineering GCCSEE 2013</b>	1	0,63%
<b>2ND International Conference on Mechatronics and Control Engineering ICMCE 2013</b>	1	0,63%
<b>32ND Annual Meeting of the Sociedade Brasileira de Química</b>	1	0,63%
<b>3RD International Conference on Chemical Engineering and Advanced Materials CEAM 2013</b>	1	0,63%
<b>3RD International Conference on Green Building Materials and Civil Engineering GBMCE 2013</b>	1	0,63%
<b>4TH Meeting of the Brazilian Society for Materials Research</b>	1	0,63%
<b>5TH Kumamoto International Workshop on Fracture Acoustic Emission and Nondestructive Evaluation in Concrete KIFA 5</b>	1	0,63%
<b>6TH International Latin American Conference on Power Technology</b>	1	0,63%
<b>Global Stone Congress 2012</b>	1	0,63%
<b>International Conference on Material Engineering and Application ICMEA 2014</b>	1	0,63%

**Fonte: Autoria própria, 2019**

A Tabela 4.4 apresenta os autores com 5 ou mais publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no WoS durante o período de 1998 a 2017. Esta amostragem de 16 autores representa apenas 3,74% dos 427 pesquisadores identificados, no entanto, os mesmos participaram da autoria de 64,10% dos artigos relacionados ao tema, enquanto que 328 autores (76,81%) publicaram apenas 1 artigo.

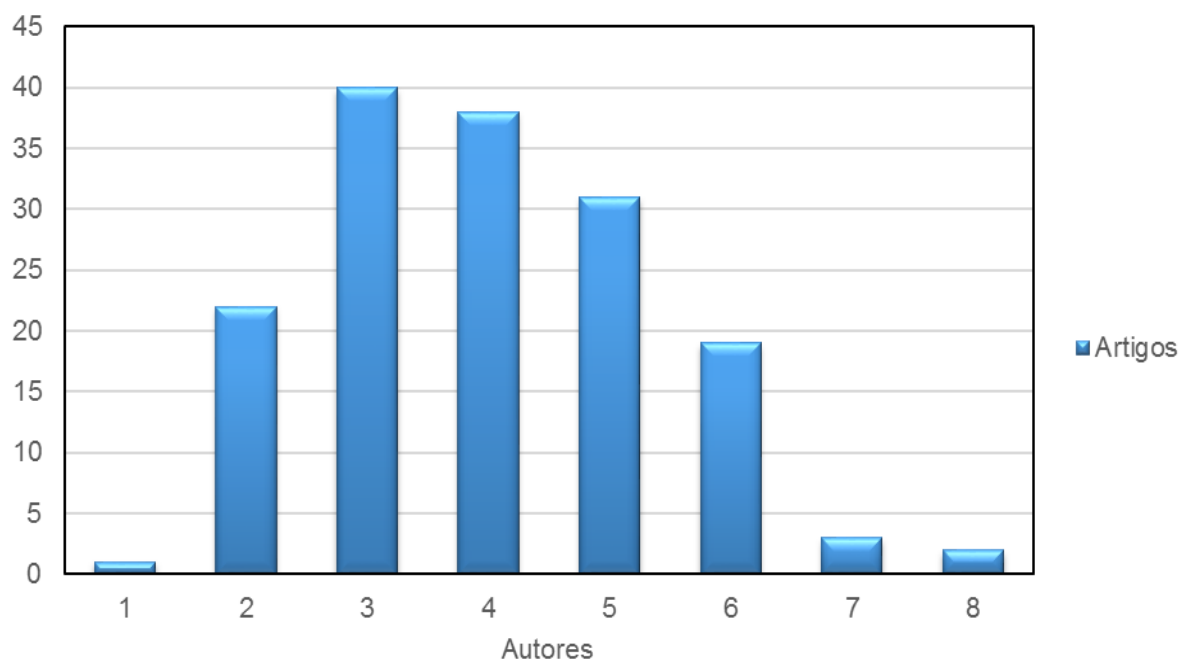
**Tabela 4. 4 - Autores com frequência de publicação de 5 ou mais artigos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no WoS durante o período de 1998 a 2017.**

<b>Autor</b>	<b>Autoria de artigos</b>	<b>% de autoria no total de artigos</b>
<b>Dal Molin, D. C. C.</b>	9	5,77%
<b>Toledo, R. D.</b>	8	5,13%
<b>Leite, M. B.</b>	7	4,49%
<b>Portella, K. F.</b>	7	4,49%
<b>Sales, A.</b>	7	4,49%
<b>Alexandre, J.</b>	6	3,85%
<b>Lintz, R. C. C.</b>	6	3,85%
<b>Monteiro, S. N.</b>	6	3,85%
<b>Morelli, M. R.</b>	6	3,85%
<b>Pepe, M.</b>	6	3,85%
<b>Ribeiro, J. L. D.</b>	6	3,85%
<b>Vieira, C. M. F.</b>	6	3,85%
<b>Cabral, A. E. B.</b>	5	3,21%
<b>Joukoski, A.</b>	5	3,21%
<b>Koenders, E. A. B.</b>	5	3,21%
<b>Schalch, V.</b>	5	3,21%

**Fonte: Autoria própria, 2019**

A autora Dal Molin, D.C.C, filiada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS é a autora mais produtiva sobre este tema, participando da autoria de 9 artigos, o que representa 5,77% dos artigos totais. Cabe ressaltar que os artigos analisados possuem entre 1 e 8 autores, todos considerados na coautoria dos artigos (Figura 4.2).

**Figura 4. 2 - Número de autores por artigo relacionado ao tema de concreto com reaproveitamento de resíduos.**



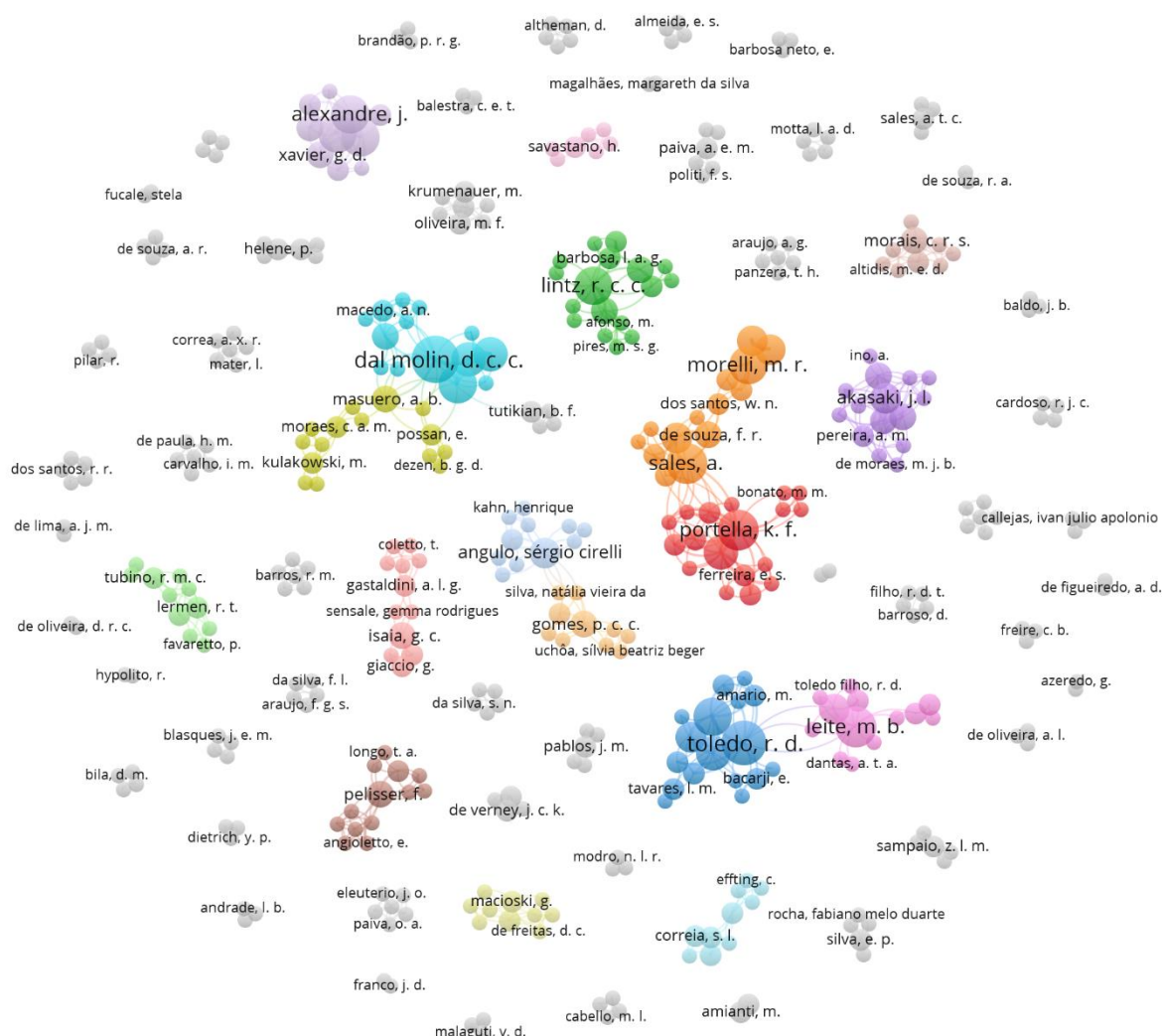
**Fonte: Autoria própria, 2019**

Os artigos analisados possuem uma média de 3,99 autores por publicação, resultado próximo a média de 3,5 autores encontrado por Cañas-Guerrero *et al.* (2013) para publicações brasileiras sobre Engenharia civil no WoS durante o período de 1997 a 2011. Observa-se a predominância de artigos com 3 autores (25,64%), seguido pelas publicações com 4 (24,36%) e 5 (19,87%) autores respectivamente.

A Figura 4.3 apresenta o mapeamento da rede de coautorias dos artigos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos. Foram verificados 70 grupos de autores, variando entre 2 e 18 membros. Machado, Helleno e Simon (2016) afirmam que a rede de coautorias mostra a conexão entre autores relacionados, dividindo-os em grupos denominados *Clusters*, cada *Cluster* agrega os itens similares e possui uma cor diferente. A dimensão dos círculos representa a quantidade de publicações de cada autor.



**Figura 4.3 - Rede de coautoria dos artigos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

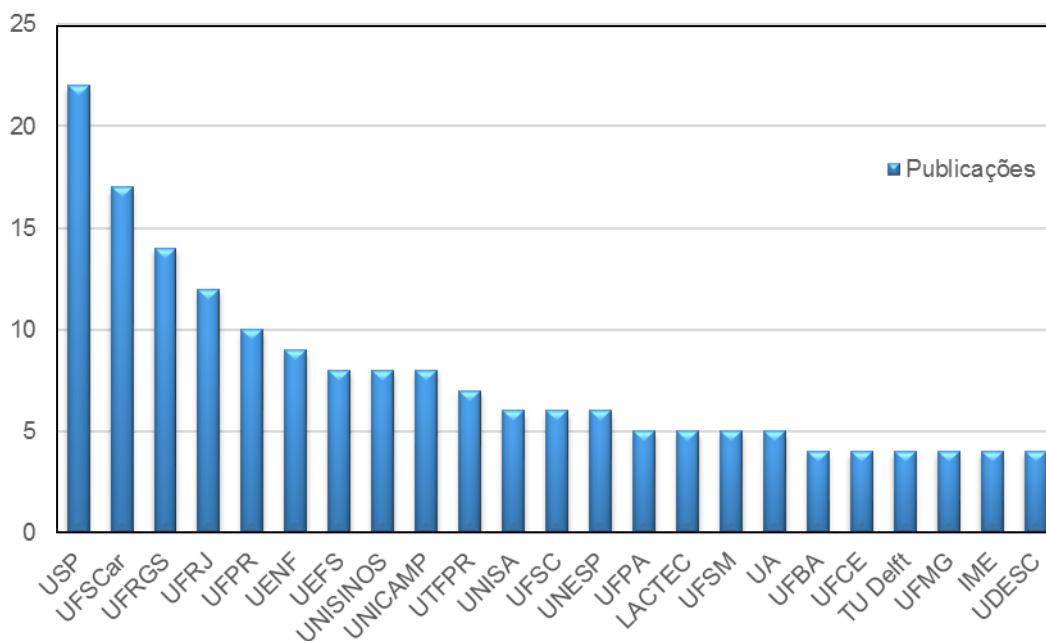
Os *Clusters* com mais ligações aparecem em destaque no mapa, sendo o maior grupo centralizado por Portella, K. F., com 18 autores, seguido pelos *Clusters* centralizados por Lintz, R. C. C. e Toledo, R. D. com 17 membros cada. Apesar de Dal Molin, D.C.C ser a autora mais produtiva, o *Cluster* a qual ela pertence é o sexto maior, com 14 membros, o que sugere que a mesma não possui uma rede muito diversificada de autores relacionados.

A rede analisada demonstrou baixo grau de conexões, com 50 *Clusters* com 6 ou menos membros, tal fato pode ser influenciado pela heterogeneidade do tema ou pelo número de artigos analisados.

Os 156 artigos foram publicados por autores de 104 afiliações, a Figura 4.4 mostra as 23 instituições com 4 ou mais publicações sobre concreto com

reaproveitamento de resíduos no WoS durante o período de 1998 a 2017. Soares *et al.* (2016) destaca que um artigo pode ser contado mais de uma vez caso os autores pertençam a filiações diferentes.

**Figura 4. 4 - Instituições com 4 ou mais publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

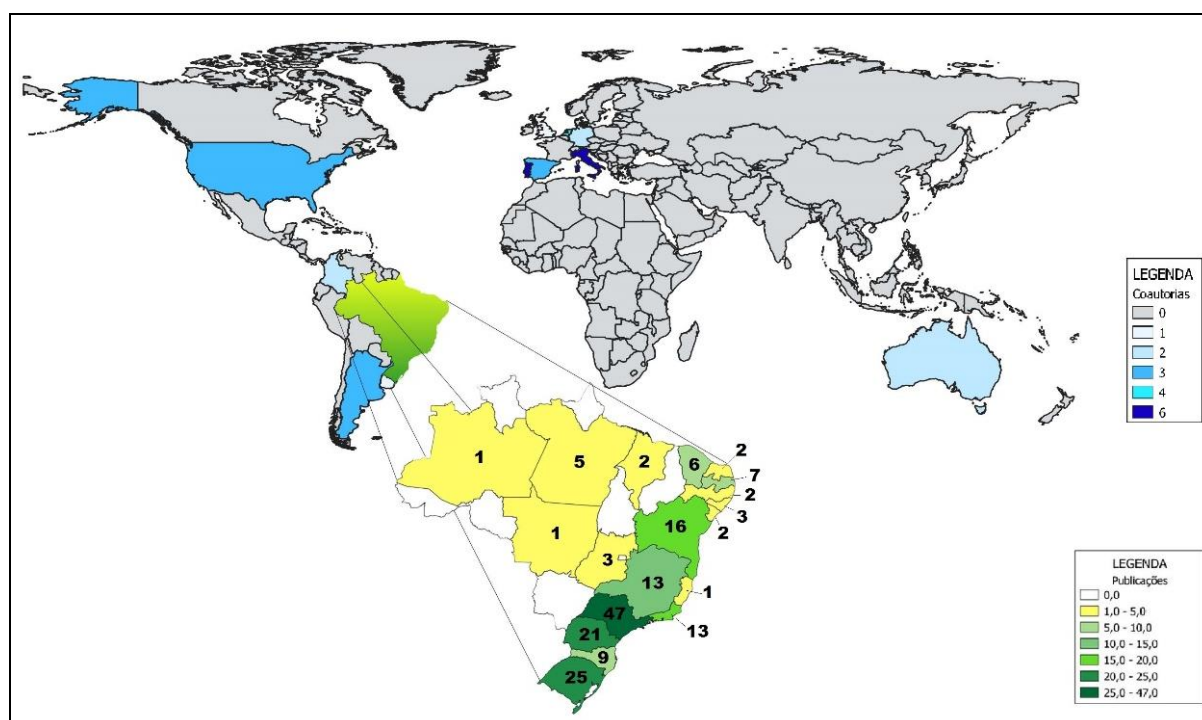
Entre as 104 filiações, 22 são instituições estrangeiras (aproximadamente 21%), sendo que três possuem mais de 4 publicações: University of Salerno – UNISA (Itália), Universidade de Aveiro (UA - Portugal) e Delft University of Technology (TU Delft - Holanda).

A Universidade de São Paulo (USP) se destacou como a instituição com maior número de artigos (14% das publicações), esta posição da USP é semelhante ao encontrado por Soares *et al.* (2016) sobre publicações brasileiras no tema de construção e tecnologia da construção. Entre as 20 instituições nacionais que mais publicaram, oito estão situadas na região sudeste, oito na região sul, três na região nordeste e uma na região norte, a região centro-oeste não possui nenhuma instituição nesta lista.

Foram publicados 33 artigos em coautoria com autores estrangeiros, pertencentes a instituições da Itália (seis artigos), Portugal (seis artigos), Holanda

(quatro artigos), Argentina (três artigos), Estados Unidos (três artigos), Espanha (três artigos), Alemanha (dois artigos), Austrália (dois artigos), Colômbia (dois artigos), Inglaterra (um artigo) e Uruguai (um artigo). A Figura 4.5 representa o mapa de distribuição geográfica destacando os países com publicações em coautoria com autores brasileiros e o número de publicações por estado brasileiro.

**Figura 4.5 - Mapa de distribuição geográfica das publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017**



Fonte: Autoria própria, 2019

É possível verificar a preferência por coautorias com autores da Europa, com 57,57% das publicações. Apenas dois artigos (6,06%) foram publicados fora do eixo Europa-América. Nenhum autor da Ásia ou África publicou artigo em coautoria com autores brasileiros neste tema.

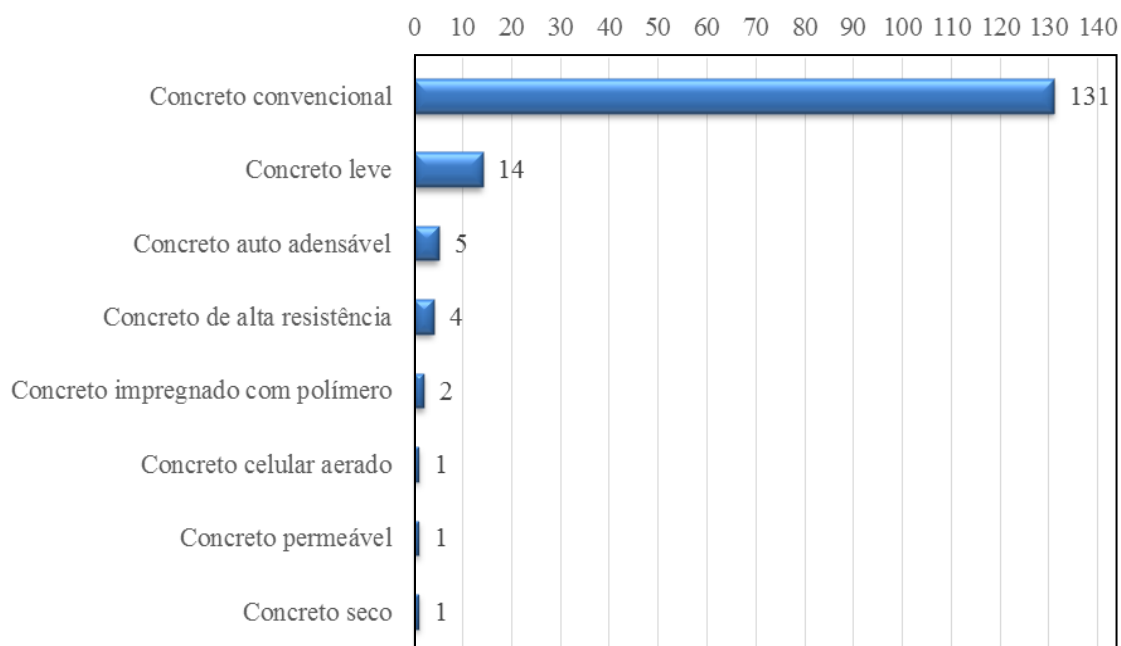
A maior concentração de publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017 está localizada na região Sudeste, com autoria de 57,05% das publicações, seguido pela região Sul (35,26%), Nordeste (25,64%), Norte (3,85%) e Centro-Oeste (2,56%). Quanto as unidades da federação, São Paulo foi o estado brasileiro com maior número de publicações (30,13%), seguido pelo Rio Grande do Sul (16,03%) e

Paraná (13,56%), enquanto que oito estados não possuem nenhuma publicação sobre o tema.

A prevalência das publicações do estado de São Paulo, assim como da região sudeste, sul e nordeste corroboram com o resultado de Soares *et al.* (2016) sobre a produção brasileira sobre tecnologia de construção e edificações.

A Figura 4.6 traz a quantidade de artigos publicados por tipo de concreto. As 156 publicações utilizaram 8 tipos de concreto diferentes, existe predomínio das publicações que utilizam apenas um tipo de concreto (98,07%) e apenas três publicações utilizando dois tipos de concreto diferentes. O concreto convencional liderou as publicações, estando presente em 83,97% dos artigos, seguido por concreto leve (8,94%) e concreto auto adensável, presente em 3,20% dos artigos.

**Figura 4. 6 - Tipos de concreto mais utilizados nas publicações sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

Os 156 artigos selecionados foram citados 1566 vezes durante o período de 2005 a outubro de 2018 por 1366 artigos. A média de citações recebida por artigo é de 10,03. Os 10 artigos mais citados estão organizados na Tabela 4.5, apesar desta amostragem representar apenas 6,41% da amostra de artigos, eles representam

44,51% do total de citações recebidas. Apesar destes artigos se referirem a autores brasileiros, nenhuma destas 10 publicações foi realizada em periódicos nacionais.

O artigo “Durability of recycled aggregates concrete: a safe way to sustainable development” que pesquisou a utilização de RCD na dosagem de concreto, obteve o maior número de citações, sendo citado 157 vezes, o equivalente a 10,03% do total. Este resultado está de acordo com a verificação de que RCD foi o resíduo mais publicado por autores nacionais, porém o terceiro artigo mais citado se refere ao “resíduo do processo de britagem e lixiviação de escória de alumínio secundária”, que recebeu 79 citações, no entanto, este resíduo possui apenas esta publicação por autores brasileiros durante o período na WoS, o que indica que possivelmente é um tema mais recorrente em outros países.

**Tabela 4. 5- As 10 publicações mais citadas sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no período de 1998 a 2017 indexado na WoS**

Título do artigo	Autores	Periódico	Resíduo	Citações	% das citações totais
Durability of recycled aggregates concrete: a safe way to sustainable development	Levy, SM; Helene, P	Cement and Concrete Research	Resíduo de construção e demolição (RCD)	157	10,03%
Concrete made with recycled tire rubber: Effect of alkaline activation and silica fume addition	Pelisser, Fernando; Zavarise, Nilomar; Longo, Tiago Arent; <i>et al.</i>	Journal of Cleaner Production	Borracha de pneus e sílica ativa	100	6,39%
Solid waste from aluminum recycling process: characterization and reuse of its economically valuable constituents	Shinzato, MC; Hypolito, R	Waste Management	Resíduo do processo de britagem e lixiviação de escória de alumínio secundária	79	5,04%
Mechanical properties modeling of recycled aggregate concrete	Bezerra Cabral, Antonio Eduardo; Schalch, Valdir; Coitinho Dal Molin,	Construction and Building Materials	Resíduo de construção e demolição (RCD)	60	3,83%

	Denise Carpena; <i>et al.</i>				
Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement	Sales, Almir; Lima, Sofia Araujo	Waste Management	Cinza do bagaço da cana de açúcar	59	3,77%
Evaluation of concrete incorporating bottom ash as a natural aggregates replacement	Andrade, L. B.; Rocha, J. C.; Cheriaf, M.	Waste Management	Cinza inferior (bottom ash)	57	3,64%
Concrete incorporating rice-husk ash without processing	Zerbino, R.; Giaccio, G.; Isaia, G. C.	Construction and Building Materials	Cinza da Casca de Arroz (CCA)	56	3,58%
Modeling of mechanical properties and durability of recycled aggregate concretes	Lovato, Patricia S.; Possan, Edna; Coitinho Dal Molin, Denise Carpena; <i>et al.</i>	Construction and Building Materials	Resíduo de construção e demolição (RCD)	45	2,87%
Compressive stress-strain behavior of steel fiber reinforced-recycled aggregate concrete	Carneiro, Jodilson Amorim; Lopes Lima, Paulo Roberto; Leite, Monica Batista; <i>et al.</i>	Cement & Concrete Composites	Resíduo de construção e demolição (RCD)	43	2,75%
Copper slag waste as a supplementary cementing material to concrete	Moura, Washington Almeida; Goncalves, Jardel Pereira; Leite Lima, Monica Batista	Journal of Materials Science	Resíduos de escória de cobre	41	2,62%

**Fonte: Autoria própria, 2019**

Foi realizado a análise das palavras-chave dos artigos do acervo da WoS, Francisco (2011) afirma que em média cada artigo possui entre 3 a 5 palavras-chave. Foram verificadas 322 palavras-chave diferentes, as 20 palavras-chave citadas 6 ou mais vezes estão dispostas na Tabela 4.6.

**Tabela 4. 6: As 20 palavras-chave mais frequentes sobre concreto com reaproveitamento de resíduos no período de 1998 a 2017 indexado na WoS**

Palavras chave	Frequência	Palavras chave	Frequência
Concrete	59	Recycled aggregate concrete	8
Construction and demolition waste	18	Alternative materials	7
Compressive strength	17	Mortar	7
Recycled aggregate	14	Construction	7
Recycling	14	Aggregate	6
Waste	10	Construction materials	6
Lightweight concrete	9	Portland cement	6
Durability	8	Rice husk ash	6
Mechanical properties	8	Sugar cane bagasse ash	6
Rubber tire	8	Water treatment sludge	6

**Fonte: Autoria própria, 2019**

A palavra-chave mais utilizada foi “Concrete”, presente diretamente em 59 artigos, porém entre as 20 palavras-chave mais utilizadas, ela aparece indiretamente em “Lightweight concrete” com 9 repetições e em “Recycled aggregate concrete” com 8 repetições. O mesmo ocorre com o termo “Waste”, que aparece como a sexta palavra mais utilizada com 10 repetições diretas, porém aparece indiretamente em “Construction and demolition waste”, presente em 18 artigos.

De acordo com Francisco (2011), ao considerar a frequência de palavras isoladas, é possível fortalecer a ocorrência de palavras provenientes de termos compostos. Para esta análise, foi considerada a metodologia de Francisco (2011), utilizando as 100 palavras-chave isoladas mais frequentes para criação de uma nuvem de palavras (Figura 4.7), com destaque as 15 mais utilizadas.

Figura 4. 7 - Palavras-chave isoladas mais frequentes

Palavra-chave	Frequência
Concrete	107
Waste	51
Aggregate	33
Construction	31
Recycled	28
Strength	24
Compressive	19
Demolition	18
Cement	17
Ash	16
Recycling	14
Materials	13
Properties	12
Portland	10
Block	10

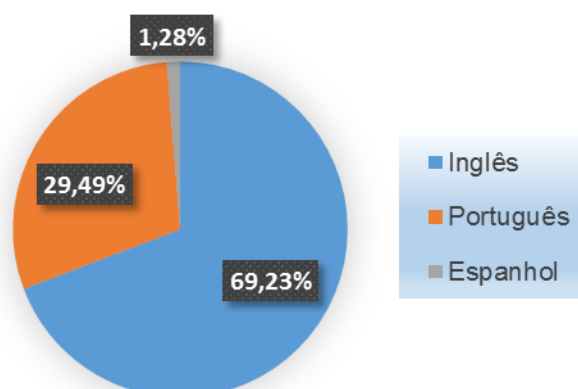


Fonte: Autoria própria, 2019

Ao considerar apenas as palavras isoladas, “Concrete” continuar a ser a palavra mais utilizada, porém sua frequência aumentou de 59 para 107 utilizações, enquanto que “Waste” passou de sexta palavra mais frequente para segunda posição, aumentando de 10 para 51 utilizações.

Os 156 artigos foram publicados em três idiomas, apesar de possuir predominantemente autores brasileiros, o idioma mais utilizado nas publicações foi o inglês, com 108 artigos publicados, seguido por 46 publicações em português e 2 em espanhol. A Figura 4.8 demonstra o percentual de publicações em cada idioma.



**Figura 4. 8 - Idiomas das publicações**

Fonte: Autoria própria, 2019

## 4.2 Dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduo.

Após a leitura dos artigos selecionados, 13 trabalhos atenderam as exigências indicadas na metodologia, com um total de 41 traços e 7 tipos diferentes de concreto. O concreto convencional é o tipo de concreto com maior variedade de resíduos, com 6 opções diferentes ao considerar o “sem resíduo” e maior quantidade de traços, com 19 opções diferentes. Durante a leitura dos artigos, verificou-se a preferência dos autores por estudos utilizando brita como agregado graúdo natural.

A Figura 4.9 apresenta o resumo da quantidade de traços por tipo de concreto e resíduo. O bloco de concreto e piso intertravado foram separados do concreto convencional devido aos artigos utilizarem metodologia de ensaio específica para os blocos de concreto e piso intertravado, sendo diferentes do corpo de prova do concreto convencional.

Figura 4. 9 - Quantidade de traços por tipo de concreto e resíduo

Tipo de concreto	Resíduo	Quantidade de Traços
Bloco de concreto	Sem resíduo	1
	Serragem de madeira Pinus	1
Concreto auto adensável	Sem resíduo	5
	Cinza volante	4
Concreto convencional	Sem resíduo	8
	Cinza do bagaço da Cana de açúcar	5
	Borracha de pneu	2
	RCD: misto	2
	Cerâmica vermelha	1
	Concreto	1
Concreto de alta resistência	Borracha de pneu	1
	Cinza da casca de arroz	1
	Sem resíduos	1
Concreto leve	Cerâmica vermelha	1
	EVA	1
Concreto permeável	Concreto	2
	Sem resíduo	2
Piso intertravado	Pó de pedra	2

Fonte: Autoria própria, 2019

Apesar de Volpato (2015) afirmar que a metodologia de um artigo científico deva conter o necessário para que o leitor consiga avaliar e repetir os estudos, foram encontrados artigos que não indicavam informações como o tipo de concreto, granulometria dos agregados ou caracterização dos resíduos.

Em alguns trabalhos como Lima *et al.* (2011) e Granzotto e Souza (2013), o autor obteve traços com resistências à compressão próximas, neste tipo de situação optou-se por selecionar apenas um traço para os intervalos entre as resistências à compressão múltiplas de 5, priorizando-se os resultados que utilizavam mais resíduos ou menos cimento, nesta ordem de prioridade.

O banco de dados conta com traços com até 100% de teor de substituição de agregados naturais por resíduos e percentual de até 30% na substituição de cimento. Os dados de levantamento de dosagens incluindo tipo de concreto, resíduo, resistência à compressão do traço, autores, referência, observações, traço em volume, traço em massa, caracterização dos materiais e consumo de materiais por metro cúbico foram utilizados no banco de dados do sistema. A tabela completa com estes dados encontra-se em anexo em formato digital.

### 4.3 Interface e funcionalidades do sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos

O sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos (SDCR<sup>2</sup>) é uma ferramenta desenvolvida para dispositivos móveis, este *app* suporta diferentes tamanhos de tela e pode ser utilizado em smartphones ou tablet que utilizem sistema operacional Android desde a versão 5.0 até a versão 9.0.

A Figura 4.10 apresenta a tela de sincronização, a qual é aberta ao clicar no ícone do SDCR<sup>2</sup>. Esta tela apresenta o nome e logo do sistema e o botão “sincronizar”. O botão “Sincronizar” permite acessar o banco de dados remoto e direciona para a tela inicial do sistema.

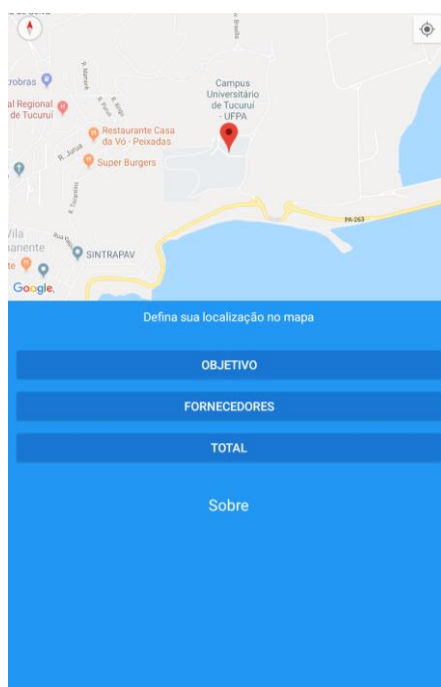
Figura 4. 10- Tela de sincronização



Fonte: Autoria própria, 2019

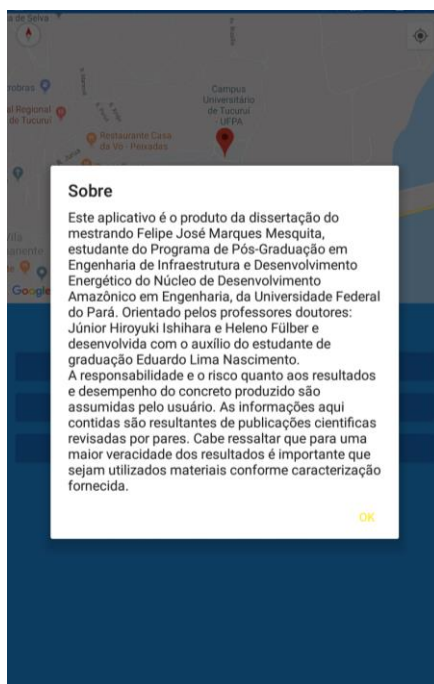
A Figura 4.11 ilustra a tela inicial, esta tela permite selecionar a localização do usuário, acessar as demais telas e informações sobre o sistema. O botão no canto superior direito da tela permite que o sistema utilize a localização atual do usuário, para utilizar esta funcionalidade, o GPS do dispositivo móvel deverá estar ativo. O mapa da metade superior da tela possui acesso ao Google Maps e permite que o usuário escolha a localização que desejar, esta informação será importante para calcular a distância dos fornecedores.

**Figura 4. 11- Tela inicial**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

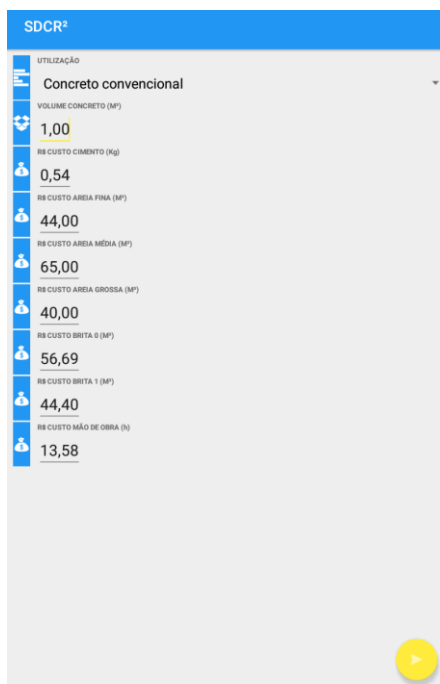
Ao utilizar o botão “Objetivo”, o usuário acessa a tela de objetivos, ao utilizar o botão “Fornecedores”, a tela de fornecedores é acessada, ao utilizar o botão “Total”, a tela de resultados é acessada e o botão “Sobre” fornece informações sobre o desenvolvimento do sistema (Figura 4.12).

**Figura 4. 12 - Informações sobre o sistema**

**Fonte: Autoria própria, 2019**

A Figura 4.13 apresenta a tela de objetivos, ela permite ao usuário escolher o tipo de concreto a ser utilizado entre as 7 opções disponíveis, inserir o volume de concreto e inserir os custos de cimento, areia fina, areia média, areia grossa, brita 0, brita 1 e mão de obra. No canto inferior direito está posicionado o botão de avançar, que permite o acesso a tela de fornecedores (Figura 4.14).

Figura 4. 13 - Tela de objetivo



Fonte: Autoria própria, 2019

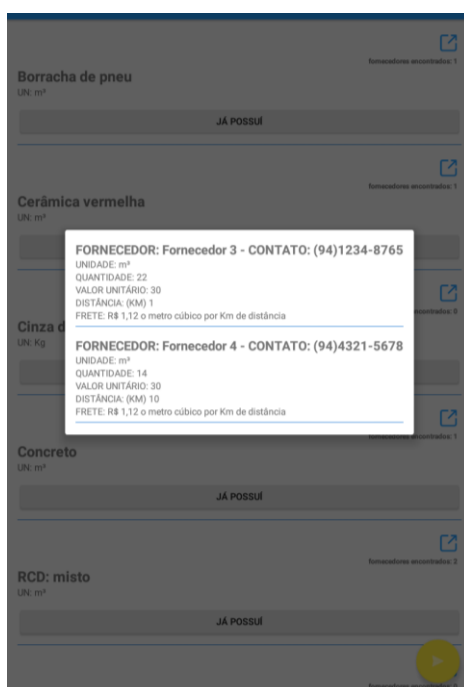
Figura 4. 14 - Tela de fornecedores



Fonte: Autoria própria, 2019

A tela de fornecedores permite selecionar o resíduo a ser utilizado e o fornecedor do mesmo, a informação do lado direito da tela indica a quantidade de fornecedores cadastrados para cada resíduo. Ao selecionar um resíduo, o sistema demonstra informações sobre os fornecedores disponíveis (Figura 4.15) e permite ao usuário selecionar o mais adequado a suas necessidades. Caso o usuário possua o resíduo em questão, ele deverá utilizar o botão “já possui”. No canto inferior direito está posicionado o botão de avançar, que permite o acesso a tela de resultados (Figura 4.16)

**Figura 4. 15 - Informações dos fornecedores**



**Fonte: Autoria própria, 2019**

Figura 4. 16 - Tela de resultados

**SDCR²**

Detalhes do fornecedor:

Resíduo: Concreto  
 Valor unitário do resíduo R\$ 30 - 100 m³  
 Detalhes do frete: R\$ 1,12 a metro cúbico por Km de distância  
 Nome do fornecedor: Fornecedor 3 - Contato: (94) 1234-8765  
 Endereço do fornecedor (Km): 1  
 Endereço: Rua Tocantins, Vila Permanente - Tucuruí

Traço em volume  Traço em massa

Resistência / referência  
 32,57 Mpa / Cordeiro et. al (2017) ver detalhes

Estimativa do valor total do frete (R\$)    Custo Aditivo (Kg)    Custo Água (L)

0,00    0,00    0,00

**TOTAL R\$: 312,12**

QTDE	CUSTO	
370,91	200,29	Cimento (Kg)
0,00	0,00	Areia Fina (M³)
0,31	20,15	Areia Média (M³)
0,00	0,00	Areia Grossa (M³)
0,00	0,00	Brita 0 (M³)
0,00	0,00	Brita 1 (M³)
0,34	10,30	Resíduo (m³)
0,00	0,00	Aditivo (M³)
6,00	81,48	Mão de Obra (h)
222,95	0,00	Água (L)

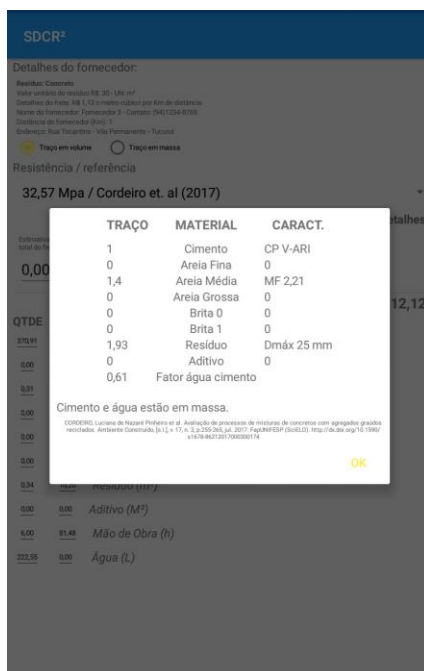
Fonte: Autoria própria, 2019

A tela de resultados indica as informações do fornecedor escolhido anteriormente, permite escolher se deseja o traço em volume ou em massa, indicar os custos de frete, aditivo e água, escolher o traço e calcular o custo do concreto.

Ao clicar na resistência, o sistema apresenta uma lista com as resistências à compressão disponíveis, enquanto que a opção “ver detalhes” apresenta as características do traço escolhido (Figura 4.17). A metade inferior da tela indica o custo total do concreto, de acordo com os custos e volume indicados anteriormente. A primeira coluna indica o consumo de materiais de acordo com a unidade indicada e a segunda coluna indica o custo total de cada material.



Figura 4. 17- Detalhes do traço



Fonte: Autoria própria, 2019

A primeira coluna “Traço” apresenta a proporção de cada material a ser utilizado, a coluna do meio “Material” indica o nome dos materiais, enquanto que a terceira coluna “Caract” indica as características de cada material, onde MF representa o módulo de finura, Dmáx o diâmetro máximo e Dméd o diâmetro médio das partículas. Na parte inferior da tela estão indicadas as observações do traço e a referência bibliográfica do artigo consultado. O botão “Ok” no canto inferior direito é utilizado para retornar a tela de resultados.

A Tabela 4.7 apresenta os custos de produção de concretos calculados no SDCR², utilizando o preço dos resíduos cadastrados, enquanto que os demais materiais foram retirados do SINAPI de novembro de 2018. Não foram quantificados os custos de frete ou água neste cálculo.

Tabela 4. 7: Custos de produção de concreto

Tipo de concreto	Resíduo	Resistência à compressão(MPa)	Referência	Custo/m <sup>3</sup>
Concreto convencional	Concreto	32,57	Cordeiro <i>et al.</i> (2017)	R\$312,12
	RCD misto	31,17	Santiago <i>et al.</i> (2015)	R\$337,60
	Cerâmica vermelha	34,42	Cabral <i>et al.</i> (2009)	R\$315,44
	Sem resíduo	31,79	Santiago <i>et al.</i> (2015)	R\$353,96
	Borracha de pneu	15,06	Granzotto e Souza (2013)	R\$297,81
	RCD misto	17,43	Santiago <i>et al.</i> (2015)	R\$249,55
	Sem resíduo	17,88	Santiago <i>et al.</i> (2015)	R\$252,09
Concreto permeável	Concreto	20,67	Tavares e Kazmierczak (2016)	R\$363,48
	Sem resíduo	21,83	Tavares e Kazmierczak (2016)	R\$397,06

Fonte: Autoria própria, 2019

Na faixa de resistência à compressão entre 30 a 35 Mpa para concreto convencional, os traços com reutilização de resíduos obtiveram custo até 11,82% inferior ao concreto sem resíduos, com destaque a dosagem de Cordeiro *et al.* (2017), que apresenta 100% de substituição do agregado graúdo natural por resíduos de concreto; e a dosagem de Cabral *et al.* (2009), que apresenta substituição de 100% do agregado miúdo natural por resíduo de cerâmica vermelha.

Na faixa de resistência à compressão entre 15 a 20 Mpa para concreto convencional, o traço publicado por Santiago *et al.* (2015) utiliza RCD misto em substituição de 50% do agregado graúdo natural e apresentou custo 1% inferior ao traço de concreto sem resíduo, enquanto que o concreto produzido com borracha de pneus possui custo superior ao concreto de referência.

Na faixa de resistência à compressão entre 20 a 25 Mpa para concreto permeável, o traço publicado por Tavares e Kazmierczak (2016) utiliza resíduo de concreto em substituição de 100% do agregado natural, permitindo reduzir 8,45% dos custos em relação ao concreto de referência.

## 5. CONCLUSÕES

### 5.1 Considerações gerais

A reutilização de resíduos tem sido um tema de crescente interesse da sociedade, motivando o aumento de pesquisas acadêmicas sobre o assunto. Esta pesquisa se propôs a analisar as publicações nacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos e desenvolver uma ferramenta para fomentar o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto.

A utilização de ferramentas bibliométricas possibilitou divulgar uma visão geral sobre o estado atual das publicações nacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos, apresentando informações relacionadas a evolução das publicações, resíduos e tipos de concreto mais frequentes, periódicos e eventos que divulgaram o tema, produtividade e influência de autores, instituições, palavras-chave mais recorrentes e idioma dos artigos.

A pesquisa considerou o período de 20 anos, compreendendo entre 1998 a 2017, sendo possível identificar um crescimento geral das publicações, com destaque para a produtividade dos anos de 2012, 2014 e 2017, que individualmente obtiveram mais publicações do que a soma dos primeiros 10 anos analisados.

Apesar do primeiro artigo sobre o tema neste período ter sido publicado na Universidade Federal do Pará, as maiores concentrações de publicações pertencem nas regiões sudeste e sul respectivamente, com destaque a Universidade de São Paulo, Universidade Federal de São Carlos e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Quanto as coautorias internacionais, a preferência foi para autores da Europa e Américas.

O resíduo de construção e demolição foi o resíduo com maior número de publicações e foi tema do artigo mais influente do período, sendo também a segunda palavra chave mais utilizada nos artigos (Construction and demolition waste), perdendo apenas para concreto (concrete).

O meio de divulgação mais utilizado para os trabalhos sobre concreto com reaproveitamento de resíduos foi o periódico internacional "Construction and Building Materials", seguido pelos periódicos nacionais "Matéria (Rio de Janeiro)", "Revista IBRACON de Estruturas e Materiais" e "Ambiente Construído". Embora a pesquisa tenha como objetivo a análise de artigos publicados por autores brasileiros, os 10

artigos mais citados foram publicados em periódicos internacionais de língua inglesa.

As informações coletadas durante o estudo bibliométrico viabilizaram a criação da base de dados do SCDR<sup>2</sup>, ferramenta desenvolvida para dispositivos móveis com sistema operacional Android 5.0 ou superior. Este sistema promove o reaproveitamento de resíduos na construção civil, mais especificamente na produção de concreto. O SCDR<sup>2</sup> conta com 41 traços diferentes, incluindo 7 tipos de concreto e 10 opções de resíduos, com a possibilidade de apresentar tanto o traço em massa quanto o traço em volume. Verificou-se que todos os traços utilizando agregado graúdo natural optaram por brita em detrimento de seixo.

A escolha por desenvolver um sistema multiusuário para dispositivos móveis foi influenciada pela necessidade de uma ferramenta de fácil acesso ao usuário, que pudesse ser utilizada de qualquer lugar com acesso à internet. Houve uma constante preocupação em conceber este sistema com uma interface amigável e que apresentasse todas as informações necessárias para o usuário aplicar em uma obra.

A opção de disponibilizar o cadastro e contato dos fornecedores de resíduos objetiva facilitar o acesso dos usuários aos resíduos disponíveis na região, além de evitar que os fornecedores em potencial descartem o resíduo em aterros ou até mesmo lixões a céu aberto, possibilitar a eles obterem rendimentos com estes materiais ou até mesmo doar os materiais e economizar os custos de transporte que previamente eram pagos para dar disposição final a estes resíduos.

A possibilidade de calcular os custos foi desenvolvida para servir como um incentivo aos empreiteiros para utilizarem as informações do SCDR<sup>2</sup> em suas obras, demonstrando que a utilização de resíduos além de benéfica para o meio ambiente, também pode trazer benefícios econômicos. O SCDR<sup>2</sup> disponibiliza traços que possibilitam reduzir até 100% da utilização de agregados naturais na fabricação de concretos e até 11,82% de redução de custos considerando a compra de resíduos.

O reaproveitamento de resíduos no concreto tem demonstrado grande potencial de sustentabilidade, ao permitir que resíduos com pouca utilidade sejam aproveitados, evitando assim, a extração de matérias primas naturais, além de possibilitar o reaproveitamento do próprio concreto, que pode se tornar resíduo, seja pela ação do homem ou até mesmo devido a um desastre natural.

## 5.2 Sugestões para trabalhos futuros

- Realizar a bibliometria das publicações internacionais sobre concreto com reaproveitamento de resíduos.
- Atualizar a base de conhecimentos sobre dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos com dados de publicações internacionais.
- Desenvolver uma base de conhecimentos sobre dosagem de argamassa com reaproveitamento de resíduos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, 2016, *Panorama dos resíduos sólidos no brasil*, Associação Brasileira das Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2016.pdf>> Acesso em: 01 Mar. 2018.

AGUIAR, Yuska et al. SMILE: uma ferramenta computacional baseada em modelos para geração e manipulação de esboço de interface do usuário. *Principia*, João Pessoa, v. 1, n. 15, p.1-10, dez. 2007. Disponível em: <<http://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/download/259/217>>. Acesso em: 19 jan. 2019

AKHTAR, Ali; SARMAH, Ajit K.. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. *Journal Of Cleaner Production*, [s.l.], v. 186, p.262-281, jun. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.085>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261830742X?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

ALBUQUERQUE, Priscila Santos. *Desenvolvimento de software para aplicação de escala de avaliação funcional de pessoas com distrofia muscular de Duchenne e testagem de usabilidade*. 2013. 47 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Medicina da Usp, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

ALVARADO, Rubén Urbizagástegui. A Bibliometria no Brasil. *Ciência da Informação*, [S.l.], v. 13, n. 2, dec. 1984. ISSN 1518-8353. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/200/200>>. Acesso em: 28 aug. 2019

ANEPAC, 2014, *Mercado*, Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br/agregados/mercado>> Acesso em: 01 Mar.2018.

ANICER, 2014, *Cartilha ambiental: cerâmica vermelha*, Associação Nacional da Indústria Cerâmica. Disponível em: <<http://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/06/Anicer-Cartilha-Ambiental.pdf>> Acesso em: 01 set.2018.

ARAÚJO, Ronaldo Ferreira; ALVARENGA, Lidia. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, Florianópolis, v. 16, n. 31, p. 51-70, mar. 2011. ISSN 1518-2924. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/1518-2924.2011v16n31p51>>. Acesso em: 06 mar. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/1518-2924.2011v16n31p51>.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12655-2015. *Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento - procedimento*. Rio de Janeiro, ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211-2009. *Agregados para concreto - Especificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16697-2018. *Cimento Portland - Requisitos*. Rio de Janeiro, ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9935-2011. *Agregados – terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 2011.

BARBOSA, M. B. et al. Impact strength and abrasion resistance of high strength concrete with rice husk ash and rubber tires. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 6, n. 5, p.811-820, out. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952013000500007>. Acesso em: 06 mar. 2018

BAUER, L. A. F. *Materiais de construção*. 5. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2000. v.1. 471 p

BRASIL, *Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010* - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E.. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. *Cerâmica*, [s.l.], v. 61, n. 358, p.178-189, jun. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S036669132015000200178&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S036669132015000200178&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 06 mar. 2018.

BONA, Cristina. *Avaliação de processos de Software: Um estudo de caso em Xp e Iconix*. 2002. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BUFREM, Leilah; PRATES, Yara. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. *Revista Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)*, Brasília, v. 34, n. 2, abr./jan. 2006. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/1086/1189>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. *Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD*. 2007. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. doi:10.11606/T.18.2007.tde-21102007-164548. Acesso em 28 Set. 2018.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra et al. Performance estimation for concretes made with recycled aggregates of construction and demolition waste of some Brazilian cities. *Materials Research*, [s.l.], v. 15, n. 6, p.1037-1046, 25 set. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-14392012005000119>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392012000600030&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392012000600030&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 28 set. 2018.



CAÑAS-GUERRERO, Ignacio et al. Analysis of research activity in the field “Engineering, Civil” through bibliometric methods. *Engineering Structures*, [s.l.], v. 56, p.2273-2286, nov. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2013.08.038>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029613004057?via%3Dihub>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

CLARIVATE ANALYTICS, 2018a. *About Web of Science*. Disponível em: <[http://wokinfo.com/?utm\\_source=false&utm\\_medium=false&utm\\_campaign=false&utm\\_source=false&utm\\_medium=false&utm\\_campaign=false](http://wokinfo.com/?utm_source=false&utm_medium=false&utm_campaign=false&utm_source=false&utm_medium=false&utm_campaign=false)>. Acesso em 02 mar 2018.

CLARIVATE ANALYTICS, 2018b. *EndNote Menus Reference Guide*. 2018 Disponível em: <[http://clarivate.libguides.com/ld.php?content\\_id=42141672](http://clarivate.libguides.com/ld.php?content_id=42141672)>. Acesso em 20 set 2018.

CHUEKE, Gabriel Vouga; AMATUCCI, Marcos. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. *Internext*, [s.l.], v. 10, n. 2, p.1-5, 9 set. 2015. Escola Superior de Propaganda e Marketing (ESPM). <http://dx.doi.org/10.18568/1980-4865.1021-5>. Disponível em: <<http://internext.espm.br/internext/article/view/330>>. Acesso em: 19 mar. 2018

CORDEIRO, Luciana de Nazaré Pinheiro et al. Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 17, n. 3, p.255-265, jul. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000300174>. Acesso em: 19 mar. 2018

COSTA, A. V.; GUMIERI, A. G.; BRANDÃO, P. R. G.. Piso intertravado produzido com rejeito de sinter feed. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 7, n. 2, p.244-259, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952014000200004>. Acesso em: 24 mar. 2018

DEUS, Rafael Mattos; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes; SILVA, Gustavo Henrique Ribeiro. Resíduos sólidos no Brasil: contexto, lacunas e tendências. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [s.l.], v. 20, n. 4, p.685-698, dez.

2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522015020040129347>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S14131522015000400685&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14131522015000400685&lng=pt&tlng=pt)>. Acesso em: 16 mar. 2018

FENERICK, Gabriele Maris Pereira. *A utilização de smartphones no acesso à informação científica por jovens estudantes: um estudo de caso*. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade)- Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/8862>>. Acesso em: 11 out. 2018.

FUSCO, Péricles Brasiliense, *Tecnologia do Concreto Estrutural*. 1 ed. São Paulo: Pini 2008

GOMES, Roger Cristhian. *Desenvolvimento de uma base de dados de imagens digitais de madeira serrada de coníferas*. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia (programa de Pós-graduação em Agronomia – Energia na Agricultura), Unesp, Botucatu, 2013

GOMES, Paulo César Correia et al . Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados. *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 31-46, Set. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212015000300024>. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S167886212015000300031&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167886212015000300031&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 25 de maio de 2019.

GRANZOTTO, Laura; SOUZA, Rafael Alves de. Mechanical properties of structural concrete with partial replacement of fine aggregate by tire rubber. *Acta Scientiarum. Technology*, [s.l.], v. 35, n. 1, p.39-44, 30 jan. 2013. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actascitechnol.v35i1.11283>. Acesso em 25 de maio de 2019.

GULARTE, Luis Carlos Pais et al. Estudo de viabilidade econômica da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Pato Branco (PR), utilizando a metodologia multi-índice ampliada. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [s.l.], v. 22, n. 5, p.985-992, out. 2017.

FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017162097>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522017000500985](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000500985)>. Acesso em: 06 mar. 2018.

HAGEMANN, S. E. *Materiais de construção básicos*. Rio Grande do Sul: Instituto Federal Sul-Rio-Grandense; Universidade Aberta do Brasil, 2011.

IPSOS. Google. *Our Mobile Planet Brazil: understanding the mobile consumer*. May, 2013. Disponível em: <[https://www.mmaglobal.com/files/Brazil\\_English.pdf](https://www.mmaglobal.com/files/Brazil_English.pdf)>. Acesso em: 10 Out. 2018

GOOGLE. *Consumer barometer*. 2018. Disponível em: <<https://www.consumerbarometer.com/en/trending/?countryCode=UK&category=TRN-NOFILTER-ALL>>. Acesso em: 10 Out. 2018

ISAIA, Geraldo C. *Concreto: ensino pesquisa e realizações*. São Paulo: IBRACON, 2007. 1v. 792 p.

JOHN, Vanderley M. *Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento*. 2000. 113 f. TESE (LIVRE DOCENCIA)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. Disponível em: <[http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV\\_Vanderley\\_John\\_Reciclagem\\_Residuos\\_Construcao\\_Civil.pdf](http://www.ietsp.com.br/static/media/media-files/2015/01/23/LV_Vanderley_John_Reciclagem_Residuos_Construcao_Civil.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2018.

LARA, Luiz Alcides Mesquita *Materiais de construção*. Ouro Preto: Instituto Federal de Minas Gerais; Universidade Aberta do Brasil, 2013.

LAUERMANN, Ethier et al. Análise dos aspectos de viabilidade do uso de concreto com resíduos de borracha para passeios públicos em município do rio grande do sul. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [s.l.], v. 7, n. 4, p.113-134, 12 dez. 2018. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v7e42018113-133>. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/7264](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/7264)>. Acesso em: 10 jan. 2019

LIMA, Adauto José Miranda de; IWAKIRI, Setsuo. Utilização de resíduos da madeira de *Pinus spp.* como substituição ao agregado miúdo na produção de blocos de concreto para alvenaria estrutural. *Ciência Florestal*, [s.l.], v. 24, n. 1, p.223-235, 30 mar. 2014. Universidad Federal de Santa Maria. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509813339>. Acesso em: 05 jun. 2018.

LIMA, Sérgio Henrique de Oliveira; LEOCÁDIO, Áurio Lúcio. Mapeando a produção científica internacional sobre inovação aberta. *Revista Brasileira de Gestão e Inovação*, [s.l.], v. 5, n. 2, p.181-208, 5 jan. 2018. Universidade Caixias do Sul. <http://dx.doi.org/10.18226/23190639.v5n2.08>. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/RBGI/article/view/5437/3111>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

LIMA, Sofia Araújo et al. Concretos com cinza do bagaço da cana-de-açúcar: avaliação da durabilidade por meio de ensaios de carbonatação e abrasão. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 11, n. 2, p.201-212, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212011000200014>. Acesso em: 05 jun. 2018

LOPES, S. et al. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. *Actas dos Congressos Nacionais de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas*, n. 11, 2012. Disponível em: <<https://www.bad.pt/publicacoes/index.php/congressosbad/article/view/429>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

LOTKA, A. J. The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of Sciences*, [S.l.], v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926.

LUCENA, Fábio Nogueira de. *Manual de modelagem orientada a objetos*. Goiás. Instituto de informática; Universidade Federal do Goiás, 2013.

MACHADO JUNIOR, Celso et al. As Leis da Bibliometria em Diferentes Bases de Dados Científicos. *Revista de Ciências da Administração*, [s.l.], v. 1, n. 1, p.111-124, 25 abr. 2016. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-8077.2016v18n44p111>. Disponível em:

<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2016v18n44p111>>.

Acesso em: 05 out. 2018.

MALHOTRA, V. M & MEHTA, P. K. *Pozzolanic and cementitious materials*. Advances in concrete technology. Canadá: Taylor & Francis, 1996. Vol 1.

MEHTA, P.K. e MONTEIRO, P.J.M. (2014) – *Concreto: Microestrutura, Propriedades e Materiais*, Editora PINI.

MENEZES, Elielza Guerreiro. *Desenvolvimento de um software de sistematização da assistência de enfermagem em doenças tropicais*. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Enfermagem de Manaus, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013

MORAIS, Greiceana Marques Dias de. *Diagnosis of the unregulated dumping of construction and demolition residues in outlying neighborhoods of uberlândia: subsidies for a sustainable administration*. 2006. 223 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14129>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

MOURA, W. A. *Utilização de escória de cobre como adição e como agregado miúdo para concreto*. Porto Alegre, 2000. 232 p. Tese (Doutorado em engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

MOURA, Washington Almeida; LEITE, Mônica Batista; BASTOS, Adolfo Jacques Oliveira. Avaliação do uso de resíduo de serragem de pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 13, n. 1, p.07-24, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212013000100002>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S167886212013000100002&lng=pt&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167886212013000100002&lng=pt&tling=pt)>. Acesso em: 20 mar. 2018.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. *Tecnologia do concreto*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010

NOYONS, Ed. Bibliometric mapping of science in a science policy context. *Scientometrics*, [s.l.], v. 50, n. 1, p.83-98, 2001. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1023/a:1005694202977>. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1005694202977>>. Acesso em: 01 out. 2018.

OKUBO, Yoshiko. Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems. *Oecd Science, Technology And Industry Working Papers*, [s.l.], p.1-70, 1 jan. 1997. Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). <http://dx.doi.org/10.1787/208277770603> Disponível em: < [https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems\\_208277770603](https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/bibliometric-indicators-and-analysis-of-research-systems_208277770603)>. Acesso em: 01 out. 2018.

PARRO, Maria Cláudia. *Desenvolvimento de software para a organização da informação de um serviço de saúde ocupacional hospitalar*. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

PAULA, Marcos O. de et al. Potencial da cinza do bagaço da cana-de-açúcar como material de substituição parcial de cimento Portland. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, [s.l.], v. 13, n. 3, p.353-357, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662009000300019>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662009000300019&lng=pt&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662009000300019&lng=pt&tling=pt)>. Acesso em: 10 set. 2018

PINTO, Tarcísio de Paula. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. 189 f. Tese (Doutorado) - Curso de Escola Politecnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PIZZANI, Luciana et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento The art of literature in search of knowledge. *Rdbci: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, [s.l.], v. 10, n. 1, p.53-66, 10 jul. 2012.

Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/rdbci.v10i1.1896>. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>>. Acesso em: 05 out. 2018

SAMPAIO, Z. L. M.; SOUZA, P. A. B. F.; GOUVEIA, B. G.. Análise da influência das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar no comportamento mecânico de concretos. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 7, n. 4, p.626-647, ago. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952014000400006>. Acesso em: 05 jan. 2018

SANTIAGO, E. Q. R. et al. Mechanical behavior of recycled lightweight concrete using EVA waste and CDW under moderate temperature. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 2, n. 3, p.211-221, set. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952009000300001>. Acesso em: 05 jan. 2018

SIQUEIRA, Rafaela Ribeiro. *Análise para implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil em Tucuruí-pa*. 2018. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil, Ufpa, Belém-PA, 2018

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, H. F.; SUDARSHAN, S. *Sistema de banco de dados*. 5ª ed. São Paulo: Makron Books, 2006.

SILVA, Fabiana Maria da et al. Avaliação da resistência mecânica de pisos intertravados de concreto sustentáveis (PICS). *Matéria (rio de Janeiro)*, [s.l.], v. 22, n. 1, p.1-11, 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1517-707620170001.0110>. Acesso em: 27 fev. 2018

SILVA, Narciso Gonçalves da. *Argamassa de revestimento de cimento, cal e areia britada de rocha calcária*. 2006. 180 f. Dissertação (Mestrado em Construção civil)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1884/4660>>. Acesso em: 27 fev. 2018

SILVA, W.G. *Avaliação de concreto auto adensável produzido com agregado reciclado de telha*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2012. 134p. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/14175>> Acesso em: 16 Mar.2018.

SILVEIRA, B.i. et al. Effectiveness of cement-based systems for stabilization and solidification of spent pot liner inorganic fraction. *Journal Of Hazardous Materials*, [s.l.], v. 98, n. 1-3, p.183-190, mar. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0304-3894\(02\)00317-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0304-3894(02)00317-5). Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389402003175?via%3Dihub>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

SNIC, 2017, *Dados do setor*, Sindicato Nacional da Indústria do Cimento. Disponível em: <<http://snic.org.br/numeros-do-setor.php>> Acesso em: 01 Mar.2018.

SOARES, Patrícia Bourguignon. *Indicadores de ciência, tecnologia & inovação: análise da produção científica e tecnológica da área de conhecimento em engenharia civil na base de dados da web of science*. 2014. 138 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em: <[http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3971/1/tese\\_8221\\_Patr%C3%ADcia%20Bourguignon%20Soares.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/3971/1/tese_8221_Patr%C3%ADcia%20Bourguignon%20Soares.pdf)>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SOARES, Patrícia Bourguignon et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 16, n. 1, p.175-185, jan. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067>. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212016000100175&lng=pt&tling=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212016000100175&lng=pt&tling=pt)>. Acesso em: 27 ago. 2018

TARGINO, M. G. A. Divulgação de resultados como expressão da função social do pesquisador. *Revista de Biblioteconomia de Brasília*, v. 23-24, n. 3, p. 347-366, 2000. Disponível em: <<http://www.brapci.inf.br/index.php/article/download/9767>>. Acesso em: 08 Mar. 2018



TAVAKOLI, Davoud; HASHEMPOUR, Masoumeh; HEIDARI, Ali. Use of Waste Materials in Concrete: A review. *Pertanika J. Sci. & Technol.*, [s. L.], v. 2, n. 26, p.499-522, abr. 2018

TAVARES, L. M.; KAZMIERCZAK, C. S.. The influence of recycled concrete aggregates in pervious concrete. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 9, n. 1, p.75-89, fev. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952016000100006> Acesso em: 08 Mar. 2018

TIWARI, Anshuman; SINGH, Sarbjeet; NAGAR, Ravindra. Feasibility assessment for partial replacement of fine aggregate to attain cleaner production perspective in concrete: A review. *Journal Of Cleaner Production*, [s.l.], v. 135, p.490-507, nov. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.130>. Acesso em: 08 Mar. 2018

TUTIKIAN, B. F.; MOLIN, D. dal. Comparativo das propriedades do concreto autoadensável (CAA) utilizando areia fina e cinza volante. *Revista Ibracon de Estruturas e Materiais*, [s.l.], v. 4, n. 2, p.247-276, jun. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1983-41952011000200006>. Acesso em: 10 Mar. 2018

VARELA, MARCIO. *Minicurso de Dosagem de Concreto método ABCP/ACI*. Rio Grande do Norte; Congresso Científico Universidade Potiguar 2012.

VASCONCELOS, Iuri Aragão de et al. Análise da produção científica de área de conhecimento específico: caracterização do tema requisitos do cliente do mercado da construção civil. *Ambiente Construído*, [s.l.], v. 13, n. 1, p.95-108, mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212013000100007>.

VAZQUEZ, Carlos Eduardo; SIMÕES, Guilherme Siqueira. *Engenharia de Requisitos: software orientado ao negócio*. Brasport, 2016. Acesso em: 08 Mar. 2018.

VISHWAKARMA, Vinita; RAMACHANDRAN, D.. Green Concrete mix using solid waste and nanoparticles as alternatives – A review. *Construction And Building Materials*, [s.l.], v. 162, p.96-103, fev. 2018. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.174>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061817323930?via%3DiHub>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

VOLPATO, Gilson Luiz. O método lógico para redação científica. *Reciis – Rev Eletron de Comun Inf Inov Saúde*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 9, p.1-14, mar. 2015. Disponível em: [http://www.gilsonvolpato.com.br/new/multimedia/artigos/2\\_6bfbc0fa7d70897e18b1394d48d3c006.pdf](http://www.gilsonvolpato.com.br/new/multimedia/artigos/2_6bfbc0fa7d70897e18b1394d48d3c006.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2019.

YOSHIDA, Nelson Daishiro. Análise bibliométrica: um estudo aplicado à previsão tecnológica. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, [s.l.], v. 2, n. 1, p.52-84, 9 jun. 2010. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*. <http://dx.doi.org/10.24023/futurejournal/2175-5825/2010.v2i1.45>. Disponível em: <https://revistafuture.org/FSRJ/article/view/45>>. Acesso em: 15 mar. 2018

ZANETI, Izabel Cristina Bruno Bacellar. *Educação ambiental, resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade. Um estudo de caso sobre o sistema de gestão de porto alegre, rs*. 2003. 176 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) - UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2003. Disponível em: [http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21053/1/2003\\_IzabelCristinaBrunoBacellarZaneti.pdf](http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/21053/1/2003_IzabelCristinaBrunoBacellarZaneti.pdf)>. Acesso em: 06 mar. 2018.

ZHI, Wei; JI, Guodong. Constructed wetlands, 1991–2011: A review of research development, current trends, and future directions. *Science Of The Total Environment*, [s.l.], v. 441, p.19-27, dez. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.09.064>. Acesso em: 06 mar. 2018.

## **7. APÊNDICES**

### **APÊNDICE A – Documento de visão**

Sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos  
Documento de Visão

Versão 1.2

## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
10/12/18	1.0	Versão inicial do Documento de Visão do Sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos.	Felipe José Marques Mesquita
11/12/18	1.1	Revisão do Documento de Visão do Sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos.	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber
15/12/18	1.2	Alteração nas observações finais	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber

## Visão do Projeto

### Introdução

Este documento contextualiza o sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos. Este sistema possibilitará acesso a uma base de conhecimento científico com resultados comprovados sobre concreto com aproveitamento de resíduos. Através dos seguintes processos: consulta a base de dados, consulta de fornecedores de resíduos e cálculo de custo do concreto.

### Perspectivas do Produto

Um sistema acessível através de dispositivos móveis da plataforma Android com acesso via internet.

### Descrição dos Problemas

Nº	Problema	Afeta	Impacto previsto	Solução
1	Inexistência de uma ferramenta destinada a promover o reaproveitamento de resíduos na dosagem de concreto de cimento Portland.	O meio ambiente e a sociedade em geral.	Elevado consumo de materiais naturais na produção de concreto e impacto ambiental ocasionado pela disposição inadequada de resíduos no meio ambiente.	A solução permite: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Divulgar uma base de conhecimento científico com resultados comprovados sobre concreto com aproveitamento de resíduos.</li> <li>2. Facilitar o contato entre o usuário e potenciais fornecedores de resíduos.</li> <li>3. Permitir o cálculo de custos e consumo de materiais para produção do concreto.</li> </ol>

## Ambiente - Usuários e Sistemas Externos

Os usuários do sistema serão empreiteiros ou pessoas envolvidas na realização de obras de construção civil que utilizem concreto com interesse no reaproveitamento de resíduos.

Usuário	Atividade realizada
Empreiteiros	Executam obras de construção civil com utilização de concreto e aproveitamento de resíduos.

## Requisitos Funcionais

Nº	Necessidades	Prioridade	Preocupações
1	Permitir o acesso ao Google Maps para localização dos fornecedores próximos	Indispensável	Especialização do Usuário da ferramenta.
2	Permitir a escolha do tipo de concreto e resíduo desejado.	Indispensável	Especialização do Usuário da ferramenta
3	Permitir o acesso aos dados de contato dos fornecedores com resíduos disponíveis.	Indispensável	Especialização do Usuário da ferramenta.
4	Permitir o acesso as dosagens de concreto com reaproveitamento de resíduos disponíveis.	Indispensável	Especialização do Usuário da ferramenta.
5	Permitir o cálculo de custos e consumo de materiais para produção de concreto com reaproveitamento de resíduos.	Indispensável	Especialização do Usuário da ferramenta.

## Requisitos Não-Funcionais

Nº	Descrição
1	Interface com o Usuário: o sistema deve prover uma interface simples e objetiva.
2	Privacidade de Acesso: usuário poderá utilizar sem a realização de cadastro.
3	O sistema deverá estar disponível para plataformas móveis, no mínimo no sistema Android.

**Observações Finais**

Nenhuma observação

## **APÊNDICE B – Documento de análise de requisitos**

Sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos  
Documento de Análise de Requisitos

Versão 1.5



## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
18/02/19	1.0	Versão inicial do Documento de Análise de Requisitos do Sistema.	Felipe José Marques Mesquita,
20/02/19	1.1	Descrições e observação final inserida, alteração na prototipagem e diagrama de caso de uso.	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Helena Fülber
11/03/19	1.2	Alteração na prototipagem	Felipe José Marques Mesquita,
16/04/19	1.3	Alteração na prototipagem	Felipe José Marques Mesquita,
26/04/19	1.4	Alteração na prototipagem e descrições	Felipe José Marques Mesquita,
30/05/19	1.5	Alteração na prototipagem	Felipe José Marques Mesquita,

## Visão do Projeto

### 1. Introdução

O sistema possibilitará acesso a uma base de conhecimento científico com resultados comprovados sobre concreto com aproveitamento de resíduos. Através dos seguintes processos: consulta a base de dados, consulta de fornecedores de resíduos e cálculo de custo do concreto.

Esse documento refere-se ao documento de visão geral na sua versão 1.2

### 2. Prototipação

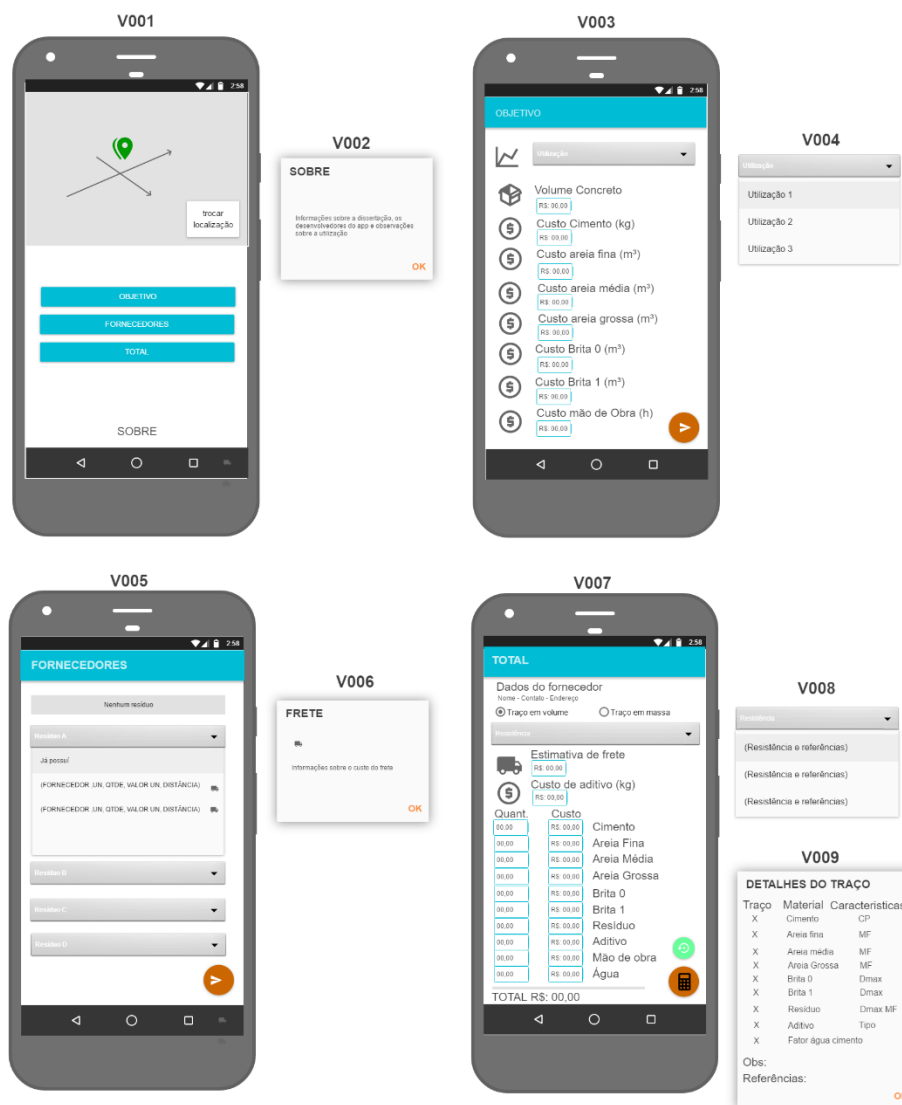
A Figura 2.1 representa as telas do sistema. Ao abrir o aplicativo, o usuário acessa a tela inicial (V001), onde poderá indicar a sua localização atual com a utilização de GPS ou escolher uma localização no mapa. Esta tela também permite acessar a tela de Objetivo (V003), Fornecedores (V006) e Total (V008), além disto, o usuário poderá acessar informações sobre o sistema através do botão Sobre (V002).

A tela de Objetivo (V003) permite escolher a utilização do concreto (V004) e preencher o volume de concreto a ser utilizado e custos dos materiais e mão de obra.

A tela de fornecedores (V005) permite escolher o resíduo desejado e o fornecedor para o mesmo, fornecendo informações como distância e custos do resíduo e do frete (V006).

A tela Total (V007) disponibiliza os dados de contato do fornecedor escolhido anteriormente e permite selecionar um traço de concreto (V008) e caracteriza os insumos (V009). Além disto, o usuário poderá preencher os valores de frete e do aditivo para que o sistema calcule o custo total de produção do concreto, o usuário terá liberdade para alterar ou recalcular os custos nesta tela.

Figura 2.1 prototipagem



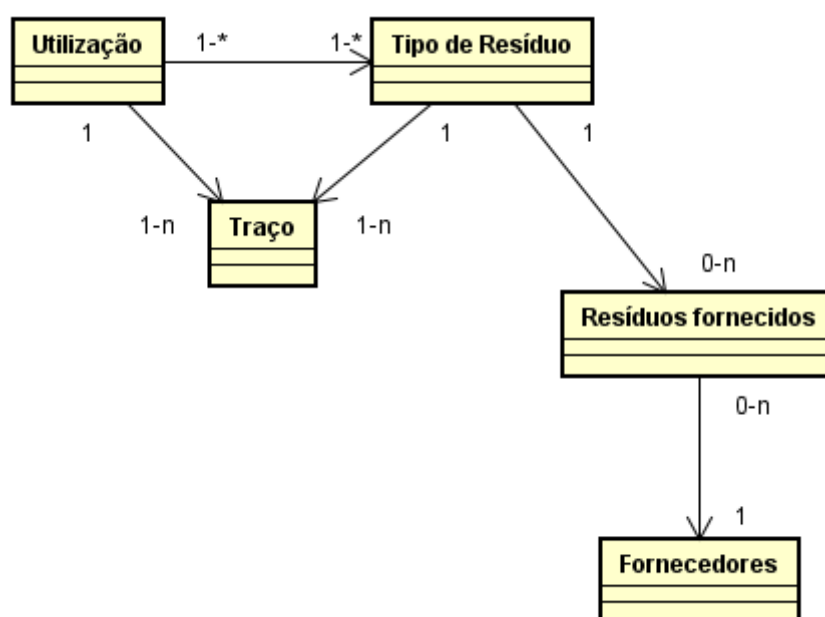
### 3. Modelo de domínio

Lucena (2007) define modelo de domínio como um artefato que descreve a relação entre classes conceituais relevantes a um domínio de interesse. As classes utilizadas no desenvolvimento do sistema são: utilização, tipo de resíduo, traço, resíduos fornecidos e fornecedores.

A figura 3.1 representa um diagrama de modelo de domínio, as classes que estão ligadas por setas possuem relação entre si, enquanto que o número próximo as classes representam o número de interações entre elas.

Por exemplo, a classe de Utilização se relaciona com Traço e Tipo de resíduo. Cada utilização contém um ou mais tipos de resíduos e cada tipo de resíduo pode estar presente em um ou mais utilizações. O traço está relacionado tanto com a Utilização quanto com o Tipo de resíduo. Cada traço estará relacionado com apenas uma utilização, enquanto que uma utilização poderá ter 1 ou mais traços.

**Figura - 3.1 Modelo de domínio**



#### 4. Diagrama de caso de uso

Pontuschka (2011) trata modelo de caso de uso como um modelo dos requisitos funcionais de um sistema e seu ambiente. O diagrama de caso de uso é formado por atores que interagem com o sistema e casos de uso que representam a sequência de eventos realizados pelo sistema referentes a um ator em particular.

O diagrama de caso de uso pretende demonstrar de maneira simples a relação entre o usuário e a funcionalidade do sistema. A figura 3 representa o diagrama de caso de uso para desenvolvimento do sistema de dosagem de concreto com reaproveitamento de resíduos. O usuário caracterizado como empreiteiro é um dos atores do sistema, enquanto que os casos de uso UC1, UC2, UC3 e UC4 se referem as atividades que ele poderá utilizar na ferramenta, da mesma maneira que

o Administrador está relacionado aos UC4 e UC5 e o Fornecedor está relacionado ao UC7 e UC8.

Figura - 4.1 Diagrama de caso de uso



## 5. Observações finais

Os CRUD (do inglês Create, Read, Update e Delete, com tradução livre para criar, ler atualizar e excluir) não serão implementados na primeira versão da ferramenta, sendo apenas informações inseridas no banco de dados. Apenas os quatro primeiros casos de uso primários serão detalhados no documento de caso de uso e serão desenvolvidos.

**APÊNDICE C – Documento de descrição de caso de uso: UC1**  
**– Entrar no sistema**

Caso de Uso – Entrar no sistema  
Documento de Descrição Casos de Uso  
Versão 1.6

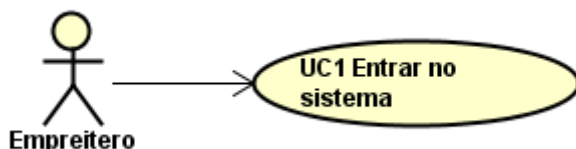
## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
12/10/18	1.0	Versão inicial do Caso de Uso – Entrar no sistema	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber.
21/02/2019	1.1	Correção geral	Eduardo Lima
22/02/2019	1.2	Regras de negócio	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber.
01/02/2019	1.3	Correção no diagrama de robustez	Eduardo Lima
11/03/19	1.4	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita,
26/04/19	1.5	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita,
30/05/19	1.6	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita,

---

**Caso de uso UC1 – Entrar no sistema**


---



<b>Breve Descrição</b>	Permitir ao empreiteiro acessar o sistema
<b>Ator</b>	Empreiteiro
<b>Pré-condições</b>	Não possui
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O empreiteiro clica no ícone do aplicativo e o sistema é iniciado.</li> <li>2. O sistema e apresenta a tela V001 com um mapa mostrando a localização atual do usuário e os botões de trocar localização, Objetivo, Sobre e Total. (Respeitando Regras de negócio 1.0 e 2.0)</li> <li>3. O empreiteiro clica no botão definir Objetivo e o sistema apresenta a tela V003 e o caso de uso é finalizado.</li> </ol>
<b>Fluxo Alternativos e Exceções</b>	<p>2.1 O empreiteiro possui um objetivo salvo no aplicativo, O sistema e apresenta a tela V001 com um mapa mostrando a localização atual do usuário e os botões de trocar localização, Objetivo, Fornecedores e Sobre o sistema retorna ao passo 3 do fluxo principal.</p> <p>2.2 O empreiteiro possui um objetivo e Fornecedor salvo no aplicativo, O sistema e apresenta a tela V001 com um mapa mostrando a localização atual do usuário e os botões de trocar localização, Objetivo, Fornecedores, Total e Sobre o sistema retorna ao passo 3 do fluxo principal.</p> <p>3.1 O empreiteiro clica no botão fornecedor e o sistema apresenta a tela V006 e o caso de uso é finalizado.</p> <p>3.2 O empreiteiro clica no botão Total e o sistema apresenta a tela V008 e o caso de uso é finalizado.</p> <p>3.3 O empreiteiro clica no botão de trocar a localização o sistema permite a definição da localização desejada no mapa em seguida e retorna ao passo 2 do fluxo principal.</p> <p>3.4 O empreiteiro clica no botão Sobre, o sistema apresenta a V002 com as informações textuais sobre o grupo de pesquisa e desenvolvedores.</p> <p style="padding-left: 20px;">3.4.1 o empreiteiro clica em ok em seguida e retorna ao passo 2 do fluxo principal.</p>
<b>Pós-condições</b>	Ter definido uma localização.



<b>Pendências</b>	Não possui
<b>Fonte ou documentos relacionados</b>	Documento de visão versão 1.2 Documento de Análise de Requisitos versão 1.5
<b>Requisitos Funcionais</b>	RF001
<b>Regras de Negócio</b>	1.0 O sistema ocultará o botão Sobre enquanto o UC2 estiver pendente. 2.0 O sistema ocultará o botão Total enquanto o UC3 estiver pendente.
<b>Diagrama de Robustez</b>	<p>The diagram illustrates the 'Redirecionar Tela' use case. It features a central use case circle labeled 'Redirecionar Tela'. To the left, a stick figure actor labeled 'Empreiteiro' is connected to five use case circles: V001, V006, V003, V002, and V008. To the right, three use case circles are connected to the central use case: 'Total', 'Fornecedor', and 'Objetivo'. Each use case circle has a small horizontal bar on its left side, indicating it is a system use case.</p>
<b>Observações Finais</b>	Não possui

**APÊNDICE D – Documento de descrição de caso de uso: UC2**  
**– Definir utilização**

Caso de Uso – Definir utilização  
Documento de Descrição Casos de Uso  
Versão 1.4

## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
22/02/18	1.0	Versão inicial do Caso de Uso – Definir utilização	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fulber
01/03/18	1.1	Correção geral	Eduardo Lima
11/03/19	1.2	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita
26/04/19	1.3	Alteração no fluxo principal e documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita
30/05/2019	1.4	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita

---

**Caso de uso UC2 – Definir utilização**


<b>Breve Descrição</b>	Permitir ao empreiteiro definir a utilização, o resíduo e inserir volume de concreto e os custos de mão de obra e materiais.
<b>Ator</b>	Empreiteiro
<b>Pré-condições</b>	Que o empreiteiro tenha selecionado Objetivo na tela V001 e ter uma localização definida.
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema e apresenta a tela V003 com as opções de Objetivo e um formulário contendo os campos de volume de concreto, custos de cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, mão de obra e botão avançar (respeitando Regras de negócio 1.0).</li> <li>2. O empreiteiro clica no botão Objetivo e o sistema apresenta a tela V004.</li> <li>3. O empreiteiro seleciona uma opção e o sistema retorna ao passo 1 do fluxo principal. (Respeitando Regras de negócio 1.0).</li> <li>4. O empreiteiro preenche as informações de volume de concreto, custos de cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, mão de obra. (Respeitando Regras de negócio 1.0).</li> <li>5. O empreiteiro clica no botão avançar e o sistema apresenta a tela V006 e o caso de uso é finalizado. (Respeitando Regras de negócio 2.0).</li> </ol>
<b>Fluxo Alternativos e Exceções</b>	<p>1.1 O empreiteiro possui as opções de Objetivo e os dados fornecidos no formulário salvos de uma utilização anterior do aplicativo, o sistema apresenta a tela V003 com as opções de Objetivo já selecionado e o formulário com volume de concreto, custos de cimento, agregado graúdo, agregado miúdo, mão de obra já preenchidos e o botão avançar o sistema retorna ao passo 2 do fluxo principal. (Respeitando Regras de negócio 1.0).</p> <p>3.1 O empreiteiro clica no botão avançar e o sistema apresenta a tela V006 e o caso de uso é finalizado. (Respeitando Regras de negócio 2.0).</p>
<b>Pós-condições</b>	As opções escolhidas e o formulário preenchido ficarão salvas no aplicativo.
<b>Pendências</b>	Não possui
<b>Fonte ou documentos relacionados</b>	Documento de visão versão 1.2 Documento de Análise de Requisitos versão 1.5

<b>Requisitos Funcionais</b>	RF002
<b>Regras de Negócio</b>	<p>3.0 O sistema ocultará o botão Avançar até o empreiteiro selecionar um Objetivo V004.</p> <p>4.0 Não é necessário que o empreiteiro preencha o formulário de volume de concreto e os custos de cimento, agregado graúdo, agregado miúdo e mão de obra para que o sistema abra a tela V006 e finalize o caso de uso.</p>
<b>Diagrama de Robustez</b>	<pre> graph TD     Empreiteiro((Empreiteiro))     V003((V003))     V004((V004))     V005((V005))     V006((V006))     ConttollerOBJ((ConttollerOBJ))     Objetivo((Objetivo))      Empreiteiro --&gt; V003     Empreiteiro --&gt; V004     Empreiteiro --&gt; V005     V003 --&gt; V006     V004 --&gt; V006     V005 --&gt; V006     V003 --&gt; ConttollerOBJ     V004 --&gt; ConttollerOBJ     V005 --&gt; ConttollerOBJ     ConttollerOBJ --&gt; Objetivo   </pre>
<b>Observações Finais</b>	

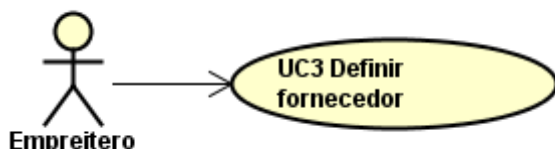
**APÊNDICE E – Documento de descrição de caso de uso: UC3**  
**– Definir fornecedor**

Caso de Uso – Definir fornecedor  
Documento de Descrição Casos de Uso  
Versão 1.4

## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
12/10/18	1.0	Versão inicial do Caso de Uso – Definir fornecedor	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber
03/10/18	1.1	Revisão geral	Eduardo Lima
11/03/19	1.2	Alteração na Fonte ou documentos relacionados	Felipe José Marques Mesquita
26/04/19	1.3	Alteração nos documentos relacionados e no fluxo principal	Felipe José Marques Mesquita
30/05/19	1.4	Alteração nos documentos relacionados e no fluxo principal	Felipe José Marques Mesquita

---

**Caso de uso UC3 – Definir fornecedor**


<b>Breve Descrição</b>	Permitir ao empreiteiro escolher o resíduo e fornecedor
<b>Ator</b>	Empreiteiro
<b>Pré-condições</b>	Que o empreiteiro tenha clicado no botão Fornecedores na tela V001 ou no botão Avançar na tela V003 e ter uma localização definida.
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema apresenta a tela V005 com as opções de resíduos disponíveis, a opção de nenhum resíduo e o botão avançar (respeitando Regras de negócio 1.0).</li> <li>2. O empreiteiro clica no tipo de resíduo pretendido.</li> <li>3. O sistema apresenta uma lista de fornecedores indicando nome, quantidade e valor do resíduo, distância e botão de frete.</li> <li>4. O empreiteiro seleciona um fornecedor. (Respeitando Regras de negócio 2.0).</li> <li>5. O empreiteiro clica em avançar, o sistema abre a tela V007 e o caso de uso é finalizado.</li> </ol>
<b>Fluxo Alternativos e Exceções</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 O empreiteiro possui um fornecedor salvo no aplicativo, o sistema apresenta a tela V005 com os tipos de resíduo conforme utilização escolhida no caso de uso UC2 e o botão avançar.             <ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 O empreiteiro clica em avançar, o sistema abre a tela V007 e o caso de uso é finalizado.</li> </ol> </li> <li>2.1 O empreiteiro clica no botão nenhum resíduo.             <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 O empreiteiro clica em avançar, o sistema abre a tela V007 e o caso de uso é finalizado.</li> </ol> </li> <li>3.1 O empreiteiro clica no botão de frete e o sistema abre a tela V006 com as informações textuais sobre o frete.             <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 O empreiteiro clica em Ok o sistema fecha a tela V006 e retorna ao passo 3.</li> </ol> </li> <li>4.1 O empreiteiro seleciona "Já possui".</li> </ol>
<b>Pós-condições</b>	O fornecedor escolhido ficará salvo para uma próxima utilização.
<b>Pendências</b>	Não possui
<b>Fonte ou documentos relacionados</b>	Documento de visão versão 1.2 Documento de Análise de Requisitos versão 1.5

---



<b>Requisitos Funcionais</b>	RF003
<b>Regras de Negócio</b>	5.0 O sistema ocultará o botão avançar até o empreiteiro selecionar uma opção. 6.0 O empreiteiro poderá selecionar apenas uma opção, independentemente da quantidade de resíduos diferentes disponível.
<b>Diagrama de Robustez</b>	<p>The diagram is a Use Case Diagram. It features an actor labeled 'Empreiteiro' on the left. There are five use cases represented by yellow circles: 'V006', 'V007', and 'V008' are arranged vertically in the center; 'ControllerForn' is to the right of 'V007'; and 'Fornecedor' is to the right of 'ControllerForn'. The actor 'Empreiteiro' has three arrows pointing to use cases 'V006', 'V007', and 'V008'. There are also arrows pointing from 'V006' to 'ControllerForn', from 'V007' to 'ControllerForn', and from 'V008' to 'ControllerForn'. A horizontal line connects 'ControllerForn' and 'Fornecedor', with an arrow pointing from 'ControllerForn' to 'Fornecedor'. The use case 'ControllerForn' contains a self-loop arrow.</p>
<b>Observações Finais</b>	

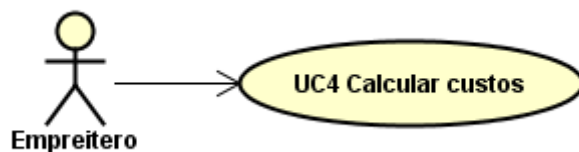
**APÊNDICE F – Documento de descrição de caso de uso: UC4  
– Calcular custos**

Caso de Uso – Calcular custos  
Documento de Descrição Casos de Uso  
Versão 1.5

## Histórico de Revisões

<b>Data</b>	<b>Versão</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autor</b>
25/02/19	1.0	Versão inicial do Caso de Uso – Calcular custos	Felipe José Marques Mesquita, Eduardo Lima Nascimento, Heleno Fülber
04/03/19	1.1	Revisão geral	Eduardo Lima
11/03/19	1.2	Alteração no fluxo principal, alternativo e fonte ou documentos relacionados.	Felipe José Marques Mesquita
16/04/19	1.3	Alteração no fluxo principal, alternativo e fonte ou documentos relacionados.	Felipe José Marques Mesquita
26/04/19	1.4	Alteração no fluxo principal, alternativo e fonte ou documentos relacionados.	Felipe José Marques Mesquita
30/05/19	1.5	Alteração no fluxo principal, alternativo e fonte ou documentos relacionados.	Felipe José Marques Mesquita

---

**Caso de uso UC4 – Calcular custos**


<b>Breve Descrição</b>	Permitir ao empreiteiro definir o traço e calcular os custos
<b>Ator</b>	Empreiteiro
<b>Pré-condições</b>	Que o empreiteiro tenha selecionado Total na tela V001 ou Avançar na tela V005
<b>Fluxo Principal</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. O sistema e apresenta a tela V007 com dados de contato do fornecedor selecionado no caso de uso UC3, uma lista para escolha de traço, opção para escolha do traço em volume ou massa os campos estimativa de frete, custo de aditivo, custo e consumo de: cimento, areia fina, areia média, areia grossa, brita 0, brita 1, resíduo, aditivo, mão de obra e água, botões de calcular e de retornar ao padrão (respeitando Regras de negócio 1.0, 2.0 e 3.0).</li> <li>2. O empreiteiro seleciona o traço em volume.</li> <li>3. O empreiteiro clica em resistências.</li> <li>4. O sistema apresenta a tela V008 indicando informações sobre o traço e referências.</li> <li>5. O empreiteiro seleciona um traço.</li> <li>6. O sistema abre a tela V09 com detalhes do traço escolhido.</li> <li>7. O empreiteiro clica em OK o sistema fecha a tela V010</li> <li>8. O sistema retorna a V007 com o traço selecionado.</li> <li>9. O empreiteiro clica em calcular e o sistema preenche os valores de custo e quantidade de cimento, areia fina, areia média, areia grossa brita 0, brita 1, resíduo, aditivo, mão de obra, água e total encerrando o caso de uso.</li> </ol>
<b>Fluxo Alternativos e Exceções</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1 O empreiteiro possui um traço salvo no aplicativo, o sistema apresenta a tela V007 com dados de contato do fornecedor selecionado no caso de uso UC3, uma lista para escolha de traço e os formulários já preenchidos de acordo com o que já existe salvo, contendo estimativa de frete, custo de aditivo, custo e consumo de: cimento, areia fina, areia média, brita 0, brita 1, resíduo, aditivo e mão de obra, botões de calcular e de retornar ao padrão. <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 O empreiteiro seleciona o traço em massa</li> <li>3.1 O empreiteiro preenche o formulário de estimativa de frete e valor de aditivo.</li> </ol> </li> <li>9.1 O empreiteiro altera os valores padrões de custo e consumo de cimento, areia fina, areia média, areia grossa, brita 0, brita 1, resíduo, mão de obra, água, frete e aditivo. <ol style="list-style-type: none"> <li>9.1.1 O empreiteiro clica em calcular e o sistema calcula o valor total</li> </ol> </li> </ol>

	<p>encerrando o caso de uso.</p> <p>4.1.2 O empreiteiro clica em retornar ao padrão e o sistema retorna ao passo 1 do fluxo principal.</p>
<b>Pós-condições</b>	As opções escolhidas e os formulários preenchidos ficarão salvos no sistema para a próxima utilização.
<b>Pendências</b>	Não possui
<b>Fonte ou documentos relacionados</b>	Documento de visão versão 1.2 Documento de Análise de Requisitos versão 1.5
<b>Requisitos Funcionais</b>	RF003, RF004 e RF005
<b>Regras de Negócio</b>	<p>7.0 O sistema ocultará os botões de calcular e de retornar aos padrões até o empreiteiro selecionar um traço.</p> <p>8.0 Caso seja a primeira utilização, o sistema por padrão iniciará com o traço em volume selecionado.</p> <p>9.0 O empreiteiro terá que optar entre traço em massa ou traço em volume</p> <p>10.0 O empreiteiro poderá selecionar apenas um traço.</p> <p>11.0 Os campos de custo e quantidade são editáveis.</p>
<b>Diagrama de Robustez</b>	<pre> graph LR     Empreiteiro((Empreiteiro)) --&gt; V006((V006))     Empreiteiro((Empreiteiro)) --&gt; V007((V007))     Empreiteiro((Empreiteiro)) --&gt; V008((V008))     V006((V006)) --&gt; ControllerForn((ControllerForn))     V007((V007)) --&gt; ControllerForn((ControllerForn))     V008((V008)) --&gt; ControllerForn((ControllerForn))     ControllerForn((ControllerForn)) --&gt; Fornecedor((Fornecedor))   </pre>
<b>Observações Finais</b>	Não possui

**APÊNDICE G – Publicações brasileiras sobre concreto com reaproveitamento de resíduos na base de dados WoS entre 1998 a 2017**

<b>Artigos brasileiros sobre concreto com reaproveitamento de resíduos organizado por data</b>					
<b>Número</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Ano</b>	<b>Resíduo</b>	<b>tipo de concreto</b>
<b>1</b>	Ethylene vinyl acetate (EVA) aggregates usage evaluation for lightweight concrete subfloor to reduce impact sound in flooring systems	Pacheco, F.; Krumenauer, M.; Silva, L. F. O.; et al.	2017	Resíduo de EVA	Concreto leve
<b>2</b>	Formulation and characterization of structural lightweight concrete containing residues of porcelain tile polishing, tire rubber and limestone	Sampaio, Z. L. M.; Martinelli, A. E.; Gomes, T. S.	2017	Resíduo cerâmico, borracha de pneus e pó de calcário	Concreto leve
<b>3</b>	Evaluation of coal fly ash in cementitious matrices	ALTHEMAN, D.; FERREIRA, G. C.; MONTINI, M.; et al.	2017	Cinza volante	Concreto convencional
<b>4</b>	Optimization of normal and high strength recycled aggregate concrete mixtures by using packing model	Amario, Mayara; Rangel, Caroline Santana; Pepe, Marco; et al.	2017	Resíduo de Concreto	Concreto convencional e concreto de alta resistência
<b>5</b>	Investigation of mechanical properties and carbonation of concretes with construction and demolition waste and fly ash	da Silva, Sergio Roberto; de Oliveira Andrade, Jairo Jose	2017	Cinza volante e resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
<b>6</b>	Characterization and Use of Construction and Demolition Waste from South of Brazil in the Production of Foamed Concrete Blocks	Favaretto, Patricia; Navarro Hidalgo, Gelsa Edith; Sampaio, Carlos Hoffmann; et al.	2017	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Bloco de concreto
<b>7</b>	Production of Aerated Foamed Concrete with Industrial Waste from the Gems and Jewels Sector of Rio Grande do Sul - Brazil	Pedro, Rudimar; Tubino, Rejane M. C.; Anversa, Jonas; et al.	2017	Resíduo de ágata	Concreto celular aerado

8	Synthetic gravel for concrete obtained from sandy iron ore tailing and recycled polyethyltherephthalate	Vieira Zuccheratte, Ana Cristina; Freire, Carolina Braccini; Lameiras, Fernando Soares	2017	Rejeito de minério de ferro e PET reciclado	Concreto leve
9	Optimization of mechanical properties in concrete reinforced with fibers from solid urban wastes (PET bottles) for the production of ecological concrete	Pereira, Erlon Lopes; de Oliveira Junior, Andre Luis; Fineza, Adonai Gomes	2017	PET reciclado	Concreto convencional
10	Tension stiffening approach for interface characterization in recycled aggregate concrete	Rangel, Caroline Santana; Amario, Mayara; Pepe, Marco; et al.	2017	Resíduo de Concreto	Concreto convencional e alta resistência
11	Technical and Environmental Feasibility of Interlocking Concrete Pavers with Iron Ore Tailings from Tailings Dams	Sant'ana Filho, Joaquim Nery; Da Silva, Sidney Nicodemos; Silva, Gabriela Cordeiro; et al.	2017	Rejeito de minério de ferro	Piso intertravado
12	Mechanical behavior of steel fiber reinforced concrete with stone powder	Periquito, Mário dos Santos; Magalhães, Margareth da Silva	2017	Pó de pedra	Concreto convencional
13	Avaliação de processos de misturas de concretos com agregados graúdos reciclados	Cordeiro, Luciana de Nazaré Pinheiro; Masuero, Ângela Borges; Molin, Denise Carpena Coitinho Dal; et al.	2017	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
14	Obtenção de blocos de concreto com utilização de resíduos reciclados da própria fabricação dos blocos	Gomes, Paulo César Correia; Pereira, Fábio Alencar; Uchôa, Sílvia Beatriz Beger; et al.	2017	Resíduo de Concreto	Bloco de concreto
15	Improved interfacial transition zone between aggregate-cementitious matrix by addition sugarcane industrial ash	Rosignolo, Joao Adriano; Rodrigues, Michelle Santos; Frias, Moises; et al.	2017	Cinza do bagaço da cana de açúcar e Sílica ativa	Concreto convencional
16	Blasted copper slag as fine aggregate in Portland cement concrete	dos Anjos, M. A. G.; Sales, A. T. C.; Andrade, N.	2017	Resíduos de escória de cobre	Concreto convencional

17	Development of lightweight concrete subfloor with ethylene vinyl acetate (EVA) aggregates waste to reduce impact sound in flooring system	Pacheco, Fernanda; Krumenauer, Marcelo; Reis de Medeiros, Daniel; et al.	2017	Resíduo de EVA	Concreto leve
18	Thermal resistance and conductivity of recycled construction and demolition waste (RCDW) concrete blocks	Callejas, Ivan Júlio Apolônio; Durante, Luciane Cleonice; Oliveira, Ângela Santana de	2017	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Bloco de concreto
19	Viabilidade do emprego de cinza de casca de arroz natural em concreto estrutural (parte II): durabilidade	Isaia, Geraldo Cechella; Zerbino, Raúl Luis; Gastaldini, Antonio Luiz Guerra; et al.	2017	Cinza da Casca de Arroz (CCA)	Concreto convencional
20	CERAMIC RESIDUES INCORPORATED IN THE COMPOSITION OF CONCRETE AND MORTAR AS POZZOLANIC MATERIAL	Rossi, Camila Taciane; Hammes, Raissa Francieli; Vier, Lucas Carvalho; et al.	2017	Resíduo Cerâmico	Concreto convencional
21	Potential uses of waste sludge in concrete production	Ramirez, Kleber Gomes; Possan, Edna; dos Santos Dezen, Bianca Gabriel; et al.	2017	Lodo de ETA	Concreto convencional
22	Mechanical performance and reinforcement steel corrosion process in concrete containing ornamental rock waste	Dietrich, Yustane Paula; Teles, Claudia Rodrigues; Vieira, Geilma Lima	2017	Resíduo do Beneficiamento de Rochas Ornamentais	Concreto convencional
23	The reuse of water and washing residues of concrete mixers. Analysis of the effect on the compressive strength in new concretes	Malaguti, Vilmar dos Santos; Mymrin, Vsevolod Anatolievich; Matoski, Adalberto	2017	Resíduos de lavagem de caminhões betoneiras	Concreto convencional
24	Use of crumb rubber to partially replace fine aggregate in the production of green bricks	Silva, Thayane Dias; de Paula, Heber Martins; da Silva, Dyego; et al.	2017	Borracha de pneus	Bloco de concreto
25	Study of physical and mechanical concrete properties with partial replacement of natural aggregate by recycled aggregate from CDW	Frotte, Camila; Alejandra Di Nubila, Clarisse Sophia; Nagalli, Andre; et al.	2017	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional



26	Rheology evaluation of self-compacting concretes containing quarry by-product powders	Schankoski, Rudiele Aparecida; Pilar, Ronaldo; Pileggi, Rafael; et al.	2017	Pó de calcário, pó diabásico e pó gnáissico	Concreto auto adensável
27	Evaluation of mechanical strength of sustainable concrete paving blocks (SCPB)	da Silva, Fabiana Maria; Vaz, Viviane Visnardi; Gachet Barbosa, Luisa Andreia; et al.	2017	Borracha de pneus e pó de pedra	Piso intertravado
28	Applicability of recycled aggregates in concrete piles for soft soil improvement	Medeiros-Junior, Ronaldo A.; Balestra, Carlos E. T.; Lima, Maryangela G.	2017	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
29	Evaluation of concrete properties due to the incorporation of sludge from Water Treatment Plant	Tafarel, Nathann Francisco; Macioski, Gustavo; de Carvalho, Karina Querne; et al.	2016	Lodo de ETA	Concreto convencional
30	Evaluation of concrete recycling system efficiency for ready-mix concrete plants	Prado Vieira, Luiz de Brito; de Figueiredo, Antonio Domingues	2016	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
31	A novel mix design methodology for Recycled Aggregate Concrete	Pepe, Marco; Toledo Filho, Romildo Dias; Koenders, Eduardus A. B.; et al.	2016	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
32	Joint use of construction waste (CW) and sugarcane bagasse ash sand (SBAS) in concrete	Moretti, Juliana P.; Sales, Almir; Almeida, Fernando C. R.; et al.	2016	Resíduo de construção e demolição (RCD) e cinza do bagaço da cana de açúcar	Concreto convencional
33	Microstructural analysis of recycled concrete using X-ray micro tomography	Leite, M. B.; Monteiro, P. J. M.	2016	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
34	The influence of recycled concrete aggregates in pervious concrete	TAVARES, L. M.; KAZMIERCZAK, C. S.	2016	Resíduo de Concreto	Concreto permeável
35	Reusing ceramic tile polishing waste in paving block manufacturing	Giordano Penteado, Carmenlucia Santos; de Carvalho, Eduardo Viviani; Cecche Lintz, Rosa Cristina	2016	Resíduo cerâmico	Piso intertravado

36	Production of Concrete Blocks Using Treated Effluent for Activated Sludge and Stabilization Lagoons	Oliveira, Denise D. N.; Almeida, Edna S.; Cardoso, Larissa S. P.; et al.	2016	Efluentes tratados de ETE	Bloco de concreto
37	Concretos secos produzidos com agregados reciclados de RCD separados por densidade	Silva, Raphael Balduino da; Angulo, Sérgio Cirelli; Pileggi, Rafael Giuliano; et al.	2015	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto seco
38	Sugarcane bagasse ash (GCB) as mineral admixture in concrete to check its durability	Fernandes, Sergio Eduardo; Tashima, Mauro Mitsuuchi; Bassan de Moraes, Joao Claudio; et al.	2015	Cinza do bagaço da cana de açúcar	Concreto convencional
39	Assessment of the modulus of elasticity in concrete with high reactivity metakaolin from industry	Lima Souza, Paulo Sergio; Dal Molin, Denise C. C.; Picanco, Marcelo de Souza; et al.	2015	Metacaulim	Concreto convencional
40	The use of water treatment plant sludge ash as a mineral addition	Gastaldini, A. L. G.; Hengen, M. F.; Gastaldini, M. C. C.; et al.	2015	Cinza do lodo de ETA/Cinza da casca de arroz (CCA) /Sílica ativa	Concreto convencional
41	Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados	Gomes, Paulo César Correia; Alencar, Tatiana Frassy Falcão de; Silva, Natália Vieira da; et al.	2015	Resíduo cerâmico/ Resíduo de bloco de concreto com EPS	Concreto leve
42	Investigation on the properties of concrete tactile paving blocks made with recycled tire rubber	da Silva, Fabiana Maria; Barbosa, Luisa Andreia Gachet; Lintz, Rosa Cristina Cecche; et al.	2015	Borracha de pneus	Piso intertravado
43	Mechanical properties and ASR evaluation of concrete tiles with waste glass aggregate	Cota, Fabio Paiva; Damas Melo, Caio Cesar; Panzera, Tulio Hallak; et al.	2015	Resíduo de vidro	Telha de concreto
44	Dynamic systems model for waste construction management in the city of Porto Alegre: case study	Walteros Galarza, Luis Hernando; Reyes Gomez, Sandra Tatiana; Garcez, Estela Oliari; et al.	2015	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Bloco de concreto

45	Characterization of residual sand removed from the grit chambers of a wastewater treatment plant and its use as fine aggregate in the preparation of non-structural concrete	Borges, N. B.; Campos, J. R.; Pablos, J. M.	2015	Areia residual de ETA	Concreto convencional
46	Mineral processing and characterization of coal waste to be used as fine aggregates for concrete paving blocks	Santos, C. R.; Tubino, R. M. C.; Schneider, I. A. H.	2015	Rejeito de carvão mineral	Piso intertravado
47	Mechanical strength assessment of concrete with rice husk ash	Pereira, Adriana Maria; Rufino da Silva, Carlos Adriano; de Araujo Queiroz, Daniela Cintra; et al.	2015	Cinza da Casca de Arroz (CCA)	Concreto convencional
48	Comportamento de concreto armado com adição de resíduos de tijolo cerâmico moído frente à corrosão por cloretos	Meira, Gibson Rocha; Ferreira, Pablo Ramon Rodrigues; Jerônimo, Valdith Lopes; et al.	2014	Resíduo Cerâmico	Concreto convencional
49	Steel and concrete bond stress: a contribution to the study of APULOT tests using concrete with rubber addition	Jacinto, A. E. P. G. De Avila; Pimentel, L. L.; Barbosa, M. P.; et al.	2014	borracha de pneus	concreto convencional
50	Increasing the Compressive Strength of Portland Cement Concrete Using Flat Glass Powder	Pedrosa de Miranda Junior, Edson Jansen; Costa Leite Bezerra, Helton de Jesus; Politi, Flavio Salgado; et al.	2014	Resíduo de vidro	Concreto convencional
51	Mechanical and toxicological evaluation of concrete artifacts containing waste foundry sand	Mastella, Miguel Angelo; Gislon, Edivelton Soratto; Pelisser, Fernando; et al.	2014	Resíduos de areia de fundição	Bloco de concreto e Piso intertravado
52	Análise da influência das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar no comportamento mecânico de concretos	Sampaio, Z. L. M.; Souza, P. A. B. F.; Gouveia, B. G.	2014	Cinza do bagaço da cana de açúcar	Concreto convencional
53	Structural concrete made with recycled aggregates: Hydration process and compressive strength models	Pepe, Marco; Koenders, Ecluardus A. B.; Faella, Ciro; et al.	2014	Resíduo de Concreto	Concreto convencional

54	Mechanical and thermal properties of lightweight concretes with vermiculite and EPS using air-entraining agent	Schackow, Adilson; Effting, Carmeane; Folgueras, Marilena V.; et al.	2014	EPS reciclado	Concreto leve
55	Piso intertravado produzido com rejeito de sinter feed	Costa, A. V.; Gumieri, A. G.; Brandão, P. R. G.	2014	Rejeito de sinter feed e pó de pedra	Piso intertravado
56	Banana leaves ashes as pozzolan for concrete and mortar of Portland cement	Kanning, Rodrigo C.; Portella, Kleber F.; Braganca, Mariana O. G. P.; et al.	2014	Cinza da folha da bananeira	Concreto convencional
57	Dosagem de concretos produzidos com agregado miúdo reciclado de resíduo da construção civil	Rodrigues, Clarissa Ribeiro de Sá; Fucale, Stela	2014	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
58	Efeito do pó de resíduo cerâmico como adição ativa para o concreto	Sales, Angela Teresa Costa; Alferes Filho, Ricardo dos Santos	2014	Resíduo cerâmico	Concreto convencional
59	Compressive strength and hydration processes of concrete with recycled aggregates	Koenders, Eduardus A. B.; Pepe, Marco; Martinelli, Enzo	2014	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
60	Compressive stress-strain behavior of steel fiber reinforced-recycled aggregate concrete	Carneiro, Jodilson Amorim; Lopes Lima, Paulo Roberto; Leite, Monica Batista; et al.	2014	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
61	Characterization of a Limestone Powder Residue for Recycling as A Concrete Block Incorporation	Alexandre, Jonas; Garcez de Azevedo, Afonso Rangel; Xavier, Gustavo de Castro; et al.	2014	Pó de calcário	Bloco de concreto
62	Technical Feasibility of Using Lightweight Concrete with Expanded Polystyrene in Civil Construction	Alexandre, Jonas; Garcez Azevedo, Afonso Rangel; de Assis Paula e Silva Silva, Caio Lobato; et al.	2014	EPS reciclado	Concreto leve
63	STUDY OF MECHANICAL PROPERTIES AND DEVELOPMENT OF CONCRETE USING SLUDGE FROM	Altidis, M. E. D.; Morais, C. R. S.; Rodrigues, P. A.; et al.	2014	Lodo têxtil	Concreto convencional

	TEXTILE INDUSTRY				
64	Influence of Waste Glass on the Physical Properties of Portland Cement Concrete	Miranda Junior, E. J. P.; Paiva, A. E. M.; Rodrigues, E. N. L.	2014	Resíduo de vidro	Concreto convencional
65	Relevance of Ornamental Stone Residues in the Manufacture of Concrete Blocks for Structural Masonry	Garcez Azevedo, Afonso Rangel; Alexandre, Jonas; Xavier, Gustavo de Castro; et al.	2014	Resíduo do Beneficiamento de Rochas Ornamentais	Bloco de concreto
66	Reuse of Sand Disposed of Foundry in Lieu of Sand Natural in the Manufacture of Structural Blocks	dos Santos, A. V.; Marcheti, M. C.; Ribas, C. L.; et al.	2014	Resíduos de areia de fundição	Bloco de concreto
67	USE OF WOOD RESIDUES OF Pinus spp. FOR SUBSTITUTION TO THE FINE AGGREGATE IN THE PRODUCTION OF CONCRETE BLOCKS FOR STRUCTURAL MASONRY	Miranda de Lima, Adauto Jose; Iwakiri, Setsuo	2014	Serragem de madeira (Pinus)	Bloco de concreto
68	Study of the properties of concrete containing waste foundry sand as part of the aggregate	Barros, Regina Mambeli; Pinto, Fernando Batista; de Brito, Romulo Carvalho; et al.	2014	Resíduos de areia de fundição	Concreto convencional
69	INCORPORATION OF GRANITE WASTE FROM DIAMOND WIRE SAWING PROCESS INTO CEMENT MATRIX CONCRETE	Pedroti, Leonardo Goncalves; Fontes Vieira, Carlos Mauricio; Monteiro, Sergio Neves; et al.	2014	Resíduo de granito	Concreto convencional
70	EVALUATION OF THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETES CONTAINING PET AND CRUSHED SAND	Aquino, J. L. S.; Morais, C. R. S.	2014	PET reciclado e pó de pedra	Concreto convencional
71	Recycling of Concentration Tailings of Iron Ore for the Production of Concrete Block (Pavers)	da Silva, Fabiane L.; Araujo, Fernando G. S.; Castro, Camila G.; et al.	2014	Rejeito de minério de ferro	Piso intertravado

72	Rio 2016 sustainable construction commitments lead to new developments in recycled aggregate concrete	Toledo Filho, Romildo Dias; Koenders, Eduard; Pepe, Marco; et al.	2013	Cinza do bagaço da cana de açúcar e Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
73	Impact strength and abrasion resistance of high strength concrete with rice husk ash and rubber tires	Barbosa, M. B.; PEREIRA, A. M.; Akasaki, J. L.; et al.	2013	Cinza da casca de Arroz (CCA) e borracha de pneu	Concreto de alta resistência
74	Workability study of concretes made with recycled mortar aggregate	Leite, Monica B.; Figueire do Filho, Joao Gualberto L.; Lima, Paulo R. L.	2013	Agregado de argamassa reciclada	Concreto convencional
75	Sustainability perspective of marble and granite residues as concrete fillers	Bacarji, E.; Toledo Filho, R. D.; Koenders, E. A. B.; et al.	2013	Resíduo de mármore e granito	Concreto convencional
76	Análise da estabilização por solidificação de lodo de fosfatização em matrizes de cimento Portland e de cerâmica vermelha para a utilização na construção civil	Brehm, Feliciane Andrade; Kulakowski, Marlova Piva; Evaldt, Daiane Calheiro; et al.	2013	lodo de fosfatização	Concreto convencional
77	Pré-moldado (bloco EVAi) para alvenaria intertravada: projeto, produção, desempenho e simulação de uso em habitação social	Rocha, Fabiano Melo Duarte; Melo, Aluísio Braz; Silva, Elisângela Pereira; et al	2013	Resíduo de EVA	Bloco de concreto
78	Separação óptica do material cerâmico dos agregados mistos de resíduos de construção e demolição	Angulo, Sérgio Cirelli; John, Vanderley Moacyr; Ulsen, Carina; et al.	2013	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
79	Lightweight concrete with EVA recycled aggregate for impact noise attenuation	Tutikian, B. F.; Nunes, M. F. O.; Leal, L. C.; et al.	2013	Resíduo de EVA	Concreto leve
80	Avaliação do uso de resíduo de serragem de pedra Cariri (RSPC) para produção de concretos convencionais	Moura, Washington Almeida; Leite, Mônica Batista; Bastos, Adolfo Jacques Oliveira	2013	Resíduo de serragem de Pedra cariri	Concreto convencional
81	Building Blocks Production with Sludge	Afonso, Mayara; Ferreira, Reginaldo; Ribeiro, Lubienska Cristina L. J.; et al.	2013	Lodo de ETA	Bloco de concreto

82	Production of self-compacting concrete using rock breaking waste residues	Nascimento, Fabio; Gachet-Barbosa, Luisa Andrea; Cecche Lintz, Rosa Cristina; et al.	2013	Pó de pedra	Concreto auto adensável
83	The technical viability of the reuse of recycled concrete aggregate (RCA) for the production of interlocking concrete paving	Serpa, M. C.; Evangelista, A. C. J.; Miguez, M. G.; et al.	2013	Resíduo de Concreto	Piso intertravado
84	Lightweight concrete blocks with EVA recycled aggregate: a contribution to the thermal efficiency of building external walls	De Melo, A. B.; Silva, E. P.	2013	Resíduo de EVA	Bloco de concreto
85	Use of Quartzite Quarries Wastes in Civil Construction	Cabello, Mario L.; Peres, Antonio E. C.; Martins, Afonso H.; et al.	2013	Resíduos de pedreiras de quartzito	Bloco de concreto
86	Mechanical properties of structural concrete with partial replacement of fine aggregate by tire rubber	Granzotto, Laura; de Souza, Rafael Alves	2013	Borracha de pneu	Concreto convencional
87	Self-compacting concrete obtained by the use of kaolin wastes	Azeredo, Givanildo; Diniz, Marcelo	2013	Resíduo de caulim e pó de calcário	Concreto auto adensável
88	Prediction of compressive strength of concrete containing construction and demolition waste using artificial neural networks	Abdon Dantas, Adriana Trocoli; Leite, Monica Batista; Nagahama, Koji de Jesus	2013	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
89	Chemical healthcare waste management in small Brazilian municipalities	Ferreira, Joao A.; Bila, Danielle M.; Ritter, Elisabeth; et al.	2012	Resíduos químicos de saúde	Concreto convencional
90	Viability of the hydration control admixture employed on fresh state concrete recycling - A case study on southern Brazil	Kulakowski, M.; Guerreiro, M.; Gonzalez, M.	2012	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
91	Performance Estimation for Concretes Made with Recycled Aggregates of Construction and Demolition Waste of Some Brazilian Cities	Bezerra Cabral, Antonio Eduardo; Schalch, Valdir; Coitinho Dal Molin, Denise Carpena; et al.	2012	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
92	Alkali-silica reaction in mortars and concretes incorporating natural	Zerbino, R.; Giaccio, G.; Batic, O. R.; et	2012	Cinza da Casca de Arroz (CCA)	Concreto convencional

	rice husk ash	al.			
93	Concrete produced with recycled aggregates	Tenório, J. J. L.; Gomes, P. C. C.; Rodrigues, C. C.; et al.	2012	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
94	Production of concrete paving blocks (CPB) utilizing electroplating residues - evaluation of mechanical and micro-structural properties	Granhen Tavares, Celia Regina; Franco, Janaina de Melo	2012	Resíduo de galvanização	Piso intertravado
95	Durabilidade de concretos com agregados reciclados: uma aplicação de análise hierárquica	Pereira, Eduardo; Medeiros, Marcelo Henrique Farias de; Levy, Salomon Mony	2012	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
96	RICE HUSK DERIVED WASTE MATERIALS AS PARTIAL CEMENT REPLACEMENT IN LIGHTWEIGHT CONCRETE	Kawabata, Celso Yoji; Savastano Junior, Holmer; Sousa-Coutinho, Joana	2012	Cinza da casca de arroz (CCA) e as cinzas de cama de frango da casca de arroz (BBA)	Concreto leve
97	Effect of red mud addition on the corrosion parameters of reinforced concrete evaluated by electrochemical methods	Ribeiro, D.V.; Labrincha, J.A.; Morelli, M.R.	2012	Lama vermelha	Concreto convencional
98	Concretes with Red Mud Coarse Aggregates	Carvalho de Oliveira, Denio Ramam; Costa Rossi, Carlos Rodrigo	2012	Lama vermelha e sílica ativa	Concreto convencional
99	Analysis of chloride diffusivity in concrete containing red mud	Ribeiro, D.V.; Labrincha, J.A.; Morelli, M.R.	2012	Lama vermelha	Concreto convencional
100	Study of the reuse of construction residues in concrete employed by blocks manufacture	Lintz, R. C. C.; Jacintho, A. E. P. G. A.; Pimentel, L. L.; et al.	2012	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Bloco de concreto
101	Experimental characterization of binary and ternary blended-cement concretes containing ultrafine residual rice husk and sugar cane bagasse ashes	Cordeiro, G. C.; Toledo Filho, R. D.; Tavares, L. M.; et al.	2012	Cinza da casca de Arroz (CCA) e cinza do bagaço da cana de açúcar	Concreto convencional
102	Lightweight concrete production with low Portland cement consumption	Pelisser, Fernando; Barcelos, Airton; Santos, Diego; et al.	2012	Borracha de pneus	Concreto leve



103	Composites of cement matrix containing residue of PET bottles and stone dust replacing the conventional materials - physical chemistry and mechanics evaluations	Pereira, Vilany Santana; da Silva Morais, Crislene Rodrigues; Rodrigues, Pablo Araujo; et al.	2012	PET reciclado	Concreto convencional
104	Factorial Design for Experimental Planning of Sludge Waste Incorporated Cement Pavements	Bahiense, A., V; Monteiro, S. N.; Vieira, C. M. F.; et al.	2012	Resíduo do Beneficiamento de Rochas Ornamentais	Piso intertravado
105	EFFECT OF ORNAMENTAL ROCK SLUDGE ON THE STRENGTH AND DENSIFICATION OF CEMENT PAVEMENT BLOCKS	Bahiense, A., V; Alexandre, J.; Vieira, C. M. F.; et al.	2012	Resíduo do Beneficiamento de Rochas Ornamentais	Piso intertravado
106	Self-Compacting and Conventional Concrete with Mineral Waste: Fresh and Hardened State Properties	Bacarji, E.; Marques, V. C.; Toledo Filho, R. D.	2012	Pó de pedra	Concreto auto adensável e concreto convencional
107	Study for Utilization of Industrial Solid Waste, Generated by the Discharge of Casting Sand Agglomeration with Clay and of Blast Furnace Slag, in Concrete Composition	Pablos, Javier Mazariegos; Sichieri, Eduvaldo Paulo; de Andrade Zago, Mario Sergio	2012	Resíduos de areia de fundição aglomerada com argila e escória de alto forno	Piso intertravado
108	Sanitary Ware Industry as An Aggregate to Produce Concrete and Mortar	da Costa, Juzelia Santos; Martins, Celso Aparecido; Baldo, Joao Baptista	2012	Resíduo de louça sanitária	Concreto convencional
109	Masonry concrete block strength compound with sawdust according to residue treatment	Silva Moreira, Ana Betania; Macedo, Alcebiades Negrao; Lima Souza, Paulo Sergio	2012	Serragem de madeira (angelim vermelho)	Bloco de concreto
110	Effect of the addition of red mud on the corrosion parameters of reinforced concrete	Ribeiro, D. V.; Labrincha, J. A.; Morelli, M. R.	2012	Lama vermelha	Concreto convencional
111	Modeling of mechanical properties and durability of recycled aggregate concretes	Lovato, Patricia S.; Possan, Edna; Coitinho Dal Molin, Denise Carpena; et al.	2012	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional

112	Evaluation of the use of mill scale as fine aggregate in concrete	Pereira, Fernanda Macedo; Krause de Verney, Jose Carlos; Lenz, Denise Maria	2011	Carepa de aço	Concreto convencional
113	Concretos com cinza do bagaço da cana-de-açúcar: avaliação da durabilidade por meio de ensaios de carbonatação e abrasão	Lima, Sofia Araújo; Sales, Almir; Almeida, Fernando do Couto Rosa; et al.	2011	Cinza do bagaço da cana de açúcar e Sílica ativa	Concreto convencional
114	Comparativo das propriedades do concreto auto adensável (CAA) utilizando areia fina e cinza volante	Tutikian, B. F.; Dal Molin, D.	2011	Cinza volante	Concreto auto adensável
115	Mechanical properties of concrete produced with a composite of water treatment sludge and sawdust	Sales, Almir; de Souza, Francis Rodrigues; Rosa Almeida, Fernando do Couto	2011	Lodo de ETA e serragem de madeira (Pinus)	Concreto leve
116	Chloride Diffusivity in Red Mud-Ordinary Portland Cement Concrete Determined by Migration Tests	Ribeiro, Daniel Veras; Labrincha, Joao Antonio; Morelli, Marcio Raymundo	2011	Lama vermelha	Concreto convencional
117	Concrete made with recycled tire rubber: Effect of alkaline activation and silica fume addition	Pelisser, Fernando; Zavarise, Nilomar; Longo, Tiago Arent; et al.	2011	Borracha de pneus e sílica ativa	Concreto convencional
118	Use of waste polymers in concrete for repair of dam hydraulic surfaces	Alves Galvao, Jose Carlos; Portella, Kleber Franke; Joukoski, Alex; et al	2011	PET reciclado, polietileno de baixa densidade aglutinado (LDPE) e borracha de pneu	Concreto convencional
119	Concrete incorporating rice-husk ash without processing	Zerbino, R.; Giaccio, G.; Isaia, G. C.	2011	Cinza da Casca de Arroz (CCA)	Concreto convencional
120	Lightweight composite concrete produced with water treatment sludge and sawdust: Thermal properties and potential application	Sales, Almir; de Souza, Francis Rodrigues; dos Santos, Wilson Nunes; et al.	2010	Lodo de ETA e serragem de madeira (Pinus)	Concreto leve
121	Stabilization of Electric-Arc Furnace Dust in Concrete	Caldas de Souza, Carlos Alberto; Machado, Alexandre Teixeira; Pinho de Andrade Lima, Luiz Rogerio; et al	2010	Poeira de forno de arco elétrico	Concreto convencional

122	Completely random experimental design with mixture and process variables for optimization of rubberized concrete	Vieira, Raimundo K.; Soares, Rafael C.; Pinheiro, Samantha C.; et al.	2010	Borracha de pneus	Concreto convencional
123	Analysis of experimental interlocking blocks of concrete with addition of residues of process the tires retreading production	Fioriti, Cesar Fabiano; Ino, Akemi; Akasaki, Jorge Luis	2010	Borracha de pneus	Concreto convencional
124	Recycled lightweight concrete made from footwear industry waste and CDW	Lopes Lima, Paulo Roberto; Leite, Monica Batista; Ribeiro Santiago, Ediele Quintero	2010	Resíduo de construção e demolição (RCD) e EVA	Concreto leve
125	Use of Brazilian sugarcane bagasse ash in concrete as sand replacement	Sales, Almir; Lima, Sofia Araujo	2010	Cinza do bagaço de cana de açúcar	Concreto convencional
126	On the classification of mixed construction and demolition waste aggregate by porosity and its impact on the mechanical performance of concrete	Angulo, S. C.; Carrijo, P. M.; Figueiredo, A. D.; et al.	2010	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
127	Mechanical properties modeling of recycled aggregate concrete	Bezerra Cabral, Antonio Eduardo; Schalch, Valdir; Coitinho Dal Molin, Denise Carpena; et al	2010	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
128	Modelagem da retração por secagem de concretos produzidos com agregados reciclados	Cabral, A. E. B.; Schalch, V.; Dal Molin, D. C. C.; et al.	2010	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
129	Desempenho de concretos com agregados reciclados de cerâmica vermelha	Cabral, A. E. B.; Schalch, V.; Dal Molin, D. C. C.; et al	2009	Resíduo Cerâmico	Concreto convencional
130	Assessment of the recycling potential of fresh concrete waste using a factorial design of experiments	Correia, S. L.; Souza, F. L.; Dienstmann, G.; et al	2009	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
131	Mechanical behavior of recycled lightweight concrete using EVA waste and CDW under moderate temperature	Santiago, E. Q. R.; Lima, P. R. L.; Leite, M. B.; et al.	2009	Resíduo de construção e demolição (RCD) e Resíduo de EVA	Concreto leve
132	Concretes and mortars recycled with water treatment sludge and construction and	Sales, Almir; de Souza, Francis Rodrigues	2009	Resíduo de construção e demolição (RCD) e lodo de ETA	Concreto convencional

	demolition rubble				
133	Evaluation of concrete made of Portland cement containing PET wastes	Modro, N. L. R.; Modro, N. R.; Modro, N. R.; et al.	2009	PET reciclado	Concreto convencional
134	The recycling of Foundry granulated slag (FGS) as a partial substitute of cement in concrete	Ceccato, D. M.; Masuero, A. B.; Moraes, C. A. M.; et al.	2009	Escória granulada de fundição	Concreto convencional
135	Revisão: conceitos de dispersão e empacotamento de partículas para a produção de concretos especiais aplicados na construção civil	Castro, A. L. de; Pandolfelli, V. C.	2009	Sílica ativa	Concreto de alta resistência
136	Concretes produced with waste of agate processing: assessment of compressive strength and cement content	Betat, E. F.; Pereira, F. M.; de Verney, J. C. K.	2009	Resíduo de ágata	Concreto convencional
137	Physicochemical And Mechanical Performance Of Portland Cement Concrete With Recycled Styrene-Butadiene Tyre-Rubber Waste	Freitas, Camila; Alves Galvao, Jose Carlos; Portella, Kleber Franke; et al.	2009	Borracha de pneus	Concreto convencional
138	Determinação da influência do tipo de agregado reciclado de resíduo de construção e demolição sobre o módulo de deformação de concretos produzidos com agregados reciclados	Cabral, A. E. B.; Schalch, V.; Dal molin, D. C. C.; et al.	2008	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
139	Improvement of physical and chemical properties of concrete with brazilian silica rice husk (SRH)	Silva, Fernanda Giannotti da; Liborio, Jefferson B. L.; Helene, Paulo	2008	Sílica da casca de arroz	Concreto convencional
140	Use of Aggregates from Recycled Concrete Mixer Trucks Waste in Concrete	Correia, S. L.; Souza, F. L.; Dienstmann, G.; et al.	2008	Resíduo de Concreto	Concreto convencional
141	Recycling of EPS: A new methodology for production of concrete impregnated with polystyrene (CIP)	Amianti, Marcelo; Botaro, Vagner Roberto	2008	EPS reciclado	Concreto impregnado com polímero
142	Polymer impregnated concrete (PIC): use and application of the recycled EPS for	Amianti, M.; Botaro, V. R.	2008	EPS reciclado	Concreto impregnado com polímero

	waterproofing of concrete surfaces				
143	Use of ceramic industry residuals in concrete	Goncalves, Jardel Pereira	2007	Resíduo Cerâmico	Concreto convencional
144	Small hazardous waste generators in developing countries: use of stabilization/solidification process as an economic tool for metal wastewater treatment and appropriate sludge disposal	Silva, Marcos A. R.; Mater, Luciana; Souza-Sierra, Maria M.; et al	2007	Resíduo de galvanização	Piso intertravado
145	Copper slag waste as a supplementary cementing material to concrete	Moura, Washington Almeida; Goncalves, Jardel Pereira; Leite Lima, Monica Batista	2007	Resíduos de escória de cobre	Concreto convencional
146	Evaluation of concrete incorporating bottom ash as a natural aggregates replacement	Andrade, L. B.; Rocha, J. C.; Cheriaf, M.	2007	Cinza inferior (bottom ash)	Concreto convencional
147	Reciclagem secundária de rejeitos de porcelanas elétricas em estruturas de concreto: determinação do desempenho sob envelhecimento acelerado	Portella, K. F.; Joukoski, A.; Franck, R.; et al.	2006	Rejeitos de porcelanas elétricas	Concreto convencional
148	The use of centrifuged sludge from a water treatment plant (WTP) in Portland cement concrete matrices for reducing the environmental impact	Hoppen, C; Portella, KF; Joukoski, A; et al.	2006	Lodo de ETA	Concreto convencional
149	Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de concretos produzidos com vidro cominuído como agregado fino	López, D. A. R; Azevedo, C. A. P. de; Barbosa Neto, E.	2005	Resíduo de vidro	Concreto convencional
150	Synthesis, characterization, and application of the sodium poly(styrenesulfonate) produced from waste polystyrene cups as an admixture in concrete	de Assuncao, RMN; Royer, B; Oliveira, JS; et al.	2005	Sodium poly(styrenesulfonate) reciclado	Concreto convencional

151	Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental	Hoppen, C.; Portella, K. F.; Joukoski, A.; et al.	2005	Lodo de ETA	Concreto convencional
152	Solid waste from aluminum recycling process: characterization and reuse of its economically valuable constituents	Shinzato, MC; Hypolito, R	2005	Resíduo do processo de britagem e lixiviação de escória de alumínio secundária	Concreto convencional
153	Industrial residues in concrete for civil construction	Coimbra, MA; dos Santos, WN; Libardi, W; et al.	2004	Lama vermelha	Concreto convencional
154	Utilização de rejeitos de pilha zinco-carvão em argamassas e concretos de cimento Portland	Coimbra, M. A.; Libardi, W.; Morelli, M. R.	2004	Rejeito de pilha zinco-carvão	Concreto convencional
155	Durability of recycled aggregates concrete: a safe way to sustainable development	Levy, SM; Helene, P	2004	Resíduo de construção e demolição (RCD)	Concreto convencional
156	Effectiveness of cement-based systems for stabilization and solidification of spent pot liner inorganic fraction	Silveira, BI; Dantas, AEM; Blasques, JEM; et al.	2003	Spent pot liner (SPL)	Concreto convencional