



ANAIIS

Volume 01



Gramado/RS, 2019



Copyright © 2019, by Editora GFM.

Direitos Reservados em 2019 por Editora GFM.

Editoração: Cristiano Poletto

Organização Geral da Obra: Cristiano Poletto; Felipe Fernandes;
Patrícia Diniz Martins

Diagramação: Espaço Histórico e Ambiental

Revisão Geral: Angela Gunther

Capa: Espaço Histórico e Ambiental

CIP-Brasil. Catalogação na Fonte

Cristiano Poletto; Felipe Fernandes; Patrícia Diniz Martins
(Organizadores)

ANAIS da 9ª Reunião de Estudos Ambientais - Vol. 1 / Cristiano Poletto;
Felipe Fernandes; Patrícia Diniz Martins (Organizadores) – Gramado,
RS: Editora GFM, 2019.

256p.: il.; 21,0 cm

ISBN 978-85-6030-886-6

*É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem
autorização por escrito da Editora.*

Comissão Organizadora

Dr. Cristiano Poletto – UFRGS (**PRESIDENTE**)

Dr. Felipe Fernandes – IPH/UFRGS

Dr.^a Patrícia Diniz Martins – UFTM

Comissão Científica

Afonso Augusto Magalhães de Araujo – UFRJ

Antonio Carlos Zuffo – UNICAMP

Cíntia Soares – UFSC

Cristhiane Michiko Passos Okawa – UEM

Cristiano Poletto – UFRGS

Edna Possan – UNILA

Elizabeth Yukiko Nakanishi Bavastri – UFPR

Everton Skoronski – UDESC

Felipe Fernandes – UFRGS

Fernando Periotto – UFSCar

Fernando Oliveira de Andrade – UTFPR

Heloise Knapik – UFPR

Indianara F. Barcarolli – UDESC



Ismael Medeiros – UNISUL

Jackeline Tatiane Gotardo – UNIOESTE

José Antonio Tosta dos Reis – UFES

Joel Dias da Silva – FURB

Josiane Teresinha Cardoso – UDESC

Julio Cesar de Souza Inácio Gonçalves – UFTM

Larice Nogueira de Andrade – UFES

Luiz Felipe Silva – UNIFEI

Maria Cristina de Almeida Silva – UNIVATES

Maria de los Angeles Perez Lizama – UNICESUMAR

Marllus Gustavo Ferreira Passos das Neves – Ufal

Mauricio Vicente Alves – UNOESC

Michael Mannich – UFPR

Natan Padoin - UFSC; Neide Pessin – UCS

Patrícia Diniz Martins – UFTM

Roger Augusto Rodrigues – UNESP

Sandro R. Lautenschlager – UEM

Simone Andrea Furegatti – UNESP

Simone Ramires – UFRGS

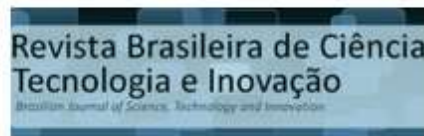
Viviane Trevisan – UDESC

Realização: *Organização:*



Universidade Federal
do Triângulo Mineiro

Apoio:



Lista dos ARTIGOS COMPLETOS publicados nos ANAIS

ARTIGO	TÍTULO	AUTORES
9REA110	AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE DISPOSIÇÃO FINAL DE LODO PROVENIENTE DO TRATAMENTO DE EFLUENTES EM LAGES, SC	JANAINA DEBACKER NUNES; VIVIANE TREVISAN
9REA120	RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) APLICADOS EM CONCRETOS	ELIZABETE YUKIKO NAKANISHI BAVASTRI; THIAGO VERONEZ PEITER
9REA122	APLICAÇÕES DE HIDROLISADOS PROTEICOS OBTIDOS ATRAVÉS DA BIOCONVERSÃO MICROBIANA DE PENAS DE FRANGO: UMA BREVE REVISÃO	ANDRÉIA MONIQUE LERMEN; KELLY CALLEGARO; LAÍS ANDRESSA FINKLER; NAIARA JACINTA CLERICI; DANIEL JONER DAROIT
9REA126	ESTUDO DA VIABILIDADE AMBIENTAL NA IMPLEMENTAÇÃO DE CERTIFICAÇÕES INTERNACIONAIS EM CONDOMÍNIOS SUSTENTÁVEIS	BRENDA LUÁ BIAZUS; ANELISE SERTOLI; IZQUIEL CECCHIN
9REA127	OTIMIZAÇÃO ESPACIAL PARTICIPATIVA NA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS PARA INSTALAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS: UM NOVO PARADIGMA NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	IPORÃ BRITO POSSANTTI; VINÍCIUS MONTENEGRO
9REA132	REMOÇÃO DE VERMELHO REATIVO 120 EM SOLUÇÃO AQUOSA USANDO HIDROTALCITA DE MG-AL E HIDROXICARBONATO DE MG COMO SÓLIDOS SORVENTES	IVONE VANESSA JURADO DÁVILA; MORGANA ROSSET; OSCAR PEREZ; LILIANA AMARAL FÉRIS
9REA134	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA IMPLEMENTAÇÃO DO ODS6	NAYARA FELIX BARRETO; ANA CAROLINA DA CONCEIÇÃO RODRIGUES; MARIA VICTÓRIA VALERIOLETE BANDEIRA DÁRIO; MARIA INÊS PAES FERREIRA

9REA137	REMOÇÃO DO VIOLETA CRISTAL POR ADSORÇÃO UTILIZANDO CARVÃO ATIVADO	IVONE VANESSA JURADO DÁVILA; KEILA GUERRA PACHECO NUNES; LILIANA AMARAL FÉRIS
9REA144	GERAÇÃO DE ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL NA COOPERATIVA CERTEL	JULIO CESAR SALECKER
9REA146	ANÁLISE AMBIENTAL DA SUB-BACIA DO CÓRREGO DO CABOCLO COM O USO DE SIG NO MUNICÍPIO DE MONTANHA – ES	EDIU CARLOS LOPES LEMOS; DALVAN GONÇALVES MENDES
9REA147	COMPARATIVO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM CANTEIROS DE OBRA NO BRASIL E EM PORTUGAL	MAIZ INARA RECK; RUI A. F. DE OLIVEIRA; ANDRÉ NAGALLI
9REA152	AGENDA 2030 E GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS: APLICAÇÃO DA METODOLOGIA “AVALIAÇÃO DE PROSPERABILIDADE” À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UNA-RJ	RAFAEL PEREIRA MACHADO; JADE GOLZIO BARQUETA DONNINI; MARIA INÊS PAES FERREIRA
9REA157	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS NASCENTES DO RIO CAVEIRAS	VIVIANE APARECIDA SPINELLI SCHEIN; JOSIANE TERESINHA CARDOSO; JOÃO PEDRO STIPPE SCHMITT
9REA159	PROPOSTA DE DESENHO URBANO SUSTENTÁVEL PARA PROMOÇÃO DE INFILTRAÇÃO	ALINE DA NÓBREGA OLIVEIRA; MARIA ELISA LEITE COSTA; MARIA DO CARMO DE LIMA BEZERRA; SÉRGIO KOIDE
9REA163	POLÍTICAS PÚBLICAS E GÊNERO NA AGROECOLOGIA NO SEMIÁRIDO	MIRELLA MARIA NÓBREGA MARQUES; RAIANA SILVA DE ARRUDA FALCÃO; SORAYA GIOVANETTI EL-DEIR
9REA164	SUBSTÂNCIAS COM POTENCIAL ESTROGÊNICO EM MEIO HÍDRICO E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA CORRELATA: UM PROBLEMA DE SAÚDE PÚBLICA E AMBIENTAL	CIBELE TREMEA; EDLA LETÍCIA ANTUNES BRIZOLA DOS SANTOS; MATHEUS PARMEGIANI JAHN
9REA165	PRINCIPLES OF EDUCATION FOR SUSTAINABILITY	SORAYA GIOVANETTI EL-DEIR; MIRELLA MARIA NÓBREGA MARQUES; RAIANA SILVA DE ARRUDA FALCÃO
9REA172	DEGRADAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TAMANDUATEÍ, SP	BEATRIZ VOIDELLA SAVORDELLI; ANIELY RODRIGUES COSTA; TATIANE ARAÚJO DE JESUS

ARTIGOS COMPLETOS
publicados nos ANAIS da
9ª Reunião de Estudos Ambientais



Gramado/RS, 2019

9REA147

COMPARATIVO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO EM CANTEIROS DE OBRA NO BRASIL E EM PORTUGAL

Maiz I. Reck¹, Rui A. F. de Oliveira², André Nagalli³

¹Instituto Politécnico de Bragança, e-mail: maizreck@gmail.com; ²Instituto Politécnico de Bragança, e-mail: roliveira@ipb.pt; ³Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: nagalliutfpr@gmail.com

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição; gerenciamento de resíduos.

Resumo

A indústria da construção é uma das mais representativas na economia do Brasil e de Portugal. Esse mercado expande conforme se dá o crescimento populacional dos países, requerendo a utilização de recursos naturais que geram resíduos. A partir desses fatos, surge legislação governamental para impor ao setor da construção a preocupação com o meio ambiente. Dessa maneira, torna-se importante o estudo das medidas de gestão de resíduos implantadas pelos governos brasileiro e português em relação ao gerenciamento em específico de resíduos de construção e demolição. Com as restrições normativas, surge a necessidade do aperfeiçoamento do gerenciamento de resíduos de construção gerados na execução de empreendimentos, desde sua fase de concepção até a efetiva execução. Com este intuito, podem ser utilizadas práticas de gerenciamento associadas à redução da geração de resíduos de construção, envolvendo desde a não geração, reuso, reciclagem e encaminhamento dos mesmos. Para estudar este âmbito de maneira prática, realizou-se um levantamento de dados a respeito do gerenciamento e geração de resíduos de construção em canteiros de obras de edificações residenciais no Brasil e em Portugal. Os dados foram obtidos a partir de resultados de inquéritos dirigidos a empresas, tendo sido recebidas respostas de 18 obras brasileiras e 6 portuguesas. Esses dados mostram que, os dois países possuem características de projeto similares quanto à utilização de concreto armado para execução de elementos estruturais, porém, no Brasil foi identificada a construção de edifícios residenciais de maior porte, enquanto que em Portugal a construção é orientada mais horizontalmente e sem tanta expressão em altura. Quanto a geração de RCD por metro construído, os valores portugueses apresentam menores quantidades de resíduos, de apenas 4,84 kg/m² comparado a 51,65 kg/m² no Brasil. No entanto, os resultados das obras portuguesas não são de acordo com o encontrado na pesquisa bibliográfica e estudos previamente realizados. A tipologia de resíduos identificada com maior percentagem de geração é a de mistura de concreto, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos (53% no Brasil e 52% em Portugal), seguida por concreto (12% no Brasil e 24% em Portugal) e madeira (9% no Brasil e 10% em Portugal). Quanto à destinação dos resíduos, no Brasil são utilizadas mais opções de encaminhamento, como para olarias e usinas de reciclagem, as quais são de difícil acesso em Portugal e acabam não sendo destinações economicamente viáveis para os geradores. Essa área pode ser influenciada pela interferência dos governos através da instituição de legislação mais restritiva, que demande mais comprometimento dos geradores em relação ao gerenciamento de resíduos de construção e demolição nos canteiros de obra. Através disso, é incentivada a introdução de medidas voltadas para o âmbito ambiental, que sensibilizem os envolvidos no setor da construção e diminuam a geração de resíduos como, por exemplo a análise do ciclo de vida de materiais de construção e de edificações, a utilização de opções de pré-fabricação e padronização através dos conceitos de *Lean Construction*, bem como a boa prática de certificações ambientais por parte de empresas e dos próprios empreendimentos.

Introdução

O contexto dos resíduos de construção e demolição (RCD) é gerido por dois conceitos básicos: gestão e gerenciamento.

A gestão trata de políticas públicas e da atuação dos agentes do setor da construção, enquanto que o

gerenciamento envolve as ações diretamente ligadas à geração de resíduos e abrange estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e correto descarte de RCD (NAGALLI, 2014).

Tratando-se da gestão de resíduos no Brasil, a legislação vigente é a Resolução Conama n° 307/2002, que institui conceitos básicos para a área, define a hierarquia do gerenciamento de resíduos, com enfoque na minimização e redução de RCD desde a sua fonte de geração. Além disso, separa os resíduos de construção e demolição em quatro classes, conforme a destinação que lhes pode ser dada e a aplicabilidade dos RCD para reuso ou reciclagem (CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

De maneira a atualizar a Resolução Conama n° 307/2002, instituiu-se no ano de 2012 a Resolução Conama n° 448, que trata das responsabilidades dos agentes do processo de geração de resíduos e a introduz a necessidade da elaboração de Planos Municipais de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PMGRC), que devem ser elaborados pelos municípios brasileiros e Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), de responsabilidade dos grandes geradores de RCD (CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2012).

Em Portugal, através do Decreto-Lei n.º 178/2006 de 5 de setembro, implantou-se o conceito de resíduos de construção e demolição, bem como as prioridades no âmbito do gerenciamento de resíduos. O DL n° 178/2006 trata sobre como evitar e reduzir a geração de RCD, promover a reutilização e incentivar a reciclagem, tornando a deposição em aterros a última opção na hierarquia de destinação dos RCD (PORTUGAL, 2006). A necessidade de controle de RCD por parte dos geradores deu-se a partir do Decreto-Lei n.º 46/2008, de 12 de março e respectivas alterações, que instituem a obrigatoriedade da elaboração do Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos (PPGR) e passa a desconsiderar solos como resíduos de construção e demolição (PORTUGAL, 2007). Por fim, instituiu-se o Decreto Lei n° 74/2011, de 17 de junho, que reforça os ideais de prevenção da geração de resíduos e incentiva a sua reutilização e reciclagem, de maneira a prolongar seu uso na economia antes de devolvê-los ao ambiente (PORTUGAL, 2011).

Através desse tipo de medidas de gestão implantadas tanto pelo Brasil quanto por Portugal, impele-se a implantação de sistemas de gerenciamento de resíduos em canteiros de obra. Para cumprir as demandas normativas podem ser adotadas medidas de gerenciamento básicas, como a triagem de resíduos em obra e o encaminhamento para aterros. Entretanto, para melhoria de desempenho existem no mercado tecnologias conjuntas que colaboram com o aperfeiçoamento do gerenciamento de resíduos (HUANG et al., 2018; STYLES; SCHOENBERGER; ZESCHMAR-LAHL, 2018).

Uma medida que pode ser implantada é a *Lean Construction*, que é uma metodologia para projetar sistemas de construção voltados à minimização do desperdício de materiais, tempo e esforço, com o intuito de gerar a quantidade máxima de valor (KOSKELA et al., 2002). Um estudo neste âmbito, realizado no Reino Unido, indica que a utilização do design para padronização, pré-fabricação e colaboração entre participantes do empreendimento são considerados como os principais impulsionadores da minimização de resíduos de construção. Isso confirma a importância dos princípios da *Lean Construction*, que defende o aumento do uso de pré-fabricação, padronização e melhoria do processo colaborativo (AJAYI; OYEDELE, 2018).

Outra estratégia que pode colaborar com a redução da geração de RCD é a adoção da análise do ciclo de vida de produtos e da edificação como um todo. Que tem como intuito a otimização do uso de recursos naturais, a minimização de perdas e desperdícios, a reciclagem dos resíduos e sua reincorporação na cadeia produtiva para o mesmo fim ou de outro diferenciado (SANTOS et al., 2011).

Podem ser utilizados também sistemas de gerenciamento ambiental (SGA), que facilitam o cumprimento de regulamentações ambientais, reduzem os custos ambientais, colaboram com o desenvolvimento de indicadores de impacto, bem como melhoram o desempenho ambiental de empresas (CHRISTINI; FETSKO; HENDRICKSON, 2004). Um estudo realizado por Rodríguez, Alegre e Martínez (2007) revela que quanto à questão de reuso de RCD, 11,8% dos resíduos inertes de canteiros com SGA são utilizados em outras construções, enquanto que em obras sem SGA, isso ocorre com apenas 5,8% dos resíduos.

Por esse motivo, um número crescente de empresas de construção está obtendo certificações de acordo com padrões internacionais em todo o mundo, que influenciam na implantação de sistemas de gerenciamento ambiental (RODRÍGUEZ; ALEGRE; MARTÍNEZ, 2007). Algumas dessas são a certificação dos processos pela norma ISO 14001, cuja implementação se revelou ser eficaz em relação à redução de custos relacionada com a minimização da geração de resíduos em canteiros de obra (TSE, 2001), e a certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) que sendo aplicada ao empreendimento, vincula a obtenção do certificado à adoção de estratégias para reduzir o descarte a aterros e incineração através da recuperação, reuso e reciclagem de materiais (USGBC - U. S. GREEN BUILDING COUNCIL, 2019). Existem outros métodos de certificação ambiental utilizados em Portugal, tais como BREEAM, SBTool, assim como no Brasil também existe a certificação AQUA-HQE.

Além disso, outra medida paliativa à geração de RCD e que pode ser adotada em canteiros de obra é a

reutilização de resíduos no próprio canteiro, que foi indicada por um estudo brasileiro como uma técnica eficaz para reaproveitamento de resíduos de construção. Através da utilização de resíduos de tijolos, e revestimentos cerâmicos como substitutos de agregados, obteve um resultado econômica e ambientalmente eficaz (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010). Formas de madeira destinadas a concreto armado são outro componente que podem ser reutilizadas com a mesma função dentro do canteiro de obras (STYLES; SCHOENBERGER; ZESCHMAR-LAHL, 2018).

A implantação de medidas de gerenciamento de resíduos de construção pode representar grande colaboração à redução da geração de resíduos em canteiros de obra, que conforme estudos previamente realizados, geralmente apresenta variações entre 48kg/m² construído e 190,3kg/m² construído, conforme tabela 1.

m ³ /m ²	kg/m ²	Fonte
0,12	150	PINTO, 1999
	50	SOUZA et al., 2004
		REIXACH et al., 2000
0,13	190,3	BRITO; COELHO, 2011
	48 - 135	MÁLIA et al., 2013
	158	DE MELO et al., 2011
	100 - 120	CARELI, 2008
	122	BRITO; COELHO, 2008

Tabela 1 - Indicadores de geração de resíduos em construções a cada metro quadrado construído

Material e Métodos

Para realização deste estudo, foi elaborado um questionário com abrangência ao gerenciamento de resíduos em canteiros de obras de novas edificações de habitação. O intuito do mesmo era a coleta de dados referentes às medidas de gerenciamento de resíduos utilizadas nos empreendimentos brasileiros e portugueses, bem como das medidas de encaminhamento de resíduos adotadas. Considerando as diferenças linguísticas e construtivas dos dois países, elaborou-se duas versões do questionário, cada uma a ser aplicada a cada um dos países.

A partir disso, iniciou-se o contato com empresas brasileiras e portuguesas que têm como parte de seu escopo a construção de edifícios habitacionais. A distribuição do questionário para as mesmas foi realizada e, após o recebimento dos dados, deu-se a compilação e análise dos dados.

Tratando-se do conteúdo do questionário, elaborou-se perguntas para que fossem abrangidos os seguintes tópicos: (I) características construtivas do empreendimento; (II) medidas adotadas para reduzir a geração de resíduos de construção; (III) triagem dos resíduos gerados em obra e sua subsequente destinação; (IV) valores de geração total e por tipologia de resíduos no canteiro de obra.

A abordagem desse conteúdo teve como objetivos: (I) quantificar e tipificar os resíduos de construção que são produzidos nos empreendimentos; (II) identificar as medidas de gerenciamento de resíduos utilizadas; (III) ter conhecimento sobre as práticas de encaminhamento de resíduos adotadas.

Em Portugal, inicialmente foram contactadas empresas localizadas na região de Bragança, bem como empresas que possuíssem alvará de empreiteiro em todo o território nacional, portanto registradas no Instituto dos Mercados Públicos do Imobiliário e da Construção (IMPIC). Destas, foram selecionadas organizações com classe de alvará entre 6 e 9, que executam obras em valor monetário até 5.312.000€ (classe 6), até 10.624.000€ (classe 7), até 16.600.000€ (classe 8) e sem limite de valor para a classe 9, respectivamente.

Após a realização de múltiplos contatos solicitando a colaboração de empresas da área da construção, sem obtenção de respostas, foram adotadas medidas complementares para coleta de dados. Assim, contactou-se outras fontes, como empresas que realizam serviço de coleta de resíduos, que também não puderam fornecer dados, talvez pelo compromisso com seus clientes ou por não possuírem os dados solicitados. Além disso, foram contactados investigadores da área, porém os mesmos não possuíam dados que pudessem colaborar com a pesquisa. Por fim, para viabilizar a execução do estudo, reiterou-se a importância da colaboração para empresas com as quais se tem contato direto com engenheiros, na área de Bragança. Ainda assim, foram recebidas apenas 6 respostas ao questionário, das quais, 5 estão localizadas na região de Bragança e 1 em Lisboa. Sendo assim, apesar da insistência para a obtenção de dados referentes à geração de resíduos em construções habitacionais, nota-se então a dificuldade de obtenção desse tipo de informação em Portugal.

No Brasil, foram contactadas inicialmente construtoras localizadas na região de Curitiba-PR e posteriormente uma seleção de empresas localizadas em todo o território nacional, que possuem certificação ISO14001. Obteve-se maior facilidade na obtenção de respostas em Curitiba, pela maior facilidade de contato direto com profissionais

responsáveis pela consultoria no gerenciamento de resíduos em canteiros de obra e pelo envio do formulário a engenheiros encarregados da execução de obras. Tendo sido recebidas 18 respostas, dentre as quais, 2 respostas não foram utilizadas para a análise da geração total de resíduos e 4 respostas não foram utilizadas para a análise de geração de resíduos por tipologia, por não apresentarem dados suficientes.

Resultados e Discussão

Características construtivas

Dentre as 18 respostas obtidas para o questionário brasileiro, 17 são de empresas que realizaram edificações residenciais, sendo essas 14 de prédios de até 26 pavimentos e 3 de casas geminadas ou sobrados, e 1 resposta ao questionário referente a dados de uma edificação comercial. Tratando-se das respostas portuguesas, todas são referentes a prédios residenciais de até 7 pavimentos.

Através da análise das respostas ao questionário aplicado na região de Curitiba, conclui-se que o principal material construtivo utilizado nos projetos estruturais é o concreto, tendo sido utilizado na forma armada em 50% dos projetos de pilares e vigas (9 obras) e 67% para lajes (12 obras). O mesmo também é aplicado na forma pré-moldada, mas com baixa frequência. Além disso, existe utilização de estruturas mistas de concreto e aço (3 obras) e concreto, aço e madeira (1 obra) e de alvenaria estrutural para execução de pilares e vigas (4 obras).

Os projetos das edificações portuguesas apresentaram grande consistência de respostas, de maneira que todos aplicam o concreto armado como base estrutural, utilizando lajes aligeiradas de vigotas pré-esforçadas, sendo que apenas uma obra fez uso de lajes de concreto armado para a execução de lajes. Quanto à fundação, em 83% das obras são compostas por concreto armado, sendo que apenas um projeto utiliza concreto ciclópico.

Nota-se então que nas amostras de Curitiba e Bragança, a maioria das edificações têm sua estrutura executada em concreto armado, tanto para fundações, como para pilares, vigas e lajes. Entretanto, nas amostras de Curitiba há uma maior tendência à utilização de métodos construtivos diferenciados, como a construção em aço ou alvenaria estrutural, evento que não acontece na região de Bragança.

Medidas de gerenciamento de resíduos

Através da análise das medidas de gerenciamento de resíduos utilizadas, em obras da região de Curitiba, observa-se que, em todas as 18 obras pesquisadas, adotaram-se medidas com o intuito de reduzir a geração de resíduos de construção. Em Bragança, uma das obras alegou não ter utilizado medidas paliativas. Entretanto, em geral, as obras bragantinas tendem a adotar sistemas internos de gestão, tais como a reutilização de resíduos na própria obra, isto sobretudo em materiais inertes e em solos.

Nas amostras coletadas na região de Curitiba, adotou-se em predominância a gestão de estoques, conforme figura 1, que representa a porcentagem de adoção de diferentes medidas de gerenciamento de resíduos nos canteiros de obra pesquisados. A gestão de estoques pode ter sido adotada pelo fato de influenciar no âmbito organizacional do canteiro de obras e do organograma de construção. Neste contexto, se encaixa o planejamento do canteiro de obras, prática adotada por 61% das empresas da região de Curitiba e 83% das empresas de Bragança. Esses fatores têm influência nos trajetos realizados pelos trabalhadores para a execução de serviços, envolvendo os materiais empregados na execução dos mesmos, a geração de resíduos de construção e a disposição correta dos mesmos (YU et al., 2013).

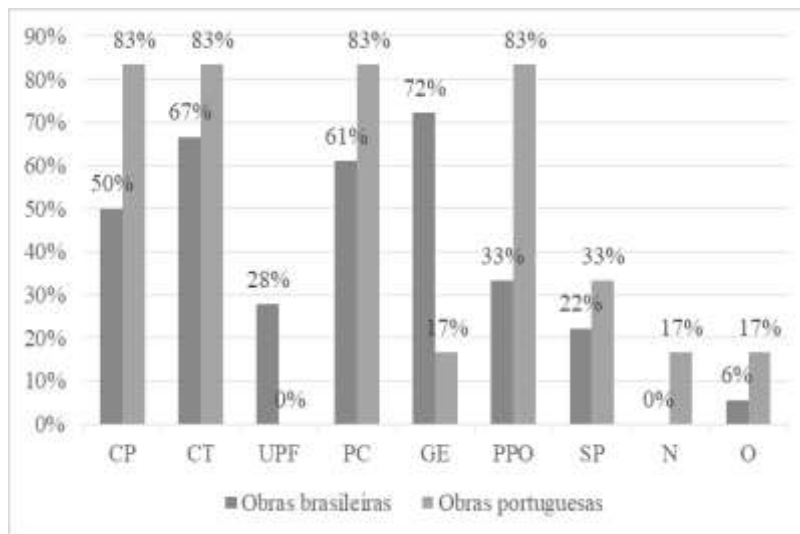


Figura 6 - Aplicação de medidas de gerenciamento de resíduos em obras brasileiras e portuguesas. CP - Compatibilização de projetos; CT – Conscientização dos trabalhadores; UPF - Utilização de elementos pré-fabricados; PC - Planejamento do canteiro de obras; GE - Gestão e organização de estoques; PPO - Preparação prévia da obra; SP – Soluções de projeto; N – Nenhuma; O – Outros.

Fonte: autoria própria

Pode-se também perceber, dentre as construtoras das duas amostras, a preocupação com a conscientização dos trabalhadores envolvidos na obra em relação à geração de resíduos de construção, de maneira que essa é uma medida sem custos significativos e que pode gerar bons resultados (POON et al., 2010), mas por outro lado difícil de implementar.

Entretanto, na amostra de Bragança, observa-se maior atenção à compatibilização de projetos, medida que proporciona a interação entre diferentes grupos de especialistas durante a fase de delineamento da edificação, colaborando com um sistema de *design* colaborativo, que é uma importante medida para atenuação da geração de resíduos de construção (AJAYI; OYEDELE, 2018). Nesse mesmo âmbito, se enquadra a preparação prévia da obra, que envolve o estudo das características do projeto bem como o entendimento do seu fluxo de construção e é observada com maior frequência em canteiros de obras na região de Curitiba (83%) do que em Bragança (33%).

Por fim, é evidente a maior utilização de sistemas construtivos de pré-fabricação em obras na região de Curitiba (28% dos casos) em comparação às utilizadas em obras em Bragança (0%). Este fator deve influenciar positivamente no gerenciamento de resíduos em nos canteiros de obra da amostra brasileira, pelo fato de que essa medida decresce a geração de resíduos de concreto e madeira e colabora para diminuição do desperdício geral em construções (JAILLON; POON; CHIANG, 2009).

Geração de resíduos por tipologia

Tratando-se dos resíduos de construção gerados em obras da região de Curitiba pode-se destacar a geração de solos escavados em 87,5% dos casos. Considerando a influência desses valores na geração total de resíduos e que em Portugal os solos não são considerados como resíduos de construção, eles são excluídos do cálculo de geração de resíduos por metro quadrado deste estudo. Em termos quantitativos, através do cálculo da média aritmética dos valores de geração de resíduos de construção por metro quadrado construído das 6 obras da amostra portuguesa, tem-se valores de geração de RC médios de 4,84kg/m² com desvio padrão de 5,82kg/m², em canteiros de obra na região de Bragança. Se excluirmos da amostra a obra C (que possui valores desproporcionais face aos restantes), o desvio padrão tem valor de aproximadamente 0,9kg/m², o que se traduz num resultado de maior proximidade entre as quantidades obtidas nas restantes 5 obras. No entanto, estes valores são significativamente menores do que 101,14kg/m², valor médio calculado através da geração de RC por metro quadrado nas 16 obras brasileiras que forneceram dados de geração total de resíduos. Para a amostra da região de Curitiba, o desvio padrão é de 165,05kg/m². Esses valores de desvio padrão indicam a alta variabilidade dos dados coletados, o que é esperado, de maneira que a execução de atividades de construção é influenciada por vários fatores, como a equipe de trabalho, os projetos e seu detalhamento, a qualidade dos materiais e até mesmo os dados fornecidos não serem de todo reais e fálveis.

O baixo valor de geração de resíduos de construção em Portugal pode ter como explicação a taxa de reutilização de resíduos em obra e a eficácia do gerenciamento de resíduos. Entretanto, os valores de resultados em Portugal são substancialmente menores do que encontrados em estudos realizados por Symonds (1999) de 211kg/m² e Brito e Coelho (2008) de 122kg/m². Além disso, a dificuldade de coleta de dados junto às construtoras portuguesas pode indicar que há falta de controle em relação à geração de resíduos em canteiros de obra e que os dados obtidos não representam a real situação do quantitativo de resíduos gerado no país. Assim como, em alguns casos, os dados possam não ter sido fornecidos por receio de que sejam publicados e associados às empresas, o que poderá indicar desconformidade em relação ao modo correto de gerenciamento.

Os dados de geração de resíduos de construção brasileiros foram majoritariamente coletados em m³. Através da média de resíduos gerados de 0,1217m³/m² nas 16 obras da amostra da região de Curitiba, excluindo solos escavados e, considerando o valor para densidade aparente de resíduos de construção misturados de 830,6 kg/m³ (MÁLIA; BRITO; PINHEIRO, 2013), obtém-se valores médios de geração de resíduos em canteiros de obra brasileiros de 101,14 kg/m², os quais condizem com quantidades apresentadas por estudos previamente realizados, variando de 48kg/m² a 190,3kg/m².

Esses dados podem ser comparados com um estudo realizado por Pinto (1999), abrangendo novas edificações residenciais brasileiras, que evidencia taxa de geração de resíduos de 150kg/m². A taxa média de 101,14kg/m² obtida nesse estudo representa a evolução do gerenciamento de resíduos na região de Curitiba, enaltecendo seu desenvolvimento a partir do estabelecimento da Resolução Conama n° 307/2002 e o aumento da utilização de medidas paliativas em relação à geração de RCD em canteiros de obra. Além disso, como em 81% das respostas de empresas brasileiras tem-se edifícios residenciais, pode ser considerada também a utilização da padronização, conceito que remete à *Lean Construction* e colabora para a melhoria do gerenciamento e redução da geração de resíduos de construção.

Analisando-se a geração de resíduos de construção por tipologia, constata-se a prevalência da tipologia de misturas de concreto, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos nos dois países (52% em Bragança e 54% em Curitiba), como apresentado na figura 2. Essa predominância foi identificada também por outros estudos envolvendo construções de concreto armado que utilizam alvenaria de vedação e é dada pelas perdas na execução, bem como no transporte e estocagem de material (MÁLIA et al., 2013; POON; YU; JAILLON, 2004). Quanto à geração de resíduos de concreto, as respostas ao questionário indicam uma diferença de 50% entre a geração das duas amostras (24% em Bragança e 12% em Curitiba). Existem algumas possíveis justificativas para esse fato, como a utilização de estruturas de aço em 25% das obras curitibanas, que diminui a utilização de concreto e por consequência a geração de RCD dessa tipologia (MASS; TAVARES, 2016). Além disso, deve ser considerado que a execução de concreto se dá no canteiro em obras na região de Bragança, enquanto que em obras na região de Curitiba, que são de grande porte, ocorre a utilização de concreto betonado em usinas de concreto. Outra diferença é a utilização do sistema de lajes aligeiradas com vigota pré-moldada em construções em Bragança, que diminuem a precisão em relação à quantidade de material utilizado para execução dos elementos construtivos. Desse modo, aumenta-se o desperdício por perda de material, uma das principais causas geração de resíduos em edificações (MÁLIA et al., 2013; STYLES; SCHOENBERGER; ZESCHMAR-LAHL, 2018).

Como terceira tipologia com maior representatividade, tem-se os resíduos de madeira (10% nas duas amostras), que são originados principalmente pela utilização de formas para realização de trabalhos moldados, como a execução de elementos estruturais de concreto. Esse tipo de resíduos pode ter sua geração reduzida através da utilização de formas compostas por outros materiais, como PVC, EPS, papelão ou metal (ANGULO, 2000; MÁLIA; BRITO; PINHEIRO, 2013; OSMANI; PRICE; GLASS, 2006; POON; YU; JAILLON, 2004). Além disso, a utilização de técnicas como a *Lean Construction*, que influencia a utilização da pré-fabricação de elementos estruturais favorecem a substituição da concretagem *in loco* e colaboram para redução da geração de resíduos de madeira (AJAYI; OYEDELE, 2018; POON; YU; JAILLON, 2004).

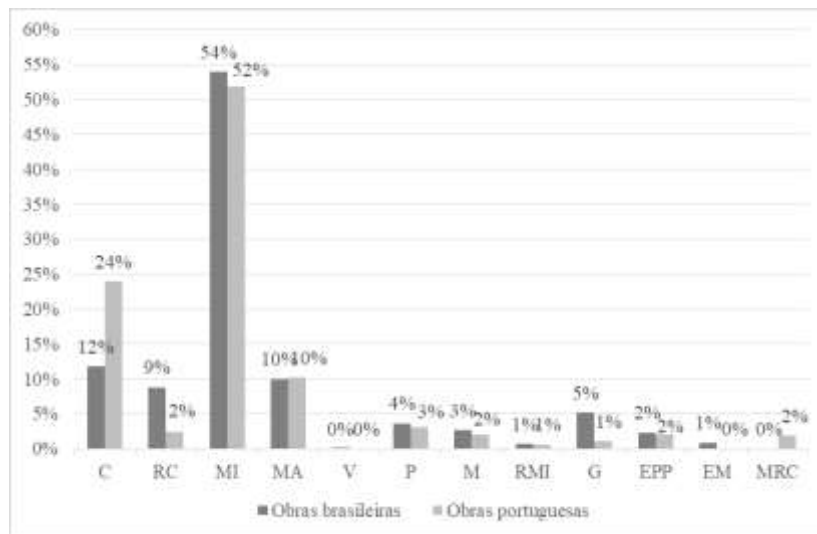


Figura 7 – Tipologias de resíduos produzidas em obras brasileiras e portuguesas. C – Concreto; RC – Resíduos cerâmicos; MI – Misturas de concreto, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos; MA – Madeira; V – Vidro; P – Plástico; ME – Metais; RMI – Resíduos de materiais de isolamento; G – Gesso e gesso cartonado; EPC – Embalagens de papel/papelão; EM – Embalagens de metal; SC – Sacos de cimento.

Fonte: autoria própria

Como terceira tipologia com maior representatividade, tem-se os resíduos de madeira (10% nas duas amostras), que são originados principalmente pela utilização de formas para realização de trabalhos moldados, como a execução de elementos estruturais de concreto. Esse tipo de resíduos pode ter sua geração reduzida através da utilização de formas compostas por outros materiais, como PVC, EPS, papelão ou metal (ANGULO, 2000; MÁLIA; BRITO; PINHEIRO, 2013; OSMANI; PRICE; GLASS, 2006; POON; YU; JAILLON, 2004). Além disso, a utilização de técnicas como a *Lean Construction*, que influencia a utilização da pré-fabricação de elementos estruturais favorecem a substituição da concretagem *in loco* e colaboram para redução da geração de resíduos de madeira (AJAYI; OYEDELE, 2018; POON; YU; JAILLON, 2004).

Importa ainda ser realizada a análise geral dos dados recebidos e enfatizar a dificuldade da obtenção de resultados referentes à geração de resíduos de construção separados efetivamente pelo material que o compõe, de maneira que a tipologia de resíduos mais gerada foi a mistura de concreto, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos. Esses resíduos são provavelmente originados pela execução de alvenarias de vedação e pela instalação de revestimentos cerâmicos com argamassa cimentícia.

Nota-se então, que não é dada a correta importância para a separação/triagem de materiais nos canteiros, propiciada pela facilidade da opção de descarte desses como mistura. Sendo assim, ocorre falha da prática de triagem em obra, pois há despreocupação com a separação de resíduos que são verdadeiramente de tipologias diferentes.

Isso pode ser dado pelo fato de que, no mercado da construção em Portugal, há mais facilidade para venda de metais e no Brasil, há espaço também para a venda de resíduos recicláveis além do metal. Entretanto, como não há grande oportunidade para obtenção de lucros através da destinação de resíduos cerâmicos ou de concreto, opta-se pelo descarte da maneira mais prática, por mais que essa não seja a mais ambientalmente correta.

Uma possibilidade para amenizar esse problema seria a instituição de políticas mais restritivas e taxas a serem pagas ou o aumento do custo de recolha dos RCD. Entretanto, esse cenário poderia desencadear duas situações, controversas uma à outra, que seria o aumento da aplicação do gerenciamento de resíduos e a preocupação com a geração dos mesmos, ou o retrocesso à destinação ilegal dos mesmos e omissão de informações relacionadas à geração de RCD.

Destinação de resíduos de construção

Tratando-se da destinação dos resíduos de construção gerados em canteiro de obras, em Bragança existe maior reutilização de resíduos em obra, prática que diminui a geração final de resíduos e, como consequência, a necessidade de destinação dos mesmos a locais especializados. Em contrapartida, na região de Curitiba, está presente a utilização de meios de encaminhamento de resíduos diferenciados, que não são verificados na amostra

portuguesa, como apresentado na figura 3.

Dentre essas opções de destinação diferenciadas, encontra-se o encaminhamento para olarias. Essa opção de destinação pode ter sido implementada pelas construtoras pelo fato de que, na região metropolitana de Curitiba, existe grande quantidade de olarias, que podem receber os resíduos de madeira. Entretanto, na região de Bragança, encontra-se maior dificuldade de realização desse tipo de destinação, pois onde não são encontradas empresas desse tipo com facilidade. O mesmo acontece com usinas de reciclagem, que têm utilização nula como destinação de resíduos em Bragança, enquanto que é utilizada por 44% dos casos na amostra brasileira.

Através desse estudo, pode-se confirmar a opção das empresas pela não implantação de práticas diferenciadas associadas ao gerenciamento de resíduos, sendo que as medidas adotadas são as que envolvem menos investimentos, confirmando a tendência do mercado da construção voltado a fatores econômicos (STYLES; SCHOENBERGER; ZESCHMAR-LAHL, 2018; YUAN; SHEN; LI, 2011).

A implementação de legislação menos brandas nos dois países pode ser eficaz para corroborar com esse quesito, de maneira que as construtoras seriam obrigadas a investir no gerenciamento de resíduos, passando a utilizar medidas com certo custo de implantação, mas que trazem benefícios à qualidade da edificação e ajudam a reduzir impactos ambientais. São exemplos disso, a implantação de sistemas de certificação em projeto como LEED, BREEAM, SBTool, entre outros e certificação de empresas pela norma ISO 14001, bem como da *Lean Construction* e pré-fabricação e da análise do ciclo de vida de produtos (dada através da *Environmental Product Declaration - EPD*) e edificações.

Além disso, a introdução de medidas governamentais podem colaborar para que a indústria da construção possua um sistema de geração de ciclo fechado, colaborando também para a adoção de soluções de economia circular por parte do setor da construção (STYLES; SCHOENBERGER; ZESCHMAR-LAHL, 2018).

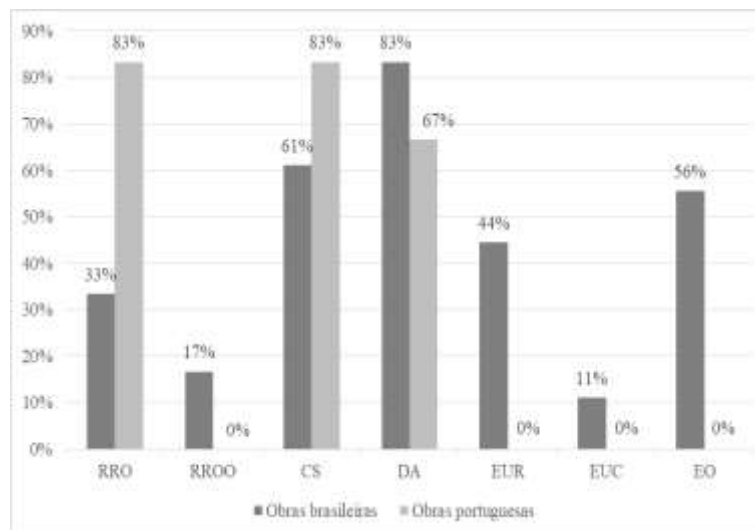


Figura 8 - Opções de destinação de resíduos de construção utilizadas no Brasil e em Portugal. RRO – Reutilização de resíduos em obra; RROO – Reutilização de resíduos em outras obras; CS – Coleta seletiva; DA – Depósito em aterros; EUR – Encaminhamento para usinas de reciclagem; EUC – Encaminhamento para usinas de compostagem; EO – Encaminhamento para olarias.

Fonte: autoria própria

Considerações Finais

Através do estudo de caso revelou-se que, o concreto é o material mais utilizado para execução da estrutura de edificações de habitação, tanto em Curitiba, quanto em Bragança. No entanto foi apresentada em empreendimentos brasileiros a iniciativa da utilização de outros sistemas estruturais, como aço e alvenaria estrutural.

Tratando-se das medidas de gerenciamento de resíduos utilizadas em canteiros de obra, as mais comuns em Bragança são a preparação prévia da obra, planejamento do canteiro de obra, conscientização dos trabalhadores e compatibilização de projetos, com 83% de utilização. A três últimas são também comuns na amostra curitibana, destacando-se, no entanto, nesta, a implementação do gerenciamento de estoques com maior frequência (72%).

Quanto a geração média de resíduos de construção, na região de Bragança tem-se 4,84 kg/m² construído e de 101,14 kg/m² construído nos casos brasileiros. Entretanto, os dados portugueses são consideravelmente menores

do que os obtidos em estudos anteriores (211kg/m² e 122kg/m²). Este fato, somado à pequena amostra de dados coletada, afeta a confiabilidade deste valor.

Tratando-se das tipologias de resíduos de construção, a com maior representatividade foi o de misturas de concreto, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos (54% em Curitiba e 52% em Bragança). Em sequência tem-se a geração de concreto (12% em Curitiba e 24% em Bragança) e madeira (10% nos dois casos).

Nos canteiros de obra localizados na região de Curitiba, o depósito em aterros licenciados apresenta-se como a opção de destinação mais utilizada (83% dos casos). Em sequência tem-se a utilização de coleta seletiva em 61% das obras, o encaminhamento para olarias, presente em 56% dos casos e para usinas de reciclagem (44%). Em contrapartida, em Bragança, foram observadas menos opções de encaminhamento, sendo que a reutilização de resíduos em obra e a separação de resíduos por gestão seletiva foram as medidas mais adotadas (83% das obras) seguidas pelo encaminhamento para aterros em 67% dos casos.

Através da tentativa de coleta de dados de geração de resíduos, fica evidente a instabilidade do sistema de gerenciamento de resíduos de construção em canteiros de obra portugueses, pela dificuldade em obtenção de respostas ao questionário. Além disso, nos dois casos nota-se uma falha na separação dos resíduos conforme seu efetivo material, sendo que foram obtidos valores com maior representatividade para misturas de resíduos.

Com o intuito de diminuir a geração de resíduos de construção pode ser considerada a aplicação de medidas de gerenciamento desde a fase de concepção dos empreendimentos, através da análise do ciclo de vida dos produtos e da edificação como um todo. Na fase de projeto, a possibilidade da utilização de conceitos da *Lean Construction*, como a utilização de sistemas baseados na pré-fabricação e na padronização corroboram a minimização da geração de resíduos de concreto, madeira e materiais cerâmicos.

Na fase de execução, momento em que são efetivamente gerados os resíduos de construção, práticas como o planejamento do canteiro de obras e sua adequação à realização de serviços reduz a geração de resíduos. A colaboração das equipes de trabalho também se faz importante, influenciando na não geração, na triagem e reutilização de resíduos gerados no canteiro de obras. Além disso, pode ser utilizado o apoio de certificações ambientais, que compelem a aplicação de medidas de gerenciamento, através da implantação de sistemas de avaliação e da fiscalização periódica.

Por parte dos governos, nos dois países podem ser implantados critérios de gestão mais restritivos quanto à quantidade de resíduos que se permite gerar em canteiros de obra e as tipologias geradas.

Para trabalhos futuros, pode-se realizar o estudo em projetos que não utilizem o concreto armado como tecnologia construtiva principal para elementos estruturais, para que seja estabelecida comparação em relação à geração de resíduos. Cabe também o estudo da implantação de novas medidas de gerenciamento de resíduos em empreendimentos e como essas irão afetar a geração de resíduos no canteiro de obras.

Agradecimentos

Os autores são gratos a todas as empresas pela sua colaboração no preenchimento do questionário e aceitação para fornecimento de dados.

Referências Bibliográficas

- Ajayi, S. O.; Oyedele, L. O. 2018. Critical design factors for minimising waste in construction projects: A structural equation modelling approach. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 137, p. 302–313.
- Angulo, S. C. 2000. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. Universidade de São Paulo. p. 172.
- Brito, J.; Coelho, A. 2011. Generation of construction and demolition waste in Portugal. *Waste Management & Research*, p. 12.
- Careli, É. D. 2008. A resolução CONAMA nº 307/2002 e as novas condições para a gestão dos resíduos de construção e demolição. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, p. 155.
- Christini, G.; Fetsko, M.; Hendrikson, C. 2004. Environmental Management Systems and ISO 14001 Certification for Construction Firms. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 130, n. 3, p. 330–336.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2002. Resolução Conama nº 307, de 5 de Julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União*, v. 136, p. 95-96.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. 2012. Resolução nº 448 de 18 de Janeiro de 2012. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA. *Diário Oficial da União*, v. 14, p. 18-19.

- De Melo, A. B.; Gonçalves, A. F.; Martins, I. M. 2011. Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal). *Resources, Conservation and Recycling*, v. 55, p. 1252–1264.
- Eavangelista, P. P. de A.; Costa, D. B.; Zanta, V. M. 2010. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. *Ambiente Construído*, v. 71, p. 23–40.
- Huang, B.; Wang, X.; Kua, H.; Geng, Y.; Bleischwitz, R.; Ren, J. 2018. Resources, Conservation & Recycling Construction and demolition waste management in China through the 3R principle. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 129, p. 36–44.
- Jaillon, L.; Poon, C. S.; Chiang, Y. H. 2009. Quantifying the waste reduction potential of using prefabrication in building construction in Hong Kong. *Waste Management*, v. 29, n. 1, p. 309–320.
- Koskela, L.; Howell, G.; Ballard, G.; Tommelein, I. 2002. The foundations of lean construction. *Design and Construction: Building in Value*, n. December 2015, p. 211–226.
- Mália, M.; Brito, J.; Pinheiro, M. D.; Bravo, M. 2013. Construction and demolition waste indicators. *Waste Management & Research*, v. 31, p. 241–255.
- Mass, B. H.; Tavares, S. F. 2016. Light Steel Framing : uma Alternativa para os Desperdícios e Resíduos dos Materiais de Construção. *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. p. 2175–2184.
- Nagalli, A. 2014. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo, v. 1, p. 175.
- Osmani, M.; Price, A.; Glass, J. 2006. Architect and contractor attitudes to waste minimisation. *Proceedings of the ICE - Waste and Resource Management*, v. 159, n. 2, p. 65–72.
- Pinto, T. de P. 1999. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo. p. 218.
- Poon, C. S.; Yu, A. T. W.; Wong, S. W.; Cheung, E. 2010. Management of construction waste in public housing projects in Hong Kong. *Management of construction waste in public housing projects in Hong Kong*. p.16.
- Poon, C. S.; Yu, A. T. W.; Jaillon, L. 2004. Reducing building waste at construction sites in Hong Kong. *Construction Management and Economics*, v. 22, n. 5, p. 461–470.
- Portugal. Decreto-Lei nº 178/2006 de 5 de Setembro. 2006. *Diário da República*, 1.ª série nº 171 - 5 de setembro de 2006, p. 6526–6545.
- Portugal. Decreto-Lei nº 46/2008 de 12 de Março. 2007. *Diário da República*, 1.ª série nº 51 - 12 de março de 2008, v. 51, p. 1567–1574.
- Portugal. Decreto-Lei nº 73/2011 de 17 de Junho. 2011. *Diário da República* 1ª Série nº116 - 17 de junho de 2011. v. 116, p. 3251–3300.
- Rodríguez, G.; Alegre, F. J.; Martínez, G. 2007. The contribution of environmental management systems to the management of construction and demolition waste: The case of the Autonomous Community of Madrid (Spain). *Resources, Conservation and Recycling*, v. 50, n. 3, p. 334–349.
- Santos, M. F. N.; Batistelle, R. A. G.; Hori, C. Y.; Julioti, P. S. 2011. Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil. *Revista Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, v. 6, n. 2, p. 57–73.
- Souza, U. E. L.; Paliari, J. C.; Aagopyan, V.; Andrade, A. C. 2004. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. *Ambiente Construído*, v. 4, n. 4, p. 33–46.
- Styles, D.; Schoenberger, H.; Zeschmar-Lahl, B. 2018. Construction and demolition waste best management practice in Europe. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 136, p. 166–178.
- Symonds. 1999. Construction and demolition waste management practices, and their economic impacts. *European Commission DGIX*, p. 47
- USGBC - U. S. Green Building Council. 2019. LEED v4 for building design and construction, p. 160.
- Yu, A. T. W.; Poon, C. S.; Wong, A.; Yip, R.; Jaillon, L. 2013. Impact of Construction Waste Disposal Charging Scheme on work practices at construction sites in Hong Kong. *Waste Management*, v. 33, n. 1, p. 138–146.