



As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 2

**Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)**

Atena
Editora
Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a
Economia e o Meio Ambiente 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 2 [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 2)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-430-6 DOI 10.22533/at.ed.306192506</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ESTUDOS DA ÁGUA E SEDIMENTOS NA BACIA DO RIO UBERABINHA EM UBERLÂNDIA - MG	
Maria da Graça Vasconcelos	
Luiz Alfredo Pavanin	
Erich Vectore Pavanin	
DOI 10.22533/at.ed.3061925061	
CAPÍTULO 2	13
BATIMETRIA E MEDIÇÃO DE VAZÃO NA BACIA DO RIO JI-PARANÁ - RO	
Renato Billia de Miranda	
Camila Bermond Ruezzeno	
Bruno Bernardo dos Santos	
Frederico Fabio Mauad	
DOI 10.22533/at.ed.3061925062	
CAPÍTULO 3	26
MONITORAMENTO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA ENSAIO DE PROVA DE CARGA EM SOLO BASÁLTICO	
Daniel Russi	
Sandra Garcia Gabas	
Giancarlo Lastoria	
DOI 10.22533/at.ed.3061925063	
CAPÍTULO 4	37
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PAPEL FILTRO E CENTRÍFUGA PARA DETERMINAÇÃO DE CURVAS DE RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO E CORRELAÇÕES COM PARÂMETROS GEOTÉCNICOS	
Ana Carolina Dias Baêso	
Eduardo Souza Cândido	
Roberto Francisco de Azevedo	
Gustavo Armando dos Santos	
Tulyo Diniz Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3061925064	
CAPÍTULO 5	51
DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS CARACTERÍSTICOS DE UM SOLO TROPICAL DA BAIXADA FLUMINENSE NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
Fernando Benedicto Mainier	
Claudio Fernando Mahler	
Viktor Labuto Ramos	
DOI 10.22533/at.ed.3061925065	
CAPÍTULO 6	61
ELABORAÇÃO DE UMA CARTA DE UNIDADES DE TERRENO DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRO DE ITAPEMIRIM – ES	
Bruna Xavier Faitanin	
Éder Carlos Moreira	
Altair Carrasco de Souza	
Vitor Roberto Schettino	
DOI 10.22533/at.ed.3061925066	

CAPÍTULO 7	69
ESTABILIZAÇÃO DE UM SOLO SILTE ARENOSO DA FORMAÇÃO GUABIROTUBA COM CAL PARA USO EM PAVIMENTAÇÃO	
Wagner Teixeira Eclesielter Batista Moreira João Luiz Rissardi Vanessa Corrêa de Andrade Ronaldo Luis dos Santos Izzo	
DOI 10.22533/at.ed.3061925067	
CAPÍTULO 8	80
INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE CAL HIDRATADA NA RESISTÊNCIA DE SOLOS SEDIMENTARES	
Jair de Jesús Arrieta Baldovino Eclesielter Batista Moreira Ronaldo Luis Dos Santos Izzo Juliana Lundgren Rose Erico Rafael Da Silva Wagner Teixeira Felipe Perretto Roberto Pan	
DOI 10.22533/at.ed.3061925068	
CAPÍTULO 9	95
PERFILAGEM DO SUBSOLO NO MUNICÍPIO DE APUCARANA-PR COM BASE EM DADOS DE SONDAgens DE SIMPLES RECONHECIMENTO COM SPT	
Mariana Alher Fernandes Augusto Montor de Freitas Luiz	
DOI 10.22533/at.ed.3061925069	
CAPÍTULO 10	104
UTILIZAÇÃO DO PERMEÂMETRO DE TUBO NA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DE CAMADAS SUPERFICIAIS DE SOLOS	
Marcos Túlio Fernandes Glaucimar Lima Dutra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250610	
CAPÍTULO 11	116
DIMENSIONAMENTO DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO EM SOLO REFORÇADO COM GEOSSINTÉTICOS	
Alessandra Lidia Mazon Maytê Pietrobelli de Souza Bianca Penteado de Almeida Tonus André Fanaya	
DOI 10.22533/at.ed.30619250611	

CAPÍTULO 12 133

AVALIAÇÃO DA ERODIBILIDADE DO SOLO DE CARACTERÍSTICA NÃO LATERÍTICA SOB O ENFOQUE GEOTÉCNICO NAS MARGENS DA TO-222 NO MUNICÍPIO DE ARAGUAÍNA - TO

Glacielle Fernandes Medeiros
Renata de Moraes Farias
Palloma Borges Soares
Ana Sofia Oliveira Japiassu
Andressa Fiuza de Souza
Igor Guimarães Matias

DOI 10.22533/at.ed.30619250612

CAPÍTULO 13 144

ADAPTAÇÃO DE METODOLOGIA DE HIERARQUIZAÇÃO DE NÍVEIS DE ATENÇÃO UTILIZADA EM MINERAÇÃO PARA TRABALHOS DE MAPEAMENTO DE RISCOS GEOTÉCNICOS EM ÁREA URBANA

Marcelo Corrêa da Silva
Daiara Luiza Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.30619250613

CAPÍTULO 14 157

PRODUÇÃO DE CONCENTRADO ÚMIDO FOSFATADO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÁGIO NA MINERAÇÃO

Matheus Henrique Borges Coutinho
Ricardo Antonio de Rezende
Cibele Tunussi
Marcos Vinicius Agapito Mendes

DOI 10.22533/at.ed.30619250614

CAPÍTULO 15 163

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes
Rafael Bergjohann
Luiz Carlos de Campos

DOI 10.22533/at.ed.30619250615

CAPÍTULO 16 176

USO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO PORTLAND

Kenyson Diony Souza Silva
Raduan Krause Lopes
Fabiano Medeiros Da Costa

DOI 10.22533/at.ed.30619250616

CAPÍTULO 17 192

ESTUDOS PRELIMINARES DA APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE MINÉRIO DE COBRE SULFETADO NA ELABORAÇÃO DE ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO E REVESTIMENTO

Julia Alves Rodrigues
Dilson Nazareno Pereira Cardoso
Abel Jorge Rodrigues Ferreira
Edinaldo José de Sousa Cunha
Bruno Marques Viegas
Edilson Marques Magalhães
José Antônio da Silva Souza

DOI 10.22533/at.ed.30619250617

CAPÍTULO 18 200

AValiação DO COMPORTAMENTO DE COMPOSIÇÕES A BASE DE CIMENTO DE ALUMINATO DE CÁLCIO FRENTE AOS MICRORGANISMOS STAPHYLOCOCCUS AUREUS E ESCHERICHIA COLI

Renata Martins Parrreira
Talita Luana de Andrade
Newton Soares da Silva
Cristina Pacheco Soares
Victor Carlos Pandolfelli
Ivone Regina de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.30619250618

CAPÍTULO 19 209

UMA TÉCNICA, BASEADA EM PROJETO DE EXPERIMENTOS, PARA OTIMIZAÇÃO DA DOSAGEM DE ARGAMASSA MISTA DE CIMENTO, CAL E AREIA

André Rodrigues Monticeli
Paulo César Mappa
Aellington Freire de Araújo
Emerson Ricky Pinheiro
Karoline Santos da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250619

CAPÍTULO 20 221

REDUÇÃO DO CONSUMO DE AÇO EM VIGAS DE CONCRETO ARMADO SUBMETIDAS AO ESFORÇO CORTANTE ATRAVÉS DA ESCOLHA DO ÂNGULO DAS BIELAS

Lucas Teotônio de Souza
Paula de Oliveira Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.30619250620

CAPÍTULO 21 232

ANÁLISE DE CRONOGRAMA FÍSICO x CRONOGRAMA REALIZADO NA OBRA DO FÓRUM DE RIO NEGRO/PR PARA FINS DE DIMINUIÇÃO DOS ATRASOS

Nathalia Loureiro de Almeida Correa

DOI 10.22533/at.ed.30619250621

CAPÍTULO 22 250

ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DO CORRETO DIMENSIONAMENTO DOS VERTEDORES EM BARRAGENS E SUAS INFLUÊNCIAS ECOLÓGICAS E SOCIOECONÔMICAS. ESTUDO DE CASO: USINA HIDRELÉTRICA DE XINGÓ

Jéssica Beatriz Dantas
Djair Félix da Silva

DOI 10.22533/at.ed.30619250622

CAPÍTULO 23	262
ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DE PAVIMENTO PERMEÁVEL EM UMA ÁREA DA CIDADE DE JOINVILLE/SC	
Adilon Marques dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.30619250623	
CAPÍTULO 24	281
ANÁLISE NUMÉRICA DA SENSIBILIDADE DO ALGORITMO IMPLEX APLICADO EM UM CENÁRIO HIPOTÉTICO DE ESTABILIDADE DE TALUDE VIA TÉCNICA DE DESCONTINUIDADES FORTES	
Nayara Torres Belfort	
Ana Itamara Paz de Araujo	
Kátia Torres Botelho Galindo	
Igor Fernandes Gomes	
Leonardo José do Nascimento Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.30619250624	
CAPÍTULO 25	294
DIMENSIONAMENTO DE LAJES MACIÇAS POR MEIO DE CÁLCULO MANUAL E COM O AUXÍLIO DE UM SOFTWARE COMPUTACIONAL	
Iva Emanuely Pereira Lima	
Vitor Bruno Santos Pereira	
Vinicius Costa Correia	
DOI 10.22533/at.ed.30619250625	
CAPÍTULO 26	306
DIMENSIONAMENTO OTIMIZADO DE PILARES MISTOS PREENCHIDOS DE AÇO E CONCRETO	
Jéssica Salomão Lourenção	
Élcio Cassimiro Alves	
DOI 10.22533/at.ed.30619250626	
CAPÍTULO 27	325
ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS	
João Augusto Dunck Dalosto	
Luiz Fernando Hencke	
Jhonatan Conceição dos Santos	
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti	
DOI 10.22533/at.ed.30619250627	
CAPÍTULO 28	336
APLICAÇÃO DO CPR EM SOLOS MOLES NA REGIÃO DO CAMPO DOS PERDIZES: DUPLICAÇÃO DA BR 135, ENTRE O KM 39,36 E O KM 39,90	
Rodrigo Nascimento Barros	
Larysse Lohana Leal Nunes	
Saymo Wendel de Jesus Peixoto Viana	
DOI 10.22533/at.ed.30619250628	
CAPÍTULO 29	348
ANÁLISE DA QUALIDADE DO AR INTERNO DE UMA TERAPIA INTENSIVA	
Sylvia Katherine de Medeiros Moura	
Antonio Calmon de Araújo Marinho	
Wagner Amadeus Galvão de Souza	
Angelo Roncalli Oliveira Guerra	
DOI 10.22533/at.ed.30619250629	

CAPÍTULO 30	357
'ARTENGENHARIA': UMA PONTE TRANSDISCIPLINAR PARA O DESENVOLVIMENTO DO POTENCIAL HUMANO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A GESTÃO DO CONHECIMENTO	
Ana Alice Trubbianelli	
DOI 10.22533/at.ed.30619250630	
CAPÍTULO 31	371
PROCEDIMENTO DE ANÁLISE EXPERIMENTAL E NÚMÉRICO DE UMA PONTE EXECUTADA COM PALITOS DE PICOLÉ	
Matheus Henrique Morato de Moraes	
João Eduardo Sousa de Freitas	
Diogo Henrique Morato de Moraes	
Juarez Francisco Freire Junior	
Wellington Andrade da Silva	
Geraldo Magela Gonçalves Filho	
DOI 10.22533/at.ed.30619250631	
CAPÍTULO 32	383
EXERGIA HÍDRICA EM SISTEMAS REDUTORES DE PRESSÃO	
Conrado Mendes Moraes	
Ângela B. D. Moura	
Eduardo D. P. Schuch	
Eduardo de M. Martins	
DOI 10.22533/at.ed.30619250632	
SOBRE O ORGANIZADOR	393

ESTUDO DOS DESPERDÍCIOS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUGESTÕES PARA A MINIMIZAÇÃO E REUTILIZAÇÃO DOS MESMOS, VISANDO A OTIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DAS OBRAS E MENORES IMPACTOS AMBIENTAIS

Beatriz Zeurgo Fernandes

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo – SP

Rafael Bergjohann

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo - SP

Luiz Carlos de Campos

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
São Paulo - SP

RESUMO: Um dos desafios da engenharia civil é diminuir os desperdícios existentes nas obras, tanto de pequeno quanto de médio e grande porte. Isso se deve muitas vezes por falta de instruções adequadas dos prestadores de serviços, até o manuseio ou transporte incorreto dos materiais. O fato é que, quanto maior é o volume de materiais desperdiçados e descartados na natureza, maior os impactos ambientais causados pelas construções. Esta pesquisa elenca os principais materiais utilizados nas obras e seus respectivos desperdícios, possibilita a percepção da evolução na redução dos desperdícios na construção civil nas últimas duas décadas, rompe os paradigmas e estabelece os atuais índices de desperdício na construção civil brasileira, e ainda é apresentada uma possibilidade de maior redução dos desperdícios utilizando novos materiais e

técnicas.

PALAVRAS-CHAVE: Construção civil, desperdício, sustentabilidade ambiental.

STUDY OF WASTE OF MATERIALS IN CIVIL CONSTRUCTION AND SUGGESTIONS FOR MINIMIZING AND REUSING THEMSELVES, VISITING THE OPTIMIZATION OF WORKS 'COSTS AND MINOR ENVIRONMENTAL IMPACTS

ABSTRACT: One of the challenges of the civil engineering is to reduce the existent wastes in the works, both small and medium and large work. That is due very often for lack of appropriate educations of the service providers, up to the handling or incorrect transport of the materials. It is the fact what, the bigger is the volume of materials wasted and discarded in the nature, bigger the environmental impacts caused by the constructions. This research studies the main materials used in the works and their respective wastes, It makes possible a perception of the evolution in the reduction of the waste in the civil construction in the last two decades, break the paradigms and it establishes the current rates of waste in the Brazilian civil construction, and there is still presented a possibility of bigger reduction of the wastes using new material and

technical.

KEYWORDS: Civil construction, rubbish, environmental sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Na construção civil, os materiais utilizados e a mão de obra impactam diretamente na qualidade da edificação, porém as formas de gerenciamento de todos os recursos disponíveis ditam como se dará essa interface de controle organizacional dentro da obra, bem como o método técnico de escolha dos materiais e modo de utilização.

O desperdício além de esgotar os recursos financeiros de uma obra, compromete o meio ambiente, já que muitas vezes os dejetos não têm uma apropriada reciclagem ou seu descarte é feito de maneira incorreta. Apesar de grandes empresas estarem concentradas em desenvolvimentos gestacionais de alto desempenho e à elevada taxa de reciclagem de seus materiais como o ferro e gesso excedentes, muitas obras tidas como “menores”, que representam a maioria das obras em andamento, não contemplam estes mesmos valores, sejam por falta de fiscalização/legislação, ou por cultura de trabalho.

O gesso é um ótimo exemplo do problema de desperdícios na construção. Trata-se de um material predominantemente constituído por sulfato de cálcio, que quando descartado na natureza, causa aumento da acidez do solo através da sulfurização, dependendo das condições do aterro, produz um gás altamente inflamável, e também contamina lençóis freáticos, e caso seja queimado pode produzir dióxido de enxofre, um gás altamente tóxico e mortal.

O estudo do desperdício é de extrema importância, e este trabalho irá abordar, aprofundar e dar soluções quando possível para a redução dos materiais excedentes na construção civil, e seus métodos adequados de descarte para reduzir o impacto no meio ambiente.

2 | LEIS AMBIENTAIS BRASILEIRAS SOBRE OS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e suas correlações, estabelece que os resíduos da construção civil são classificados de 4 formas:

a. Classe A: São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados:

Solos de terraplanagem, tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa, concreto, tubos, meio-fio e etc.

b. Classe B: São os resíduos recicláveis para outras destinações como:

Papel, papelão, plásticos, vidros, metais, madeira, gesso e embalagens de tintas.

- c. Classe C: São os resíduos que não possuem formas tecnológicas ou econômicas viáveis para sua reciclagem ou reuso.
- d. Classe D: São os resíduos que são prejudiciais à saúde como tintas, solventes, óleos, materiais com amianto e materiais provindos de locais expostos a radiação.

É determinado que a Classe B seja reciclada ou reaproveitada, podendo ser armazenada temporariamente, porém não é aceito que se faça o descarte destes materiais na natureza.

Esta resolução ainda estabelece que os resíduos da construção civil não podem ser depositados em aterros urbanos, e devem ter seu direcionamento para triagens, para que seja depositado apenas o material não reciclável em área pública ou privada apta a receber este tipo específico de resíduo, e que cada prefeitura tem a obrigação de atribuir um Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

3 | A REALIDADE BRASILEIRA

Segundo alguns artigos científicos, no Brasil cerca de 30% dos materiais são desperdiçados nas obras. O fato é que isto é uma falácia, já que não houve comprovação da metodologia aplicada para tal afirmação, além de que universos amostrais regionais e com menos de 5 canteiros de obras mostram discrepâncias inaceitáveis devido à grande lacuna entre o desvio padrão e as amostras medidas.

Cerca de 90% dos resíduos da construção civil são constituídos de materiais inorgânicos e não metálicos, sendo que o concreto mais argamassas representam entre 60 e 80% e cerâmicas entre 1 e 10%, do conteúdo das caçambas (Ângulo, 2005).

De todos os resíduos sólidos urbanos produzidos no Brasil, cerca de 40 a 70% são provenientes da construção civil, sendo que a média das cidades em eferescência construtiva está próximo a 59% (Pinto, 1999), em concordância com os países desenvolvidos como a Alemanha com 60% (John, 2000).

A quantidade de resíduos gerados está relacionada ao tipo de processo construtivo e as características gerenciais da obra, e são gerados em diferentes fases construtivas do empreendimento (FORMOSO et al., 1996) e o projeto mal elaborado é uma das principais causas de geração de desperdícios.

Um estudo realizado por Andrade, Souza e Agopyan (2001) em 12 estados brasileiros, 85 canteiros de obras de 75 construtoras diferentes, estudando 18 tipos de materiais mostrou que as obras tiveram perdas de 2,5% à 133%, e ainda que uma mesma empresa, em obras diferentes, o mesmo serviço teve diferentes índices de desperdício. No caso do concreto usinado, um dos materiais mais desperdiçados, a média de desperdício ficou em 9,59% e a mediana em 8,41%.

4 | O ESTUDO BRASILEIRO DE DESPÉRDÍCIO NA CONSTRUÇÃO

Uma pesquisa nacional foi desenvolvida por 16 universidades brasileiras em 12 estados, onde uma metodologia específica foi desenvolvida e aplicada por 128 pesquisadores, entre alunos e professores, para mais de 80 canteiros de obra de 52 empresas distribuídas pelo país. Tal pesquisa foi intitulada de “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras” e contou com o financiamento do FINEP e outras entidades privadas. O estudo foi realizado entre os anos de 1996 e 1998, e ao decorrer deste relatório, será possível perceber as mudanças que ocorreram com o desperdício passado quase duas décadas.

4.1 Concreto usinado

Na Tabela 1 a seguir, são apresentados os resultados obtidos referentes ao concreto usinado:

Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
9	9	2	23	35

Tabela 1: Estatísticas da amostra para concreto usinado.

Fonte: Os Autores.

O Gráfico 1 a seguir, apresenta-se a distribuição dos valores de perdas, em que se tem uma concentração e a dispersão dos resultados:

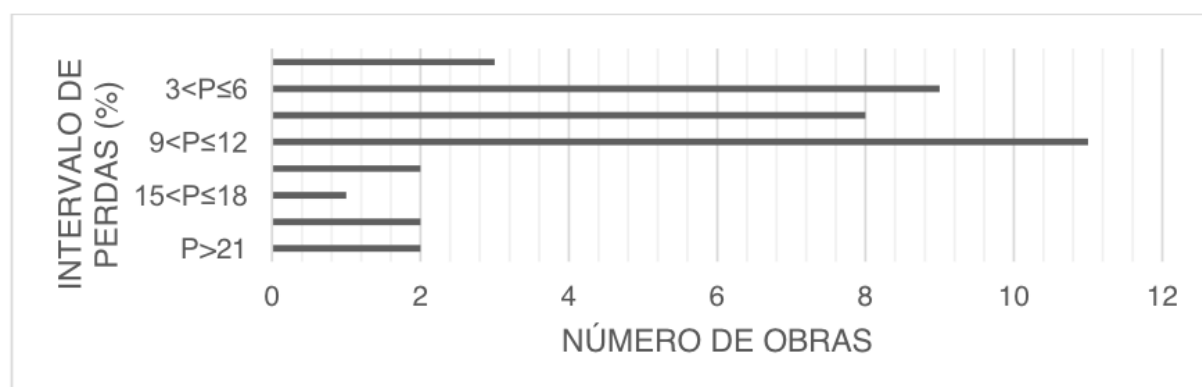


Gráfico 1: Distribuição amostral dos resultados de perdas para concreto usinado.

Fonte: Os Autores.

Pode-se associar tais perdas com:

- Sistemas de forma, seja elas de madeira, plástico ou metal. Para diminuir, deveria haver uma maior preocupação quanto a execução do molde e cimbramento, evitando desperdícios.
- Falhas na execução quanto a geometria determinada no projeto, havendo

grande desperdício. Pode-se observar nas Tabelas 2 e 3 a seguir que, as obras em que se mediram menores erros quanto à sobre espessura das lajes ($e \leq 5\%$) têm uma mediana das perdas significativamente menor que as obras em que o erro foi superior ($e > 5\%$). Isso também é observado na sobre largura das vigas.

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
$e \leq 5\%$	8	6	2	22	15
$e > 5\%$	12	11	4	23	14

Tabela 2: Comparação das perdas de concreto usinado considerando a sobre espessura das lajes.

Fonte: Os Autores.

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
$e \leq 2,5\%$	9	2	7	23	19
$e > 2,5\%$	10	10	3	22	12

Tabela 3: Comparação das perdas de concreto usinado considerando a sobre largura das lajes.

Fonte: Os Autores.

Para uma análise mais profunda, toma-se como observação o tipo de equipamento de nivelamento utilizado nas lajes, procurando uma justificativa das perdas. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 4:

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Nível Laser/ Alemão	7	7	3	15	12
Outros	11	10	1	1,23	26

Tabela 4: Comparação das perdas de concreto usinado considerando o equipamento de nivelamento da laje.

Fonte: Os Autores.

Outro ponto de estudo do desperdício foi quanto ao tipo de transporte do concreto: concreto bombeado e o transportado por grua e jérica. Na Tabela 5 abaixo pode ser identificado que a maior perda se encontra no concreto bombeado, visto que parte do concreto fica nas tubulações e no recipiente de bombeamento.

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Bombeado	10	9	3	23	20
Grua / Jérica	9	8	2	22	18

Tabela 5: Comparação das perdas de concreto considerando o equipamento de transporte.

Fonte: Os Autores.

A porcentagem de perdas do concreto usinado são superiores aos valores usuais, estipulados em orçamentos. Tem-se como exemplo a Tabela de Composições de Preços para Orçamentos - TCPO 10 (1996), que aponta uma estimativa de perda de apenas 2%, igual ao valor mínimo obtido nos casos citados na pesquisa.

4.2 Vergalhão de aço

Na Tabela 6 seguinte, são apresentados os resultados obtidos referente ao vergalhão de aço:

Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
10	11	4	16	12

Tabela 6: Perdas de vergalhões de aço.

Fonte: Os Autores.

No Gráfico 2 a seguir, apresenta-se a distribuição dos valores de perdas, em que se tem uma concentração e a dispersão dos resultados:

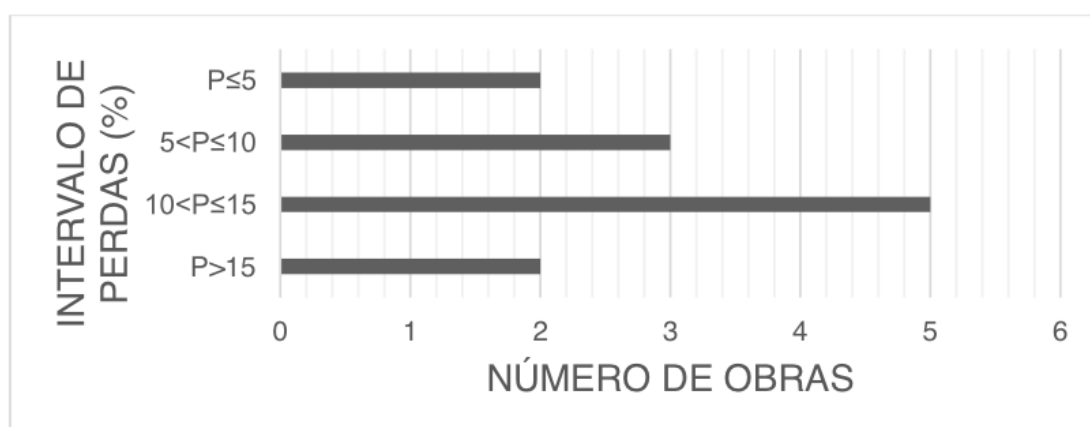


Gráfico 2: Distribuição amostral dos resultados de perdas para vergalhão de aço.

Fonte: Os Autores.

Pode-se associar tais perdas com:

- O desbitolamento do aço, antigamente apresentava uma parcela considerável na perda do vergalhão, mas atualmente, com o fornecimento das barras, não representa uma parcela significativa de perda.
- O mau planejamento do corte dos vergalhões, com pouco aproveitamento das pontas, pode ser uma importante causa das perdas.

É possível notar a diferença de perdas, com a variação da bitola, na Tabela 7 abaixo:

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Bitola \leq 10mm	8	6	5	31	42
Bitola $>$ 10mm	17	11	8	44	38

Tabela 7: Comparação entre estatísticas – Bitolas.

Fonte: Os Autores.

Podemos verificar que tem-se uma perda menor quando a bitola é menor. Isso acontece porque as peças de menor bitola costumam ser de menores comprimentos e assim ter um maior aproveitamento.

Os valores estipulados em orçamentos costumam ser de aproximadamente 15% (TCPO 10 - 1996), ou seja, maiores do que os valores obtidos estatisticamente na pesquisa.

4.3 Blocos e tijolos

Na Tabela 8 e Gráfico 3 a seguir, são apresentados os resultados obtidos referente aos blocos e tijolos:

Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
17	13	3	48	37

Tabela 8: Perdas de blocos e tijolos.

Fonte: Os Autores.

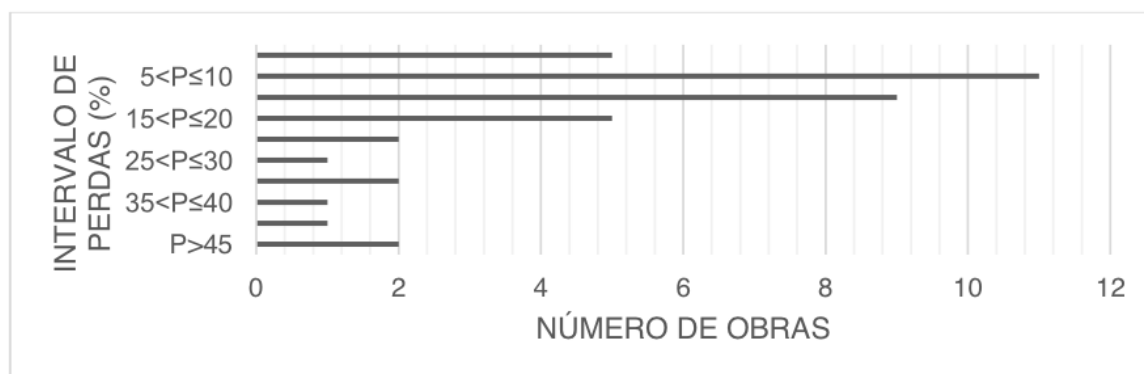


Gráfico 3: Distribuição amostral dos resultados de perdas para blocos e tijolos.

Fonte: Os Autores.

Já na Tabela 9 obtém-se a comparação das categorias entre os blocos e tijolos:

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Bloco cerâmico	18	14	5	48	21
Bloco de Concreto	10	11	3	20	9

Tijolo cerâmico	21	15	10	48	7
-----------------	----	----	----	----	---

Tabela 9: Comparação entre estatísticas dos tipos de bloco.

Fonte: Os Autores.

Observa-se que os blocos de concreto apresentam uma menor taxa de perda, isso porque são mais resistentes e geralmente são usados como alvenaria estrutural. Já os blocos cerâmicos e os tijolos cerâmicos apresentam uma perda maior pois são utilizados como alvenaria de vedação e, geralmente, é onde o desperdício é maior pois existem cortes, quebras de tijolos e blocos por conta da falta de planejamento, de um bom projeto de alvenaria e a perícia do operário.

Outro ponto também observado quanto ao desperdício dos blocos e tijolos foi o meio de transporte do mesmo: transporte por pallets ou carrinhos de mão/ similares. Na Tabela 10 seguinte nota-se a diferença apresentada em cada meio de transporte.

Categoria	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Pallets	16	12	3	48	18
Outros	18	13	5	48	19

Tabela 10: Comparação das perdas de blocos e tijolos considerando o tipo de equipamento de Transporte.

Fonte: Os Autores.

Os valores obtidos são superiores aos estipulados em orçamentos, o TCPO 10 (1996), por exemplo: estima uma perda de 3 a 10%, dependendo do tipo de bloco/ tijolo.

4.4 Revestimentos de argamassa

Na Tabela 11, são apresentados os resultados obtidos referente aos revestimentos de argamassa:

Serviço		Valores de perdas (%)			Valores de consumo real (kg/m ²)		
		Mediana	Mínimo	Máximo	Mediana	Mínimo	Máximo
Revestimento de parede	Emboço ou massa única interna (11 obras)	102	8	234	6,81	2,23	14,38
	Emboço ou massa única externa (8 obras)	53	6	164	6,26	3,39	13,87

Revestimento de piso	Contra piso (7 obras)	42	8	288	14,3	2,36	24,52
----------------------	-----------------------	----	---	-----	------	------	-------

Tabela 11: Estatísticas da amostra para perdas de cimento no serviço de revestimento.

Fonte: Os Autores.

Análise de perdas e consumos: Verifica-se que as perdas e os consumos têm uma variação significativa, porém uma maior perda nem sempre está ligada a um consumo maior.

As perdas de argamassa muitas vezes estão ligadas a forma de aplicação em paredes.

As sobre espessuras também tem grande influência nas perdas, visto que, a quantidade de argamassa usada é maior por metro quadrado e muitas vezes, se aplicada de forma errada, ocasiona deslocamento da argamassa no substrato.

4.5 Outros revestimentos

Na Tabela 12, são apresentados os resultados obtidos referente aos revestimentos gessos e cerâmicos:

Serviço	Média (%)	Mediana (%)	Mínimo (%)	Máximo (%)	Amostra
Gesso	45	30	10	120	10
Revestimento cerâmico de piso	22	19	5	78	13
Revestimento cerâmico de parede	16	13	4	50	28
Revestimento cerâmico de fachada	12	13	5	19	8

Tabela 12: Estatísticas da amostra para perdas de gesso e revestimento cerâmico.

Fonte: Os Autores.

Análise de perdas e consumos:

A perda de gesso está relacionada diretamente ao tipo de base em que se aplica o mesmo. Pode-se dizer que é um dos materiais mais desperdiçados na construção e o que precisa de uma atenção maior, para que não se misture com outros materiais e possa ser reciclado.

Já a perda dos revestimentos cerâmicos está mais ligada aos recortes necessários e as quebras de placas durante transporte e estocagem.

5 | ESTUDOS GERADOS ATRAVÉS DA PESQUISA EXPERIMENTAL E CÁLCULO ORÇAMENTÁRIO REAL.

Como etapa final, realizou-se um orçamento analítico completo de um empreendimento com base nos índices TCPO 15 e orçamentos analíticos de empresas privadas, para se alcançar a maior precisão entre teoria e prática.

O local é uma quadra localizada no Bairro Sumaré, entre as ruas: Rua Apinajás, Rua Dr. Paulo Viêira, Rua Havaí e Rua Cel. Firmino da Silva. Possui área = 10.861,08 m² e perímetro = 448,5019 m.

Os dois edifícios residenciais têm 16 andares, sendo 15 andares tipo com 4 apartamentos por andar, totalizando 120 apartamentos de área 112,06 m² privativos por apartamento, a área de estacionamento por torre é igual a 1132,72 m² e a área comum por torre é igual a 605,6 m².

O edifício comercial tem 16 andares, com fachada de vidro, sendo 15 andares tipo com 8 salas comerciais por andar, totalizando 120 salas de área 38,81 m² privativos por sala, a área de estacionamento é igual a 959,39 m², conforme a Figura 1.

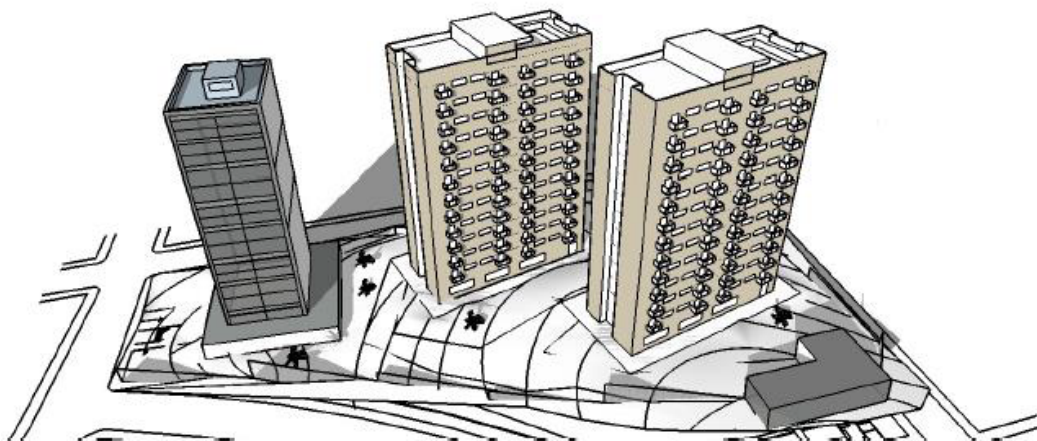


Figura 1: Ilustração em BIM dos edifícios

Fonte: Os Autores.

Valor total da construção = R\$ 95.122.419,83.

Área construída = 33807,32 m².

O orçamento foi elaborado em consonância com o livro de Aldo Dórea Mattos, Como Preparar Orçamentos de Obras, 2014 – Editora Pini, e contou com o auxílio do Prof. Dr. Rafael Barreto Castelo da Cruz, que orientou estes autores sobre a fase de orçamentação.

5.6 Tabela geral de perdas na construção civil

Ao analisar os índices trabalhados, obtive-se as porcentagens de perdas incorporadas de cada material consideradas pelo TCPO 15, e a contribuição do material com o orçamento geral, a partir disso, separou-se os materiais com maiores perdas dentro da construção civil atual, conforme a Tabela 13.

Material	Porcentagem do custo do material em relação à obra	Porcentagem de Perda Material	Representatividade do material amostral	% Perda da amostra
Concreto dosado em central C40 S220	10%	5%	27,14%	1,36%
Aço CA-50 Ø 25mm em barra	8%	10%	21,72%	2,17%
Vidro de 8mm	9,20%	3%	24,97%	0,75%
Bloco Cerâmico Furado 19x19x39	4%	5%	10,86%	0,54%
Argamassa de assentamento de blocos convencional	1,80%	84,70%	4,89%	4,14%
Emboço	1,22%	10%	3,31%	0,33%
Eletroduto PVC	0,71%	2%	1,93%	0,04%
Pintura	0,52%	5%	1,41%	0,07%
Manta Butílica e Manta asfáltica	0,36%	10%	0,98%	0,10%
Porcelanato 40x40 cm	0,33%	10%	0,90%	0,09%
Cabo flexível isolado em PVC 2,5 a 6 mm	0,30%	2%	0,81%	0,02%
Chapa de gesso e lã de vidro	0,15%	5%	0,41%	0,02%
Chapisco	0,13%	5%	0,35%	0,02%
Ladrilho hidráulico	0,12%	10%	0,33%	0,03%
		Total	100,00%	9,67%

Tabela 13: Perdas na construção civil

Fonte: Os Autores.

Nesta Tabela 13 com apenas 14 itens representa 36,84% de todos os materiais de uma obra, e aplicando-se um peso proporcional a representação de cada material

com seu valor de perda, obtém-se a perda média em 9,67%. Vale lembrar que insumos são todos os materiais e mão de obra para se realizar um determinado serviço.

Na Tabela 13 acima nota-se uma grande perda na argamassa de assentamento de blocos convencional, e o motivo é que são utilizados 23,6 kg para executar 1 m² de alvenaria de blocos cerâmicos 19x19x39 cm, sendo que uma argamassa polimérica industrializada pode realizar o mesmo assentamento com apenas 2,0 kg de material e tem uma perda de 5%, reduzindo a perda média para 5,78%.

Porém essa regra não se aplicaria a uma alvenaria estrutural, que necessita de um volume de argamassa mais robusto e com maior resistência a compressão.

Os custos entre usar uma argamassa polimérica e usar uma argamassa convencional são iguais do ponto de vista do material, porém há uma redução das cargas da alvenaria na fundação quando usada a argamassa industrializada polimérica, o que pode reduzir os custos de fundação.

O preparo de concreto e argamassa com betoneira resulta numa perda de 5% do cimento, já o preparo de concreto e argamassa sem betoneira resulta numa perda de 10% do cimento (Mattos,2014).

Os materiais permanentes como argamassas e concreto, por ficarem incorporados ao produto final são utilizados apenas uma vez, e por vezes ficam incorporados por terem ficado com uma espessura maior que a de projeto.

Já os materiais não permanentes, como formas, pregos, escoras e etc, podem ser empregados mais de uma vez, de maneira que se economize insumos, e quanto mais vezes esse insumo é reutilizado, menor será o custo daquele insumo na obra (Mattos,2014)

São fatores determinantes do reaproveitamento: O Projeto, a qualidade da mão de obra e a qualidade do material, sendo que a repetição de padronização é essencial para o reaproveitamento completo de sistemas, como no caso de formas, se cada ambiente for diferente, menor será a quantidade de reaproveitamentos (Mattos,2014).

6 | CONCLUSÃO

A pesquisa nos mostrou que os desperdícios estão diretamente ligados a forma de execução de um serviço, os meios de transporte dos materiais, o nível de instrução técnica do operador e também o tamanho da obra.

Também observa-se que os desperdícios geram um impacto bastante significativo no orçamento, muitas vezes gerando grandes prejuízos.

Este relatório também apresentou evidências concretas de que não é válido afirmar que o desperdício chega a 30% na construção civil, o desperdício de materiais médio na construção civil atual é de 9,67% usando-se argamassa de assentamento de blocos convencional, caso utilize-se a argamassa industrializada de assentamento, o desperdício médio pode chegar a 5,78%, além da redução de cargas nas fundações, já que será consumido dez vezes menos argamassa nas alvenarias, portanto, para

alvenarias não estruturais, é recomendado o uso de argamassas industrializadas poliméricas.

O custo do desperdício na construção é próximo de 12,57% utilizando-se argamassas convencionais e 7,51% utilizando-se argamassas poliméricas industrializadas, considerando a média de 30% do valor do material em mão de obra.

Em relação aos impactos ambientais, pode-se observar que a armazenagem e utilização dos materiais de forma correta gera um menor desperdício, diminuindo gastos e principalmente os impactos ambientais, visto que o meio ambiente é o principal prejudicado em todo o desperdício e uso incorreto dos materiais.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A.C.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; AGOPYAN, V. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios**. São Paulo. Anais, São Paulo: Comitê Técnico CT206, 2001.

ÂNGULO S.C.; **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos**, 2005. 167 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2005.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução 307 de 05/ julho/2002**. Publicada no DOU n136, de 17 de julho de 2002, Brasília, 2002.

CAMPOS, L. C., et al. (2012). **“Aprendizagem Baseada em Projetos: uma nova abordagem para a Educação em Engenharia”**. In: Desafios da Educação em Engenharia: vocação, formação, exercício profissional, experiências metodológicas e proposições. pp. 113-164. COBENGE 2011, Blumenau, SC, Brasil. ABENGE/EDIFURB.

FORMOSO, C. T. et al., **Perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Téchné. São Paulo, n.23, p.30-33, 1996.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese, Escola Politécnica da USP, São Paulo, 2000.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras**. PINI, São Paulo, 2014.

PINTO T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 218 f. Tese – Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1999.

TCPO 15. **Tabelas de Composições de Preços para Orçamento – Versão 15**. PINI, 2017.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-430-6



9 788572 474306