



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO  
AMBIENTAL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

**MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA**

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E  
DEMOLIÇÃO: PROPOSTA DE FLUXO DE MATERIAIS PARA  
DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS INDUSTRIALIZADAS  
DE CONCRETO**

Salvador  
2020

**MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA**

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO:  
PROPOSTA DE FLUXO DE MATERIAIS PARA DESCONSTRUÇÃO DE  
ESTRUTURAS INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi.

Co-orientador: Prof. Msc. José Luiz Borja Fernandez.

Salvador  
2020

## Ficha Catalográfica. UCSal. Sistema de Bibliotecas

B676 Bohana, Mirela Carvalho Ribeiro

Reutilização de resíduos de construção e demolição: proposta de fluxo de materiais para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto / Mirela Carvalho Ribeiro Bohana. – Salvador, 2020.  
121 f.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi.  
Coorientador: Prof. Msc. José Luiz Borja Fernandez.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica do Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental.

1. Gestão Ambiental 2. Resíduos da Construção Civil 3. Desconstrução  
4. Construção industrializada de concreto. I. Marchi, Cristina Maria Dacach Fernandez – Orientadora II. Fernandez, José Luiz Borja – Coorientador  
III. Universidade Católica do Salvador. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
IV. Título.

CDU 628.4.036

**TERMO DE APROVAÇÃO**


MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: FLUXO DE MATERIAIS PARA  
DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

Dissertação aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre no Mestrado  
Profissional em Planejamento Ambiental.

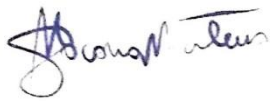
Salvador, 27 de março de 2020.

Banca Examinadora:

  
Prof. Dr. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi  
Orientadora - Universidade Católica de Salvador – UCSal

  
Prof. Msc. Jose Luiz Borja Fernandez  
Co-orientador - Universidade Católica de Salvador – UCSal

  
Prof. Dr. Juan Carlos Rossi Alva  
Membro interno - Universidade Católica de Salvador – UCSal

  
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Costa São Mateus  
Membro externo – Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, causa primeira de todas as coisas. Fonte de amor, equilíbrio e harmonia.

À minha família, pai, mãe e irmão pela torcida e incentivo sempre. Ao meu companheiro e paciente marido, Luís Cláudio, por ser meu parceiro de vida, exemplo de perseverança e otimismo. Ao meu pequeno Pedro, razão da minha vida, peço perdão pelas minhas ausências para me dedicar aos estudos. A mamãe agora é toda sua, filho!

À minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristina Marchi e ao meu co-orientador Prof. Msc. José Luiz por acreditarem no meu potencial, pelas suas orientações e estímulo. Meu muito obrigado por me proporcionarem mais essa conquista, compartilhando conhecimentos que foram preponderantes para o meu amadurecimento e crescimento profissional.

Aos professores do Programa de Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador que contribuíram com seus ensinamentos, dividindo conhecimento, que foram agregados a este estudo.

Aos meus colegas de turma pela parceria e amizade. Sem vocês essa caminhada seria muito mais difícil. Gostaria de destacar: Luana, Sandro, Silvio, Adalgisa, Arlinda, Luciana, Mariana, Mércia e Roberta. Desejo sucesso a todos!

Aos meus queridos companheiros do Grupo de Pesquisa GAMDES, que muito contribuíram para esse estudo com sugestões, parceria e palavras de incentivo.

Agradeço também a empresa citada no estudo de caso pela confiança, disponibilidade, trocas de experiências e aprendizagem no decorrer desse estudo.

Por fim, deixo meus agradecimentos a todos não mencionados que, de alguma forma, contribuíram com este trabalho.

## RESUMO

O setor da construção civil precisa incorporar o conceito de sustentabilidade às suas práticas, uma vez que é responsável pelo consumo de aproximadamente 50% das matérias-primas extraídas da natureza e gera mais de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição por ano. Sendo as pequenas construções, reformas e demolições as maiores geradoras de resíduos. A atividade de desconstrução surge como possibilidade sustentável ao setor da construção civil, uma vez que permite a reutilização de elementos como estrutura para novas construções. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo analisar as técnicas e práticas da desconstrução em lócus, tendo como referência a pesquisa bibliográfica e documental, assim como também as diretrizes da PNRS/Lei nº 12.305/2010 e da Resolução nº 307/2002 do CONAMA. A pesquisa de campo realizada apontou a importância da atividade de desconstrução como forma de garantir os objetivos das Leis e Resoluções pertinentes, no que diz respeito a hierarquia da gestão dos resíduos, reduzindo o envio de RCD para aterros de inertes. Baseado no referencial teórico e no objeto pesquisado em campo, o presente trabalho sugere um fluxo de materiais e diretrizes para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, com o objetivo de orientar os profissionais no planejamento, execução e controle desse serviço.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Resíduos da Construção Civil. Desconstrução. Construção industrializada de concreto.

## ABSTRACT

The civil construction sector needs to incorporate the concept of sustainability into its practices, since it is responsible for the consumption of approximately 50% of raw materials extracted from nature and generates more than 45 million tons of construction and demolition waste per year. Small constructions, renovations and demolitions are the biggest waste generators. Deconstruction activity emerges as a sustainable possibility for the civil construction sector, since it allows the reuse of elements as a structure for new construction. Thus, the present study aimed to analyze the techniques and practices of deconstruction in locus, having as reference the bibliographic and documentary research, as well as the guidelines of PNRS / Law nº 12.305 / 2010 and of Resolution nº 307/2002 of CONAMA. The field research carried out pointed to the importance of deconstruction activity as a way of guaranteeing the objectives of the relevant Laws and Resolutions, with regard to the hierarchy of waste management, reducing the sending of RCD to inert landfills. Based on the theoretical framework and the object researched in the field, the present work suggests a flow of materials and guidelines for the deconstruction of industrialized concrete structures, in order to guide professionals in the planning, execution and control of this service.

Keywords: Environmental Management. Waste of Civil Construction. Deconstruction. Industrialized concrete construction.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cadeia produtiva da construção civil.....	20
Figura 2 – Composição da Cadeia Construtiva da Construção Civil x participação no PIB total da cadeia (2017).....	21
Figura 3 – Empregos na construção civil no Brasil (mês de julho).....	22
Figura 4 - Cadeia de materiais da construção civil.....	24
Figura 5 - Origem dos resíduos gerados na União Europeia em 2010 .....	32
Figura 6 – Hierarquia dos Resíduos Sólidos da União Europeia.....	33
Figura 7 – Hierarquia dos Resíduos Sólidos do Brasil .....	39
Figura 8 – Formas de disposição dos RCD no solo dada pelos municípios brasileiros .....	42
Figura 9 – Cadeia de produção e fornecimento de elementos industrializados de concreto .....	51
Figura 10 – Selo de Excelência ABCIC.....	53
Figura 11 – Esboço de desconstrução de uma edificação .....	58
Figura 12 – Ciclo de vida de uma edificação.....	59
Figura 13 - Hierarquia da gestão de resíduos para operações de demolição e construção.....	60
Figura 14 – Fluxo de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto ....	69
Figura 15 – Retirada das telhas .....	73
Figura 16 – Disposição dos resíduos de telha.....	74
Figura 17 – Retirada dos resíduos de telha .....	74
Figura 18 – Retirada das terças .....	76
Figura 19 – Identificação das vigas .....	77
Figura 20 – Resíduos das paredes internas.....	78
Figura 21 – Resíduos das paredes externas.....	78



Figura 22 – Divisórias de MDF .....	79
Figura 23 – Painel elétrico.....	81
Figura 24 – Transformador de tensão elétrica.....	81
Figura 25 – Retirada de pilar .....	83
Figura 26 – Transferência de pilar para caminhão .....	84
Figura 27 – Resíduos da retirada do piso .....	85
Figura 28 – Destinação final dos resíduos das paredes e do piso .....	85
Figura 29 – Sapata para a remontagem do galpão .....	87
Figura 30 – Ferragens prolongadas do pilar.....	87
Figura 31 – Hierarquia de prioridade na desconstrução.....	91

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Outros impactos gerados pela construção civil no Brasil e no mundo..	26
Quadro 2 – Legislação sobre resíduos sólidos na UE, EUA e Japão.....	35
Quadro 3 - Benefícios alcançados pelos municípios que implementam o sistema de gerenciamento integrado sustentável de RSU .....	38
Quadro 4 – Etapas do gerenciamento dos resíduos da construção civil.....	40
Quadro 5 – Classificação e composição dos resíduos da construção civil .....	40
Quadro 6 – Leis Federais e Decretos.....	43
Quadro 7 – Resoluções do CONAMA voltadas para os RCD .....	45
Quadro 8 – Normas técnicas da ABNT que tratam sobre RCD.....	47
Quadro 9 – Ações relacionadas ao fornecimento de matérias-primas e ao processo de fabricação de elementos industrializados de concreto com base nos dados das empresas associadas à British Precast.....	51
Quadro 10 – Resumo dos benefícios da utilização da construção industrializada de concreto .....	53
Quadro 11 – Efeitos da implantação de tecnologia na produção .....	54
Quadro 12 – Impactos gerados pela construção civil x benefícios da construção industrializada de concreto.....	56
Quadro 13 - Benefícios da desconstrução .....	61
Quadro 14 – Entraves para utilização da desconstrução .....	62
Quadro 15 – Pontos considerados para promover a desconstrução.....	63
Quadro 16 – Indicadores para reutilização e reciclagem de resíduos de construções industrializadas de concreto .....	68
Quadro 17 – Serviços iniciais do estudo de caso.....	72
Quadro 18 – Resumo da destinação dos elementos e resíduos.....	88
Quadro 19 – Diretrizes para a desconstrução .....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade total de RCD coletado nos municípios brasileiros.....	25
Tabela 2 - Fonte geradora e componentes dos RCD.....	26
Tabela 3 – Déficit Habitacional no Brasil (2016).....	27
Tabela 4 – Projeção da população brasileira por idade de 2010 a 2060.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABCIC	Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto
ABRAMAT	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
ABRECON	Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CBCS	Conselho Brasileiro de Construção Sustentável
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CIB	Conselho internacional de Construção
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FIEC	<i>European Construction Industry Federation</i>
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFBQ	Instituto Falcão Bauer da Qualidade
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
JEA	Agência Ambiental Japonesa
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ODS	Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PBQB-H	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PCI	<i>American Precast/Prestressed Concrete Institute</i>
PGRCC	Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil

PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
PREPARE	<i>Preventative Environmental Protection Approaches</i>
RCRA	<i>Resource Conservation and Recovery Act</i>
RS	Resíduos Sólidos
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SINDUSCON-MG	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
WRAP	<i>Waste Reduction Potential of Precast concrete Manufactured Offsite</i>

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1 Hipótese	17
1.2 Objetivos	17
1.3 Estruturação do trabalho	17
<b>2. IMPACTOS E SUSTENTABILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>19</b>
2.1 Importância do setor	19
2.2 Os impactos ambientais do setor da construção civil	23
2.3 Sustentabilidade	28
2.3.1 Gestão de resíduos da construção e demolição	31
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>64</b>
3.1 Planejamento da pesquisa	64
3.2 Etapas da Pesquisa	66
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>69</b>
4.1 Serviços iniciais realizados na obra	72
4.2 Etapas de desconstrução	72
4.2.1 Etapa 1 – COBERTURA	73
4.2.2 Etapas 2 e 3 – PAREDES INTERNAS E EXTERNAS	78
4.2.3 Etapa 4 – ESTRUTURA	83
4.2.4 Etapa 5 – PISO	85
4.3 Proposta de diretrizes para a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto	890
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICE A – Memorial do produto</b>	<b>103</b>
<b>APÊNDICE B – Perguntas da entrevista</b>	<b>122</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O macro setor da construção civil é o caminho para a sociedade acessar a infraestrutura fundamental, para o atendimento das suas necessidades básicas, como: moradia, saúde, educação, transporte e lazer. Considerado como “setor chave”, a construção civil tem grande significância estratégica para o desenvolvimento econômico de um país, devido ao seu alto poder de encadeamento. Para Teixeira e Carvalho (2005), o apoio a indústria da construção civil deve ser uma prioridade, uma vez que esta alcança indiscriminadamente todos os setores da economia, atraindo investimentos privados, aumentando a produtividade e competitividade do parque produtivo nacional.

Entretanto, devido ao seu poder de encadeamento para trás e para frente, o setor da construção civil é considerado como grande consumidor de recursos naturais, maior gerador de volume de resíduos sólidos e responsável por expressivas emissões de gases de efeito estufa. Segundo a Abrelpe (2017), foram coletados no Brasil, em 2017, mais de 45 milhões de toneladas de resíduo de construção e demolição (RCD). Apesar da sua expressividade, esse dado não condiz com a realidade, uma vez que não contabiliza os RCD descartados pelos próprios geradores, ou os que são descartados de maneira irregular.

Esses impactos se tornaram um problema mundial, sobretudo porque em alguns países em desenvolvimento, como Índia e Jordânia, o descarte irregular de RCD já chega a proporções epidêmicas, conforme aponta a Organização das Nações Unidas (ONU, 2019).

O modo de produção linear<sup>1</sup> é considerado ultrapassado, uma vez que não considera um fator importante para a sobrevivência dos seres vivos, o equilíbrio ambiental. Visando aliar a atividade econômica à sustentabilidade, surge em 1987 o conceito de desenvolvimento sustentável, lançado pelo Relatório de Brundtland, fruto das discussões geradas na Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. O desenvolvimento sustentável definido pelo relatório trata de um novo modelo de desenvolvimento, pautado em assegurar as necessidades da

---

<sup>1</sup> O modo de produção linear é aquele baseado na extração - produção – consumo – descarte.

presente geração, sem colocar em risco a possibilidade de atendimento às necessidades das futuras gerações.

Deve-se considerar que a construção civil tem grande participação no atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que é através dela que se obtém toda a infraestrutura para o alcance dessas metas da Agenda 2030. Desta forma, é de fundamental importância que o setor também adote o conceito de sustentabilidade, incorporando padrões de produção que reduzam a geração de RCD e, adotando tecnologias que minimizem o consumo de matéria-prima e de energia, reduzindo também a emissão de CO<sub>2</sub> para o meio ambiente.

Como mudança no cenário do setor da construção civil, tecnologias voltadas para a gestão dos RCD também devem ser consideradas, acompanhando o fluxo desses resíduos, desde a sua geração até o descarte. Conhecer e analisar esse fluxo permite atuar com medidas corretivas visando a redução, assim como também possibilita a reutilização e a reciclagem, fazendo a cadeia produtiva da construção civil deixar de ser linear para se tornar circular.

Diante da preocupação do setor da construção civil frente aos problemas ambientais causados pela sua atuação, a construção industrializada de concreto traz possibilidades como a agilidade da execução da obra e menor desperdício (AHMAD BARI et al., 2019, p. 110). Ademais, a construção industrializada de concreto permite a desconstrução das edificações.

A desconstrução é o processo de retirar os elementos pertencentes a estrutura de uma edificação e reutilizá-los em outra construção. Segundo Couto e Couto (2010), a desconstrução traz para o mercado itens que podem ser usados em outras construções, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros.

A presente pesquisa investigou o gerenciamento de RCD nas atividades de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto de uma obra em Simões Filho-Ba, com a finalidade de reduzir os impactos ambientais no setor da construção civil, propondo um fluxo de materiais que possa auxiliar no planejamento, execução e controle da atividade de desconstrução.

Diante do exposto, a pergunta que norteou este projeto foi: Em que medida o desenvolvimento de um fluxo de materiais de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto pode contribuir para a minimização de RCD?



## 1.1 Hipótese

Uma vez que 59% da massa total de RCD gerados nos municípios brasileiros têm origem em reformas, ampliações e demolições, contribuindo para os impactos ambientais gerados pelo setor e, diante dos instrumentos legais e normativos que discorrem sobre o manejo dos RCD, a hipótese desta pesquisa admite que é possível estabelecer um fluxo de materiais, para a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, apresentando solução para a fase final do seu ciclo de vida.

## 1.2 Objetivos

O presente estudo teve como objetivo principal investigar o gerenciamento de RCD nas atividades de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, com a finalidade de contribuir com proposta para a redução dos impactos ambientais dos resíduos do setor da construção civil.

Além disso, teve como objetivos específicos:

- i) Levantar o estado da arte da gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos do setor da construção civil.
- ii) Realizar uma pesquisa de campo em canteiro de obra no município de Simões Filho-Ba, onde ocorra atividade de demolição e desconstrução, com foco na reutilização dos elementos desmontados e na correta destinação dos RCD gerados.
- iii) Propor um fluxo de materiais para desconstrução por etapa de processo, além de diretrizes, que auxiliem na minimização dos impactos que os RCD trazem ao meio ambiente.

## 1.3 Estruturação do trabalho

A dissertação foi estruturada em cinco capítulos, descritos a seguir:

O capítulo 1 traz a introdução do trabalho, onde são apresentados o objeto de estudo com a justificativa, a pergunta norteadora, a hipótese, os objetivos geral e específico e a estruturação do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma análise da cadeia produtiva da construção civil, descrevendo a sua importância na economia do país, através do indicador do produto interno bruto (PIB), o poder de encadeamento do setor com a geração de emprego, renda e impostos, além de discorrer sobre impactos causados por esse setor. O capítulo trata também da sustentabilidade na construção civil, da gestão dos RCD, além de discorrer sobre as políticas públicas ambientais no mundo e no Brasil, sobretudo a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei nº 12.305/2010. Posteriormente, são apresentados conceito e importância da construção industrializada de concreto, como também sobre a desconstrução.

O capítulo 3 mostra a metodologia utilizada na pesquisa, realizada com a coleta de dados primários através de pesquisa de campo, por meio do método de observação *in loco* de pesquisa, usando como instrumento o registro fotográfico. Os dados secundários foram obtidos com a pesquisa bibliográfica e documental. Apresenta-se também a classificação, as etapas, o desenho metodológico, as variáveis e os indicadores da pesquisa.

O capítulo 4 analisa e discute os resultados da pesquisa de campo tendo como referência o referencial teórico e os marcos legais e normativos, a Lei nº 12.305/2010 e a Resolução nº 307/2002.

Por fim, no capítulo 5, são apresentadas as conclusões do trabalho de pesquisa.

## **2. IMPACTOS E SUSTENTABILIDADE NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **2.1 Importância do setor**

Em todo o mundo a atividade da construção tem grande importância econômica para um país. No caso dos países em desenvolvimento, essa participação ganha ainda maior destaque, pois permite o acesso a infraestrutura básica para o crescimento econômico. Os setores identificados como estrategicamente importantes, para o crescimento dinâmico de um país ou região, são os que exercem forte impacto na economia e que possuem grande encadeamento para trás e para frente (TEIXEIRA e CARVALHO, 2005, p. 10), sendo que esta situação ainda existe na atualidade. Segundo Breitbach (2009), a construção civil mobiliza elevados recursos financeiros e tem grande potencial de geração de empregos, de forma direta e indireta, mas também contribui para o dinamismo de muitos segmentos industriais e de serviços.

Agopyan et al. (2011) defendem que é a construção civil quem produz a estrutura básica para o desenvolvimento das atividades humanas, dimensionada pelas necessidades do homem e do planeta, não podendo essa escala ser reduzida, apesar de ter tido seu espaço disponível diminuído, para algumas camadas da população. Com a crescente demanda humana, a carência por ambiente construído estimula o crescimento do macro setor da construção civil. Para Fernandez (2018),

O macro-setor da construção civil é de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social do Brasil, seja por sua elevada participação no Produto Interno Bruto – PIB ou pela capacidade de movimentar e dinamizar os serviços e setores industriais em grande número, seja pela expressiva geração de empregos ou, ainda, pela capilaridade regional e diversidade produtiva (FERNANDEZ, p. 23, 2018).

Corroborando com esse conceito, Coutinho (2013) e Breitbach (2019) acrescentam que os vastos gêneros industriais envolvidos respondem por diversos insumos e serviços, que repercutem sobre a economia e principalmente na indústria de transformação, impactando na geração de produto, emprego, renda, impostos, expansão de investimentos, entre outros.

Teixeira e Carvalho (2005) afirmam que dotar uma região ou país de infraestrutura traz investimentos do setor privado e qualidade de vida para a sociedade, além de ampliação de mercado, facilidades comerciais, integração entre regiões e difusão de novas tecnologias, causando um efeito propulsor na expansão econômica.

A cadeia da construção é ampla, sendo composta por variados setores responsáveis pelas diversas etapas de produção. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Materiais da Construção (ABRAMAT, 2018), a cadeia da construção civil é composta por: (a) Indústria da construção civil, (b) Indústria de materiais, (c) Comércio de materiais, (d) Serviços, (e) Máquinas e equipamentos, conforme figura 1. Coutinho (2013) enfatiza que a indústria da construção civil é o núcleo da cadeia produtiva, pois é a responsável pela produção dos segmentos envolvidos, permitindo o funcionamento dos setores que a circundam.

Figura 1 – Cadeia produtiva da construção civil



Fonte: Construbusiness, 2016.

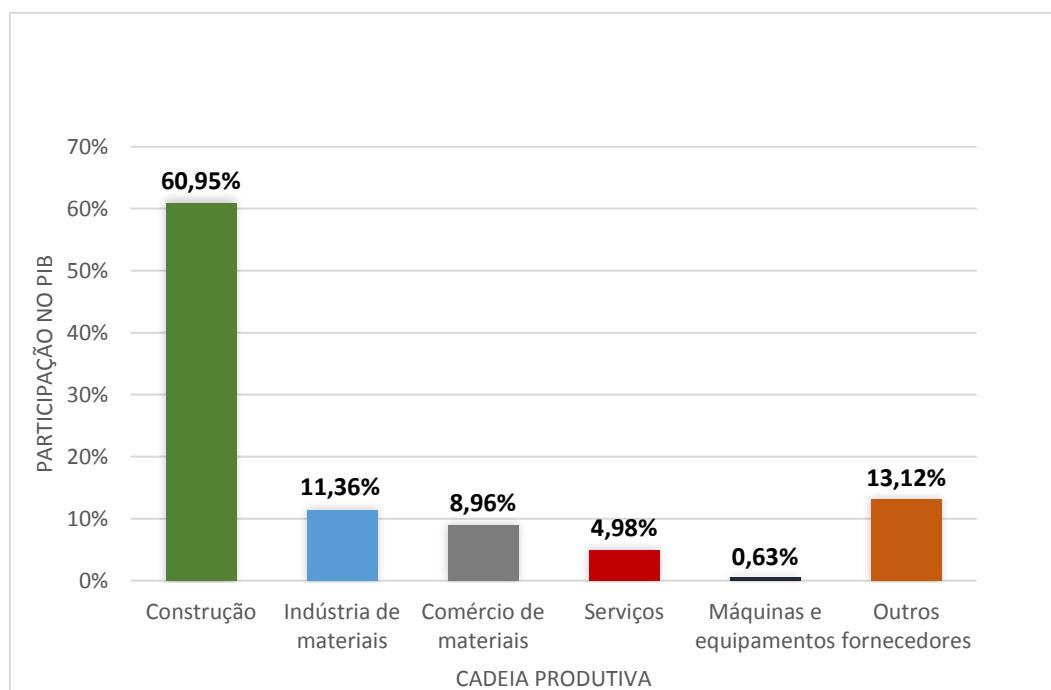
O macrocomplexo da construção civil é sensível aos aspectos-econômicos de cada região, tendo maior representatividade em países que se encontram em desenvolvimento, pois carecem de investimentos em grandes obras de infraestrutura. Meyers (2013) aponta que em países em desenvolvimento, o setor da construção civil

pode representar de 15 a 20% do PIB, reduzindo a sua participação ao passo que a economia se desenvolve e a necessidade por produtos de construção diminui.

Segundo a ABRAMAT (2018), a cadeia da construção civil no Brasil contribuiu com 8,57% do PIB de 2017, gerando R\$ 182.354 milhões de arrecadações tributárias. Apesar de serem números relevantes, eles não expressam todo o potencial da cadeia produtiva, uma vez que retratam o período de crise econômica em que o país se encontra. Porém, Agopyan et al. (2011) apontam que existe uma perspectiva de que o setor da construção civil cresça duas vezes e meia em todo o mundo no período entre 2010 e 2050. Para o Brasil, a previsão é que ele dobre de tamanho até 2022.

A figura 2 revela que o setor da construção civil é o que opera maior impacto na economia, sendo responsável por 60,95% do PIB do macro setor, demandando serviços e produtos gerados por outros setores, fazendo mover a engrenagem da cadeia produtiva. Teixeira e Carvalho (2005) enfatizam que em países em desenvolvimento, considerando que os recursos são escassos, existe a necessidade de se identificar setores-chave para o crescimento econômico, dando prioridade a setores que produzem efeitos mais favoráveis à economia.

Figura 2 – Composição da Cadeia da Construção Civil x participação no PIB total da cadeia (2017)

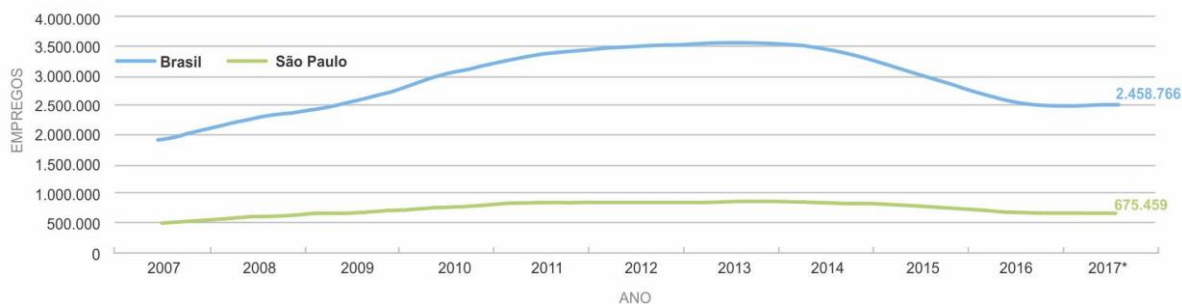


Fonte: ABRAMAT, 2018. Elaborado pela autora.

Além disso, vale destacar que para se ter maior dinamismo no macrocomplexo da construção civil é fundamental a capacitação da mão-de-obra. Ghinis e Fochezatto (2013) salientam, como característica marcante do processo produtivo da construção civil, a acentuada participação de mão-de-obra.

Segundo a CBI (2002), a indústria da construção é considerada o maior empregador industrial do mundo, contabilizando 111 milhões de funcionários. Observando a figura 3, pode-se perceber que em 2013 o número de empregos na construção civil no Brasil ultrapassou a marca de 3,5 milhões, tendo um declínio em 2017 devido à crise econômica.

Figura 3 – Empregos na construção civil no Brasil (mês de julho)



Fonte: FGV, 2017. Dados até março de 2017.

Segundo Ghinis e Fochezatto (2013), a construção civil é um dos setores que mais impacta diretamente na redução da pobreza, pois emprega grande parte da mão-de-obra com baixa escolaridade.

Fato é que o setor da construção civil tem grande expressividade no desenvolvimento econômico e social de um país, entretanto, é considerado como maior consumidor de recursos naturais não-renováveis, gerador de expressivos volumes de resíduos sólidos urbanos, modificador da paisagem do ambiente natural, além de outros tantos impactos ambientais e efeitos nocivos à saúde humana.

## 2.2 Os impactos ambientais do setor da construção civil

O CBCS (2014) aponta que a indústria de materiais da construção civil é responsável pelo consumo de aproximadamente 50% das matérias-primas extraídas da natureza. E destaca que os produtos gerados por essa cadeia são em sua maioria compostos por silício, ferro, alumínio e calcário, abundantes hoje no planeta, porém recursos naturais não renováveis.

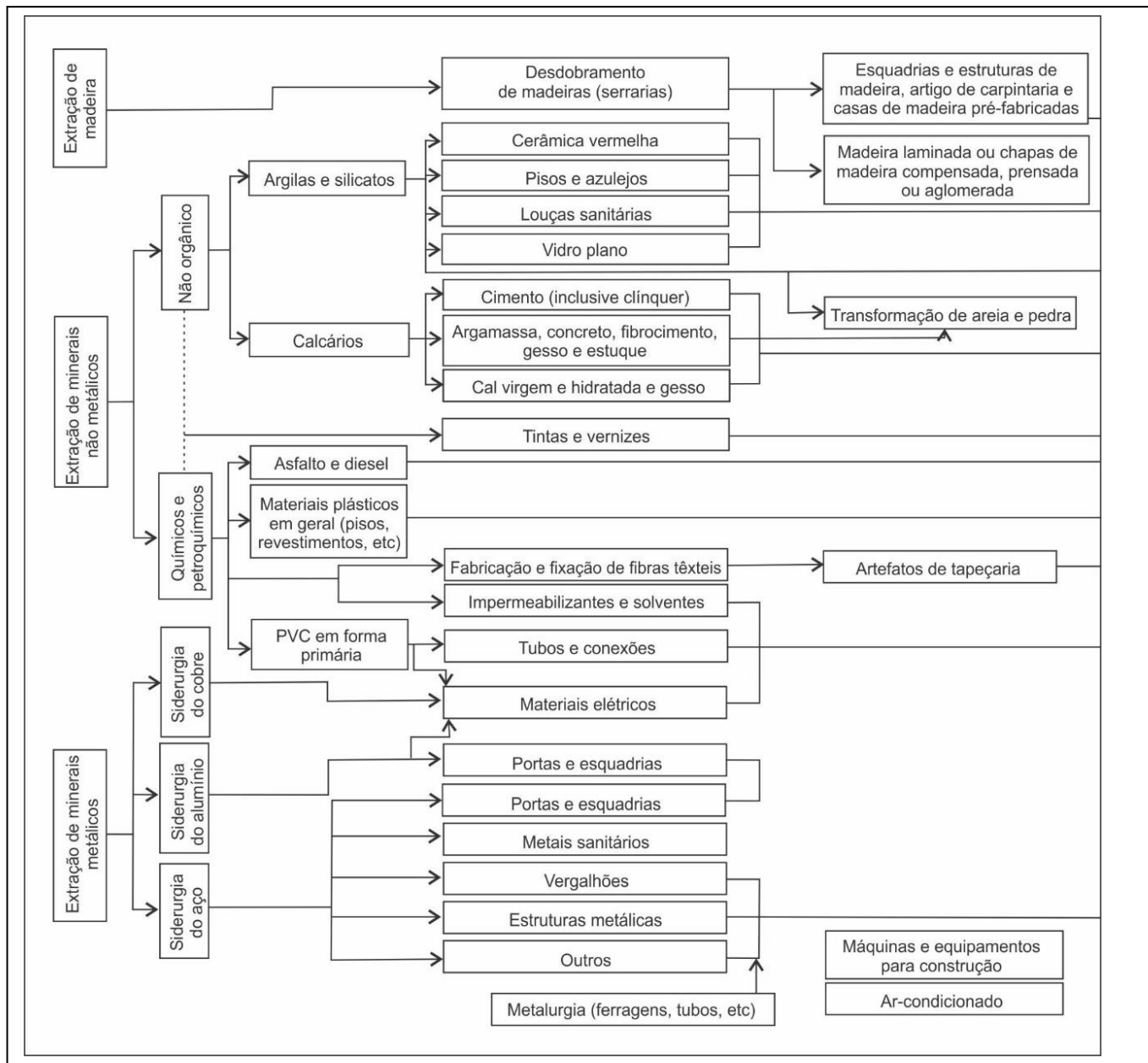
Para Karpinsk (2009), os grandes volumes de materiais envolvidos na construção e nas atividades dos canteiros de obras, são os maiores responsáveis pelos elevados índices de resíduos produzidos nas áreas urbanas, depositados de maneira indistinta e desregrada em locais de fácil acesso, como por exemplo, terrenos baldios.

Para este estudo, a terminologia utilizada foi resíduos de construção e demolição (RCD), uma vez que ele se encaixa ao conceito de resíduos de construção civil (RCC) estabelecido pela Resolução 307/2002 do CONAMA que é

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (BRASIL, 2002, p. 1).

Os RCD são frutos da vasta variedade de materiais utilizados no macrocomplexo da construção civil, durante o processo de produção de materiais e componentes de construção, desde atividades extrativas, até a indústria química. Na figura 4, pode-se observar que alguns setores atendem também a outros mercados, como por exemplo: plástico, vidro e fibras têxteis.

Figura 4 – Cadeia de materiais da construção civil



Fonte: ABRAMAT, 2007.

Todas as etapas da enorme cadeia da construção civil envolvem recursos ambientais, econômicos e causam impactos sociais, que atingem, não apenas os seus usuários, mas os cidadãos, empresas e órgãos governamentais (AGOPYAN et al., 2011, p. 14).

Segundo a CBCS (2014), a indústria de materiais consome aproximadamente 50% dos recursos naturais extraídos. O fato desses recursos naturais serem



encontrados em abundância e terem baixo custo em algumas regiões, faz com que não se tenha grande preocupação com desperdícios e perdas nos canteiros de obras.

Estudos realizados por Pinto (1999) comprovam que nas cidades de grande e médio porte, 25% dos produtos utilizados no processo construtivo é considerado perda e destes, 50% se tornam entulho.

Segundo o relatório da ABRELPE (2017), em 2017 foram coletados nos municípios brasileiros o total de 45 milhões de toneladas de RCD, apresentando uma redução de apenas 0,1% quando comparado ao ano anterior (tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade total de RCD coletado nos municípios brasileiros

Região	2016		2017	
	RCD Coletado (t/dia)	Índice (kg/hab/dia)	RCD Coletado (t/dia)	Índice (kg/hab/dia)
<b>Brasil</b>	<b>123.619</b>	<b>0,60</b>	<b>123.421</b>	<b>0,594</b>

Fonte: ABRELPE, 2017.

Apesar dessa redução, esses valores não expressam a real situação dos resíduos de construção e demolição, uma vez que não contabiliza os resíduos descartados irregularmente ou coletados pelos próprios geradores. Esta situação foi verificada por Booz et al. (1994) *apud* Vilhena (2018) cujo estudo apontou que 50,3% dos RCD têm origem nas autoconstruções (construção, reformas e demolições domiciliares), onde são geradas muitas perdas de materiais, devido, principalmente, à mão-de-obra não qualificada.

Pinto (1999) afirmava que dentre os RCD gerados pelas cidades brasileiras, 59% são provenientes de obras de reformas, manutenção e demolições. Observa-se que a situação ainda permanece atualmente.

A variabilidade dos componentes dos resíduos está relacionada a fonte geradora, sendo o concreto o material com maior prevalência nos RCD gerados pela atividade de demolição, como se pode observar na tabela 2.

Tabela 2 - Fonte geradora e componentes dos RCD

COMPONENTES	%				
	TRABALHOS RODOVIÁRIOS	ESCAVAÇÕES	SOBRAS DE DEMOLIÇÕES	OBRAS DIVERSAS	SOBRAS DE LIMPEZA
Concreto	48	6,1	54,3	17,5	18,4
Tijolo	-	0,3	6,3	12,0	5,0
Areia	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
Solo, poeira e lama	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
Rocha	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
Asfalto	23,6	-	1,6	1	0,1
Metais	-	0,5	3,4	6,1	4,4
Madeira	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
Papel/material orgânico	-	1,0	1,6	2,7	3,5
Outros	-	-	0,9	0,9	2,0

Fonte: Levy, 1997 *apud* IPEA, 2012.

A excessiva geração de resíduos e o consumo de matéria-prima não renovável são os principais aspectos da construção civil, mas não são os únicos. Aliados a eles tem-se também o consumo de energia, emissões de gases de efeito estufa, consumo de água e outros problemas de saúde pública em geral, especificados no quadro 1.

Quadro 1 – Outros impactos gerados pela construção civil no Brasil e no mundo

IMPACTO	CENÁRIO
Consumo de energia	- Setor de edificações: maior consumidor final de energia elétrica no mundo (CBCS, 2014, p. 47).

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EUA e Europa: construções consomem 45% de toda a energia gerada no mundo (KATS, 2010, p. 1).</li> <li>- Espanha: 32% (Wadel et al., 2010, p. 3).</li> <li>- Brasil: 48,5% (CBCS, 2014, p. 47).</li> </ul>
Emissões de gases de efeito estufa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emissões mundiais de CO2 no setor de transportes: 8,1% (Agopyan et al., 2011).</li> <li>- Emissões mundiais de CO2 no uso dos edifícios: 25% (Agopyan et al., 2011).</li> <li>- Emissões de CO2 na Europa: 30% - macrocomplexo da construção civil (Torgal e Jalili, 2010, p. 23).</li> </ul>
Consumo de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No mundo: a construção civil consome de 50 a 84% de água potável (CBCS, 2009, p. 2).</li> <li>- Na Espanha (construção e o uso das edificações): 17% (Wadel et al., 2010, p. 39).</li> </ul>
Saúde Pública	Deslizamentos, obstrução de drenagens ou leitos de rios e inundações, causados pelo lançamento irregular de RCD (Vilhena, 2018, p. 171).
	Alterações hidrológicas, hidrogeológicas e de estabilidade das formações rochosas, causados pela extração de recursos naturais (Brasileiro et al., 2015, p. 178).
	Poluição sonora e contaminação perigosa por resíduos tóxicos (CIB, 2002, p. 20).

Fonte: Elaborado pela Autora.

Estudiosos preveem ainda mais impactos da construção civil no futuro, uma vez que o déficit habitacional no país ainda é alto (tabela 3) e as projeções da população brasileira (tabela 4) apontam um envelhecimento da população, necessitando de novas moradias e adaptação das existentes, além da necessidade de construções comerciais, serviços e áreas de lazer voltados para esse novo perfil, conforme o CBCS (2014).

Tabela 3 – Déficit Habitacional no Brasil (2016)

<b>Região</b>	<b>Total absoluto</b>	<b>% por região</b>
Região Norte	645.537	10,16

Região Nordeste	1.971.856	31,02
Região Sudeste	2.482.855	39,06
Região Sul	734.115	11,55
Região Centro-Oeste	521.381	8,20
<b>BRASIL</b>	<b>6.355.744</b>	<b>100</b>

Fonte: CBIC, 2018. Adaptado pela autora.

Tabela 4 – Projeção da população brasileira por idade de 2010 a 2060

<b>Grupo Etário</b>	<b>2010</b>	<b>2018</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2050</b>	<b>2060</b>
0-19	33,53%	29,23%	25,45%	22,95%	20,99%	19,95%
20-39	33,27%	32,77%	28,48%	25,43%	24,22%	23,02%
40-54	18,19%	19,40%	21,59%	21,33%	19,61%	18,51%
55-69	10,21%	12,65%	15,42%	17,91%	19,49%	19,30%
70-89	4,57%	5,60%	8,47%	11,41%	14,13%	17,00%
90+	0,23%	0,35%	0,60%	0,96%	1,56%	2,23%

Fonte: IBGE, 2018. Elaborado pela autora.

Diante disso, é urgente a necessidade de implementação de práticas sustentáveis de construção, pois ainda é grande a necessidade por ambientes construídos para atender a demanda socioeconômica.

Segundo Agopyan et al. (2011), a sociedade está cada vez mais esclarecida e exigente em relação a ações que promovam a preservação do meio ambiente, forçando a indústria, os empresários e os órgãos governamentais a mudanças tecnológicas e de comportamento na busca por soluções, que minimizem os impactos gerados por sua atuação.

Desta forma, é necessário um conjunto de diretrizes que tenham como objetivo a mudança no processo produtivo, pautado nos conceitos da sustentabilidade, incorporando novas tecnologias e materiais, na busca pela redução na geração de resíduos e no consumo de matéria-prima não-renovável, além da utilização de materiais mais duráveis e recicláveis.

## 2.3 Sustentabilidade

A discussão sobre a necessidade de um olhar mais cuidadoso sobre o meio ambiente não é algo recente. Segundo a ONU (2019a), os movimentos ambientalistas datam do século XIX. Desde então, diversos acontecimentos sobre o tema ficaram marcados na história.

Em 1962, a publicação do livro “Primavera Silenciosa”, alertava as pessoas para o uso descontrolado de pesticidas nas plantações dos EUA, trazendo alterações celulares nas plantas e comprometendo a saúde dos seres humanos. O livro foi responsável por grande discussão sobre os impactos do avanço da tecnologia na vida das pessoas. Segundo Bonzi (2013), essa obra foi considerada um marco no movimento ambientalista moderno.

Em 1972 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em Estocolmo, gerando um manifesto ambiental cujo objetivo era alertar o mundo para a necessidade de preservação e melhoria do meio ambiente (ONU, 2019). Considerado como o primeiro grande evento ambiental, seu manifesto deu origem a agenda ambiental do Sistema das Nações Unidas.

Foi publicado em 1987, o relatório Nosso Futuro Comum, mais conhecido como Relatório Brundtland, pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Esse documento trazia o conceito de desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (COMISSÃO..., 1991, p. 46).

Mais tarde, em 1992, foi realizada no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), conhecida como Rio92. Nessa oportunidade, os 179 países participantes assinaram a Agenda21 Global, assumindo o compromisso internacional de planejamento estratégico voltado para aspectos ambientais, econômicos e sociais, na busca pelo desenvolvimento sustentável. Agopyan et al. (2011) destacam que a Agenda21 repercutiu mundialmente em todas as áreas, trazendo destaque para o movimento ambientalista.

A partir da CNUMAD foi criada a Comissão das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável (CDS), que tem por finalidade dar consultoria aos países para que eles alcancem os objetivos listados na Agenda21, além de inspecionar seus resultados.

O conceito de desenvolvimento sustentável foi formulado e aperfeiçoado, baseado na evolução histórica de conceitos voltados ao tema, a partir da comprovação dos efeitos danosos da ação do homem sobre o meio ambiente (AGOPYAN et al., 2011 p. 27).

A CIB (2002) conceitua desenvolvimento sustentável como processo contínuo de manter um equilíbrio dinâmico entre as demandas das pessoas para a equidade, a prosperidade e qualidade de vida, e o que é ecologicamente possível. E continua afirmando que o desenvolvimento sustentável é o meio de manter o equilíbrio entre as necessidades humanas e a saúde do planeta.

Para Agopyan et al. (2011), vários são os conceitos de sustentabilidade, mas todos convergem para a necessidade de mudanças no modo de vida das pessoas, na forma de produzir e de fazer negócios. Quanto a isso, a CIB (2002) enfatiza

Os clientes precisam exigir um ambiente construído mais sustentável, os profissionais precisam adotar e promover práticas de construção sustentável através do seu trabalho, a indústria da construção precisa comprometer-se a seguir os processos de construção sustentáveis e órgãos reguladores precisam incentivar, capacitar e reforçar a construção sustentável (CIB, 2002, p. 1).

Buscando envolver todos os países na busca por soluções para a problemática ambiental, em 2015, na sede da ONU em Nova York, líderes mundiais analisaram os resultados da Agenda21 e concluíram pela atualização desse documento, uma vez que pouco se avançou na solução dos problemas socioambientais, sendo necessário reafirmar o compromisso de garantir a equidade social, a preservação do meio ambiente, a paz e harmonia entre os povos. Nesse momento foi lançada a Agenda 2030, contendo 17 objetivos e 169 metas para o Desenvolvimento Sustentável. A ONU (2019b) alerta para a necessidade urgente de medidas ousadas e transformadoras, que assegurem um caminho sustentável para o mundo.

Devido a importância do setor da construção civil para o desenvolvimento econômico de um país e, principalmente, por ele fornecer toda a infraestrutura necessária para a qualidade de vida das pessoas, esse setor tem grande importância na garantia dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Para o oferecimento de infraestrutura e cidades resilientes e sustentáveis, metas da Agenda 2030, Agopyan et al. (2011) enfatizam a necessidade de investimento em materiais e tecnologias sustentáveis, que visem reduzir significativamente os problemas ambientais causados pela construção civil. Para Pinto (2005), o setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva de grande magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente.

Para a garantia da sustentabilidade na construção civil, é fundamental a redução do consumo de matéria-prima e geração de resíduos. Para a CBCS (2014), a promoção da industrialização da construção permitirá reduzir as perdas e, em consequência, os impactos ambientais da construção. Por isto, destaca que a sustentabilidade depende da inovação e sugere a criação de um programa de fomento àecoinovação, como uma ferramenta de potencial significativo de retorno ambiental e de ganho de competitividade da indústria. Corroborando com essa ideia, Agopyan et al. (2011) acrescentam que o aumento da sustentabilidade do setor depende de soluções em todos os níveis, articuladas dentro de uma visão sistêmica.

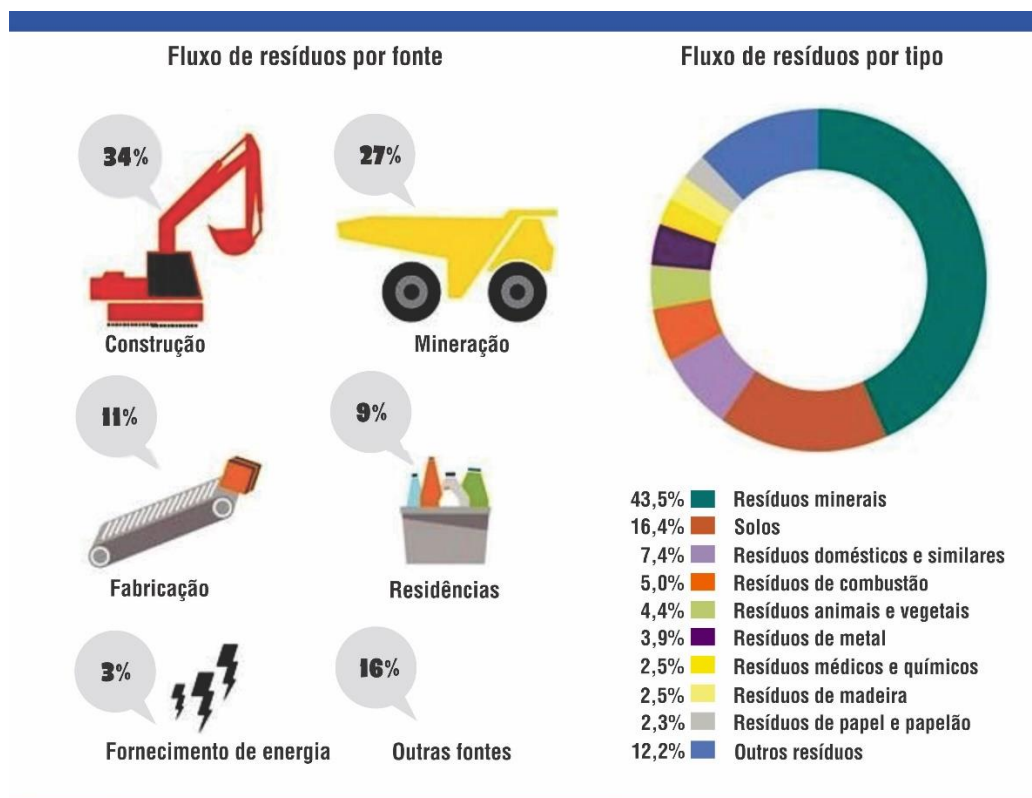
### 2.3.1 Gestão de resíduos da construção e demolição

#### 2.3.1.1 No mundo

Os impactos da construção civil não se restringem ao Brasil, eles são problemas mundiais. A EPA (2015) prevê que a população mundial poderá chegar, nas próximas décadas, a 11 bilhões de pessoas, e destas, 80% irá residir em cidades, aumentando a demanda por bens de consumo, comprometendo ainda mais os recursos naturais do planeta.

Dados divulgados pela European Environment Agency – EEA (2014) apontam que em 2010, nos 28 países da União Europeia e na Noruega, cerca de 60% dos resíduos gerados vem das atividades de construção e mineração. Deste montante, 34% tem origem nas atividades de construção e demolição, conforme observado na figura 5.

Figura 5 - Origem dos resíduos gerados na União Europeia em 2010.



Fonte: EAA, 2014.

Nos Estados Unidos, as estimativas da EPA (2017) apontam que são produzidos de 230 a 530 milhões de toneladas de RCD por ano, podendo a composição destes variar conforme a fonte, atividade ou região geográfica em que se encontram. No Japão são produzidos por ano 77 milhões de resíduos de concreto (WIMALA et al., 2011, p. 1). Na Espanha, a construção e utilização de edifícios geram de 30 a 40% de RCD (WADEL et al., 2010, p. 39).

Segundo Couto e Couto (2010), as obras de demolição geram o dobro de volume de resíduos de uma obra de construção. Nos EUA são gerados 65 milhões de toneladas (48%) de resíduos de demolição, 60 milhões de toneladas (44%) de resíduos de reforma e 11 milhões de toneladas (8%) de novos resíduos de construção (LANGUELL, 2001, p. 16).

Nos centros urbanos de Portugal, segundo Couto e Couto (2010), as construções são consideradas grandes geradores de resíduos, uma vez que os projetos na sua maioria necessitam de demolição parcial ou total.



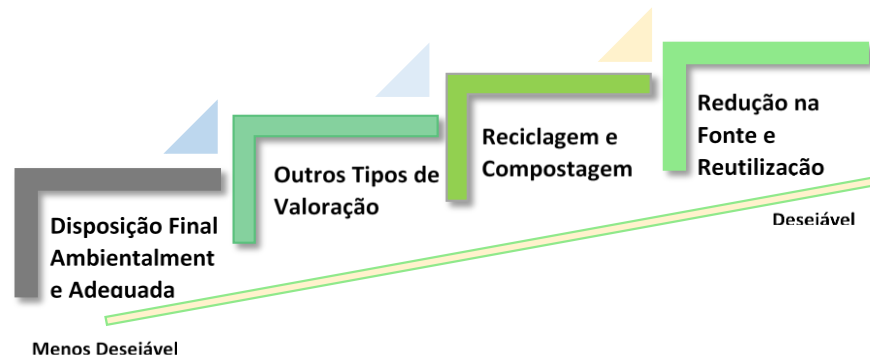
Já no Irã, conforme Saghafi e Teshnizi (2011), há uma grande quantidade de edifícios demolidos por ano, em razão de já atingirem seu período de vida útil, considerando que essas construções datam de 1960 ou até mesmo antes disso. Ademais, tem-se também como causa de demolição nesse país os desastres naturais, o comprometimento da segurança das edificações e a necessidade de uso do espaço para construções que atendam maior número de habitantes.

Horst et al. (2005) realizaram um estudo onde se observou que a maioria das construções demolidas na cidade de Minneapolis/St. Paul tiveram como causa a revitalização da área, como por exemplo, ampliação ou obsolescência técnica, onde a reabilitação do imóvel foi considerada onerosa. Fato é que, diferente do que se pensava, a causa principal para a maioria dos casos de demolição observados no estudo não tinha relação com a qualidade estrutural da construção. Sendo assim, foram perdidos materiais e componentes que ainda apresentavam condições técnicas de uso, acarretando em novos impactos ambientais para atender às necessidades da nova construção.

No que se refere a gestão dos RCD, a Comissão Europeia (2000) destaca que o plano de gerenciamento de resíduos precisa ter como prioridade a prevenção e a minimização na geração de resíduos.

A Diretiva 2008/98/CE da União Europeia e Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos - EPA incentivam a redução na fonte, como ação prioritária na gestão dos resíduos. A UE (2018), por meio da Diretiva 2018/851, aprimorou a hierarquia de gestão de resíduos, conforme destacada na figura 6, onde classifica as várias estratégias de gerenciamento mostrando, da maior para a menor, as ações ambientalmente prioritárias.

Figura 6 – Hierarquia dos Resíduos Sólidos da União Europeia



Fonte: Diretiva (UE) 2018/851. Adaptado por Marchi, 2019.

A EPA (2019) difunde, como exemplo de medidas de redução na geração dos RCD, a preservação de edifícios existentes ao invés de novas construções; otimização do tamanho dos novos edifícios; projetos de novos edifícios que contemplem a adaptabilidade como forma de prolongar sua vida útil; usando métodos de construção que permitam desmontar e facilitar a reutilização de materiais, empregando técnicas alternativas de enquadramento, reduzindo acabamentos interiores, e além de outros. Além de alterar o projeto de edifícios, sistemas e materiais de construção, os esforços de redução na origem dos RCD incorporam contratos de compra que evitam que materiais e embalagens em excesso cheguem ao canteiro de obras.

### Políticas públicas voltadas para o gerenciamento de resíduos no mundo

Segundo Jucá et al. (2014), os Estados Unidos possuem uma agência reguladora federal responsável pela implementação das leis ambientais, a *Environmental Protection Agency* (EPA). Ela é voltada para a administração e cumprimento das leis federais, que protegem a saúde humana e do meio ambiente.

Além disso, nesse país a lei federal, *Resource Conservation and Recovery Act* – RCRA, estabelece diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. Baseado nela, cada estado regula o manejo dos seus resíduos. Já a União Europeia tem sua legislação ambiental pautada em diretivas, voltadas para a regulação dos RSU.

Apesar disso, cada país pode adotar suas próprias regras para a implementação e sanção das diretivas, entretanto, ficam obrigados a apresentar um plano de gestão.

No Japão, segundo Jucá et al. (2014), a legislação federal é única e deve ser aplicada em todos os municípios. Ela é ancorada na Lei de Gestão de Resíduos e da Limpeza Pública e regulada pela Agência Ambiental Japonesa (JEA), responsável pela gestão dos resíduos sólidos no país.

O quadro 2 apresenta um resumo das principais leis internacionais sobre a gestão dos resíduos sólidos urbanos.

Quadro 2 – Legislação sobre resíduos sólidos na UE, EUA e Japão.

PAÍS	LEGISLAÇÃO	OBJETO
<b>União Europeia</b>	Diretiva 75/442/CEE, do Conselho da UE.	Uniformização do tratamento dos RS nos Estados-membros.
	Diretiva 91/156/CEE, do Conselho da EU	Reutilização e reciclagem; prevenção ou redução da produção, da nocividade e periculosidade dos RS.
	Diretiva 94/62/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da UE.	Prevenção e redução dos resíduos de embalagens e o seu impacto no ambiente.
	Diretiva 1999/31/CE, do Conselho da UE.	Redução dos impactos sobre o ambiente relacionados aos resíduos que vão para os aterros.
	Diretiva 2000/76/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da UE.	Prevenção ou redução dos efeitos negativos da incineração e coincineração de resíduos.
	Diretiva 2006/12/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da EU	Enquadramento legal para o tratamento dos resíduos na comunidade.
	Diretiva 2008/98/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da UE.	Prevenção ou redução dos impactos da geração e gestão de resíduos e da utilização dos recursos.
<b>Estados Unidos da América</b>	Lei de Resíduos Sólidos (Solid Waste Disposal Act) – 1965	Define RS e indica métodos ecologicamente racionais para a disposição dos resíduos.
	Lei de Conservação e Recuperação de Recursos (Resource Conservation and Recovery Act – RCRA) – 1976	Orientações para a gestão de RS não perigosos e autoriza a EPA para controlar os RS perigosos.
	Emendas de resíduos sólidos e perigosos (Hazardous Solid Waste Amendments – HSWA) – 1984.	Ampliam o âmbito e os requisitos do RCRA. Exigem da EPA regulamentação dos reservatórios subterrâneos. Estabelecem diretrizes e condições para operação e licenciamento da destinação de RS em aterros sanitários.
<b>Japão</b>	Lei básica do Meio Ambiente.	Protege o meio ambiente.
	Lei para a utilização eficiente de recursos.	Rege a utilização dos RS e prevê reciclagem e reutilização.
	Lei Fundamental para o estabelecimento do “Ciclo de Materiais”.	Estabelece a Material Cycle Society (SMC), fornecendo os princípios para gestão de resíduos japonesa.
	Lei de Gestão de Resíduos e Limpeza Pública.	Redução na produção de resíduos, tratamento de RS, instalação de estações de tratamento, regulamento sobre empresas de serviços para resíduos, criação de normas de tratamento de resíduos, etc.

Fonte: JUCÁ et al., 2014.

Nos EUA, cada estado tem jurisdição para realizar o gerenciamento dos seus RSU, o que cria diferenças na gestão dos RCD e até mesmo na classificação destes. Com isso, alguns departamentos estaduais isentam determinados tipos de RCD de diretivas voltadas para os RSU, flexibilizando a destinação desses resíduos, enquanto que em outros estados, esses mesmos resíduos podem ser proibidos de serem enviados para aterros, impondo ao gerador optar por outras práticas de manejo como reciclagem ou reutilização (EPA, 2017, p. 42).

Na União Europeia, a Diretiva 2008/98/CE objetiva transformar a sociedade europeia em uma referência em reciclagem, com elevado nível de eficiência dos recursos. Essa lei estabelece que os países membros precisam se estruturar para, em até 2020, atingirem a meta de recuperar, reciclar ou reutilizar, no mínimo, 70% dos RCD.

Em maio de 2018, o Parlamento Europeu deliberou a Diretiva (UE) 2018/851, ampliando as metas estabelecidas na Diretiva 2008/98/CE. O que se propõe é preparar os países membros para ampliarem as atividades de reutilização e reciclagem na busca da “gestão sustentável dos materiais, a fim de proteger, preservar e melhorar a qualidade do ambiente, proteger a saúde humana, assegurar uma utilização prudente, eficiente e racional dos recursos naturais” (UE, 2018, p. 1), objetivando alcançar a economia circular, onde os resíduos são progressivamente utilizados como recursos e criadas novas oportunidades econômicas.

A Comissão Europeia (2018) criou o Protocolo de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição com orientações para o manejo dos RCD, possibilitando a reutilização, recuperação e reciclagem. Esse documento foi traduzido em diversas línguas a fim de ter grande abrangência, conscientizar sobre os requisitos legais e apresentar tecnologias voltadas para práticas sustentáveis.

Na Europa, os agregados reciclados têm como maior mercado o uso em estradas, drenagens e outros projetos de construção. Segundo a Comissão Europeia (2018), a tecnologia para a separação e recuperação de resíduos de construção e demolição está bem estabelecida, prontamente acessível e, em geral, barata.

Segundo Brasileiro et al. (2015), com o objetivo de estimular a reciclagem, a Itália, Dinamarca, Inglaterra, República Checa e França impõem cobrança de preços elevados para a deposição de RCD em aterros.

No Japão, as elevadas taxas de poluição levaram o governo a implantar ações que estimulassem uma mudança de cenário, sendo este país hoje considerado mundialmente como referência em gestão e uso de tecnologias voltadas para a reciclagem de resíduos. O Ministério dos Negócios Estrangeiros do Japão (2012) afirma que hoje o Japão consegue se manter competitivo no mercado econômico e ainda assim adotar um desenvolvimento de tecnologia verde.

A elevada densidade demográfica e altas taxas de ocupação de solo, segundo Jucá et al. (2014) foram preponderantes para a adoção de políticas públicas voltadas para uma gestão eficiente do RSU. Ainda segundo o autor, o modelo de gerenciamento japonês está pautado em quatro pilares: (i) aumento da reciclagem e da reutilização de materiais; (ii) diminuição do volume de resíduos descartados; (iii) aumento da vida útil dos aterros sanitários; (iv) minimização dos custos com o gerenciamento dos resíduos.

Tanto nas atividades de construção como demolição, a lei que trata sobre RCD no Japão determina que o proprietário da construção deve apresentar à prefeitura um plano de gerenciamento dos resíduos gerados; o construtor, obrigatoriamente, deve segregar os resíduos e reciclar materiais especificados por lei e, por fim, informar ao proprietário a destinação e a disposição ambientalmente correta. A lei também especifica que todas as empresas de demolição, para exercerem a atividade, precisam estar registradas junto à prefeitura (JURAS, 2012, p. 32).

#### 2.3.1.2 No Brasil

Para Costa (2018), a gestão integrada dos resíduos sólidos é uma atividade complexa, o que acaba dificultando a sua implementação, pois depende da participação de diversos atores (sociedade, governo e empresários), necessita de um arranjo legal-institucional e contínuos ajustes políticos.

Segundo Marchi (2015), enquanto o gerenciamento integrado de resíduos sólidos é a coparticipação no sistema de limpeza urbana, através do acondicionamento, coleta, triagem e reciclagem, transporte, tratamento e destinação

final dos rejeitos; a gestão dos resíduos sólidos “busca soluções nas diversas dimensões (política, econômica, ambiental, cultural e social), com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável” (MARCHI, 2018, p. 1).

Para Jucá et al. (2014), o gerenciamento envolve um conjunto de ações voltadas para a implementação, orientação e monitoramento de todo o ciclo dos resíduos, gerando condições adequadas para destinação ambientalmente correta, ou seja, garantindo o cumprimento dos objetivos estabelecidos pela gestão.

O quadro 3 relaciona os benefícios alcançados pelos municípios que implementam o sistema de gerenciamento integrado sustentável de RSU.

Quadro 3 - Benefícios alcançados com o gerenciamento integrado de RSU.

<b>BENEFÍCIOS</b>
1. Satisfação às demandas de todos os cidadãos
2. Promoção da saúde e do bem-estar da população
3. Proteção da qualidade e garantia da sustentabilidade do ambiente urbano
4. Preservação dos recursos naturais
5. O aumento da eficiência e da produtividade da economia
6. A geração de emprego e renda

Fonte: Barros, 2012. Adaptado pela autora.

Blunenschein (2007) enfatiza que o gerenciamento dos RCD nos canteiros de obras está relacionado a qualidade da gestão ambiental nos centros urbanos, pois reduz custos sociais, financeiros e ambientais.

A Resolução nº 307/2002 do CONAMA conceitua gerenciamento de resíduos sólidos como

conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma da Lei nº 12.305 (BRASIL, 2002, p. 2).

Considerado como parte importante do gerenciamento dos resíduos, o plano de gerenciamento de resíduos de construção civil (PGRCC) é um documento técnico que fornece o diagnóstico dos resíduos gerados, explicita e define os procedimentos operacionais relativos às etapas de gerenciamento e apresenta métodos e procedimentos para a minimização da geração dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Segundo Cabral et al. (2011), esse documento deve conter os formulários de produção mensal dos resíduos, discriminando a quantidade de RCD produzida por classe e por fase de obra, a empresa contratada para transporte dos mesmos, o local de destinação final e o endereço da obra (CABRAL et al., 2011, p. 25).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei nº 12.305/2010, que tem como princípio a gestão dos resíduos sólidos, dentre outros, considera como hierarquia na gestão dos resíduos a não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (figura 7). Destes objetivos, a lei destaca como prioridade a não geração e a redução como forma de minimizar a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada.

Figura 7 – Hierarquia dos Resíduos Sólidos do Brasil



Para garantir a possibilidade de reciclagem e reutilização dos materiais, é fundamental atentar para as etapas de gerenciamento. São elas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final (quadro 4).

Quadro 4 – Etapas do gerenciamento dos resíduos da construção civil

ETAPA	DESCRIÇÃO
Caracterização	Identificação e quantificação dos resíduos, para realizar o planejamento por tipo de resíduo.
Triagem	Segregação por classe de resíduo, preferencialmente, no local da geração, evitando contaminação dos mesmos.
Acondicionamento	Resíduos acomodados mantendo condições necessárias para reciclagem e reuso. Identificação dos dispositivos por tipo de resíduo.
Transporte	Resíduos transportados para usinas de reciclagem, aterros de inertes ou locais de armazenamento temporário, conforme autorizado por Lei.
Destinação	A destinação por classe, conforme estabelecido por Lei.

Fonte: Brasil, 2010. Elaborado pela autora.

A etapa de caracterização dos RCD envolve o levantamento do volume e a sua composição, permitindo o dimensionamento dos locais onde serão acondicionados os resíduos.

A triagem deve ser feita por profissional treinado, que fará a separação dos RCD por classe, conforme quadro 5, evitando que estes sejam contaminados por outros tipos de resíduos. Cabral et al. (2011) orientam sobre a importância de definir os produtos reciclados com base no uso a que ele se propõe e, para isso, é de fundamental importância a segregação, afim de se manter as características dos resíduos.

Quadro 5 – Classificação e composição dos resíduos da construção civil

CLASSIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO
<b>Classe A</b>	Solos provenientes de terraplanagem; Tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, argamassa e concreto; Blocos, tubos, meio-fios pré-moldados em concreto
<b>Classe B</b>	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso
<b>Classe C</b>	Espuma; couro; tecido; embalagens de tintas, de solventes e de impermeabilizantes
<b>Classe D</b>	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde.



Fonte: BRASIL, 2002 e 2011, LIMA e CABRAL, 2013, NOVAES e MOURÃO, 2008, PINTO e GONZÁLES, 2005 - adaptado.

O acondicionamento, segundo Cabral et al. (2011), consiste em duas etapas: a primeira diz respeito a organização dos resíduos já segregados por tipo, em recipientes localizados no local de geração. A segunda está relacionada com a organização destes para serem encaminhados ao armazenamento final.

O transporte dentro da obra pode ser feito por carrinho de mão, elevadores de carga, e, caso o volume seja muito grande, guias (CABRAL et al., 2011, p. 29). Porém, o transporte externo deve ser realizado por empresa especializada, contratada pelo gerador.

A destinação deve ser realizada por classe de resíduos. A NBR 10004 classifica os resíduos da construção civil conforme os riscos que podem causar ao meio ambiente, sendo eles: Classe I – perigosos, Classe II – não perigosos, Classe II – A não perigosos e não inertes e Classe II – B não perigosos e inertes.

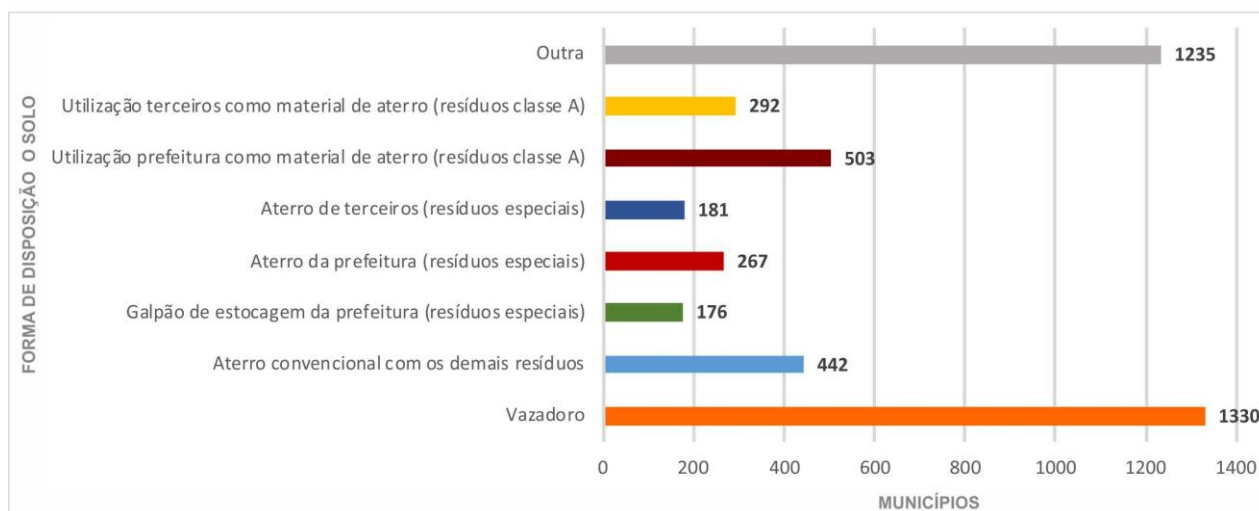
Os resíduos não inertes, são aqueles que podem apresentar propriedade como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Já os inertes, consideram os resíduos que não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Apesar de a maioria dos RCD serem considerados inertes, os resíduos de classe D são considerados perigosos a saúde do homem e/ou do ecossistema, como por exemplo o amianto, que segundo Brum et al. (2016), traz riscos à saúde ao ter suas fibras inaladas, causando câncer ou doenças pulmonares. Nesse caso, deve-se evitar que esse material seja partido, rachado ou danificado, liberando o “pó” no meio ambiente.

Entretanto, conforme as pesquisas de Pinto e Gonzáles (2005), 60% dos RCD são compostos por alvenaria, concreto e argamassa, estando estes enquadrados na classificação de resíduos não inertes, materiais que possuem alto potencial de reciclagem. Os resíduos de classe A devem ser enviados para usinas de reciclagem ou para aterros de resíduos classe A, onde serão reservados para usos futuros. A partir daí, os rejeitos deverão ser encaminhados para destinação ambientalmente correta, conforme estabelecido por Lei.

O IBGE (2010) realizou um estudo nos 5.560 municípios brasileiros, constatando que 4.031 municípios realizam o manejo dos RCD, dispondo os mesmos conforme observado na figura 8.

Figura 8 – Formas de disposição dos RCD no solo dada pelos municípios brasileiros



Fonte: IBGE, 2010.

Analisando a figura 8, pode-se perceber que apesar da existência dos dispositivos legais que determinam a destinação ambientalmente correta dos RCD, ainda é grande o número de resíduos de construção e demolição dispostos juntos com outros tipos de resíduos, o que impede a reutilização e a reciclagem dos mesmos.

### Políticas públicas voltadas para o gerenciamento de resíduos no Brasil

A Constituição Federal estabelece, como direito de todos, um meio ambiente ecologicamente equilibrado, de uso comum da população e fundamental para a garantia da qualidade de vida, determinando como responsabilidade do poder público e da coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988). É tratada também, na Constituição, a obrigatoriedade daquele que explorar os recursos minerais recuperar o meio ambiente degradado de acordo com o especificado em lei e, além disso, para condutas e atividades prejudiciais ao meio ambiente, ficam os infratores sujeitos a sanções penais e

administrativas, o que não os isenta da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 1988).

O sistema jurídico ambiental brasileiro voltado para a gestão dos RCD, estabelece diretrizes, objetivos, sanções e infrações penais através de Leis e Decretos, como se pode observar no quadro 6.

Quadro 6 – Leis Federais e Decretos

<b>ATO NORMATIVO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Lei nº Federal 6.938/1981	Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Federal nº 9.605/1998	Dispõe sobre as sanções e infrações penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal nº 10.257/2001	Estatuto das cidades: regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.107/2005	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.445/2007	Define uma Política Federal de Saneamento Básico e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; além de outras providências.
Decreto nº 6.514/2008	Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências.
Decreto nº 7.404/2010	Regulamenta a Lei. 12.305/2010 e cria o comitê orientador para implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605/1998; e dá outras providências.
Decreto nº 7.405/2010	Institui o programa pró-catador, denomina comitê interministerial para a inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, e dá outras providências.
Decreto nº 7.619/2011	Regulamenta a concessão de crédito presumido de IPI na aquisição de resíduos sólidos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Apesar de estabelecer as diretrizes nacionais para o saneamento básico, a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) trata apenas dos resíduos domésticos ou originários da varrição e limpeza pública, ficando de fora os resíduos dos serviços de saúde, os resíduos industriais, os resíduos de construção e demolição, conforme destaca Costa (2018).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) apresenta diretrizes, princípios e instrumentos relativos à gestão integrada e gerenciamento dos resíduos sólidos, estabelecendo a responsabilidade compartilhada na destinação dos resíduos,

onde cada integrante da cadeia produtiva e os órgãos governamentais possuem funções específicas no manejo e controle adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Essa importante Lei é considerada como um marco para o meio ambiente, pois engloba os diversos tipos de resíduos, inclusive os de construção civil, tratando de temas importantes para a gestão integrada dos RSU como princípios, objetivos, instrumentos, bem como, das responsabilidades dos geradores e do poder público e dos instrumentos econômicos aplicáveis no que tange a geração dos resíduos sólidos. Além disso, dispõe sobre as diretrizes relativas a gestão integrada e gerenciamento de resíduos sólidos, inclusive os perigosos.

Promulgada em 2 de agosto de 2010, a PNRS estabelece como práticas sustentáveis: disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos; a responsabilidade compartilhada; o princípio do poluidor pagador; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência; a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; a responsabilidade compartilhada; a logística reversa; a obrigatoriedade na elaboração dos planos estaduais e municipais de Gestão Integrada dos Resíduos, como condição para acesso a recursos públicos voltados para limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos ou benefícios como incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito (BRASIL, 2010).

Costa (2018) enfatiza como um dos conceitos mais importantes tratados pela PNRS a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, relacionada a ações individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, como busca redução do volume de resíduos e rejeitos gerados, assim como a melhoria da qualidade do meio ambiente e da saúde pública. Para Dantas et al. (2015), a responsabilidade vai além da divisão dos custos entre os geradores, ela implica na repartição das responsabilidades sobre o planejamento e organização do manejo dos resíduos, pela introdução desses resíduos à cadeia produtivas e pelo investimento em tecnologia e ciência capaz de tornar seus produtos mais sustentáveis.

É objetivo também da PNRS o incentivo à indústria da reciclagem, a fim de estimular a consumo de matérias-primas e insumos originados de materiais recicláveis e reciclados, a capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos e o

incentivo a aquisição e contratações governamentais, de forma prioritária, de produtos recicláveis e reciclados, bens, serviços e obras que adotem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis.

Além disso, a PNRS apresenta como instrumento relevante para a gestão dos RSU os planos de resíduos sólidos, que podem ser de ordem nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, municipal e voltados para instituições privadas, ou seja, todo e qualquer gerador de resíduos sólidos, deve elaborar e implementar seu plano de gerenciamento, independente da sua atuação. Este documento deve determinar os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente correta dos resíduos, conforme especificado por Lei.

Apesar disso, Gomes et al. (2014) afirmam que alguns municípios ainda não cumprem essa determinação, descartando seus rejeitos ainda em lixões, por não possuírem aterros. Costa (2014) destaca que, como solução para esse tipo de problema, a PNRS estabelece, como instrumento, entre outros, o estímulo à adoção de cooperação entre os entes federados, como por exemplo, a gestão compartilhada de aterros sanitários, para atender dois ou mais municípios.

A Lei nº 6.938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. O CONAMA é responsável por auxiliar e sugerir ao Governo critérios para o estabelecimento de políticas governamentais voltadas para o cumprimento dos objetivos da PNMA. São atos no CONAMA resoluções, monções, recomendações, proposições e decisões. O quadro 7 apresenta as resoluções do CONAMA que tratam sobre o manejo dos RCD.

Quadro 7 – Resoluções do CONAMA voltadas para os RCD

<b>RESOLUÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Resolução CONAMA nº 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil.
Resolução CONAMA nº 348/2004	Altera a resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução CONAMA nº 431/2011	Altera o art. 3º da Resolução do CONAMA nº 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso.
Resolução CONAMA nº 448/2012	Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da resolução do CONAMA nº 307/2002 nas definições de aterro de resíduos de classe A de reservação de material para usos futuros; área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos

	volumosos; gerenciamento de resíduos sólidos; e gestão integrada de resíduos sólidos.
--	---

Fonte: Elaborado pela autora.

Muito embora a PNRS aborde em seu texto o tema RCD, é a Resolução nº 307/2002 do CONAMA que trata exclusivamente deste tipo de resíduo, sendo considerado como importante instrumento legal no âmbito federal para a gestão dos RCD, pois estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2002).

Essa Resolução classifica os RCD conforme seu potencial de reciclagem e reutilização, definindo sua destinação ambientalmente correta baseada nessa classificação. Além disso, a Resolução nº 307/2002 do CONAMA determina que os RCD não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei (BRASIL, 2002).

A Resolução nº 307/2002 do CONAMA, assim como a PNRS, determina como ordem de prioridade na gestão dos resíduos a não geração, e quando isso não for possível; a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e por último a disposição ambientalmente correta dos rejeitos. Além disso, estabelece o Plano de Gestão dos Resíduos, para os entes federados; e o Plano de gerenciamento dos resíduos, para organizações privadas, como documento obrigatório a ser elaborado e implementado pelos geradores, com o objetivo de estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos. Entretanto, o CBCS (2014) salienta que mesmo com a obrigatoriedade de os municípios adotarem políticas de gestão de resíduos, isso ainda não se efetivou, como previsto em Lei, pois ainda são encontrados grandes volumes de RCD depositos em locais irregulares, ocasionando custos para a administração pública.

Além das Leis e Resoluções, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) produziu diversas normas que tratam sobre a gestão dos RCD, com o objetivo de definir padrões para o manejo, o tratamento e o uso dos RCD, respeitando sempre os requisitos básicos de qualidade e as práticas de proteção à saúde humana e ao meio ambiente, conforme apresentado no quadro 8.

Quadro 8 – Normas técnicas da ABNT que tratam sobre RCD

<b>NORMA</b>	<b>TÍTULO</b>	<b>OBJETIVO</b>
ABNT NBR 11.174:1990	Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento	Determinar condições mínimas para armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes, protegendo a saúde pública e o meio ambiente.
ABNT NBR 10.004:2004	RS - Classificação	Classificar os RS quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, permitindo gerenciamento adequado.
ABNT NBR 10.007:2004	Amostragem de RS	Fixar requisitos exigíveis para amostragem de RS.
ABNT NBR 15.112:2004	RCD e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação	Fixar requisitos para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de RCD e resíduos volumosos.
ABNT NBR 15.113:2004	RCD e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação	Fixar requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de RCD classe A e de resíduos inertes.
ABNT NBR 15.114:2004	RCD - Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação	Fixar requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de RCD classe A.
ABNT NBR 15.115:2004	Agregados reciclados de RCD - Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos	Estabelecer critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base, base de pavimentos e camada de revestimento primário, com agregado reciclado de RCD em obras de pavimentação.
ABNT NBR 15.116:2004	Agregados reciclados de RCD - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos	Estabelecer requisitos para emprego de agregados reciclados RCD.
ABNT NBR 13.221:2017	Transporte terrestre de resíduos	Estabelecer requisitos para transporte terrestre de resíduos, para minimizar danos ao meio ambiente e a saúde pública.

Fonte: ABNT, 2019. Elaborado pela autora.

Além disso, com o objetivo de melhorar a qualidade do gerenciamento dos projetos e obras da construção civil, e como consequência, gerenciar adequadamente os RCD, foi criado pelo Governo Federal em 1991, o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQB-H). Segundo o MDR (2019), esse instrumento foi criado para cumprir os compromissos firmados pelo Brasil na Conferência do Habitat II, realizada em 1996, em Istambul. Sua meta é a melhoria da qualidade do habitat e a modernização produtiva do setor da construção civil.

O PBQB-H tem como ações: avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras, melhoria da qualidade de materiais, formação e requalificação de mão-de-obra, normalização técnica, capacitação de laboratórios, avaliação de tecnologias inovadoras, informação ao consumidor e promoção da comunicação entre os setores envolvidos (MDR, 2019).

Sendo assim, se observa que a legislação ambiental brasileira é bastante ampla no que se refere aos RCD, objetivando reduzir sua geração, regular o seu uso, responsabilizar e penalizar os geradores pelas atividades nocivas ao meio ambiente.

Apesar da sua inegável importância, os instrumentos legais do Brasil têm encontrado obstáculos diversos para a sua implementação, como: carência de mecanismos eficientes de fiscalização; interesses particulares afetando as decisões públicas; pouca relevância dada às questões ambientais, por parte dos governantes; dificuldade de interação entre os entes federados; baixa participação da comunidade em adotar práticas sustentáveis; entre outros.

Segundo Dantas et al. (2015), para uma mudança no panorama ambiental do Brasil, através do investimento em uma política socioambiental eficiente, é fundamental a participação da sociedade e da iniciativa privada, atuando diante do Poder Público, através de apresentação de propostas e cobrando brevidade na aprovação de programas e leis de incentivo à construção sustentável.

#### 2.3.1.3 A reutilização como ferramenta para a sustentabilidade dos resíduos da construção civil

Quando uma construção possui elementos construtivos de concreto executados de forma racionalizada, moldado previamente e fora do local de utilização definitiva, ela é definida como construção industrializada de concreto.

Apontada como o futuro da construção civil, a produção industrializada de elementos de concreto não é uma prática atual. Segundo Pereira (2016), ela teve início com a Revolução Industrial, no momento em que o Império Britânico estava em franca expansão. As circunstâncias do momento traziam a necessidade de desenvolver técnicas construtivas, que permitissem construir rapidamente habitações para os colonizadores, sendo partes das edificações produzidas fora do local de construção, transportadas e montadas nas novas terras descobertas.

Pode-se considerar que o desenvolvimento da construção industrializada de concreto se deu a partir do final da II Guerra Mundial, na busca pela reconstrução rápida das cidades destruídas pela guerra (PEREIRA, 2016; EL DEBS, 2017).



Com o passar dos anos e a evolução da tecnologia, os elementos industrializados de concreto deixaram de ser exageradamente robustos, rígidos e de grandes dimensões para se tornarem leves, resistentes e capazes de serem moldados em variados tamanhos e formatos.

A fim de atender as necessidades do mercado, o sistema construtivo industrial passou por mudanças que permitiram a produção de soluções personalizadas, em conformidade com as tendências arquitetônicas modernas, trazendo assim maior flexibilidade aos projetos. Para Pereira (2016), com a evolução das técnicas construtivas industrializadas, surgiram novas formas de produzir os módulos habitacionais, ou elementos montáveis e desmontáveis.

Para El Debs (2017), o sistema construtivo industrializado no Brasil poderia ser melhor explorado. Segundo o autor

As principais razões que tem sido atribuídas para ele ser subutilizado são: o sistema tributário, que penaliza o emprego de elementos pré-moldados de fábricas; a instabilidade econômica, que dificulta o planejamento e os investimentos a longo prazo; o conservadorismo dos agentes e de procedimentos envolvidos na construção civil; o pouco conhecimento de alternativas em concreto pré-moldado; a oferta limitada de equipamentos; e a pouca disponibilidade comercial de dispositivos auxiliares para realizar as ligações e para manusear elementos (EL DEBS, 2017, p. 7).

A construção industrializada de concreto pode ser dividida em elementos pré-moldados e elementos pré-fabricados. Segundo a NBR 9.062/2017, os elementos pré-moldados são aqueles moldados previamente e fora do local de utilização definitiva, inspecionados, individualmente ou por lotes, por inspetores do próprio construtor, da fiscalização do proprietário ou de organizações especializadas, cujo controle de qualidade dispensa a existência de laboratório e demais instalações congêneres próprias. Já os elementos pré-fabricados são aqueles pré-moldados executados por indústria em instalações permanentes de empresa destinada para este fim, submetidos a controle rigoroso de qualidade e mão-de-obra treinada e especializada.

Através da industrialização da construção civil, conceitos e modelos das unidades industriais de produção fixa são incorporados a esse setor, permitindo a incorporação da racionalização, a mecanização e a pré-fabricação ao processo, é o que afirmam Lopes e Amado (2012). Para El Debs (2017), a construção industrializada

de concreto apresenta duas diretrizes: a industrialização da construção e a racionalização da execução das estruturas de concreto. A operacionalização do processo permite maior racionalidade e produtividade, diminuindo o tempo de execução da obra e o consumo de matéria-prima.

Ao tratar da industrialização da construção civil, Pereira afirma

Atualmente o mundo da construção industrializada possui a ajuda dos grandes avanços tecnológicos, o surgimento de máquinas propositadamente projetadas para substituir parte dos trabalhos que até então eram realizados por operários, permitiu uma ainda maior racionalização do tempo e do consumo de materiais. Outras tecnologias surgiram que permitiram a criação de novos materiais. Com estes avanços tecnológicos, e a cada vez maior preocupação para uma arquitetura mais sustentável, um grande número de profissionais da área comprometeram-se em cada vez mais apostar nas soluções pré-fabricadas, tentando alterar as tendências (PEREIRA, 2016, p. 24).

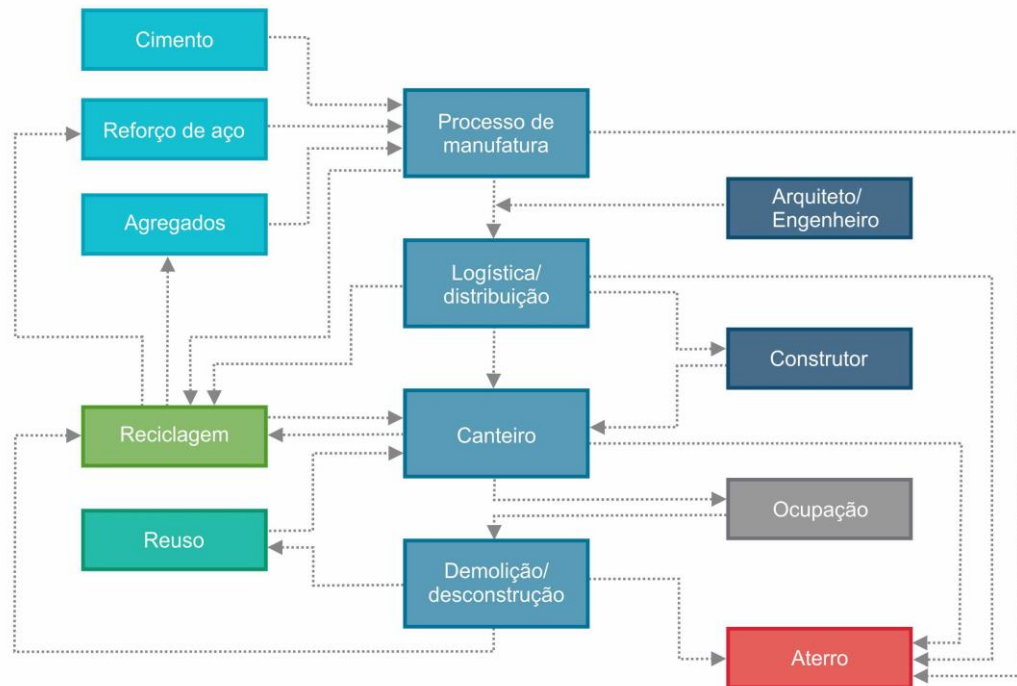
A construção industrializada de concreto tem potencial para contribuir com a sustentabilidade na construção, uma vez que possibilita a redução dos impactos ambientais, o que permite que ela atenda aos princípios e objetivos da PNRS e esteja alinhada aos ODS, pois as cidades só poderão ser sustentáveis, se a construção civil também for sustentável, uma vez que este setor é o responsável pela infraestrutura necessária para o desenvolvimento das cidades.

Conforme Ahmad Bari et al. (2018), a indústria da construção pode assumir um papel de liderança na promoção de padrões sustentáveis de produção e criação de consciência ambiental, através da adoção de componentes industrializados de concreto. A Wrap (2007) afirma que soluções industrializadas de concreto podem ajudar a indústria da construção a reduzir os resíduos gerados no local em até 50% em relação ao processo de construção convencional, onde a concretagem acontece “in loco”.

O processo de produção de elementos industrializados de concreto utiliza insumos como cimento, agregados e aço, materiais que tem como componentes recursos naturais não renováveis e por isso precisam ter seu potencial explorado ao máximo, gerando produtos de alta qualidade, com ciclo de vida prolongado, permitindo serem reutilizados, transformados e/ou reciclados. Como se pode observar na figura 9, a cadeia de suprimento para elementos industrializados de concreto é simples,

porém possui diversas rotas que precisam ser muito bem geridas para aproveitar as oportunidades de eficiência de recursos que se apresentam.

Figura 9 – Cadeia de produção e fornecimento de elementos industrializados de concreto



Fonte: Smith, 2013. Adaptado pela autora.

Conforme afirma Smith (2013), o Plano de Eficiência e Ação voltado para produção de sistemas construtivos industriais, criado com base nos dados das empresas associadas à *British Precast*, propõe ações destinadas a redução do consumo de energia e emissão de CO<sub>2</sub>, mitigação na geração de resíduos sólidos, minimização do consumo e maximização do reuso de água, conforme quadro 9.

Quadro 9 – Ações para fornecimento de matérias-primas e processo de fabricação de elementos industrializados de concreto

AÇÕES - EMPRESAS ASSOCIADAS À BRITISH PRECAST	
Propostas	Alcançadas
Estudos de casos e guias de boas práticas para redução no consumo global de energia.	Metas anuais e a longo prazo para a eficiência energética até 2020.

	Estudos de casos de boas práticas promovido através de prêmio ao longo de 5 anos.
Desenvolvimento de projeto zero resíduos para aterro.	Envio de apenas 5% dos resíduos gerados para aterros. Os 95% tiveram usos alternativos no processo produtivo. A meta é 100% até 2020.
Promoção da captação e armazenamento de água da chuva em toda a produção. Avaliação do potencial de colheita de telhados em um determinado espaço.	Promoção e o desenvolvimento de estudos de caso de gerenciamento e reciclagem de água e captação de águas pluviais. Desenvolvimento de ferramenta de captação de água da chuva para calcular os volumes potenciais de captação.

Fonte: Smith, 2013.

No Reino Unido, segundo a Wrap (2007), já existe empresa de elementos industrializados de concreto, que conseguiu reduzir os resíduos enviados para aterro a menos de 1% do peso total do material processado, sendo a maioria desses resíduos madeira. A empresa testou novos materiais, para que as aberturas nas paredes de concreto e os elementos com geometrias especiais, processo que gera resíduos a base de madeira, tenham redução significativa na geração de RCD. Todos os resíduos de concreto são coletados e processados na mistura de concreto ou utilizados como agregados para a construção de estradas. O processo de produção de elementos industrializados de concreto não gera resíduos de aço, pois as armaduras são pré-montadas e entregues na fábrica para serem utilizadas na produção das peças de concreto. Entretanto, quando são necessárias modificações, os resíduos de aço são recuperados e enviados para a reciclagem.

No Brasil, a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC) criou o Selo de Excelência ABCIC (figura 10), que atesta a qualidade das empresas do setor e o seu compromisso no que tange a segurança, a responsabilidade social e o meio-ambiente. Segundo a ABCIC (2019), o selo foi criado em 2003 com o objetivo de fixar a imagem do setor com padrões de tecnologia, qualidade e desempenho adequados às necessidades do mercado. As empresas são avaliadas no quesito Gestão de Qualidade e também ao atendimento da NBR 9062 - Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-Moldado. O Instituto Falcão Bauer da Qualidade (IFBQ) é a entidade contratada pela ABCIC para conduzir e operacionalizar o processo de certificação. Os Regimentos e Normas da certificação foram elaborados com base em normas de qualidade internacionais e brasileiras, e a estruturação do selo é baseada no programa de certificação do PCI – *American Precast/Prestressed Concrete Insitute*.

Figura 10 – Selo de Excelência ABCIC



Fonte: ABCIC, 2019.

O programa de certificação possui nível evolutivo, buscando a melhoria contínua das empresas, de acordo com os níveis de selo Nível (I, II e III) e a auditoria acontece com base nos escopos da certificação que podem ser: Elementos de Fundação, Elementos para Estrutura Armada, Elementos para Estrutura Protendida, Painéis Arquitetônicos, Peças Alveolares, Telhas e Monoblocos.

Para El Debs (2000), Spadeto (2011), Lopes e Amado (2012), as características da construção industrializada de concreto permitem benefícios como os resumidos no quadro 10.

Quadro 10 – Benefícios da construção industrializada de concreto

<b>BENEFÍCIOS</b>
1. Produção controlada
2. Aumento do desenvolvimento tecnológico do setor
3. Menor prazo de execução
4. Redução de perdas
5. Maior controle de qualidade
6. Uso de mão-de-obra especializada e matéria-prima selecionada
7. Minimização na geração de resíduos
8. Redução de desperdícios
9. Melhor aproveitamento dos recursos naturais
10. Redução do número de viagens no transporte

11. Reaproveitamento dos elementos
12. Capacidade de desmontagem
13. Permite um ambiente de trabalho mais saudável e organizado
14. Maior durabilidade
15. Menor risco de acidentes
16. Maior controle do custo da obra

Fonte: El Debs, 2000; Spadeto, 2011; Lopes e Amado, 2012.

A Wrap (2007), citou em seu estudo, o resultado apresentado no relatório “Emissões de CO2 resultantes do uso, demolição e fabricação de edifício modulares” elaborado pelo grupo *Arup Research and Development*, onde afirmou que são necessários até 67% menos energia para produzir um edifício modular em comparação com um projeto equivalente tradicionalmente construído.

Cesano e Russel (2013) destacam que incorporar tecnologias à construção civil, que aprimorem os sistemas construtivos, tornam as edificações mais eficientes economicamente e ambientalmente. Segundo esses autores, essas tecnologias permitem a redução do consumo de energia em até 50%, a utilização de água em 40%, as emissões de CO2 em 39% e a produção de resíduos sólidos em 70%.

A *Preventative Environmental Protection Approaches – PREPARE*, grupo voltado para o estudo de inovações tecnológicas aplicadas à construção civil, citado por Couto e Couto (2007), constatou os seguintes benefícios ambientais a partir do uso de novas tecnologias aplicadas à construção industrializada: 50% de redução no uso de agregados graúdos, minimização de 50% no consumo de energia e diminuição de 50% da quantidade de água consumida.

Smith (2013), no seu estudo, divulgou dados da produção de sistemas construtivos industriais do Reino Unido que mostram a busca por estratégias para melhorar a eficiência dos recursos (quadro 11), considerando indicadores de impacto como geração de resíduos, utilização de recursos naturais, consumo de energia e emissão de carbono, comparados a outras empresas de elementos construtivos industrializados de concreto que não fazem parte da associação *British Precast*.

<b>PRODUTOS</b>	<b>% DE AGREGADO RECICLADO UTILIZADO</b>	<b>TIPO DE CIMENTO</b>	<b>BENEFÍCIOS NA PRODUÇÃO</b>
Bloco de concreto leve	95%	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	Menos emissões de CO2 devido baixa energia consumida, menor quantidade de resíduos enviados para aterros e menor consumo de água.
Bloco de concreto denso	30%	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	Menos emissões de CO2 devido baixa energia consumida, menor quantidade de resíduos enviados para aterros e menor consumo de água.
Blocos de concreto celular autoclavado	98%	Não informado	-
Blocos para pavimentação	>80%	Não informado	-
Telhas de concreto	-	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	-
Concreto pré-moldado estrutural	-	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	Quantidade significativa de aço é reciclada de volta para o processo, entretanto o reforço de aço não é reutilizado, mas fornecido como novo após o reprocessamento.
Tubos de concreto	-	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	Quantidade significativa de aço é reciclada de volta para o processo, entretanto o reforço de aço não é reutilizado, mas fornecido como novo após o reprocessamento.
Pisos de concreto	-	São usados cimentos Portland (CP-II e CP-III) com adições e 40% de ligantes alternativos, materiais geralmente reciclados.	Quantidade significativa de aço é reciclada de volta para o processo, entretanto o reforço de aço não é reutilizado, mas fornecido como novo após o reprocessamento.

Fonte: Smith, 2013. Elaborado pela Autora.

Desta forma, nota-se que o frequente investimento em tecnologia e pesquisa abre novas possibilidades a partir do reuso e da reciclagem, fazendo com que seu uso frequente fomente o surgimento de novas alternativas de materiais, além de expandir o mercado para incorporação de práticas mais sustentáveis.

A fim de evidenciar a importância da construção industrializada de concreto frente aos impactos gerados pelo setor da construção civil, foi elaborado o quadro 12.

Quadro 12 – Impactos da construção civil x benefícios da construção industrializada de concreto

<b>IMPACTOS GERADOS PELA CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>BENEFÍCIOS DO USO DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO</b>
Intensa geração de resíduos (Pinto, 1999; ABRELPE, 2017)	Minimização na geração de resíduos (Lopes e Amado, 2012); Redução de desperdícios (Lopes e Amado, 2012; Mohammad, 2013); Possibilidade de desmontagem - reutilização (Lopes e Amado, 2012)
Alto consumo de recursos naturais (CBCS, 2014)	Melhor aproveitamento dos recursos naturais (Lopes e Amado, 2012)
Consumo de energia (CBCS, 2014; Wadel et al., 2010; Torgal e Jalili, 2010)	Redução no consumo de energia (Cesano e Russel, 2013; Wrap, 2007); Menor prazo de execução (Lopes e Amado, 2012)
Emissão de CO <sub>2</sub> (Agopyan et al., 2011; Torgal e Jalili, 2010)	Redução do número de viagens no transporte (Mohammad, 2013)
Consumo de água (CBCS, 2009; Wadel et al., 2010; Sjostrom, 2010)	Produção controlada, com investimento em tecnologia, permitindo a redução do consumo de água (WRAP, 2019)

Fonte: Elaborado pela autora.

Conquanto, a construção industrializada de concreto ainda precisa vencer alguns desafios, sobretudo relacionados a capacitação dos profissionais da área, o pré-conceito do mercado, além da falta de incentivos dos governantes. Dessa forma, Couto e Couto (2007) destacam como entraves para essa tecnologia:

- Necessidade de mão-de-obra especializada;
- Importância de estudo minucioso do projeto;
- Grande rigor e controle na execução das ligações;
- Possibilidade de utilização de elementos de ligação adicionais;
- Necessidade de controle na fabricação.



## A desconstrução de edificações com foco na reutilização

Um dos grandes benefícios da construção industrializada de concreto é a possibilidade de desmontagem dos elementos de uma construção. Assim, esses elementos podem ser reutilizados, evitando que eles se tornem resíduos. A essa atividade é dado o nome de desconstrução.

Desconstrução é um novo termo usado para descrever um processo antigo - o desmantelamento seletivo ou remoção de materiais de edifícios como alternativa à demolição, afirma Languell (2001). Entretanto, Couto e Couto (2010) afirmam que esse conceito surgiu em resposta ao crescimento da atividade de demolição e a inquietação da sociedade com as questões ambientais.

A desconstrução é um serviço de engenharia especializado, planejado e programado, que envolve recursos e técnicas, mão de obra especializada e demanda um projeto de execução onde são consideradas as características da edificação e as técnicas de desmontagem dos seus elementos, com a finalidade de permitir que estes sejam reutilizados.

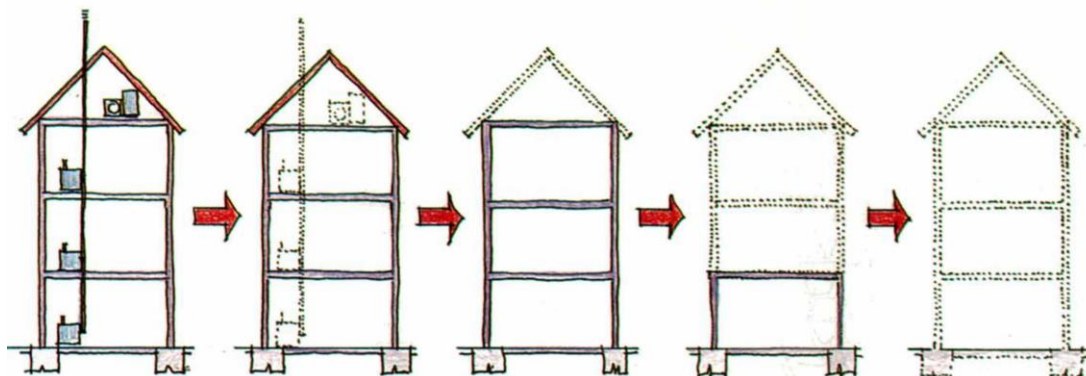
Para que seja mantida a integridade dos elementos desmontados das construções, a retirada destes deve ser feita, predominantemente, de forma manual, utilizando ferramentas manuais ou ferramentas portáteis motorizadas. Em alguns momentos é necessário o uso de equipamentos de grande porte para içar e transportar os elementos mais robustos e com maiores dimensões.

Mattaraia (2013) destaca a importância de projetar as peças e os encaixes, afim de facilitar o processo de desmontagem, permitindo que eles possam ser utilizados em outras construções ou até mesmo reciclados.

Incorporar o processo de desconstrução à construção civil não é uma tarefa simples. Exige mudanças no planejamento, na escolha de materiais e processos, na produção dos componentes, na construção como um todo. Essa decisão começa na fase de projeto, onde é considerado o ciclo de vida dos materiais, o prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, a tecnologia incorporada ao projeto de construção e de desmontagem. Segundo Languell (2001), este processo é considerado mais complexo, por se assemelhar ao de uma construção, com o

envolvimento de mais profissionais que uma demolição tradicional, porém seguindo a ordem inversa da construção, como mostra a figura 11.

Figura 11 – Esboço de desconstrução de uma edificação



Fonte: Generalitat de Catalunya, 1995.

O esquema apresentado na figura 11 demonstra a desconstrução da edificação acontecendo em ordem decrescente, quando comparado ao processo de construção, iniciando-se com a retirada do telhado, e assim sucessivamente até que se chegue ao último pavimento. Isso mostra a importância de um projeto bem elaborado, que mantenha a integridade dos elementos e materiais, a segurança dos profissionais e da comunidade, além dos cuidados com meio ambiente. Mattaraia (2013) demonstra através de estudos de caso, que o projeto de desconstrução não demanda intervenções radicais para se obter bons resultados na reutilização de materiais.

Ainda sobre o projeto de desmontagem das edificações, Mattaraia (2013) afirma

(...) é uma importante ferramenta que contribui com a redução do impacto ambiental do setor, pois contribui com a redução da quantidade de resíduos e economia de recursos naturais. Este conceito relaciona duas etapas importantes da construção: a concepção do projeto e o fim da vida útil da edificação. Assim pode contribuir de maneira significativa para o desenvolvimento sustentável no setor (MATTARAIA, 2013, p. 23).

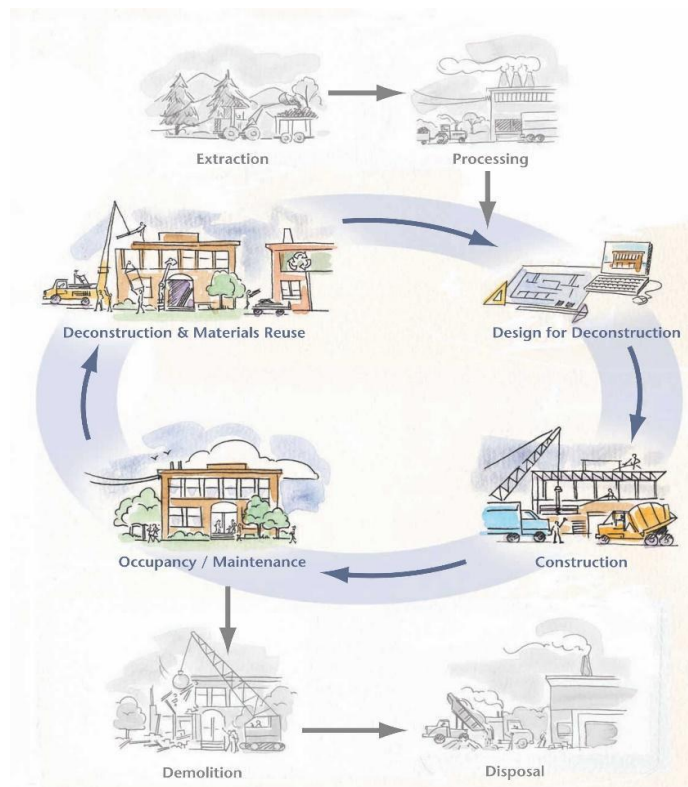
Segundo Mattaraia (2013), um projeto de desmontagem e reciclagem tem como objetivo facilitar a desmontagem dos elementos construtivos e possibilitar

melhores resultados de reciclagem. Além disso, vale acrescentar que a finalidade principal de um projeto de desconstrução está em preservar a integridade dos elementos, permitindo a sua reutilização. Uma vez que estes sejam danificados na retirada ou não possuam qualidade para o reuso, recorre-se a opção da reciclagem. Para os rejeitos, os projetos devem considerar a disposição ambientalmente correta, conforme determina a PNRS.

A desconstrução traz benefícios econômicos e ambientais para os construtores, proprietários, ocupantes e para a sociedade, pois conforme a EPA (2019), projetando adaptabilidade, desmontagem e reutilização, os profissionais estão encontrando novas oportunidades na concepção do projeto para reduzir os impactos ambientais, economizar recursos e reduzir custos.

Para Saghafi e Teshnizi (2011), a desconstrução cria a possibilidade de reutilizar os materiais enquanto se mantém a energia interna (energia incorporada) e impede o consumo de uma nova energia interna e matérias-primas no processamento ou na produção adicional de material de construção, como pode ser observado na figura 12.

Figura 12 – Ciclo de vida de uma edificação



Conforme SINDUSCON-MG (2008), os produtos gerados pela desconstrução devem ser considerados como bens de valor, uma vez que podem ser reutilizados ou reconicionados. Além disso, Mattaraia (2013) afirma que, o fato de muitos materiais utilizados nos edifícios terem maior ciclo de vida que as próprias edificações, faz com que o processo de reaproveitamento destes seja uma escolha viável, principalmente quando considerado desde o desenvolvimento do projeto.

Por meio da valorização de materiais e elementos de construção, a aquisição de matéria-prima é reduzida, bem como a necessidade de processar e transportar as matérias-primas, fazendo com que a necessidade de fabricação de novos componentes e produtos também seja menor (COUTO e COUTO, 2010, p. 430).

Assim sendo, pode-se afirmar que a atividade de desconstrução contribui de forma significativa para a redução dos impactos ambientais causados pelo setor da construção civil, atendendo aos três primeiros itens da ordem de prioridade da hierarquia de gestão de resíduos (figura 13), como determinado pela Resolução nº 307 do CONAMA: redução, reutilização e reciclagem.

Figura 13 - Hierarquia da gestão de resíduos para operações de demolição e construção



Fonte: Kilbert e Chini, 2000. Adaptado pela autora.

Observando a hierarquia da gestão de resíduos para operações de demolição e construção, percebe-se que apesar da grande importância da reciclagem para a promoção da saúde ambiental, é estimulado a reutilização dos RCD como prioridade, pois estes não demandam processo de beneficiamento, o que acaba sendo uma opção mais interessante tanto para a saúde humana como para o meio ambiente.

Como a maioria dos resíduos de construção têm em sua composição concreto, que por sua vez é composto por materiais de alta qualidade como cimento, agregados graúdos e miúdos, é grande a possibilidade de reutilização e reciclagem desse produto, uma vez que ele possui muito tempo de vida útil e não necessita de alta tecnologia para o seu processamento.

Considerando o tripé da sustentabilidade (benefícios ambientais, sociais e econômicos), a desconstrução tem como objetivo buscar procedimento e técnicas que potencializem a reutilização, permitindo comercializar ao máximo os produtos recuperados, reduzindo o mínimo de envio para os aterros, minimizando os custos e a geração de RCD. Ademais, existem também os benefícios históricos através da manutenção de elementos arquitetônicos dignos de serem consagrados pela sua história, conforme quadro 13.

Quadro 13 - Benefícios da desconstrução

ASPECTOS	BENEFÍCIOS
Ambientais	Redução no consumo de recursos naturais
	Diminuição na geração de RCD
	Minimização da emissão de poluentes
	Redução da poluição sonora
	Gestão de materiais perigosos
	Redução de envio de RCD para aterros
	Remoção de estruturas ineficientes/obsoletas
Sociais	Oportunidades de emprego e negócios
Econômicos	Aumento do mercado de reuso
	Redução dos custos da obra
Históricos	Preservação de materiais com apelo histórico

Fonte: Guy e Shell, 2002; Saghafi e Teshnizi, 2011. Adaptado pela autora.

Para Guy e Shell (2002), existe uma diferença entre projetar para reutilizar e projetar para reciclar, uma vez que um projeto de desconstrução implica em alto grau de refinamento na separação dos componentes do edifício, possibilitando que os materiais e componentes mantenham sua forma e características mais próximas possíveis do original, ou seja, antes da construção. Desta forma, os autores defendem que alguns materiais não permitem serem prontamente reutilizados, para isso, se torna fundamental um projeto mais complexo, que contemple projeto para reutilização, projeto para recuperação e projeto para reciclagem.

Conseqüentemente, o processo de desconstrução das edificações sofre entraves como pode-se observar no quadro 14.

Quadro 14 – Entraves para utilização da desconstrução

ITEM	BARREIRAS
1	Dificuldade de integração da nova construção aos componentes da desconstrução
2	Os empreiteiros de demolição passam a ser fornecedores de materiais, precisando lidar com questões como estoque e armazenamento de materiais, requisitos adicionais de manuseio e transporte.
3	As quantidades e a qualidade dos materiais recuperados são um fator quando um projeto deve corresponder aos tamanhos de componentes disponíveis, além da incerteza em encontrar quantidades de componentes recuperados que atendam a demanda do projeto.
4	A rentabilidade da recuperação de materiais variados e pequenos pode ser negativa
5	A percepção negativa entre os consumidores em relação aos materiais reutilizados, considerando-os como de qualidade inferior em comparação com materiais virgens, tanto esteticamente, quanto em relação à segurança
6	Falta de informação, capacitação e ferramentas para desenvolvimento da atividade de desconstrução, além de ausência de projetos que considerem a desconstrução dos edifícios.
7	Ausência de grande mercado estabelecido o suficiente para produtos desconstruídos.
8	Carência de planejamento na concepção dos produtos permitido que estes sejam reutilizados após a desconstrução.
9	O fato de que muitos produtos modernos possuem componentes que podem levar à contaminação se não forem devidamente desconstruídos ou manipulados.

Fonte: Guy e Shell, 2002, Hurley e Hobbs, 2004 *apud* Couto e Couto, 2010. Elaborado pela autora.

Desta forma, percebe-se que um dos maiores entraves para disseminação do processo de desconstrução é a capacitação técnica dos profissionais envolvidos. Os projetos não são concebidos prevendo o pós-uso, pois no mercado ainda não existe essa cultura. Aliado a isso, existe a carência de normas reguladoras sobre o tema e o

pré-conceito do mercado quanto a qualidade dos produtos reutilizados. Couto e Couto (2010) destacam que o processo de desconstrução não atingiu a compreensão do público em geral, sofrendo rejeição por parte dos envolvidos, principalmente pela falta de desenvolvimento e promoção de regras e regulamentos ambientais.

Segundo Barkokebas Júnior et al. (2010), para disseminação da prática de desconstrução no Brasil, é necessário a criação de normas reguladoras e estudos sobre o tema. Esse autor traz como exemplo de países mais avançados no assunto Portugal e Espanha, que devido a quantidades de cidades com edificações antigas precisou resignificar o conceito de sustentabilidade na construção civil, adotando a desconstrução como solução à demolição.

Saghafi e Teshnizi (2001) alertam que edifícios que foram construídos segundo o sistema convencional, ou seja, usando concreto armado; paredes de alvenaria rebocadas e pintadas, onde as tubulações hidráulicas e os conduítes são embutidos, impõem maiores dificuldades à desconstrução. Nestes, até mesmo a possibilidade de reciclagem é limitada, resultando em materiais reciclados com quantidade reduzida e de baixa qualidade, causada, principalmente, pelo uso de argamassa de cimento nas juntas não estruturais. Sendo assim, esses autores defendem a necessidade de revisão nos métodos atuais de construção, adotando sistemas simples, que permitam maior facilidade na desconstrução, aumento da vida útil da edificação e até mesmo facilitem a possibilidade de manutenção e reparos.

Por conseguinte, Kibert (2005) *apud* Torgal e Jalali (2010) relacionou alguns princípios que devem ser respeitados a fim de garantir as potencialidades oferecidas pela desconstrução, conforme quadro 15.

Quadro 15 – Pontos considerados para promover a desconstrução

ITEM	PRINCÍPIOS
1	Usar materiais reciclados e recicláveis
2	Minimizar o número de tipos de materiais
3	Evitar materiais tóxicos e perigosos
4	Evitar materiais compósitos e produtos que não podem ser separados
5	Evitar acabamentos secundários
6	Fornecer uma identificação permanente dos diversos materiais
7	Minimizar o número de diferentes componentes
8	Privilegiar ligações mecânicas sobre as ligações químicas
9	Usar edifícios de sistemas abertos com partes que podem mudar de função
10	Usar a construção modular
11	Usar tecnologias de desconstrução compatíveis com as práticas construtivas
12	Separar a estrutura dos revestimentos

13	Permitir o acesso a todos os componentes do edifício
14	Projetar componentes para serem usados manualmente
15	Fornecer tolerâncias que permitam a desconstrução
16	Minimizar o número de rebites ou outros conectores
17	Minimizar os tipos de conectores
18	Projetar conectores e ligações para suportar operações repetidas de construção e desconstrução
19	Permitir a desconstrução paralela
20	Fornecer uma identificação permanente de cada componente
21	Usar soluções estruturais normalizadas
22	Usar materiais leves
23	Identificar de forma permanente a zona de desconstrução
24	Fornecer peças para a substituição e o local para o seu armazenamento
25	Guardar a informação do edifício e do processo de construção

Fonte: Kibert, 2005 *apud* Torgal e Jalali, 2010. Elaborado pela autora.

Para Freire & Brito (2001) a desconstrução não deverá ser encarada somente como uma ferramenta muito útil, para atingir metas elevadas no objetivo de diminuir os resíduos da demolição, mas também como uma oportunidade de negócio em ascensão. Com a necessidade de redução dos impactos ambientais do setor da construção civil, empresas que investem na qualificação da mão-de-obra e no aprimoramento de técnicas e equipamentos voltados para a desconstrução, estão um passo à frente rumo a nova fase do setor da construção civil, onde a sustentabilidade será fundamento para todas as decisões, uma vez que incorporar a sustentabilidade ao processo não se trata apenas de uma escolha e sim de uma necessidade. É uma determinação da PNRS, das diretrizes da UE, está presente nas Políticas Públicas dos diversos países e meta dos ODS, refletindo a preocupação mundial sobre o assunto.

### **3. METODOLOGIA**

A metodologia adotada seguiu as seguintes etapas apresentadas no item 3.1.

#### **3.1 Planejamento da pesquisa**

Diante da necessidade de responder ao objetivo geral e específicos, a pesquisa teve abordagens teóricas e de campo. O trabalho exigiu estudos sobre



gerenciamento de resíduos da construção e desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, além de visita *in loco* em obra de desconstrução.

O método utilizado foi o hipotético-dedutivo onde, segundo Lakatos (2008), é formulada uma solução para o problema, baseada em uma nova teoria, sendo esta submetida a testes através dos métodos de observação e experimentação.

A abordagem foi qualitativa, utilizando como procedimentos metodológicos: pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, estudo de caso paradigmático e de relevância no assunto.

### 3.1.1 Classificação da pesquisa

#### 3.1.1.1 Quanto à abordagem

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, onde se buscou um aprofundamento do objeto de estudo proposto, através do contato com a realidade estudada. Nessa etapa, foi possível observar procedimentos e técnicas utilizados para a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto.

Para Marconi & Lakatos (2008)

A metodologia qualitativa preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento humano. Fornece análise mais detalhada sobre as investigações, hábitos, atitudes e tendências de comportamento (MARCONI & LAKATOS, 2008, p. 269).

#### 3.1.1.2 Quanto à natureza da pesquisa

Considerando o enfoque da natureza da pesquisa, pode-se afirmar que ela é do tipo aplicada, uma vez que tem como objetivo difundir conhecimento sobre técnicas e práticas relacionadas a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, a partir do fluxo de materiais para auxiliar na atividade de desconstrução de estruturas, que utilizem elementos industrializados de concreto.

De acordo com Vilaça (2010), a pesquisa aplicada é motivada pela necessidade de produzir conhecimento com o objetivo de solucionar problemas concretos. Ela coleta dados de formas diversas, tais como pesquisa de laboratório, pesquisa de campo, entrevista, questionários, formulários e análise de documentos.

Segundo Nascimento e Sousa (2015), a pesquisa de natureza aplicada permite a construção de conhecimento, através da busca da verdade para a solução de problemas específicos.

### 3.1.1.3 Quanto aos objetivos

Quanto ao objetivo, a pesquisa é do tipo exploratória. De acordo com Gil (1991), esse tipo de pesquisa tem como objetivo familiarizar o pesquisador acerca do objeto da pesquisa, permitindo a construção de hipóteses ou esclarecendo a questão estudada.

Segundo Marconi & Lakatos (2008), os exemplos mais comuns de pesquisa exploratória são as pesquisas bibliográficas e os estudos de caso. Esses autores sinalizam que a pesquisa exploratória é usada em:

- levantamentos/estudos bibliográficos;
- análise de exemplos que auxiliem a compreensão do problema;
- levantamentos e entrevistas com pessoas envolvidas com o problema objeto da pesquisa;
- estudo de caso.

## **3.2 Etapas da Pesquisa**

### 3.2.1 Pesquisa bibliográfica

A pesquisa bibliográfica consistiu em levantamento do estado da arte da gestão dos RCD e da desconstrução no Brasil e no mundo.

### 3.2.2 Pesquisa documental

Nessa etapa, ocorreu a pesquisa em fontes primárias: leis, normas e planos municipal, estadual e federal.

Segundo Marconi & Lakatos (2008), a pesquisa documental baseia-se na busca através de leitura, avaliação e organização de informações que explicita fenômenos do passado e as relações destes no tempo, considerando os aspectos socioculturais através de uma linha cronológica, objetivando obter explicações para o fato presente.

### 3.2.3 Estudo de caso

Segundo Yin (2001), o estudo de caso é

uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos (YIN, 2001, p. 22).

Como delimitação na escolha do estudo de caso, considerou-se uma obra de desconstrução de galpão de fábrica de materiais de limpeza, cujos elementos estruturais eram 100% industrializados de concreto. A obra de desconstrução se localizava no Centro Industrial de Aratu, no município de Simões Filho, Bahia. O galpão possuía área total de 2.700 m<sup>2</sup> e havia sido construído há aproximadamente 40 anos.

O serviço de desconstrução foi realizado por empresa especializada, subcontratada pela fábrica através de processo de licitação. O edital destacava que a técnica utilizada para “retirada” do galpão impactasse o mínimo possível nas atividades da fábrica, que esteve funcionando normalmente durante o serviço.

O primeiro contato com a terceirizada foi através de ligação telefônica para o gestor da empresa que realizou o serviço de desconstrução, onde foi esclarecido de que se tratava o estudo, seu objetivo e solicitado autorização para o acompanhamento

do serviço. De pronto a empresa concordou com as visitas e se mostrou interessada em marcar entrevista.

Para a realização das visitas foi emitido um ofício da Universidade Católica do Salvador, assinado pela orientadora da pesquisa, Profa. Dra. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi, validando o estudo, informando seu objetivo e como iria proceder o acompanhamento do serviço. Este documento foi entregue pessoalmente ao gestor da contratante do serviço, que autorizou as visitas.

As visitas técnicas tiveram duração de aproximadamente seis horas cada e aconteceram nos dias 25/03, 10/04, 22/04 e 07/05/2019. Durante as visitas, a pesquisadora permaneceu no canteiro de obras acompanhando a atividade de desconstrução, fazendo registro fotográfico e anotações.

O estudo de caso consistiu em compreender a atividade de desconstrução, através do método de observação *in loco*, registro fotográfico e entrevista.

A entrevista teve como finalidade compreender os processos que envolvem a prática da atividade. A elaboração das perguntas considerou aspectos relevantes discutidos com os orientadores, como: manejo dos resíduos e elementos, técnicas e equipamentos usados na execução do serviço e destinação dos resíduos e elementos. As perguntas encontram-se no Apêndice B desse estudo.

A análise dos dados e o diagnóstico foram balizados pelos indicadores apresentados no quadro 16.

Quadro 16 – Indicadores para reutilização e reciclagem de RCD de construções industrializadas de concreto

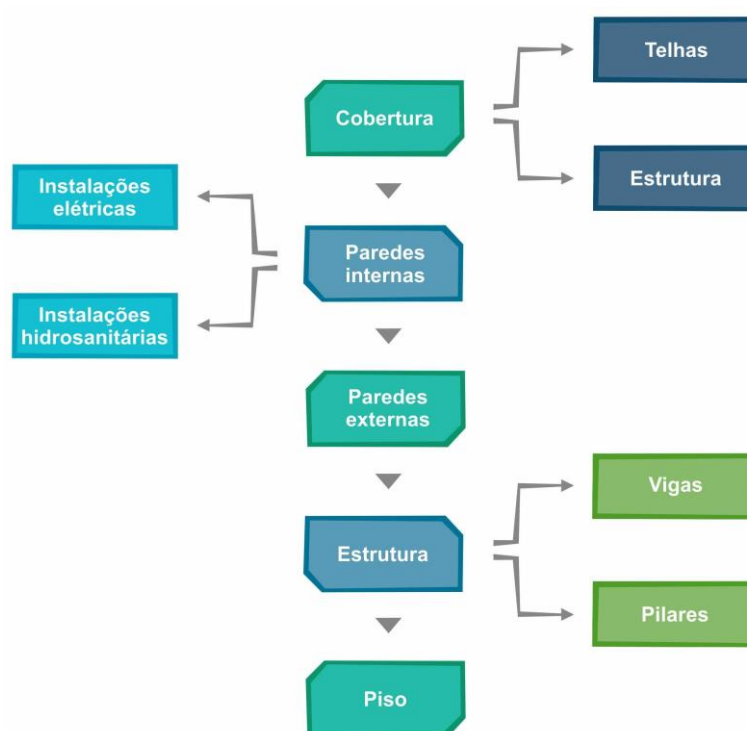
<b>Indicadores</b>	<b>Discriminação dos indicadores para o gerenciamento</b>	<b>Fonte</b>
Fase da obra (Cobertura, Paredes internas, Paredes externas, Estruturas e Piso)	A desconstrução deve acontecer na ordem inversa à construção.	Languell (2001); Yazigi (2011)
Classe de resíduos gerados em cada fase	Verificar e analisar se os elementos/resíduos estão sendo reutilizados ou reciclados, conforme determinam os dispositivos legais.	Resolução nº 307/2002 e nº 348/2004 do CONAMA
Destinação e disposição ambientalmente corretos	Verificar se a destinação e a disposição dos resíduos seguem o que determinam os instrumentos legais.	Resolução nº 307/2002 e nº 348/2004 do CONAMA

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.4 Desenvolvimento do produto

Para o melhor entendimento do objetivo desse estudo, foi necessário a elaboração de um fluxo de desconstrução agrupando as atividades em etapas, como observado na figura 14. Apesar do referido fluxo ser um dos resultados do presente estudo, por questões didáticas, ele está sendo apresentado na metodologia por ter sido utilizado como um dos indicadores para a análise do estudo de caso.

Figura 14 – Fluxo de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto



Fonte: Elaborado pela Autora.

Para entendimento das etapas do processo de desconstrução seguem definições:

**Cobertura:** Segundo ABNT/NBR 8039:1983 telhado é “parte da cobertura de uma edificação constituída pelas telhas e peças complementares”. É a categoria de cobertura mais utilizada em galpões comerciais e industriais, devido a necessidade

de soluções simples e de baixos custos para o sistema. Sua função é a proteção contra as intempéries, proteção acústica e térmica, além da captação e escoamento das águas pluviais. Telhados utilizados em galpões com estruturas industrializadas de concreto são compostos por telhas, dos mais variados tipos; tesouras; terças; caibros e ripas.

**Paredes internas e externas:** Paredes são elementos utilizados para vedação da edificação, podendo ter ou não função estrutural.

**Instalações hidrosanitárias:** “Consiste na instalação de rede de dutos condutores de fluidos para abastecimento de água, rede de esgoto e rede de águas pluviais” (FERNANDEZ, 2018, p. 86).

**Estrutura:** Segundo Fernandez (2018) estrutura é aquela composta por elementos que garantem a integridade física da edificação, permitindo estabilidade e capacidade de suportar todas as cargas que atuam na construção. Os elementos que compõem a estrutura de um galpão são: pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas.

**Piso:** É a base de qualquer construção onde se apoia o contra-piso (TAVARES, 1998).

O fluxograma foi aplicado no trabalho de campo para balizar o estudo relacionando a atividade prática com o referencial teórico estudado. Além disso, o referido fluxograma foi utilizado como produto desse estudo, com o propósito de orientar os gestores de empresas de desconstrução a reutilizar os elementos construtivos e dar a destinação ambientalmente correta aos resíduos de construção e demolição, evitando a demolição e, conseqüentemente, minimizando a geração de RCD e o consumo de recursos naturais.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo, são apresentadas as análises baseadas no referencial teórico aliado ao observado durante as visitas técnicas na obra utilizada como estudo de caso.

A análise dos dados do estudo de caso foi realizada a partir das etapas do fluxo de desconstrução dos elementos industrializados de concreto, apresentado na metodologia.

Durante a entrevista com o gestor da empresa responsável pela desconstrução da estrutura foi informado que não existem as plantas construtivas do galpão, tornando ainda mais importante a experiência e conhecimento da equipe no momento da execução da atividade para evitar danificar os elementos e consequentemente gerar perdas.

Os gestores da empresa executora do serviço têm mais de 11 anos de experiência na atividade de demolição e terraplanagem, porém sempre buscando inovar e agregar tecnologias, objetivando o reaproveitamento máximo dos elementos construtivos e o correto manejo dos resíduos gerados. Essa foi a primeira obra dos gestores onde se incorporou o conceito de desconstrução, utilizando para isso os conhecimentos adquiridos durante os anos de experiência no setor.

Vale salientar que, para a realização da desmontagem do galpão industrial, utilizado no estudo de caso, a equipe de trabalho foi composta por: 1 engenheiro civil, 1 técnico em segurança do trabalho, 1 encarregado e 12 operários.

Houve a necessidade de treinar a equipe na operação das plataformas e todos os outros equipamentos, afim de agilizar o serviço. Existem pessoas na equipe que são especializadas em montagem de galpão, pois esse conhecimento foi de suma importância no momento de retirada das peças, evitando que elas fossem danificadas.

Os equipamentos e máquinas utilizados pela equipe foram:

- 3 Plataformas aéreas de 3 metros;
- 2 Caminhões Munck de 15 toneladas;
- 1 Guindaste de 40 toneladas;
- 2 Serras policorte grandes, multidisco (aço e concreto);
- 4 Rompedores manuais de 15 quilogramas;
- 1 Retroescavadeira;
- 1 Escavadeira hidráulica de 22 toneladas;

- 1 Escavadeira hidráulica com concha;
- Caçambas;
- Carreta.

Na entrevista, apesar do gestor da empresa encarregada pela desconstrução afirmar que existe o plano de gerenciamento de RCD, na análise documental da obra verificou-se que o referido documento se tratava apenas do termo de comprovação de destinação ambientalmente correta dos RCD, demonstrando o desconhecimento do que seja um plano de gerenciamento de resíduos sólidos.

A contratante exigiu que ao final do serviço fossem apresentados documentos que comprovassem a destinação ambientalmente correta dos resíduos e as licenças ambientais de funcionamento dos aterros. Além disso, antes da saída dos resíduos da fábrica era entregue na portaria um documento chamado manifesto de resíduos, especificando o que continha na carga.

#### 4.1 Serviços iniciais realizados na obra

Segundo cronograma físico conceptivo da obra, disponibilizado pelos gestores da empresa responsável pela desconstrução, inicialmente foram elaborados os seguintes serviços, conforme quadro 17.

Quadro 17 – Serviços iniciais do estudo de caso

SERVIÇO	TEMPO DE EXECUÇÃO
Infraestrutura da adequação da tubulação de combate a incêndio	6 dias
Execução do almoxarifado provisório	2 dias
Execução do isolamento da edificação a ser demolida	17 dias
Mobilização dos itens armazenados na edificação a desconstruir	9 horas

Fonte: Elaborado pela Autora.

#### 4.2 Etapas de desconstrução



Observou-se que o serviço de desconstrução do galpão foi realizado na ordem inversa à construção, assim como estabelece o referencial teórico estudado.

#### 4.2.1 Etapa 1 – COBERTURA

A cobertura era composta por telhas e elementos estruturais.

##### 4.2.1.1 Elemento – Telhas

Observa-se por meio da figura 15, que o trabalho de retirada das telhas consistiu no desparafusamento manual feito com auxílio da chave de fenda.

Figura 15 – Retirada das telhas



Fonte: Bohana, 2019.

Apesar da retirada ter sido feita de forma manual, pode-se observar que as telhas foram quebradas e dispostas em uma pilha no chão do galpão (figura 16).

Por serem compostas de amianto, produto considerado classe D pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA, as telhas não puderam ser reutilizadas. Os resíduos classe D são perigosos, dessa forma a Resolução nº 307/2002 do CONAMA

determina que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Figura 16 – Disposição dos resíduos de telha



Fonte: Bohana, 2019.

A figura 17 mostra a retroescavadeira retirando os resíduos de amianto. Logo depois esses resíduos foram transportados para caçambas que fizeram o transporte dos mesmos para a destinação final.

Figura 17 – Retirada dos resíduos de telha



Fonte: Bohana, 2019.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

A NBR 12235:1992 determina a necessidade de acondicionamento dos resíduos de amianto, em contêineres identificados. Apesar disso, no estudo de caso não foi seguida a determinação da referida norma, estando os resíduos acumulados em pilhas, dispostas no chão, e expostos a intempéries. A água da chuva teve contato com os resíduos e escoou, formando poças de água. Giannasi (2001) *apud* Brum et al. (2016) afirmam que “as intempéries naturais a que estão sujeitos (o amianto) provocam o desprendimento das fibras consideradas cancerígenas, com as quais os seres humanos devem evitar o contato” (BRUM et al., 2016, p. 53).

Quando a retroescavadeira fez a movimentação dos resíduos das telhas de amianto, partículas tóxicas ficaram em suspensão no ambiente, trazendo riscos à saúde dos operários da obra, assim como também dos funcionários da fábrica, uma vez que esta continuou em atividade nos outros galpões, havendo a necessidade de trânsito dos funcionários próximo ao local da obra durante a execução do serviço.

Percebe-se que por falta de conhecimento da periculosidade em relação às partículas do amianto, nenhuma medida preventiva foi tomada por parte da empresa executora do serviço de desconstrução.

Conforme entrevista com os gestores da obra, os resíduos de telhas de amianto foram enviados para o aterro de materiais perigosos localizado no município de São Sebastião do Passé, destinação ambientalmente correta conforme legislação.

#### 4.2.1.2 Elementos estruturais – Tesouras, vigas, terças, caibros e ripas

As terças do telhado foram cortadas com a serra policorte (figura 18), o mesmo aconteceu com os caibros e ripas. Ao final esses elementos foram retirados, transportados e armazenados para remontagem em novo local.

Figura 18 – Retirada das terças



Fonte: Bohana, 2019.

As vigas foram numeradas (figura 19) e desencaxadas com o uso de equipamentos manuais. O uso dos equipamentos manuais se deu para preservar ao máximo a integridade das peças, garantindo a possibilidade de reuso. O mesmo aconteceu com as tesouras que pelas suas dimensões, tiveram que ser transportadas em carretas.

O objetivo de numerar os elementos foi para que eles pudessem ser remontados em novo terreno na mesma localização em que se encontravam na



montagem. Só dessa forma as peças conseguirão se encaixar, uma vez que com o tempo elas se “acomodaram”, seguindo a movimentação do solo.

Figura 19 – Identificação das vigas



Fonte: Bohana, 2019.

Todos os elementos estruturais do telhado foram desmontados e estocados em terreno para serem remontados futuramente, destinação ambientalmente correta conforme Resolução nº 307/2010 do CONAMA.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

Segundo o gestor da obra, para a retirada das telhas em galpões é comum o uso de pranchas em cima do telhado, onde os operários vão descendo as telhas com o uso de cordas. Porém, o uso desta técnica foi descartada devido a prioridade com a segurança, optando-se pelo uso de plataformas aéreas, método mais lento, porém mais seguro. A impossibilidade de comercializar as telhas, uma vez que eram compostas por material perigoso, assim como também, chuvas fortes, o que atrasou o serviço em uma semana; foram alguns dos entraves dessa fase.

#### 4.2.2 Etapas 2 e 3 – PAREDES INTERNAS E EXTERNAS

As etapas 2 e 3 foram agrupadas por serem constituídas dos mesmos tipos de elementos.

Como se tratava de um galpão industrial haviam poucas paredes internas, sendo estas de bloco de concreto. Uma vez que não era possível reutilizar as paredes, elas foram demolidas (figura 20) com o uso da retroescavadeira.

Figura 20 – Resíduos das paredes internas



Fonte: Bohana, 2019.

As paredes externas, compostas de bloco cerâmico, foram demolidas tanto por processo manual, como processo mecânico, e transformadas em resíduo (figura 21). Assim como aconteceu com as paredes internas, os resíduos das paredes externas foram encaminhados para serem utilizados como material para aterro de terreno de propriedade da empresa responsável pela desconstrução.

Figura 21 – Resíduos das paredes externas



Fonte: Bohana, 2019.

A divisão de alguns ambientes internos era feita com divisórias de MDF (*Medium Density Fiberboard*), conforme figura 22, que foram retiradas e encaminhadas para aterro de inertes.

Figura 22 – Divisórias de MDF



Fonte: Bohana, 2019.

Os resíduos gerados pela demolição das paredes internas e externas são classificados como resíduo classe A e deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, conforme a Resolução nº 307/2002 do CONAMA, o que foi feito pela empresa de desconstrução.

Já os resíduos das divisórias de MDF, são classificados como classe B, devendo ser reutilizado ou reciclado, porém os mesmos foram enviados para aterro de inertes, o que segundo a hierarquia dos resíduos, determinada pela Lei nº 12.305/2010, deve ser a última opção de destinação.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

Caso os resíduos classe A não tivessem sido reutilizados, poderiam ser reciclados através do processo de britagem, dando origem a agregados reciclados em diversas granulometrias, voltando para a cadeia produtiva da construção civil. Cabral et al. (2011) destacam as diversas possibilidades de uso desses agregados, como: aproveitados como base e sub-base para pavimentação, utilização na fabricação de concretos não estruturais, servir de massa na fabricação de tijolos ou ainda serem queimados e transformados em cinzas para a reutilização na construção civil.

A opção mais desejável para resíduos de MDF (resíduos classe B), segundo a Lei, seria reutilizá-los. Caso não fosse possível a reutilização, estes poderiam ser enviados para cooperativas de reciclagem. Cabral et al. (2011) afirmam que esses resíduos podem ser reutilizados em obra, caso não estejam sujos e danificados. Além disso, estes autores citam a possibilidade de serem triturados e usados na fabricação de papel e papelão, ou até mesmo serem utilizados como combustível.

#### 4.2.2.1 Equipamentos elétricos

Foram retirados do galpão dois geradores grandes, dois transformadores, um painel elétrico (figuras 23 e 24), pois a fábrica não tinha interesse de continuar de posse deles.



Figura 23 – Paineleltrico



Fonte: Bohana, 2019.

Figura 24 – Transformador de tensão elétrica



Fonte: Bohana, 2019.

Os materiais que compõem esses tipos de equipamentos são, na sua maioria, de metal e polietileno, estando dentro da classe B de resíduos, e segundo a Resolução nº 307/2002 do CONAMA podem ser reutilizados ou reciclados.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

A empresa responsável pela demolição informou que estes equipamentos elétricos encontrados no estudo de caso têm grande valor no mercado e por isso irá comercializá-los, atendendo a destinação mais desejável determinada pela hierarquia de resíduos da PNRS.

Caso não fossem reutilizados, esses equipamentos poderiam ser desmontados, e seus resíduos plásticos poderiam ser enviados para cooperativas de reciclagem, e os resíduos metálicos encaminhados para empresas de sucata, com a possibilidade de se tornarem insumos na cadeia produtiva de outros setores.

#### 4.2.2.2 Instalações hidro sanitárias

Antes da demolição das paredes internas foram retirados três vasos sanitários e três lavatórios, assim como os acessórios para banheiro.

No momento da demolição das paredes internas, o trabalho foi iniciado com o uso de equipamentos manuais para a retirada da tubulação de água e posteriormente utilizou-se equipamentos mecânicos.

As louças e metais sanitários foram transportados para depósito a fim de serem reutilizados na remontagem do galpão. Já as tubulações, classificadas como resíduos classe B, com possibilidade de serem reutilizados e reciclados, conforme determinação do CONAMA, foram enviados para aterro de inertes, localizado no bairro de Águas Claras, Salvador-Bahia.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

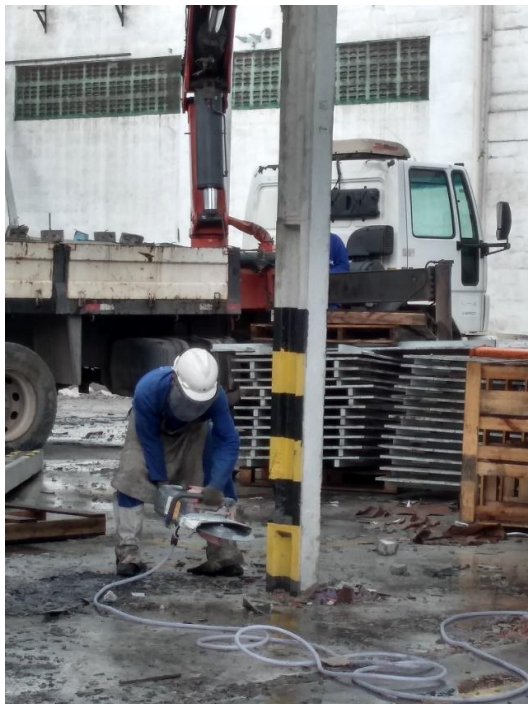
A destinação dada às tubulações não condiz com o determinado pelo CONAMA, que especifica que caso não sejam reutilizados ou reciclados, os resíduos classe B devem ser enviados para áreas destinadas a armazenamento temporário, a fim de que sejam utilizados ou reciclados no futuro.

Segundo entrevista com o gestor da empresa que realizou a demolição, com entrave nessa etapa podemos considerar a ausência de cinta de amarração<sup>2</sup> nas paredes externas, o que exigiu que o processo de demolição fosse mais lento, começando do topo da parede até dois metros abaixo de forma manual, com o auxílio de marretas. A partir desta medida as escavadeiras hidráulicas foram puxando lentamente as paredes para frente até a sua completa demolição.

#### 4.2.3 Etapa 4 – ESTRUTURA

Antes da desconstrução dos pilares, estes foram medidos e marcados a determinada altura para serem cortados com a ajuda da serra policorte (figura 25). Antes do corte, esses elementos foram cintados e fixados a um guindaste.

Figura 25 – Retirada de pilar



Fonte: Bohana, 2019.

---

<sup>2</sup> Elemento estrutural que serve para unir a alvenaria entre si, tornando-a mais sólida, fazendo com que a estrutura trabalhe em conjunto.

A figura 26 mostra o momento da transferência dos pilares, com o uso do guindaste, para o caminhão que irá transportá-los.

Figura 26 – Transferência de pilar para caminhão



Fonte: Bohana, 2019.

Os elementos desmontados foram estocados em depósito para serem remontados futuramente.

Tais elementos são compostos por materiais que se enquadram na classificação de resíduos de classe A, cuja destinação ambientalmente correta, com base na Resolução nº 307/2002 do CONAMA, é a reutilização ou reciclagem na forma de agregados.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

Devido a necessidade de redução dos pilares para a sua retirada, a nova destinação para os elementos desmontados será a montagem de um galpão para fins comerciais, uma vez que a altura do pé direito não permite o uso como galpão industrial.

Essa etapa de trabalho exigiu cuidado e experiência da equipe, tanto no momento do corte dos pilares na medida determinada, como também na movimentação e transporte dos elementos evitando ao máximo danos ou perdas.

#### 4.2.4 Etapa 5 – PISO

O piso foi retirado com o auxílio da retroescavadeira, pois a camada de concreto era profunda e o aço utilizado na malha era de bitola baixa. Os resíduos gerados com a retirada do piso foram dispostos em pilhas, conforme figura 27.

Figura 27 - Resíduos da retirada do piso



Fonte: Bohana, 2019.

Os resíduos gerados com a retirada do piso e a demolição das paredes internas e externas foram britados e serviram de aterro para terreno de propriedade da empresa de demolição (figura 28). Classificados como resíduos de classe A, observa-se que a destinação destes resíduos seguiu o que determina a Resolução nº 307/2002 do CONAMA.

Figura 28 – Destinação final dos resíduos das paredes e do piso





Fonte: Bohana, 2019.

A tubulação de esgoto foi retirada, mas, segundo o gestor da empresa, por estar suja e contaminada, sem possibilidade de reutilização, foi enviada para o aterro de inertes.

- **COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES SOBRE A ETAPA:**

Cabral et al. (2011) apontam outra possibilidade para os resíduos de concreto que é britagem e posterior separação em agregados de diferentes tamanhos, podendo ser usado como “(...) agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias e de concreto com agregados reciclados; artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes, etc” (CABRAL et al., 2011, p. 30).

A tubulação de esgoto, considerada resíduo classe B, poderia ser reutilizada ou reciclada, conforme determinação da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, sendo a destinação dada pela empresa do estudo de caso, a menos desejada, segundo a hierarquia de gestão dos resíduos.

Essa etapa teve como entrave a falta de conhecimento das condições de execução do piso, devido à ausência dos projetos de construção do galpão. Isso fez com que a empresa iniciasse o processo de retirada do piso sem definir previamente o que faria com os resíduos e até mesmo qual a técnica de retirada seria utilizada.

Depois de testar com a retroescavadeira e ver que a armadura não era espessa e não tinha malha dupla, decidiu-se por continuar a retirada do piso com este equipamento, que foi utilizado também para britar os resíduos.

No período de finalização desse estudo o galpão estava em fase inicial de remontagem e por isso não foi possível apresentar imagens do serviço finalizado. A figura 29 mostra a etapa de fundação da estrutura, com a concretagem da sapata onde serão fixados os pilares retirados do galpão estudado. Para tanto, foi necessário prolongar as ferragens dos pilares que irão ser fixados nas sapatas (figura 30).

Figura 29 – Sapata para a remontagem do galpão



Fonte: Bohana, 2019.

Figura 30 – Ferragens prolongadas do pilar



Fonte: Bohana, 2019.

A fim de evidenciar o resultado da destinação dos elementos e resíduos gerados no estudo de caso, foi elaborado o quadro 18.

Quadro 18 – Resumo da destinação dos elementos e resíduos

<b>ELEMENTO/RESÍDUO</b>	<b>DESTINAÇÃO DADA PELA EMPRESA</b>	<b>DESTINAÇÃO CONFORME DISPOSITIVOS LEGAIS E NORMATIVOS</b>
Tesouras, terças, vigas e pilares	Enviada para depósito para reutilização futura	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Tubulação de incêndio	Enviada para depósito para reutilização futura	Reutilização ou reciclagem
Resíduos das paredes internas e externas	Seruiu de sub-base para terreno	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Resíduos do piso	Seruiu de sub-base para terreno	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Resíduo de amianto	Enviados para aterro de materiais perigosos (CTR)	Enviados para aterro de materiais perigosos
Tubulação, isopor, embalagens, MDF	Enviados para aterro de inertes (Revita)	Reutilização ou reciclagem
Portões metálicos	Serão reutilizados em remontagem de galpão	Reutilização ou reciclagem
Vasos sanitários e lavatórios	Serão reutilizados em remontagem de galpão	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados



Geradores, transformadores, painel elétrico	Serão comercializados	Reutilização ou reciclagem
Sucata	Enviado empresa que comercializa sucata (Bahia Metais)	Reutilização ou reciclagem
Lâmpadas	Enviados para aterro de materiais perigosos (Cetrel)	Enviados para aterro de materiais perigosos
Reator	Enviado para a cooperativa de reciclagem de eletrônico	Reutilização ou reciclagem

Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que manejo de alguns resíduos não aconteceu conforme determina a Resolução nº 307/2002. Era necessário que esses resíduos fossem triados, classificados e acondicionados conforme a classe de RCD determinada pelo CONAMA. Somente os resíduos de valor para a empresa de desconstrução foram segregados e reutilizados. O restante, mesmo que pudesse ser reutilizado ou reciclado, foi enviado para aterro de inertes, o que, conforme determina a hierarquia dos resíduos sólidos, deve ser a última opção de destinação.

Em entrevista o gestor da empresa de desconstrução informou sempre tentar fazer um *link* entre as obras, procurando reaproveitar e/ou comercializar ao máximo os elementos e/ou resíduos lucrando com a economia de construir nova estrutura e também com o custo de descarte. Sendo assim, percebe-se que opção em adotar a reutilização dos elementos/resíduos ainda tem como prioridade questões econômicas, como redução dos custos da obra, e não as questões ambientais.

No que diz respeito à reciclagem, foi revelado na entrevista, a dificuldade de comercializar agregados reciclados, uma vez que os agregados naturais são muito baratos aqui na Bahia, o que acaba inviabilizando tal destinação.

Por fim, ainda que algumas ações observadas no estudo de caso não estejam em conformidade com os dispositivos legais e normativos, assim como também com a literatura consultada, observa-se que a atividade de desconstrução surge como uma opção para a construção civil se adequar ao modelo sustentável defendido pelos ODS e pela sociedade, possibilitando a redução da quantidade de RCD gerados, a diminuição do consumo de recursos naturais e energia elétrica para a produção de

novos elementos e o envio de RCD para aterros de inertes, priorizando a reutilização de elementos já produzidos.

### 4.3 Proposta de diretrizes para a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto

Baseado na revisão de literatura e no estudo de caso, pode-se obter como resultado o quadro 19 onde estão listadas as diretrizes para a desconstrução de estruturas industrializadas de concreto.

Quadro 19 – Diretrizes para a desconstrução

ITEM	AÇÕES
1	O projeto inicial precisa considerar o desmonte dos elementos
2	A mão-de-obra deve ser especializada
3	É necessário um plano de execução dos serviços considerando a ordem do desmonte
4	O desmonte deve ser realizado de forma manual e com ferramentas portáteis
5	Os elementos devem ser numerados e etiquetados facilitando a localização para a remontagem
6	O transporte deve considerar a dimensão das peças a serem transportadas
7	O projeto de remontagem deve ser de conhecimento da equipe e todas as dúvidas devem ser dirimidas antes da execução
8	É fundamental a elaboração do plano de gerenciamento dos resíduos que podem ser gerados no processo
9	Os rejeitos precisam ter a destinação final conforme determina os dispositivos legais e normativos

Fonte: Elaborado pela autora.

Além disso, com o decorrer deste estudo, os conhecimentos adquiridos permitiram a sugestão de hierarquia de prioridade na gestão dos RCD para a atividade de desconstrução, a partir da obra estudada, conforme apresentado na figura 31. E

que pode ser aplicada e testada em outras obras. Vale destacar que, essa hierarquia é prevista pela PNRS para serviços de construção de edificações, porém a partir deste estudo, percebeu-se que o fluxo pode atender também ao serviço de desconstrução.

Figura 31 – Sugestão de hierarquia de prioridade na desconstrução com base na obra estudada



Fonte: Elaborado pela autora.

No estudo de caso apresentado pode-se observar que 66,67% dos elementos e resíduos da desconstrução foram reutilizados, 8,33% dos RCD foi reciclado e 25% foi enviado para aterro. Apesar do número de resíduos enviados para aterro ser maior que o reciclado, podemos considerar que a obra em questão atendeu a hierarquia de resíduos determinada pela PNRS, uma vez que a maioria dos resíduos enviados para aterro não permitia a reutilização ou a reciclagem, restando apenas a disposição ambientalmente correta como forma de destinação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fazendo um resgate da pergunta norteadora da pesquisa, que foi: “Em que medida o desenvolvimento de um fluxo de materiais de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto pode contribuir para a minimização de RCD”, pode-se afirmar que os resultados do estudo de caso realizado na obra de desconstrução de galpão de fábrica de materiais de limpeza localizada no Centro Industrial de Aratu, no município de Simões Filho, Bahia, comprovam a importância da elaboração de um

fluxo de desconstrução como forma de reduzir, não só a geração de resíduos, mas também o consumo de recursos naturais na produção de elementos para as novas construções, uma vez que elementos já existentes serão reutilizados para tal função.

A partir das observações realizadas na obra de desconstrução, conclui-se que a construção industrializada de concreto permite reduzir os impactos ambientais, uma vez que mais de 60% das peças foi reutilizada, confirmando que esse tipo de construção gera produtos com maior ciclo de vida, reduzindo o volume de RCD.

Apesar da obra estudada ter enviado 25% dos resíduos para o aterro, pode-se considerar que este serviço de engenharia, a desconstrução, vem sendo uma opção sustentável para a demolição, que ainda hoje utiliza o aterro de inertes como única possibilidade de destino dos resíduos, opção menos desejada dentro da hierarquia dos resíduos.

Diante da análise dos resultados do estudo de caso, pode-se concluir que a atividade de desconstrução é fundamental para a redução dos impactos ambientais do setor da construção civil. Para maior garantia dos benefícios da desconstrução, alguns pontos devem ser considerados, como:

- Projeto de construção da edificação que considere a desconstrução: priorizando o uso de materiais que possam reutilizados, considerando ligações e os materiais que facilite o momento de retirada das peças, evitando que essas sejam danificadas, reaproveitando ao máximo todos os elementos da edificação. Além disso, o projeto de desmonte deve permitir a identificação dos locais de encaixe, facilitando também a retirada as peças. O fato das construções serem projetadas considerando o seu desmonte, permite maior qualidade dos materiais e elementos a serem reutilizados, assim como também agilidade e menor custo no processo de desmonte;

- Plano de execução das atividades considerando a ordem inversa da construção: esse item foi fundamental para garantir a segurança dos operários e dos funcionários da obra estudada, além de trazer mais eficiência para o processo, pois permitiu um planejamento da atividade;

- O plano de gerenciamento dos resíduos: o plano de gerenciamento é fundamental na desconstrução, uma vez que traz um diagnóstico dos resíduos, acompanhando e monitorando o seu ciclo, com o objetivo de garantir o correto manejo dos mesmos e com isso possibilitar a não geração, o reaproveitamento e a reciclagem

dos resíduos, conforme determina a PNRS e Resolução nº 307/2002 do CONAMA. O fato da obra estudada não ter elaborado um plano de gerenciamento de resíduos, trouxe como consequência o envio de alguns resíduos, com possibilidade de serem reutilizados ou reciclados, para o aterro de inertes.

- Equipe especializada: o conhecimento na desmontagem das peças foi primordial para o maior aproveitamento dessas, evitando a geração de resíduos;

- A identificação dos elementos retirados: a fim de organizar a estocagem das peças e sobretudo facilitar a desmontagem e remontagem da estrutura, o que permitiu a remontagem do galpão, mesmo com a dificuldade de encaixe das peças, causados pela movimentação do solo e acomodamento da estrutura em geral.

- O uso de equipamentos manuais: observamos no estudo de caso que a utilização dos equipamentos manuais evitou que as peças fossem danificadas, viabilizando a possibilidade de reutilização.

Ademais, conhecer e adotar a hierarquia de prioridade na desconstrução na gestão dos resíduos, surge como uma proposta na tentativa de reduzir a geração dos resíduos, diminuir o consumo de recursos naturais, de água e energia, e a emissão de CO<sub>2</sub>, impactos negativos significativos ao meio ambiente causados pelo setor da construção civil.

Foi possível perceber, a partir da revisão de literatura, a carência de incentivos por parte do poder público para a adoção de tecnologias voltadas para a sustentabilidade da indústria da construção civil, fomentando a reutilização e garantindo maior qualidade nos materiais e elementos produzidos. Aliado a isso, existe a necessidade de normas reguladoras que tratem do tema desconstrução, o que dificulta a sua prática. Além disso, é importante que os profissionais da área se capacitem, para que incorporem aos seus projetos, a desconstrução das estruturas, havendo assim um desenvolvimento da sustentabilidade no setor da construção civil.

Por fim, acredita-se que é possível aplicar o produto gerado neste estudo em outras obras de padrão semelhante, para testar o fluxograma aqui proposto e realizar ajustes de acordo com a especificidade de cada obra.

## REFERÊNCIAS

ABRAMAT. Associação Brasileira da Indústria de Materiais da Construção. **A cadeia construtiva da construção civil**. São Paulo: ABRAMAT, 2007.

ABRAMAT. Associação Brasileira da Indústria de Materiais da Construção. **Perfil da cadeia**. São Paulo: ABRAMAT, 2018.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. São Paulo, 2017. 74 p. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2017.pdf>>. Acesso em 25 abr.2019.

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M.; GOLDEMBERG, J. (coord). **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**: volume 5, São Paulo: Blucher, 2011.

AHMAD BARI, N. A.; YUSUFF, R. M.; ISMAIL, N.; JAAPAR, A. **Industrialised Building Systems (IBS): It's attribute towards enhancing sustainability in construction**. Asian Journal of Environment-Behaviour Studies (ajE-Bs), may/jun 2018, p.109-119.

ANDRADE, F. R. **Metodologia para a Avaliação do Processo de Desconstrução de Estruturas de Concreto Armado Pré-Fabricado de Galpões: estudo de caso no DF e GO**. Distrito Federal, 2013. 147 p. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Distrito Federal, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO – ABCIC. **Selo de Excelência Abcic**. Disponível em: <http://www.abcic.org.br/Artigos/o-selo-de-excelencia-abcic>. Acesso em 08 set. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos**. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos – procedimento**. Rio de Janeiro, 1994.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2004a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem-diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004d.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos.** Rio de Janeiro, 2004g.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9.062: Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado.** Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 16.697: Cimento Portland – Requisitos.** Rio de Janeiro, 2018.

AZMAN, M. N. et al. **Role of IBS Technology in Reducing Waste in Construction Industry,** EnCon 2012, 5th Engineering Conference, Engineering Towards Change - Empowering Green Solutions, Kuching, Sarawak, 10-12th July 2012.

BARKOKÉBAS JÚNIOR, B. et al. Aspectos da segurança do trabalho voltados para o processo de desconstrução: estudo de caso na demolição de edificação de múltiplos pavimentos. In: CIIIT 2010, Florida. **Anais eletrônicos...** Florida: IIIS, 2010. Disponível em: [http://www.iiis.org/CDs2010/CD2010CSC/CIIIT\\_2010/PapersPdf/NA491NQ.pdf](http://www.iiis.org/CDs2010/CD2010CSC/CIIIT_2010/PapersPdf/NA491NQ.pdf). Acesso em 05 ago. 2019.

BARROS, R. T. de V. **Elementos da gestão de resíduos sólidos.** Belo Horizonte: Tessitura, 2012.

BONZI, R. S. **Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 28, p. 207-215, Editora UFPR, jul./dez. 2013.

BLUNENSCHIN, Raquel Naves. **Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras.** Brasília, DF: Centro de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico, Universidade de Brasília, 2007. Dossiê Técnico.

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.

BRASIL. **Constituição Federal.** Brasília, DF. 1988a.

BRASIL. **Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções e infrações penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998b.

BRASIL. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001.** Estatuto das cidades: regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a resolução CONAMA n. 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004.

BRASIL. **Lei. 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e dá outras providências. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Decreto nº. 6.514, de 22 de julho de 2008.** Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010a.

BRASIL. **Decreto nº. 7.405, de 23 de dezembro de 2010.** Institui o programa pró-catador, denomina comitê interministerial para a inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010b.

BRASIL. **Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010.** Regulamenta a Lei 12.305 e cria o comitê orientador para implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 431, de 24 de maio de 2011.** Altera o art. 3º da Resolução do CONAMA n. 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011a.

BRASIL. **Decreto nº. 7.619, de 21 de novembro de 2011.** Regulamenta a concessão de crédito de IPI na aquisição de resíduos sólidos. Brasília, DF, 2011b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 448, de 18 de janeiro de 2012.** Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da resolução do CONAMA n. 307/2002. Brasília, DF, 2012a.

BRASILEIRO, L. L., & MATOS, J. M. E. (2015). **Revisão Bibliográfica: Reutilização de Resíduos da Construção e Demolição na Indústria da Construção Civil.** CERÂMICA, 61(358), 178-189.

BREITBACH, A. C. Indústria da construção – a retomada. Indicadores Econômicos FEE. Porto Alegre, v.37, n.2, 2009.

BRUM, S. C.; ALMEIDA, B.; PELOSI, E. S.; PACHECO, J; GUIMARÃES, M. G. A. **Amianto: a bioética entre o custo e a toxicidade.** Revista Eletrônica Teccen. 2016 Jan./Jun.; 09 (1): 52-56

CABRAL, A. E. B.; MOREIRA, K. M. V. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil,** Sinduscon-CE (2011) 44p.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aproveitamento de fontes alternativas de água em edifícios.** São Paulo, 2019.

CBCS. Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas. Subsídios para a promoção da Construção Civil Sustentável.** Versão 1, Nov. 2014.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Déficit habitacional no Brasil.** Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em 06 jun. 2019.

CESANO, Daniele; RUSSELL, Jarrod. ELLA Policy Brief: Green Building in Latin America. **Evidence and Lessons from Latin America (ELLA),** Practical Action Consulting, Lima, Peru,



2013. Disponível em: <[https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a07e5274a31e00003aa/131106\\_ENV\\_TheGreEco\\_BRIEF1.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a07e5274a31e00003aa/131106_ENV_TheGreEco_BRIEF1.pdf)>. Acessado em: 12 set. 2019.

CIB. International Council for Research and Innovation in Building and Construction. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries: a discussion document**. Petroria, South Africa. 2002. Disponível em: <http://site.cibworld.nl/dl/publications/Agenda21Book.pdf>. Acesso em 05 mar. 2019.

COMISSÃO EUROPEIA. **A UE e a Gestão dos Resíduos**. In: Luxemburg: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2000, 18p.

COMISSÃO EUROPEIA. **Environment / waste**. (2018). Disponível em: [http://ec.europa.eu/environment/waste/construction\\_demolition.htm](http://ec.europa.eu/environment/waste/construction_demolition.htm). Acesso em 16 jul. 2019.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum: Relatório de Brundtland**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, M. A. A Gestão municipal dos resíduos sólidos: Cenários e desafios. In: MARCHI, C. M. D. F. (org.). **Gestão dos resíduos sólidos: Conceitos e perspectivas de atuação**. 1ª ed. – Curitiba: Appris, 2018. p. 19-41

COUTINHO, S. M. **Percepções relativas às práticas em sustentabilidade nos canteiros de obras**. 209 f. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.

COUTO, J.; COUTO, A. **Analysis of Barriers and the Potential for Exploration of Deconstruction Techniques in Portuguese Construction Sites**, Sustainability, Vol. 2, pp. 428-442, 2010.

COUTO, M. C; COUTO, J. P. Os benefícios ambientais e a racionalização do efeito de aprendizagem na indústria de pré-fabricado. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra. **Anais...** Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2007.

DANTAS, Marcelo B.; SCHIMITT, Guilherme B.; FREITAS, Maurício D. G.; FERRÚA, Luiz; SOUZA, Marcela D. E. **Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável**. Florianópolis, 2015. Disponível em: [https://cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/08/Mapeamento\\_de\\_Incentivos\\_Economicos.pdf](https://cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/08/Mapeamento_de_Incentivos_Economicos.pdf). Acesso em 19 de jul. 2019.

EAA. European Environment Agency. **Well-being and the environment: bulding a resource-efficient and circular economy in Europe**. Copenheagem, Demarck, 2014. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2014>>. Acesso em 17 jun. 2019.

EI DEBS, M. K. **Concreto Pré-moldado: Fundamentos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Lifecycle construction resource guide**. Atlanta, GA: [s.n.], 2008. Disponível em: <https://www.lifecyclebuilding.org/docs/Lifecycle%20Construction%20Resource%20Guide.pdf>. Acesso em 05 ago. 2019.

EPA. United States Environmental Protection Agency. **The State of the Practice of Construction and Demolition Material Recovery**. May/2017. 90 f. Disponível em: <https://www.epa.gov/research>. Acesso em 05 jul. 2019.

EPA. United States Environmental Protection Agency. (2019). **Salvaging and Reusing C&D Materials**. Disponível em: <https://www.epa.gov/smm/sustainable-management-construction-and-demolition-materials>. Acesso em 06 ago. 2019.

EVANGELISTA, P. P. A.; COSTA, D. B.; ZANTA, V. M. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, jul./set. 2010.

FERNANDEZ, J. L. B. **Resíduos Sólidos da Construção Civil: Análise do gerenciamento em obras de reforma, de micro e de pequeno portes**. 142 f. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador. Salvador, 2018.

FERNANDEZ MARCHI, C. M. D. F., BOHANA, M. C. R., FERNANDEZ, J. L. B (2018), **Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência**, Sistemas & Gestão, Vol. 13, No. 1, pp. 118-129. Disponível em: <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1319>. Acesso em 19 jun. 2019.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Indicadores**. Revista Conjuntura da construção. Set. 2017, p. 21-31, 2017.

FIEC. European Construction Industry Federation. **Key figures activity – Construction in Europe**. Bruxelas: FIEC, 2018.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **12º Construbusiness: Congresso Brasileiro da Construção: investir com responsabilidade**, São Paulo, 2016.

FREIRE, Luís; BRITO, J. de. **Custos e benefícios da demolição selectiva**. In: Actas do Congresso Nacional de Construção, Lisboa. 2001.

GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE. **Manual de desconstrucció**. Catalunya: Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya, 1995.

GHINIS, C. P.; FOCHEZATTO, A. **Crescimento pró-pobre nos estados brasileiros: análise da contribuição da construção civil usando um modelo de dados em painel dinâmico, 1985-2008**. Economia Aplicada, Vol. 17, No. 3, p. 243-266, 2013.

GIL, Antônio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

GOMES, M. H. S. C. et al. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: perspectivas de cumprimento da Lei 12.305/2010 nos municípios brasileiros, municípios paulistas e municípios da região do ABC**. Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 7, Edição Especial, p. 93-110, Nov. 2014.

GRANZIERA, M. L. M. **Articulação e negociação institucional na efetividade das políticas ambientais**. Brasília a. 43 n. 172 out-dez. 2006.

GUY, B.; SHELL, S. Design for deconstruction and materials reuse. In: CHINI, A. R.; SCHULTMANN, F. (org.). Design for deconstruction and materials reuse. **Proceedings of the CIB Task Group 39: Deconstruction Meeting**, Karlsruhe, Germany: CIB publication 272, 2002, paper 15.

HORST, S.; O'CONNOR, J.; ARGELES, C. Survey on the Actual Service Lives for North American Buildings. In: 10 DBMC International Conference, 2005, Lyon. **Anais...** Lyon: UPC, 2005. p. 851-858.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população do Brasil e das unidades da federação**, 2018. Disponível em: [https://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_estatisticas.htm](https://downloads.ibge.gov.br/downloads_estatisticas.htm). Acesso em 17 jun. 2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Indústria reaproveita 85% dos resíduos das usinas** (2013). Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/congresso2013/imprensa/noticias/industria-reaproveita-85-dos-residuos-das-usinas>. Acesso em 08 set. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012.

JOHN, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção: Uma contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 113 f. Dissertação apresentada para obtenção do Título de Livre Docente, Escola Politécnica – USP, São Paulo, 2000.

JUCÁ, J. F. T.; LIMA, J.; MARIANO, M.; FIRMO, A.; LIMA, D.; LUCENA, L.; FARIAS, P.; JUNIOR, F.; CARVALHO, E.; FERREIRA, J. et al. **Análise das diversas tecnologias de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos no Brasil, Europa, Estados Unidos e Japão**. Fundação de Apoio ao Desenvolvimento - FADE, 2014.

JURAS, I. A. G. M. **Legislação sobre resíduos sólidos: comparação da Lei 12.305/2010 com a legislação de países desenvolvidos**. Consultoria Legislativa, Câmara dos Deputados, Brasília, abr. 2012.

KARPINSK, L. A. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009.

KIBERT, C. J.; CHINI, A. R. **Overview of Deconstruction in Selected Countries**. CIB Publication 252, Editors University of Florida, 2000.

LANGUELL, J. L. **Development of a prototype assessment tool to evaluate the potential to successfully implement deconstruction as a regional waste reduction strategy**. 249 f. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Doutor em filosofia, Universidade da Flórida. Flórida, 2001.

LIMA, Adriana S.; CABRAL, Antonio E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Fortaleza, n. 18, p. 169-176, abr./jun 2013.

LIMA, F.M.R.S.; LOVON, G.; OLIVEIRA, P.; NOCITO, G.; ALVARADO, L.M.T. Demolição seletiva no Brasil: estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro com sistemas dinâmicos. In: XXVI ENTMME, 2015, **Anais...** Poços de Caldas: UNIFAL, 2015. p. 1-10.

LOPES, T.; AMADO, M. P. **Pré-fabricação aplicada ao contexto da reabilitação de edifícios**. 2ª Conferência de Reabilitação Sustentável de Edifícios no Espaço Lusófono. Caparica: FCT UNL - MAMAOT CV, 2012.

LUSTOSA, Maria C. J. YOUNG, Carlos E. F. Política Ambiental. In: KUPFER, David; HASENCLEVER, Lia. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticos no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2002, p. 569-590.

MARCONI, M. A., LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

MARCHI, C. M. D. F. **Novas perspectivas na gestão do saneamento: apresentação de um modelo de destinação final de resíduos sólidos urbanos**, urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management), n. 7, p. 91-105, jan./abr 2015.

MARCHI, C. M. D. F. **Abordagens, conceitos e propostas para a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos na literatura científica**, Revista Caribeña de Ciencias Sociales, dez 2018. Disponível em: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/12/gestao-residuos-solidos.html//hdl.handle.net/20.500.11763/caribe1812gestao-residuos-solidos>. Acesso em 16 fev. 2020.

MARTINS, A. S. M. **Diretrizes para o planejamento de uma demolição sustentável em edifícios**. 209 f. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2016.

MATTARAIÁ, L. **Arquitetura e Sustentabilidade: Considerações sobre o desmonte das edificações**. 218 f. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2013.

MEDEIROS, R.; YOUNG; C.E.F.; PAVESE, H. B.; ARAÚJO, F. F. S. (2011). **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo**. Brasília: UNEP-WCMC, 44p.

MELO, C. E. E. (Org.). **Manual Munte de projetos em pré-fabricados de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2004.

MEYERS, Danny. **Construction Economics a New Approach**. Third Editin, Routledge, 2013.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. (2019). **O PBQP-H**. Disponível em: [http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php). Acesso em 23 jul. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. (2019). **Consórcios Públicos**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/informma/item/10551-consorcios-publicos>. Acesso em 17 jul. 2019.

MINISTÉRIO DOS NEGÓCIOS ESTRANGEIROS DO JAPÃO. **Japão: um país ecológico**. Descobrimo o Japão, Tóquio, n. 7. p. 2-3. 2012.

MOHAMMAD, F. M. **Construction Environment: Adopting IBS construction approach towards achieving sustainable development**. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 2013, p. 8 – 15.

NASCIMENTO, F. P. do; SOUSA, F. L. L. **Metodologia da Pesquisa Científica: Teoria e prática**. 1ª ed., Brasília: Thesaurus, 2015.

NOVAES, Marcos de V.; MOURÃO, Carlos. A. M. D. A. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil**. COOPERCON – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará: Fortaleza, 2008. 84 p.

ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU e Meio Ambiente**. 2019a. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>. Acessado em 22 jun. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Plataforma Agenda 2030**. 2019b. Disponível em <http://www.agenda2030.com.br/>. Acessado em 26 jun. 2019.

PEREIRA, L. **O Projeto para a construção e desconstrução: a sistematização de uma ideia e de um processo**. Covilhã, 2016. 95 p. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Arquitetura (Ciclo de estudos integrado). Universidade da Beira Interior. Covilhã, 2016.

PINTO, T. de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 218 f. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

PINTO, T. de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo (coord). **Guia profissional para uma gestão correta dos resíduos da construção**. São Paulo: CREA-SP Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo, 2005.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. **Em busca da gestão de recursos hídricos para a cidade resiliente**. In: Revista DAE, São Paulo, v. 1, n. 195, p. 6-11, 2014.

REVISTA SANEAMENTO AMBIENTAL (2019). **Cimento menos cinza, mais verde**. ano XIX, n. 192. Abcp. p. 6-10.

SAGHAFI, M. D.; TESHNIZI, Z. A. H. **Building Deconstruction and Materials Recovery in Iran: Na analysis of major determinants**. 2011. International Conference on Green Buildings and Sustainable, p. 853-863, 2011.

SINDUSCON-MG. Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Minas Gerais. Comissão de Meio Ambiente do Sinduscon-MG. **Alternativas para a destinação de resíduos da Construção Civil**. 2. ed. Belo Horizonte: Sinduscon-MG, 2008. 84 p.

SJOSTROM, C. **Aproximaciones a la sustentabilidad en la construcción de edificios**. Tecnología y Cosntrucción, Vol. 26, N. 1, p. 58-64. 2010. Disponível em: [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_tc/article/view/2488](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2488). Acesso em 21 jun.2019.

SMITH, Andrew. Precast Concrete: a Resource Efficiency Action Plan. **The Green Construction board**, UK, Report 019, f. 59, Oct. 2013.

SPADETO, T. F. **Industrialização na construção civil: uma contribuição à política de utilização de estruturas pré-fabricadas em concreto**. Vitória, 2011. 193 p. Dissertação APRESENTADA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL. VITÓRIA, 2011.

TAVARES, F. M. **Glossário da construção civil**. Unicamp. Disponível em: [https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Gloss%E1rios/glossario\\_da\\_construcao.pdf](https://hosting.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Gloss%E1rios/glossario_da_construcao.pdf). Acesso em 19 out. 2019.

TEIXEIRA, L. P; CARVALHO, F. M. A. de. **Construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira**. Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 109, p. 09-26, jul./dez. 2005.

TEODORO, N. F. G. **Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais**. 78 f. Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2011.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A Sustentabilidade dos materiais de construção**. 2ª Ed, Braga: TecMinho, 2010.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Global Waste Management Outlook**, 2015. 346 f. Disponível em: <https://www.uncclearn.org/sites/default/files/inventory/unep23092015.pdf>. Acesso em 29 abr. 2019.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Mapeamento dos principais interessados e dos processos que afetam a seleção de soluções (tecnologias e materiais) para projetos de habitação social – São Paulo**, Brasil, 2010.

UNIÃO EUROPEIA. **Diretiva 2008/98/CE** do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa aos resíduos e que revoga certas directivas, 19 nov. 2008. Disponível em: <https://poseur.portugal2020.pt/Content/docs/Poseur/CELEX-32008L0098-pt-TXT.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

VILHENA, A. (Org). **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 4. ed. – São Paulo: CEMPRE, 2018. 316 p.

VOTORANTIN CIMENTOS (2015). **Votorantim Cimentos vence Prêmio de Inovação Nacional com projeto de cimento sustentável**. Disponível em: <http://www.votorantimcimentos.com/pt-BR/media-center/news/Paginas/votorantim-cimentos-vence-premio-de-inovacao-nacional-com-projeto-de-cimento-sustentavel.aspx>. Acesso em 03 set. 2019.

VOTORANTIN CIMENTOS (2019). **Combustíveis alternativos reduzem emissão de CO<sub>2</sub>**. Disponível em: [https://www.votorantimcimentos.com.br/estudos\\_casos/combustiveis-reduzem-emissao-de-co2/](https://www.votorantimcimentos.com.br/estudos_casos/combustiveis-reduzem-emissao-de-co2/). Acesso em 07 set. 2019.

WADEL, G; AVELLANEDA, J.; CUCHÍ, A. **La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales**. Informes de La Construcción, Cataluña, v. 62, n. 517, p. 37-51, jan.-mar, 2010.

WIMALA, M.; FUJIKI, A.; KAWAI, K. **Environmental impact of waste concrete treatment in precast concrete production**. Conference: Annual Conference Japan Concrete Institute, Japan, v. 33, n.1, p. 1902 – 1906, july. 2011.

WRAP. **Waste Reduction Potential of Precast concrete Manufactured Offsite**. 2007. Disponível em <http://www.wrap.org.uk>. Acesso em 02 nov. 2019.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 11. ed. São Paulo: PINI, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## **APÊNDICE A – Memorial do produto**



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

**MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA**

**FLUXOGRAMA – GERENCIAMENTO DE DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS  
INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

**Salvador**

**2020**



**MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA**

**FLUXOGRAMA – GERENCIAMENTO DE DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS  
INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

Relatório do Produto da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador, para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dra. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi.

**Co-orientador:** Prof. Msc. José Luiz Borja Fernandez.

**Salvador**

**2020**

**FLUXOGRAMA – GERENCIAMENTO DE DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS  
INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

**MIRELA CARVALHO RIBEIRO BOHANA**

**REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: PROPOSTA  
DE FLUXO DE MATERIAIS PARA DESCONSTRUÇÃO DE ESTRUTURAS  
INDUSTRIALIZADAS DE CONCRETO**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi  
(Orientadora)**

Professora Doutora, em Geologia pela Universidade Federal da Bahia - UFBA  
Professora da Universidade Católica do Salvador

---

**Juan Carlos Rossi Alva  
(Membro Interno)**

Professor Doutor, em Ciências com ênfase em Bioquímica e Biotecnologia pela  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Professor da Universidade Católica do Salvador

---

**Maria do Socorro Costa São Mateus  
(Membro Externo)**

Professora Doutora, em Geotecnia Ambiental pela COPPE - UFRJ  
Professor Adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Fluxograma .....	111
Figura 2 – Ilustração.....	111
Figura 3 – Elementos desagrupados.....	112
Figura 4 – Cobertura .....	112
Figura 5 – Estrutura .....	113
Figura 6 – Página inicial .....	117
Figura 7 – Apresentação do fluxograma de desconstrução .....	117
Figura 8 – Diretrizes para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto .....	117
Figura 9 – Exemplo de uma das páginas que trata sobre classificação e destinação de elementos industrializados de concreto .....	118
Figura 10 – Sugestão de destinação ambientalmente correta .....	118
Figura 11 – Leis e Resoluções Ambientais .....	119
Figura 12 – Links para sites que tratam sobre sustentabilidade.....	119

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>108</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>109</b>
<b>3</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>109</b>
<b>4</b>	<b>O FLUXOGRAMA</b>	<b>109</b>
4.1	ESTRUTURA DO FLUXOGRAMA	109
4.2	FLUXOGRAMA	110
4.3	TIPO DE INTERVENÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DO FLUXOGRAMA	116
4.4	MEIOS DE DISPONIBILIZAÇÃO DO FLUXOGRAMA	116
4.5	RECURSOS NECESSÁRIOS	120
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>120</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>121</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

Este produto é parte integrante da dissertação: Reutilização de resíduos de construção e demolição: fluxo de materiais para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental da Pós-Graduação em Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador.

O objeto de estudo foi a desconstrução de construções industrializadas de concreto, cujos resultados referentes a gestão e o gerenciamento dos elementos e resíduos produzidos, conduziram a elaboração de um instrumento que sugere a aplicação de práticas sustentáveis na atividade.

O objetivo deste produto é apresentar o Fluxograma – gerenciamento de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, visando orientar o gerenciamento dos elementos e resíduos de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto, conforme referencial teórico e instrumentos legais e normativos.

O Fluxograma – gerenciamento de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto destina-se ao público de gestores de empresas de construção que realizam a atividade de desconstrução. O interesse na elaboração deste produto surgiu do fato que 59% dos RCD gerados nos municípios brasileiros têm origem em reformas, ampliações e demolições, contribuindo para os impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil e da necessidade de os profissionais da área encontrarem soluções para a fase final do ciclo de vida das estruturas industrializadas de concreto.

O presente documento encontra-se estrutura em cinco sessões, são elas: apresentação, justificativa, fundamentação teórica, informações sobre o produto e considerações finais.

## **2. JUSTIFICATIVA**

A necessidade primordial do produto fluxograma é dar visibilidade para a atividade de desconstrução, permitindo a reutilização de elementos e RCD evitando que estes sejam descartados irregularmente ou enviados para aterro de inertes.

O Produto denominado de Fluxograma – gerenciamento de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto tem a finalidade de contribuir para a redução na geração de RCD e no consumo de recursos naturais, uma vez que permite a reutilização de elementos industrializados de concreto e a reciclagem de RCD.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O fluxograma é uma “representação gráfica que apresenta a sequência de um trabalho de forma analítica, caracterizando as operações, os responsáveis e/ou unidades organizacionais envolvidos no processo” (OLIVEIRA, 2001, p. 248).

Oliveira (2001) defende como vantagens do fluxograma a possibilidade de leitura simples e lógica do processo para os envolvidos.

## **4. O FLUXOGRAMA**

O fluxograma foi planejado com base nas etapas de desconstrução, que segundo Languell (2001) ocorre na ordem inversa a de construção. Os elementos foram identificados conforme a classe de resíduos, definida pela Resolução nº 307/2002 do CONAMA, assim como a destinação ambientalmente correta destes.

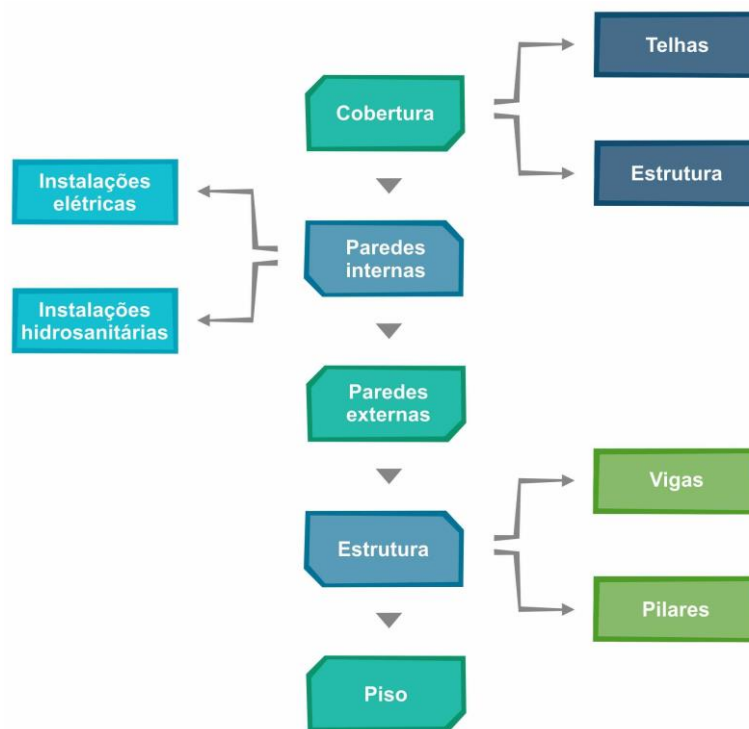
Sua representação gráfica foi pensada para agilizar a sua utilização, contando com imagens que facilitem a identificação dos elementos, contendo pequenos texto que informem os variados tipos de elementos utilizados em cada etapa, a classificação dos seus resíduos e a destinação ambientalmente correta destes.

### **4.1 ESTRUTURA DO FLUXOGRAMA**

O Fluxograma compreende 5 etapas de desconstrução que são: (i) cobertura, (ii) paredes internas, (iii) paredes externas, (iv) estrutura e (v) piso.

## 4.2 FLUXOGRAMA

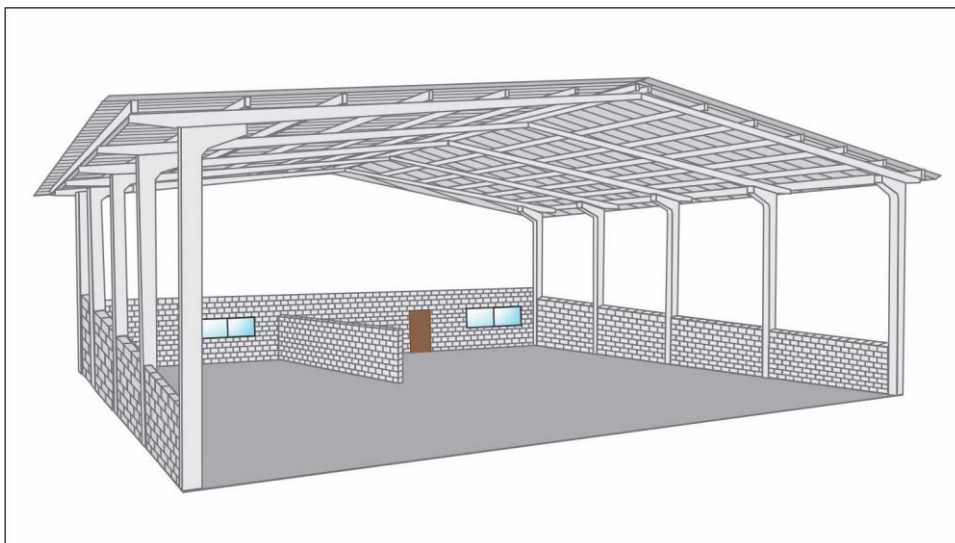
Figura 1 - Fluxograma



Fonte: Elaborado pela autora

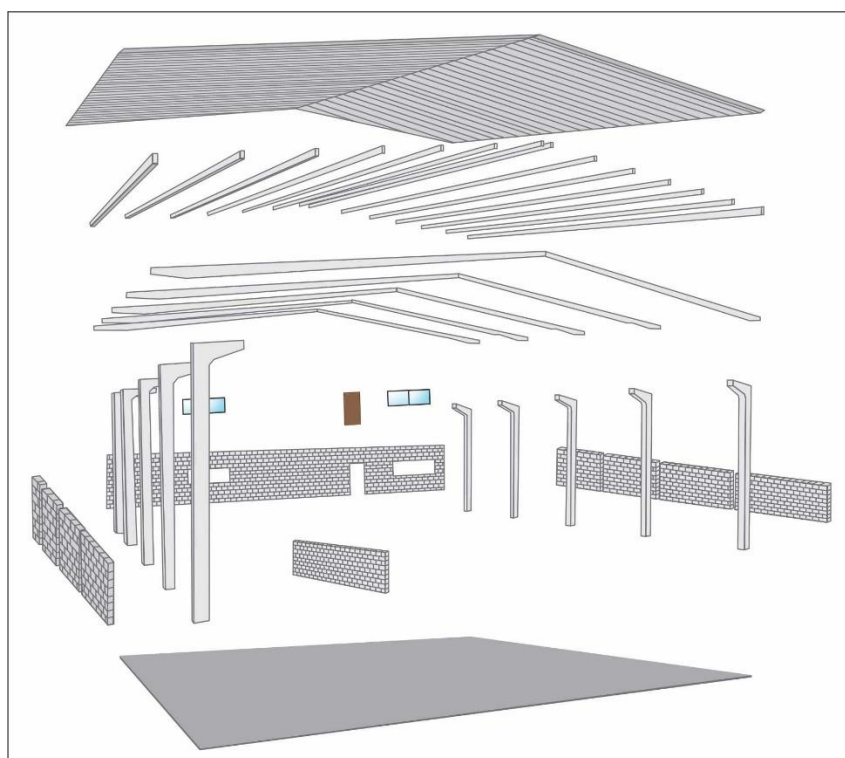
Esse fluxo permitiu a criação de modelo ilustrado de galpão onde cada etapa de desconstrução está representada por seus elementos principais (figura 2). Ao clicar na ilustração os elementos irão se desagrupando (figura 3), permitindo que o usuário clique em cada elemento e tenha acesso aos tipos de materiais utilizados em galpões compostos por elementos industrializados de concreto, sua classificação e a destinação ambientalmente correta de cada elemento ou resíduo. Segue como exemplo as figuras 4 e 5.

Figura 2 – Ilustração



Fonte: Elaborado pela autora com base na ilustração de César Cunha Ferreira (2014)


Figura 3 – Elementos desagrupados



Fonte: Elaborado pela autora

Figura 4 - Cobertura





### COBERTURA

Para galpões existem as seguintes opções de telhas a serem usadas: metálicas (aço, cobre ou alumínio), fibrocimento, amianto e concreto.

Elemento	Classe de resíduo	Destinação ambientalmente correta - Resolução 307/2002
Telhas metálicas (aço, cobre ou alumínio)	Classe B	Reutilização ou reciclagem
Telhas de amianto	Classe D	Deverão ser armazenados, transportados em conformidade com as normas técnicas específicas, e destinados para aterros classe I.
Telhas de concreto	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados

Para as telhas de fibrocimento deve-se atentar para a sua composição. Caso sejam compostas por amianto são classificadas como resíduo classe D, caso contrário, são resíduo classe A.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 5 - Estrutura



### ELEMENTOS ESTRUTURAIS

Os elementos que compõem a estrutura de um galpão são: pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas.

Elemento	Classe de resíduo	Destinação ambientalmente correta - Resolução 307/2002
Pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados

Fonte: Elaborado pela autora

Segue abaixo as etapas do fluxograma e as informações que serão disponibilizadas em cada uma delas:

Etapa 1 – Cobertura:

1.1 Telhas

Para galpões existem as seguintes opções de telhas a serem usadas: metálicas (aço, cobre ou alumínio), fibrocimento, amianto e concreto.

ELEMENTO	CLASSE DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO AMBIENTALMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 E 348/2004 - CONAMA
----------	-------------------	---

Telhas metálicas (aço, cobre ou alumínio)	Classe B	Reutilização ou reciclagem
Telhas de amianto	Classe D	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
Telhas de concreto	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Para as telhas de fibrocimento deve-se atentar para a sua composição. Caso sejam compostas por amianto são classificadas como resíduo classe D, caso contrário, são resíduo classe A.		

### 1.2 Elementos estruturais – Tesouras (ou vigas), terças, caibros e ripas

<b>ELEMENTO</b>	<b>CLASSE DE RESÍDUO</b>	<b>DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA</b>
Tesouras, vigas, terças, caibros e ripas de concreto	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados

Vale salientar que o tipo de telha escolhida irá influenciar diretamente na necessidade de uso dos elementos que compõem o telhado. Por exemplo, telhas com grandes dimensões dispensam o uso de caibros e ripas, necessitando apenas de terças apoiadas nas tesouras.

#### Etapa 2 – Paredes internas e externas:

As etapas 2 e 3 foram agrupadas por serem constituídas dos mesmos tipos de elementos.

Os tipos de elementos que fazem parte da vedação, são: bloco de concreto, bloco cerâmico e gesso acartonado (no caso de paredes internas).

<b>ELEMENTO</b>	<b>CLASSE DE RESÍDUO</b>	<b>DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA</b>
Bloco de concreto	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Bloco cerâmico	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados
Gesso acartonado	Classe B	Reutilização ou reciclagem

## 2.1 Instalações elétricas

Os componentes utilizados nas instalações elétricas são: fios, canaletas, caixas de passagem e espelhos, além de eletrodutos. Podendo este último ser de PVC rígido, de ferro galvanizado e de polietileno.

COMPONENTES		CLASSE DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA
Eletrodutos	PVC rígido	Classe B	Reutilização ou reciclagem
	Ferro galvanizado	Classe B	Reutilização ou reciclagem
	Polietileno	Classe B	Reutilização ou reciclagem
Fios		Classe B	Reutilização ou reciclagem
Canaletas		Classe B	Reutilização ou reciclagem
Caixa de passagem e espelho		Classe B	Reutilização ou reciclagem

## 2.2 Instalações hidrosanitárias

COMPONENTES		CLASSE DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA
Tubos e conexões	Cobre	Classe B	Reutilização ou reciclagem
	Ferro fundido	Classe B	Reutilização ou reciclagem
	Aço galvanizado	Classe B	Reutilização ou reciclagem
	PVC rígido	Classe B	Reutilização ou reciclagem

### Etapa 3 – Estrutura:

Os elementos que compõem a estrutura de um galpão são: pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas.

ELEMENTO	CLASSE DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA
Pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas.	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados

#### Etapa 4 – Piso:

Geralmente os tipos mais utilizados para este tipo construção são: granilite, piso industrial de alta resistência e piso de concreto.

ELEMENTO	CLASSE DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO AMBIENTAMENTE CORRETA CONFORME RESOLUÇÃO 307/2002 - CONAMA
Granilite, piso industrial de alta resistência e piso de concreto	Classe A	Reciclagem na forma de agregados

#### 4.3 TIPO DE INTERVENÇÃO PARA DIVULGAÇÃO DO FLUXOGRAMA

O fluxograma será divulgado pela Universidade Católica do Salvador – UCSAL através do seu site.

#### 4.4 MEIOS DE DISPONIBILIZAÇÃO DO FLUXOGRAMA

O produto poderá ser disponibilizado através de hospedagem em website com link de acesso via portal da UCSAL. O website será batizado com o nome “desconstruir.já” onde serão disponibilizadas informações sobre a desconstrução, acesso a informações sobre as leis ambientais e links para páginas que tratem sobre o tema sustentabilidade.

Seguem imagens do layout do site (Figuras 6 a 12).

Figura 6 – Página inicial

desconstruir.já

O COMEÇO    DESCONSTRUÇÃO    SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO    LEIS E RESOLUÇÕES    LINKS



Imagem: freemag.com

## Desconstrução como alternativa sustentável

Ter, 28 de abril de 2020. Equipe desconstruir.já

Ainda que o setor da construção civil tenha grande contribuição no desenvolvimento econômico e social de um país, é também responsável por consideráveis impactos negativos ao meio ambiente. Esses impactos vão desde elevada geração de volumes de resíduos sólidos, passando por intenso consumo de recursos naturais, até altas emissões de CO<sub>2</sub>, consumo de energia e alterações no solo.

Diante desse cenário, a construção civil vem sendo cada vez mais pressionada a adotar o conceito de sustentabilidade às suas práticas, seja incorporando novas tecnologias, o que permite a redução das perdas e do consumo de recursos naturais, como também o reaproveitamento de resíduos e elementos construtivos.

No que se refere ao reaproveitamento, a construção industrializada de concreto vem se destacando, pois possibilita a desmontagem dos elementos de uma construção. Assim, esses elementos podem ser reutilizados, evitando que eles se tornem resíduos. A essa atividade é dado o nome de desconstrução.

Desconstrução é um novo termo usado para descrever um processo antigo - o desmantelamento seletivo ou remoção de materiais de edifícios como alternativa à demolição, afirma Languell (2001). Entretanto, Couto e Couto (2010) afirmam que esse conceito surgiu em resposta ao crescimento da atividade de demolição e a inquietação da sociedade com as questões ambientais.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 7 – Apresentação do fluxograma de desconstrução

desconstruir.já

O COMEÇO    DESCONSTRUÇÃO    SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO    LEIS E RESOLUÇÕES    LINKS

### FLUXOGRAMA

## Fluxograma de desconstrução de galpões com elementos industrializados de concreto



Para que seja mantida a integridade dos elementos desmontados das construções, a retirada destes deve ser feita, predominantemente, de forma manual, utilizando ferramentas manuais ou ferramentas portáteis motorizadas. Em alguns momentos é necessário o uso de equipamentos de grande porte para içar e transportar os elementos mais robustos e com maiores dimensões.

A desconstrução da edificação deve acontecer em ordem decrescente, quando comparado ao processo de construção, iniciando-se com a retirada do telhado, e assim sucessivamente até que se chegue ao último pavimento. Isso mostra a importância de um projeto bem elaborado, que mantenha a integridade dos elementos e materiais, a segurança dos profissionais e da comunidade, além dos cuidados com meio ambiente.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 8 – Diretrizes para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto

desconstruir.já

O COMEÇO DESCONSTRUÇÃO SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO LEIS E RESOLUÇÕES LINKS

**DIRETRIZES**

**Diretrizes para desconstrução de estruturas industrializadas de concreto**

Para o sucesso da desconstrução de estruturas industrializadas de concreto alguns itens devem ser considerados. São eles:

1. O projeto inicial precisa considerar o desmonte dos elementos;
2. A mão-de-obra deve ser especializada;
3. É necessário um plano de execução dos serviços considerando a ordem do desmonte;
4. O desmonte deve ser realizado de forma manual e com ferramentas portáteis;
5. Os elementos devem ser numerados e etiquetados facilitando a localização para a remontagem;
6. O transporte deve considerar a dimensão das peças a serem transportadas;
7. O projeto de remontagem deve ser de conhecimento da equipe e todas as dúvidas devem ser dirimidas antes da execução;
8. É fundamental a elaboração do plano de gerenciamento dos resíduos que podem ser gerados no processo;
9. A destinação final deve atender aos dispositivos legais e normativos.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 9 – Exemplo de uma das páginas que trata sobre classificação e destinação de elementos industrializados de concreto

desconstruir.já

O COMEÇO DESCONSTRUÇÃO SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO LEIS E RESOLUÇÕES LINKS

**ORIENTAÇÕES**

**ELEMENTOS ESTRUTURAIS**

Os elementos que compõem a estrutura de um galpão são: pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas.

Elemento	Classe de resíduo	Destinação ambientalmente correta - Resolução 307/2002
Pilares, vigas, cintas, vergas e contra vergas	Classe A	Reutilização ou reciclagem na forma de agregados

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 10 – Sugestão de destinação ambientalmente correta

desconstruir.já

O COMEÇO DESCONSTRUÇÃO SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO LEIS E RESOLUÇÕES LINKS



SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO

**Sugestão de destinação ambientalmente correta**

TIPO DE RESÍDUO	DESTINAÇÃO
Entulho de concreto	Se não passar por beneficiamento, pode ser utilizado na construção de estradas ou como material de aterro em áreas baixas. Caso passe por britagem e posterior separação em agregados de diferentes tamanhos, pode ser usado como agregado para produção de concreto asfáltico, de sub-bases de rodovias e de concreto com agregados reciclados; artefatos de concreto, como meio-fio, blocos de vedação, briquetes, etc.
Madeira	Ser reutilizada na obra se não estiver suja e danificada. Caso não esteja reaproveitável na obra, pode ser triturada e usada na fabricação de papel e papelão ou pode ser usada como combustível.
Papel, papelão, plástico de embalagens e metal	Doados para cooperativas de catadores.

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 11 – Leis e Resoluções Ambientais

desconstruir.já

O COMEÇO DESCONSTRUÇÃO SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO LEIS E RESOLUÇÕES LINKS

LEIS E RESOLUÇÕES AMBIENTAIS

**Leis Federais e Decretos**

**Lei nº Federal 6.938/1981**  
Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

**Lei Federal no 9.605/1998**  
Dispõe sobre as sanções e infrações penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.

**Lei Federal no 10.257/2001**  
Estatuto das cidades: regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências

**Lei Federal no 11.107/2005**  
Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos e dá outras providências.



Imagem: Studio Porto Sabbat' Shutterstock

Fonte: Elaborado pela autora

Figura 12 - Links para sites que tratam sobre sustentabilidade

**desconstruir.já** O COMEÇO DESCONSTRUÇÃO SUGESTÃO DE DESTINAÇÃO LEIS E RESOLUÇÕES LINKS

**LINKS**

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da construção Civil e Demolição  
<https://abrecon.org.br/>

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável  
<http://www.cbcs.org.br/website/>

Grupo de Pesquisa GAMDES  
<http://www.cbcs.org.br/website/>

Informações sobre arquitetura sustentável  
<https://sustentargui.com.br/>

Orientações e informações sobre onde descartar resíduos  
<https://www.ecycle.com.br/>



Imagem: Andrea Pieroni Free Imagens

Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.5 RECURSOS NECESSÁRIOS

Será necessário domínio e hospedagem em site para o funcionamento do website.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos impactos ambientais negativos relacionados ao setor da construção civil, o Fluxograma – gerenciamento de desconstrução de estruturas industrializadas de concreto surge como importante instrumento no auxílio ao gerenciamento da atividade de desconstrução, tendo como propósito orientar os gestores de empresas de desconstrução a reutilizar os elementos construtivos e dar a destinação ambientalmente correta aos resíduos de construção e demolição, evitando a demolição e, conseqüentemente, minimizando a geração de RCD e o consumo de recursos naturais.

O referido fluxograma foi elaborado com base em referenciais teóricos que apontam que a atividade de desconstrução acontece na ordem inversa da construção. Com isso, os gestores podem planejar a execução do serviço, analisando os por



menores de cada etapa, as técnicas e equipamentos adequados para que se possa retirar os elementos, sem que estes sejam danificados, entre outros.

Por fim, se sugere que o produto apresentado nesse relatório, seja aplicado em outras obras de padrão semelhante, afim de que possa ser testado e ajustado, de acordo com a especificidade de cada obra.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes - Procedimento.** Rio de Janeiro, 1990.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 12.235: Armazenamento de resíduos sólidos perigosos.** Rio de Janeiro, 1992.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar.** 11. ed. São Paulo: PINI, 2011.

PINTO, T. de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** São Paulo, 1999. 218 f. Tese de Doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 1999.

TONUS, Mirna; LIMA, Luciano Vieira; VENÂNCIO, Rafael Duarte; SANTOS, Adriana C. Omena. **Diretrizes para Elaboração do Relatório de Qualificação e Relatório Final (Dissertação, Plano de Aplicação ou Produto).** Dissertação - Universidade Federal de Uberlândia Faculdade de Educação Programa de Pós-Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação. Uberlândia, 2016. Disponível em: <[http://www.ppgce.faced.ufu.br/sites/ppgce.faced.ufu.br/files//media/document//diretrizes\\_qualificacao\\_defesa\\_ppgce.pdf](http://www.ppgce.faced.ufu.br/sites/ppgce.faced.ufu.br/files//media/document//diretrizes_qualificacao_defesa_ppgce.pdf)> Acesso em: 18 nov. 2019.

## APÊNDICE B – Perguntas da entrevista

1. Qual a metragem total a ser demolida?
2. Existe plano de gerenciamento dos resíduos?
3. A contratante exigiu tal documento?
4. É feito um checklist antes da demolição, onde são observadas as condições de segurança na demolição, documentação para demolição, plano de execução da atividade e gestão dos resíduos?
5. A mão-de-obra para tal serviço precisa ser especializada? Se sim, que tipo de conhecimento esses profissionais precisam ter?
6. Existe uma sequência no desmonte?
7. Como ocorre a segregação dos materiais?
8. Como é feito transporte deles?
9. Que técnicas de demolição serão utilizadas? O que é levado em consideração no momento da escolha da técnica?
10. Qual o critério adotado para selecionar os materiais que serão reutilizados ou reciclados?
11. Quais as técnicas que serão utilizadas na reciclagem?
12. Quais produtos serão gerados na reciclagem?
13. Os produtos reutilizáveis e os produzidos a partir da reciclagem serão consumidos pela empresa ou serão comercializados?
14. Onde serão armazenados os materiais que serão reutilizados e/ou reciclados?
15. Qual a destinação dos rejeitos?
16. A contratante exige algum documento que comprove a destinação ambientalmente correta dos rejeitos?
17. Como serão comercializados os materiais retirados da demolição? Dentro da obra ou levados para outro local?
18. Como é definido o valor de venda?
19. Quais os materiais reutilizados que são mais procurados?

20. Quais as maiores dificuldades encontradas no gerenciamento dos resíduos gerados?