

# A DESCONSTRUÇÃO COMO ESTRATÉGIA PARA RECUPERAÇÃO DE MATERIAIS E COMPONENTES DA EDIFICAÇÃO<sup>1</sup>

SILVA, R. C., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: rcaldeira@utfpr.edu.br;  
NAGALLI, A., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e-mail: nagalli@utfpr.edu.br;  
COUTO, J. P. Universidade do Minho, Portugal, e-mail: jpc@civil.uminho.pt

## ABSTRACT

*Due to the characteristic of the technical composition of the buildings, its functional durability ends up determining its physical durability. In addition, sometimes the inability to adapt to environmental changes and user demands are factors that reduce the lifetime of buildings. Given this scenario, deconstruction appears as an alternative to demolition, and is a strategy to help increase the amount of components to be reused or the materials to be recycled. Thus, in order to reduce the volume of waste destined for landfills, the objective of the research consisted of a comparative theoretical study between the standard practice of demolition and a proposal of good practices, or rational. For that, an exploratory case study was conducted at a Federal Institution of Higher Education located in the city of Curitiba / PR. The result of the research demonstrated the recovery potential of 40.1% of the evaluated items, since the volume of waste generated for the landfill depends on the amount of materials and components recovered from the building. In this way, an alternative proposal to demolition becomes not only the best choice from the environmental point of view, but also a process capable of providing economic and social benefits.*

**Keywords:** Recovery. Deconstruction. Demolition. Reuse. Waste.

## 1 INTRODUÇÃO

Os métodos tradicionais de demolição exigem para o desmantelamento de edifícios o uso de força mecânica por meio de escavadeiras, bola de demolição, explosivos, etc. Apesar da demolição consistir num processo rápido, os impactos ambientais e econômicos são enormes (AKINADE *et al.*, 2017).

Para Saghafi e Teshnizia (2011), a baixa qualidade de construção, a falta de manutenção e a incapacidade dos edifícios em se adaptarem às mudanças ambientais e às demandas dos usuários, são fatores que reduzem o tempo de vida dos edifícios.

Não obstante, as práticas atuais de demolição apenas confirmam que o ciclo de vida de utilização dos materiais é muito menor que o seu ciclo de vida técnico (DURMISEVIC, 2006).

A exemplo disso a norma ABNT NBR 15.575:2013 define que, “a durabilidade de um produto se extingue quando ele deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas, quer seja pela degradação que o conduz a um estado insatisfatório de desempenho, quer seja por obsolescência funcional.” Assim, decorre que, “o período de tempo compreendido entre o início de operação

<sup>1</sup>SILVA, R. C., NAGALLI, A., COUTO, J. P. A desconstrução como estratégia para recuperação de materiais e componentes da edificação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

ou uso de um produto e o momento em que o seu desempenho deixa de atender às exigências do usuário pre-estabelecidas é denominado vida útil” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Nesse sentido, a Lei nº 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece em seu artigo 9º que “na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”.

Durmisevic (2006) pondera que os elementos que compõem a edificação são, em geral, fixados de forma integrada, o que torna impossível a sua separação, levando à demolição de todo o conjunto e à consequente geração de resíduos. O descarte destes materiais, que levasse em conta que são materiais ainda úteis, poderia gerar lucro e benefícios à sociedade, a partir do processo de reutilização e reciclagem.

Para Rocha (2008) o conceito de demolição seletiva é atribuído a combinação de demolição e desmontagem, sendo aplicado em situações intermediárias aos dois métodos, em que um edifício não é totalmente desmontado ou demolido destrutivamente.

Diante desse contexto, a desconstrução de um edifício é um processo que se caracteriza pelo desmantelamento cuidadoso, de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reutilização e reciclagem (GUY, 2001; BALDASSO, 2005; COUTO *et al.*, 2006; ROCHA, 2008; SARAIVA, 2013; MACHADO, 2014; FREITAS, 2017).

Assim, o objetivo do trabalho consistiu em avaliar as possibilidades de recuperação de materiais e componentes da edificação analisada, por meio de estudo teórico comparativo entre a prática padrão de demolição e uma proposta racional.

## 2 METODOLOGIA

A presente pesquisa abrange um estudo de caso realizado em uma IFES (Instituição Federal de Ensino Superior) localizada na cidade de Curitiba/PR. A unidade de análise foi o estudo comparativo teórico, simulando a geração de resíduos após encerramento da vida útil de uma edificação educacional, com aproximadamente 5.000m<sup>2</sup> distribuídos em quatro pavimentos. Destaca-se que a referida edificação iniciou operação em 2012 e atualmente está em pleno ciclo de vida de utilização, com desempenho técnico satisfatório, atendendo às exigências da comunidade acadêmica.

### 2.1 Coleta dos Dados

A coleta dos dados foi baseada nas etapas de construção da edificação, elaborada da seguinte maneira:

- **DADOS DA EDIFICAÇÃO:** foram coletados os dados por meio de levantamento em projetos e planilha orçamentária, conforme a unidade

de medida de cada item e posteriormente realizando a conversão para unidade de volume ( $m^3$ );

- **CLASSIFICAÇÃO:** no Quadro 1 é apresentada a classificação para os elementos ou partes da edificação, sob a ótica da recuperação dos materiais e componentes. O objetivo da proposta é a redução do volume de resíduos destinado ao aterro, baseada no trabalho de Henriqson, Rocha e Sattler (2008);

Quadro 1 – Classificação de acordo com o método, processo e morfologia.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	
Método	Desconstrução
	Demolição seletiva
	Demolição destrutiva
Processo	Mecânico
	Manual
Morfologia	Material amorfo
	Componente
	Elemento construtivo
	Material elaborado

Fonte: adaptado de Rocha (2008) e Henriqson, Rocha e Sattler (2008)

- **DEMOLIÇÃO CONVENCIONAL (DC):** abrange a determinação do volume ( $m^3$ ) de resíduo gerado em decorrência dos processos convencionais de demolição, sem levar em conta a recuperação dos materiais, componentes e elementos;
- **DEMOLIÇÃO RACIONAL (DR):** visa simular o volume ( $m^3$ ) de resíduo gerado, considerando a recuperação de materiais e componentes da edificação, baseado no trabalho de Saghafi e Teshnizia (2011);
- **ESCALA QUALITATIVA:** para quantificação do volume de resíduos gerados na simulação da demolição racional (DR), foi necessário estabelecer uma escala teórica que atribui percentuais de recuperação em função do potencial, conforme Tabela 1. Esta escala foi utilizada para estimar as reduções de volume em função do método de desmantelamento empregado.

Tabela 1 – Escala qualitativa estimativa do potencial de recuperação

<b>ESCALA QUALITATIVA ESTIMATIVA</b>	
<b>POTENCIAL</b>	<b>RECUPERAÇÃO</b>
Integral	100%

Alto	75%
Regular	50%
Baixo	25%
Não reutilizável/reciclável	0%

Fonte: os autores

## 2.2 Classificação

Os métodos de desmantelamento seguiram os conceitos relacionados na pesquisa de Rocha (2008), conforme a seguir:

- Desconstrução é o processo de desagregação buscando manter o maior grau de função e conformação das partes;
- Demolição seletiva é a combinação dos processos de demolição destrutiva e desmontagem;
- Demolição destrutiva é a desagregação de um todo (edifício) em parcelas menores, geralmente materiais amorfos.

Em relação a morfologia dos materiais resultantes, considerando a edificação como um sistema composto por partes, Henriqson, Rocha e Sattler (2008) adotam as seguintes definições:

- Materiais amorfos são aqueles sem conformação e função específica;
- Componente é o produto com conformação e função definida;
- Elemento construtivo decorre da combinação de materiais elaborados e componentes, para construir uma parte da edificação;
- Materiais elaborados são aqueles beneficiados e conformados sem função específica.

Já quanto ao processo empregado, ele pode ser manual, com o uso de ferramentas, ou mecânico com utilização de equipamentos.

## 2.3 Limitações do estudo

Os itens facilmente retirados pelo usuário antes do processo de desmantelamento da edificação não foram avaliados, ou seja, tais materiais e componentes não constam nas Tabelas 2 e 3.

Assim, o foco do estudo abordou elementos que pelas características construtivas da edificação são de difícil desmantelamento (fixados de forma integrada) e que possivelmente seriam tratados como resíduos sem qualquer valor, e removidos para locais de depósitos por vezes não autorizados para este fim.

## 3 RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os dados da edificação analisada contendo os elementos avaliados, o volume calculado e a classificação quanto ao

método, processo e morfologia resultante.

Tabela 2 - Classificação dos elementos da edificação

Item	DADOS EDIFICAÇÃO		CLASSIFICAÇÃO		
	Elemento	V (m³)	Método	Processo	Morfologia
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>				
1.1	Fundações	341,0	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
1.2	Lastro concreto E=10cm	114,6	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
<b>2</b>	<b>SUPRAESTRUTURA</b>				
2.1	Estrutura	1.026,0	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
2.2	Contrapiso E=3cm	258,0	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
<b>3</b>	<b>PAREDE</b>				
3.1	Alvenaria E=15cm	468,4	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
3.2	Alvenaria E=20cm	361,0	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
3.3	Gesso acartonado E=12cm	183,2	Demolição destrutiva	Manual	Material amorfo
3.4	Divisória DiviluxFormidur BP Plus	3,4	Desconstrução	Manual	Elemento construtivo
3.5	Cerâmica 10x10cm	39,8	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
<b>4</b>	<b>PISO</b>				
4.1	Cerâmica 45x45cm	13,2	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
4.2	Placa vinílica E=2mm	5,0	Demolição destrutiva	Mecânico	Material amorfo
4.3	Textil em fibra de nylon	0,2	Demolição seletiva	Manual	Elemento construtivo
4.4	Borracha sintética	0,6	Demolição seletiva	Manual	Elemento construtivo
4.5	Bloco intertrav. de concreto E=6cm	16,6	Desconstrução	Manual	Componente
4.6	Assodho tábua L=10cm	8,3	Desconstrução	Manual	Elemento construtivo
<b>5</b>	<b>FORRO</b>				
5.1	Régua madeira L=10cm	9,1	Demolição seletiva	Manual	Componente
5.2	Gesso acartonado E=1,25cm	15,1	Demolição destrutiva	Manual	Material amorfo
		<b>2.863,8 m³</b>			

Fonte: adaptado de Rocha (2008) e Henriqson, Rocha e Sattler (2008)

A simulação da demolição racional (DR) foi determinada em função da avaliação dos parâmetros atribuídos à destinação final do resíduo (reutilização, reciclagem ou aterro) e escala qualitativa estimativa. Assim, a

DR na Tabela 3 resulta da aplicação do percentual de recuperação decorrente do potencial estabelecido na escala teórica, apresentada na Tabela 1, sobre o volume de cada elemento da edificação constante na Tabela 2.

Cabe ressaltar que o potencial de recuperação (integral, alto, regular, baixo, não-reutilizável/reciclável) foi definido por meio de análise empírica e estimativa das possibilidades para cada elemento, visto que na fase de revisão da literatura, não foi encontrado referências de indicadores relacionados a redução de resíduos mediante aplicação de método de desmantelamento (desconstrução, demolição destrutiva ou demolição seletiva).

Tabela 3 - Comparativo entre volumes gerados DC e DR

Item	DADOS EDIFICAÇÃO	DEMOLIÇÃO CONVENCIONAL (DC)	DEMOLIÇÃO RACIONAL (DR)		
		DC (m <sup>3</sup> )	Avaliação	Escala	DR (m <sup>3</sup> )
<b>1</b>	<b>INFRAESTRUTURA</b>				
1.1	Fundações	341,0	Reciclagem	Baixa	255,8
1.2	Lastro concreto E=10cm	114,6	Reciclagem	Baixa	86,0
<b>2</b>	<b>SUPRAESTRUTURA</b>				
2.1	Estrutura	1.026,0	Reciclagem	Regular	513,0
2.2	Contrapiso E=3cm	258,0	Reciclagem	Baixa	193,5
<b>3</b>	<b>PAREDE</b>				
3.1	Alvenaria E=15cm	468,4	Reciclagem	Regular	234,2
3.2	Alvenaria E=20cm	361,0	Reciclagem	Regular	180,5
3.3	Gesso acartonado E=12cm	183,2	Aterro	Não-rec/reut	183,2
3.4	Divisória DiviluxFormidur BP Plus	0,00	Reutilização	Alto	0,9
3.5	Cerâmica 10x10cm	39,8	Reciclagem	Baixa	29,9
<b>4</b>	<b>PISO</b>				
4.1	Cerâmica 45x45cm	13,2	Reciclagem	Baixa	9,9
4.2	Placa vinílica E=2mm	5,1	Aterro	Não-rec/reut	5,1
4.3	Textil em fibra de nylon	0,3	Reutilização	Baixa	0,2
4.4	Borracha sintética	0,7	Reciclagem	Baixa	0,5
4.5	Bloco intertrav. de concreto E=6cm	0,0	Reutilização	Integral	0,0
4.6	Assoalho tábuas L=10cm	0,0	Reutilização	Alto	2,1
<b>5</b>	<b>FORRO</b>				
5.1	Régua madeira L=10cm	9,1	Reutilização	Regular	4,6
5.2	Gesso acartonado E=1,25cm	15,1	Aterro	Não-rec/reut	15,1
		<b>2.835,4m<sup>3</sup></b>			<b>1.714,2m<sup>3</sup></b>

Fonte: Adaptado de Saghafi e Teshnizia (2011)

#### 4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

A DC resultou o volume de 2.835,4m<sup>3</sup> de resíduos que possivelmente terão o aterro como sua destinação final. Para tanto, o percentual de recuperação foi de apenas 1,0%, em relação ao volume calculado de 2.863,8m<sup>3</sup>. Já a simulação da DR possibilitou uma redução significativa do volume destinado ao aterro, gerando 1.714,2m<sup>3</sup>, equivalente ao percentual de recuperação de 40,1%. Relacionando o percentual de 40,1% com a escala qualitativa estimativa, a edificação analisada apresenta potencial de recuperação entre regular a baixo, para os elementos avaliados.

De maneira análoga, na pesquisa desenvolvida por Saghafi e Teshnizia (2011), os autores analisaram uma edificação de 375m<sup>2</sup> no Irã, comparando a prática comum e a potencial, visando a reciclagem e recuperação de materiais e componentes. Do estudo resultou um percentual de recuperação de 22,44% para a prática comum e 91,25% para a potencial reciclagem e reutilização dos materiais. Porém a pesquisa também considerou os elementos que geralmente são retirados da edificação antes da demolição, tais como esquadrias e materiais metálicos. Estes elementos geralmente não são considerados como resíduos, pois possuem valor comercial de revenda e dificilmente se em bom estado acabariam em aterros ou dispostos em locais impróprios.

#### 5 CONCLUSÕES

A reutilização e a desconstrução são conceitos que visam à valorização e recuperação de recursos existentes, promovendo a hierarquização no processo de gerenciamento de resíduos sólidos, designadamente através da prioridade dada à reutilização e reciclagem.

Nesse sentido, conclui-se que a metodologia apresentada partiu de um estudo teórico comparativo entre a prática padrão de demolição e uma proposta racional, por meio da qual foi possível alcançar um percentual de recuperação de 40,1% dos itens avaliados, correspondendo ao potencial de recuperação entre regular a baixo.

Assim, após o encerramento do ciclo de vida de utilização da edificação, considerando viável a vida útil técnica, seria possível uma significativa redução do volume de resíduos destinados aos aterros.

#### REFERÊNCIAS

AKINADE, O. O. *et al.* Design for Deconstruction (DfD): Critical success factors for diverting end-of-life waste from landfills. **WasteManagement** (60) 3 - 13, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: edifícios

habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BALDASSO, P. C. **Procedimentos para desconstrução de edificações verticalizadas: estudo de caso.** Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

BRASIL. Ministério Meio Ambiente. **Política nacional de resíduos sólidos.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em 28/05/2018.

COUTO, A. B. et al. Desconstrução - Uma ferramenta para sustentabilidade da construção. 6º Seminário Brasileiro da Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. **Anais eletrônicos...**São Paulo, 2006. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/6792/1/095NUTAU.pdf>>. Acesso em 15/01/2018.

DURMISEVIC, E. **Transformable building structures:** Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction. Universidade Técnica de Delft, Holanda, 2006.

HENRIQSON, J. A.; ROCHA, C. G.; SATTler, M. A. Análise e descrição do processo de demolição de edificações. XII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 2008. **Anais eletrônicos...**Fortaleza, 2008. Disponível em: <<http://www.infohab.org.br/entac2014/2008/artigos/A1771.pdf>>. Acesso em 21/01/2018.

FREITAS, L. S. **Vida útil ótima de projeto de edificações considerando consumo energético de construção e operação, sob a ótica do ecodesign.** Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

GUY, Bradley, Building Deconstruction Assessment Tool. Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy. **CIB Publication 266.** p. 125-1366, April 2001. Disponível em: <[https://www.cce.ufl.edu/wp-content/uploads/2012/08/Design\\_for\\_Deconstruction\\_and\\_Materials\\_Reuse.pdf](https://www.cce.ufl.edu/wp-content/uploads/2012/08/Design_for_Deconstruction_and_Materials_Reuse.pdf)>. Acesso em 02/02/2018.

MACHADO, R. C. **Sistema para avaliação do potencial de desconstrução e reutilização de estruturas de aço.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.

ROCHA, C. G. **Proposição de diretrizes para ampliação do reuso de componentes de edificações.** Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2008.

SAGHAFIA, M. D. e TESHNIZIA, Z. A. Building deconstruction and material recovery in Iran: An analysis of major determinants. **Procedia Engineering** (21) 853–863, 2011.

SARAIVA, T. S. **Diretrizes de projeto para possibilitar a desconstrução de edificações e seus componentes.** Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013.