UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Andreia Sofia Moreira Martins

DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO DE UMA
DEMOLIÇÃO SUSTENTÁVEL EM EDIFÍCIOS

São Carlos

2017

ANDREIA SOFIA MOREIRA MARTINS

DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO DE UMA
DEMOLIÇÃO SUSTENTÁVEL EM EDIFÍCIOS

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Arquitetura e Urbanismo da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Área de Concentração: Arquitetura, Urbanismo e
Tecnologia

Orientador: Prof. Dr. Márcio Minto Fabricio

São Carlos

2017

AUTORIZO A REPRODUCAO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRONICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Instituto de Arquitetura e Urbanismo
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M386d Martins, Andreia Sofia Moreira
Diretrizes para o planejamento de uma demolição
sustentável em edifícios / Andreia Sofia Moreira
Martins; orientador Márcio Minto Fabricio. -- São
Carlos, 2016.
209 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Arquitetura, Urbanismo e
Tecnologia) -- Instituto de Arquitetura e Urbanismo,
Universidade de São Paulo, 2016.

1. Demolição Seletiva. 2. Desconstrução. 3. Gestão
de Resíduos de Demolição. 4. Reutilização. 5.
Sustentabilidade. I. Fabricio, Márcio Minto, orient.
II. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Andreia Sofia Moreira Martins**

Título da dissertação: **"Diretrizes para o planejamento de uma demolição sustentável em edifícios"**

Data da defesa: **09/12/2016**

Orientador: Prof. Dr. Marcio Minto Fabricio

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Marcio Minto Fabricio
(IAU/USP)

Prof. Dr. Eduvaldo Paulo Sichieri
(IAU/USP)

Prof. Dr. José Carlos Paliari
(DECiv/ UFSCar)

Profa. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra
(DECiv/ UFSCar)

Resultado:

(Não Votante)

Aprovada

APROVADA

aprovada

Coordenadora e Presidente da Comissão de Pós-Graduação do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo: Profa. Dra. **Cibele Saliba Rizek.**

Agradecimentos

A realização desta dissertação só foi possível devido ao apoio e colaboração de algumas pessoas, que de certa forma direta ou indiretamente se mostraram imprescindíveis na sua elaboração. Pretendo aqui deixar o meu agradecimento a todos aqueles que me ajudaram na realização desta dissertação.

Em primeiro lugar quero agradecer aos meus pais, pelo apoio e incentivo, não só durante a elaboração deste trabalho, como também durante todo este percurso e experiências vividas no Brasil, mesmo do outro lado do Atlântico, sempre me incentivaram a superar as adversidades impostas.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Márcio Minto Fabricio por me proporcionar esta oportunidade de conhecimento e compressão de uma nova cultura e pelo auxílio prestado durante toda a minha estadia, sem ele não seria possível presenciar esta oportunidade. Como também agradeço todo o seu apoio e partilha de conhecimento, que me propiciaram um crescimento e amadurecimento profissional, através da autonomia e confiança que me foi depositada, ao longo desta pesquisa.

À Professora Dra. Kelen Dornelles pela oportunidade e confiança depositada em mim como monitora PAE, a sua influência e transmissão de conhecimento foram fundamentais para o meu crescimento na área de ensino e experiência numa sala de aula.

Aos meus amigos do grupo ARQUITEC, IAU e LaMEM, em especial à Marta, que se tornaram uma segunda família durante a minha permanência, pelos momentos vividos, pela orientação e conhecimento, transmitido sobre a sua cultura, e me fizeram sentir cada vez mais que eu pertença a este lugar.

À CAPES por me conceber o financiamento desta pesquisa, por meio de uma bolsa de estudo, que me permitiu uma dedicação integral no desenvolvimento desta dissertação.

Às empresas demolidoras pela disponibilidade, trocas de experiências e aprendizagem no desenvolvimento deste estudo.

E, por último, ao Daniel Reis, o meu parceiro ao longo desta jornada, sem ele não seria possível iniciar nem finalizar este percurso, pelo companheirismo e apoio ao longo dos anos, auxiliando a ultrapassar todos os obstáculos e incentivando a superar novos

desafios pessoais e profissionais, sem a sua presença e dedicação nem tudo seria possível, o meu muito obrigada.

"A vida é todo um processo de demolição. Existem golpes que vêm de dentro, que só se sentem quando é demasiado tarde para fazer seja o que for, e é quando nos apercebemos definitivamente de que em certa medida nunca mais seremos os mesmos."

Scott Fitzgerald

Martins, A. S. M. **Diretrizes para o planejamento de uma demolição sustentável em edifícios**. 2017. 209 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

Resumo

O processo de demolição tradicional tem experimentado várias mudanças, a emergência das preocupações ambientais leva hoje a procurar formas mais sustentáveis, como a aplicação de uma demolição que promova a desmontagem e a remoção seletiva dos materiais, através do planejamento antecipado e da aplicação contínua das regras de segurança, executando uma correta gestão do fluxo de resíduos por meio da sua reutilização. Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver um conjunto de diretrizes que permitem aprimorar o planejamento das atividades de demolição de pequenas edificações térreas, por meio de uma análise normativa nacional e internacional sobre o processo de demolição, promovendo práticas mais sustentáveis a serem adotadas por pequenas empresas demolidoras. Neste sentido a pesquisa empírica foi realizada pela aplicação de três estudos de caso, desenvolvendo um diagnóstico do funcionamento das atividades das empresas que praticam a demolição seletiva em pequenas edificações, com a elaboração de entrevistas, acompanhamento das demolições e da revenda dos materiais. Assim sendo, foi possível verificar a existência de mercados para os materiais e componentes reaproveitados das obras de demolição, os materiais mais procurados são os tijolos maciços, as telhas de cerâmica e a madeira, como por exemplo a Peroba Rosa, foi possível também observar a escassa de segurança e a falta do uso dos equipamentos de proteção. Esta pesquisa contribuiu com o desenvolvimento de um conjunto de ações que maximizem a coordenação da execução das tarefas em obra, de modo a melhorar a segurança e o aproveitamento de materiais, diminuindo o custo da demolição através da revenda dos materiais obtidos, e minimizando a produção de resíduos sólidos.

Palavras-chave: Demolição Seletiva, Desconstrução, Gestão de Resíduos de Demolição e Reutilização.

Martins, A. S. M. **Guidelines for planning a sustainable demolition on buildings**. 2017. 209 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

Abstract

The traditional demolition process has experienced several changes, and the emergence of environmental concerns leads today, to seek for more sustainable ways, such as applying a demolition that promotes the dismantling and the selective removal of materials, through early planning and the continuous application of safety rules, making it much more diverse materials obtained and performing a proper management of the waste stream through reuse. This work main objective has to develop a set of guidelines that allow to improve the planning of the demolition activities of small buildings, through a national and international normative analysis of the demolition process, promoting more sustainable practices to be adopted by small demolition companies. In this way, the empirical research was carried out by the application of three case studies, developing a diagnosis of the activities that companies practice, by using the selective demolition in small buildings, with the elaboration of interviews, monitoring the demolitions and the resale of the materials. As result, it was possible to verify the existence of markets for reused materials and components of the demolition works. The most wanted materials are solid bricks, ceramic tiles, and wood, such as Peroba Rosa. This research contributed to the development of a set of actions that maximize the coordination of the execution of the tasks at work, in order to improve the safety and the use of materials, reducing the cost of demolition through the resale of the obtained materials, and minimizing the production of solid waste.

Keywords: Demolition Selective Deconstruction, Demolition Waste Management and Reuse.

Lista de Figuras

Figura 2.1: Impacto causado pela geração de resíduos de construção e demolição no canteiro de obras na Região Metropolitana do Cariri Cearense em 2011, adaptado de (MARINHO e SILVA, 2012)	37
Figura 2.2: Fluxograma da gestão de resíduos de construção e demolição, segundo a Resolução CONAMA 307 DE 2002, adaptado de (KARPINSKI ET AL., 2009).....	44
Figura 2.3: Hierarquia de gestão de resíduos de construção e demolição	46
Figura 2.4: Hierarquia de gestão de resíduos para a demolição e operações de construção, adaptado de (KIBERT e CHINI, 2000)	49
Figura 3.1: Caracterização dos resíduos de construção e demolição nos EUA, adaptado de (SANTOS e BRITO, 2012)	57
Figura 3.2: Esquema do processo da desconstrução (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995)	60
Figura 3.3: Ciclo de vida de um edifício, adaptado de (EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2008)	61
Figura 3.4: Possíveis cenários para o fim-de-vida do edifício, adaptado de (CROWTHER, 2001)	62
Figura 5.1: Fluxograma das atividades realizadas nos estudos de caso.....	88
Figura 5.2: Fluxograma das atividades da pesquisa empírica.....	92
Figura 6.1: Habitação de piso térreo a ser demolida (GOOGLE, 2011).....	99

Figura 6.2: Reaproveitamento de janelas e portas em obra (Autor, 2014).....	99
Figura 6.3: Reaproveitamento de portas, janelas e grelhas metálicas (Autor, 2014) ..	99
Figura 6.4: Reaproveitamento e armazenamento em obra de telhas cerâmicas (Autor, 2014).....	100
Figura 6.5: Produção de resíduos durante o processo de demolição (Autor, 2014)...	101
Figura 6.6: Instalações elétricas, assinaladas pelas setas a vermelho (Autor, 2014) .	101
Figura 6.7: Habitação de piso térreo antes da demolição começar (GOOGLE, 2015)	102
Figura 6.8: Habitação a demolir já sem portas, janelas e coberturas (Autor, 2015).	102
Figura 6.9: A demolição das paredes interiores (Autor, 2015).....	103
Figura 6.10: Geração de resíduos no local de trabalho (Autor, 2015)	103
Figura 6.11: A falta da utilização de equipamento de proteção individual durante o processo de demolição (Autor, 2015).....	104
Figura 6.12: A falta de acessos a andares superiores (Autores, 2015)	104
Figura 6.13: Demolição das paredes exteriores (Autor, 2015).....	104
Figura 6.14: Acumulação de entulho no final da demolição (Autor, 2015)	105
Figura 6.15: Recolha e transporte dos resíduos de demolição (Autor, 2015).....	105
Figura 6.16: Tabela de preços de alguns materiais recuperados disponíveis para revenda da empresa E1 (Autor, 2015)	107

Figura 6.17: Venda de vários tipos de madeira (Autor, 2015)	108
Figura 6.18: Venda de telhas de fibrocimento (Autor, 2015)	108
Figura 6.19: Venda de tijolo Comum (Autor, 2015)	109
Figura 6.20: Venda de vidro (Autor, 2015)	109
Figura 6.21: Venda de portas metálicas (Autor, 2015)	109
Figura 6.22: Venda de caixilharias (Autor, 2015)	110
Figura 6.23: Venda de equipamentos para o banheiro e cozinha (Autor, 2015)	110
Figura 6.24: Venda de portões de ferro (Autor, 2015)	111
Figura 6.25: Venda desorganizada de vários materiais de construção (Autor, 2015)	111
Figura 6.26: Habitação a ser demolida pela empresa E2 (GOOGLE, 2015)	112
Figura 6.27: Fase inicial do acompanhamento da demolição (Autor, 2015)	113
Figura 6.28: Árvores cortadas dentro do canteiro de obra (Autor, 2015)	114
Figura 6.29: Serviços públicos dentro do canteiro de obra (Autor 2015)	114
Figura 6.30: Desmontagem da cobertura (Autor, 2015)	114
Figura 6.31: Resíduos acumulados no local de obra (Autor, 2015)	115
Figura 6.32: Demolição das paredes interiores (Autor, 2015)	115
Figura 6.33: O balanço da parede (Autor, 2015)	116
Figura 6.34: Móveis recuperados durante a demolição (Autor, 2015)	116

Figura 6.35: Tijolo maciço recuperado durante a demolição (Autor, 2015)	117
Figura 6.36: Madeira recuperada durante a demolição (Autor, 2015).....	117
Figura 6.37: Armazenamento dos equipamentos para auxílio na demolição (Autor, 2015).....	118
Figura 6.38: Acesso precário e perigoso ao piso superior (Autor, 2015).....	119
Figura 6.39: Materiais aproveitados durante a demolição (Autor, 2015)	119
Figura 6.40: Materiais aproveitados durante a demolição (Autor, 2015)	120
Figura 6.41: Transporte do tijolo maciço e dos materiais metálicos (Autor, 2015) ..	120
Figura 6.42: Acumulação de entulho e demolição do muro de vedação (Autor, 2015)	121
Figura 6.43: Alguns dos portões recuperados, o portão da direita foi colocado na casa do proprietário, como portão da entrada da loja dos materiais de demolição (Autor, 2016)	122
Figura 6.44: Armazenamento dos materiais recuperados da demolição (Autor, 2016)	123
Figura 6.45: Armazenamento dos materiais recuperados da demolição (Autor, 2016)	123
Figura 6.46: Fluxograma da gestão de resíduos de demolição nas empresas demolid	128
Figura 8.1: Categorias de análise das etapas da demolição.....	131

Figura 8.2: Esquema com as atividades de verificação antes da demolição.....	134
Figura 8.3: Esquema com a documentação para a demolição	141
Figura 8.4: Esquema com as etapas da segurança na demolição.....	146
Figura 8.5: Fluxograma dos diferentes tipos de demolição de acordo com a revisão normativa	153
Figura 8.6: Esquema com as etapas da execução da demolição seletiva	155

Lista de Quadros

Quadro 2.1 : Classes e destinos dos resíduos da construção e demolição, segundo a Resolução CONAMA 307 de 2002, adaptado de (KARPINSKI ET AL., 2009) .	41
Quadro 2.2: Vantagens e desvantagens da separação na origem e dos centros de triagem, adaptado de (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995)	50
Quadro 3.1: Oportunidades e restrições da Desconstrução, adaptado de (GUY e SHELL, 2002)	64
Quadro 4.1: Análise comparativa sobre as categorias de análise estudadas que se encontram nas legislações.....	81
Quadro 6.1: Atividades síntese das atividades realizadas durante os estudos empíricos ao longo da dissertação	96
Quadro 6.2: Registo das atividades realizadas durante o desenvolvimento do trabalho	97
Quadro 6.3: Quadro síntese de comparação entre estudos de caso	126

Siglas, Abreviaturas e Símbolos

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANSI	American National Standards Institute
ASSE	American Society of Safety Engineers
Cd	Cádmio
CFR	Code of Federal Regulations
CO_2	Dióxido de Carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
DfD	Projeto para desconstrução/Design for Deconstruction
DfR	Projeto para Reciclagem/Design for Recycling
EPA	Environmental Protection Agency
EPC	Equipamentos de Proteção Coletiva
EPI	Equipamentos de Proteção Individual
EUA	Estados Unidos da América
LBP	Lead-Based Paint
NZDAA	New Zealand Demolition and Asbestos Association
OPC	Cimento Portland
OSHA	Occupational Safety and Health Administration

PCB	Bifenilos Policlorados
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção Civil
Pb	Chumbo
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto

Sumário

1.	Capítulo 1 – Introdução	29
1.1	Justificativa	29
1.2	Objetivos.....	32
1.3	Estrutura da Dissertação.....	32
2.	Capítulo 2 – Resíduos de Construção Civil	35
2.1	Enquadramento.....	35
2.2	Caracterização e classificação de resíduos segundo a Legislação Brasileira.....	38
2.2.1	RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002	38
2.2.2	ABNT NBR 10004, de 30 de novembro de 2004, Resíduos Sólidos – Classificação	41
2.3	Gestão de resíduos de construção civil.....	42
2.3.1	Princípios da hierarquia de resíduos	45
2.3.1.1	Prevenção e redução	46
2.3.1.2	Reutilização	46
2.3.1.3	Reciclagem.....	47
2.3.1.4	Outros tipos de valorização.....	48
2.3.1.5	Eliminação.....	48
2.3.2	A importância da separação ou triagem dos resíduos no canteiro de obras	49

2.3.3	Destino final dos resíduos	51
3.	Capítulo 3 – Conceitos e Revisão Bibliográfica sobre a Demolição	55
3.1	Impacto ambiental da demolição de edifícios.....	55
3.2	A desconstrução e a demolição seletiva como alternativa à demolição.....	59
3.3	Demolição versus Desconstrução: Aspectos econômicos, ambientais e sociais 65	
4.	Capítulo 4 – Análise Normativa da Demolição de Edifícios.....	69
4.1	Introdução.....	69
4.2	Legislações aplicadas à execução da demolição de edifícios.....	70
4.2.1	NBR 5682/1977 - Contratação, execução e supervisão de demolições (Brasil)	71
4.2.2	Norma Regulamentadora NR18.5 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria - Demolição (Brasil)	72
4.2.3	ANSI/ASSE A10.6-2006: Safety and Health Program Requirements for Demolition Operation (Estados Unidos da América);.....	73
4.2.4	29 CFR 1926 Subpart t – Whether the demolition standard applies to moving a residential structure (Estados Unidos da América)	73
4.2.5	BS 6187:2011 – Code of Practice for Demolition (Inglaterra).....	74
4.2.6	AS 2601:2001 – The Demolition of Structures (Austrália).....	76
4.2.7	Demolition Work – Code of Practice (2016) (Austrália).....	77
4.2.8	Demolition – Best Practice Guidelines for Demolition in New Zealand (2013) (Nova Zelândia)	78
4.2.9	CSA:1980 (R2003) - Code of Practice for Safety in Demolition of Structures (Canada).....	78

4.3	Análise comparativa das normas técnicas.....	79
	Desmon. de materiais de revestimento	84
5.	Capítulo 5 – Método de Pesquisa.....	87
6.	Capítulo 6 - Estudos de Caso.....	93
6.1	Estudo de caso I (E1).....	98
6.1.1	Entrevista ao responsável pela demolição	98
6.1.2	Visitas às obras de demolição	98
6.1.3	Visita à loja de revenda dos materiais	106
6.2	Estudo de Caso II (E2).....	111
6.2.1	Entrevista ao responsável	111
6.2.2	Visitas à obra de demolição.....	112
6.3	Estudo de Caso III (E3)	121
6.3.1	Entrevista ao responsável	121
6.3.2	Visita à loja de revenda dos materiais	122
6.4	Análise dos estudos de caso.....	123
7.	Capítulo 7 – Diretrizes para o Planejamento de uma Demolição Sustentável	
	129	
7.1	Considerações iniciais.....	129
7.2	Contratação da Empresa.....	131
7.3	Verificações antes da demolição	133
7.3.1	Inspeção do local.....	135

7.3.1.1	Caracterização do edifício.....	135
7.3.1.2	Substâncias Perigosas.....	136
7.3.1.3	Edifícios Adjacentes.....	137
7.3.1.4	Serviços Públicos.....	138
7.3.2	Inspeção estrutural.....	139
7.4	Documentação para a demolição.....	140
7.4.1	Plano de Demolição.....	141
7.4.2	Medidas de Segurança e Saúde.....	143
7.4.3	Plano de Gestão de Resíduos.....	144
7.4.4	Licenciamento.....	144
7.5	Segurança na demolição.....	145
7.5.1	Ambiente.....	147
7.5.2	Ferramentas.....	147
7.5.3	Supervisão e formação.....	148
7.5.4	Limpeza do local.....	149
7.5.5	Equipamentos de proteção individual.....	149
7.5.6	Equipamentos de proteção coletiva.....	150
7.5.7	Medidas preventivas.....	151
7.6	Processos de Demolição.....	152
7.6.1	Demolição Manual.....	153
7.6.2	Demolição Mecânica.....	154

7.6.3	Etapas da Execução da Demolição Seletiva.....	154
7.6.3.3	Desmontagem de Materiais de Revestimento, Decoração e Acabamentos 155	
7.6.3.4	Desmontagem da cobertura	156
7.6.3.5	Desmontagem de Paredes Divisórias ou não Portantes	157
7.6.3.6	Demolição ou Desmontagem de Paredes de Fachada ou Estruturais	158
7.6.3.7	Demolição de Pavimentos.....	159
7.6.3.8	Demolição de Vigas e Pilares	160
7.7	Otimização de gestão de resíduos	161
7.7.1	Remoção, Separação e Armazenamento.....	162
7.7.2	Transporte para a destinação final	163
7.7.3	Limpeza do terreno	164
8	Capítulo 8 – Conclusões.....	165
	Referências	169
	APÊNDICE A	177
	APÊNDICE B	205

Capítulo 1 – Introdução

1.1 Justificativa

Até o final do século XX, na Indústria da Construção Civil, o esgotamento dos recursos não renováveis utilizados ao longo de toda a sua cadeia produtiva, os custos e prejuízos causados pelo desperdício de materiais e o destino dado aos resíduos produzidos nesta atividade não foram considerados como fatores de muita preocupação. A indústria da construção brasileira não teve consciência ecológica, resultando em estragos ambientais irreparáveis, agravados pelo excesso de migração ocorrido na segunda metade do século passado, quando a relação existente de pessoas no campo e nas cidades, de 75% para 25% foi invertida, ocasionando uma enorme demanda de novas habitações (MACHADO, MOUCO e SOARES, 2006).

A construção civil afeta consideravelmente o meio ambiente através do consumo de recursos minerais e da produção de resíduos. Delapidando jazidas de pedras, areias, calcário, zinco, alumínio, ferro, entre outros e sendo consumidora voraz de madeira e água. O crescimento desenfreado do consumo de recursos naturais fez o homem repensar a sua forma atual de produção, percebendo os danos ambientais como o efeito estufa, inversões térmicas, alterações nos habitats de vários seres vivos e consequentemente a extinção e a diminuição destes (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

O modelo de construção tradicional é responsável pela produção de grandes quantidades de dióxido de carbono e de outras emissões nocivas aos diferentes ecossistemas. Neste sentido, existem programas de orientação estratégica que promovem boas práticas construtivas, isto é, práticas mais sustentáveis. No entanto, são ainda poucos os responsáveis pela tomada de decisões, que facilitam e promovem a sua aplicação prática e que incentivam a construção sustentável, por exemplo, através de mecanismos financeiros (taxas, créditos, penalizações ecológicas, entre outros) (CASTRO, MATEUS e BRAGANÇA, 2011). Para isso, torna-se necessário iniciar nas

etapas de projeto, a consideração de estratégias que visam a promoção da recuperação de materiais e componentes da construção após a vida útil do edifício (ROCHA, 2007).

A demolição não contém barreiras quanto à geração de entulho, o que produz uma enorme quantidade de detritos que na maioria dos casos, são apenas adicionados aos resíduos nos aterros sanitários. Devido às preocupações da comunidade sobre os potenciais impactos e sobre o meio ambiente em áreas desenvolvidas, tornar-se cada vez mais difícil a disponibilização de locais para aterros. Por outro lado, o fato dos aterros tenderem a situar-se em zonas mais afastadas das áreas desenvolvidas, aumenta os custos de transporte. Uma alternativa ao envio desses materiais para aterros sanitários é escolher a desconstrução sobre o hábito mais comum que é a demolição (COUTO e COUTO, 2010). Face às preocupações ambientais e à oposição pública, estão sendo criados regulamentos para definir planos, com o intuito de reduzir o descarte de resíduos sólidos em aterros sanitários (DANTATA, TOURAN e WANG, 2005).

Um dos principais objetivos da construção sustentável deveria ser a aplicação de um ciclo de vida fechado, ou seja, recuperar os materiais da fase de desconstrução ou demolição dos edifícios, de tal modo, que os materiais reaproveitados no final da vida útil dos edifícios possam ser levados de volta, para o mesmo fluxo de materiais ou em diferentes condições e funcionalidades, após a sua recuperação (SCHULTMANN e SUNKE, 2007). A desconstrução é um processo construtivo de desmontagem de materiais e componentes. Tem como objetivo principal, recuperar o máximo possível dos materiais de construção de forma a possibilitar a sua reutilização ou, até mesmo reciclagem, para uma futura aplicação em novas construções.

Há um grande consenso geral sobre o que se considera a demolição, segundo alguns autores é a eliminação completa de todas os elementos de um edifício em um determinado local e horário específico, ou seja, o fim da vida útil para a construção. No entanto, a demolição parcial na verdade começa durante a vida útil dos edifícios como manutenção e adaptação, incluindo a substituição de componentes e materiais de construção, o que resulta num desperdício considerável de resíduos (THOMSEN, SCHULTMANN e KOHLER, 2011). É imprescindível que as empresas de construção tenham capacidade para dar resposta a todas as exigências dos clientes, que, cada vez

mais, procuram a inclusão de uma componente ambiental (COUTO, COUTO e TEIXEIRA, 2006).

Com a evolução da construção e do conceito “edifício sustentável”, foram emergindo no mercado novos materiais e produtos de construção. Alguns deles sustentam rótulos que alegam que os mesmos apresentam menores impactos ambientais do que os materiais e produtos de construção convencionalmente utilizados. No entanto, não é claro que os designados “materiais sustentáveis” são mais sustentáveis, quando utilizados em edifícios em que seja necessário realizar as mesmas funções que os convencionais (BRAGANÇA e MATEUS, 2012).

Pulaski et al. descreve que os métodos atuais para a demolição de edifícios enfatizam a reciclagem seletiva de resíduos. Muitos edifícios antigos contêm algum nível de amianto, tinta à base de chumbo ou outros materiais potencialmente tóxicos que apresentam risco para a saúde. Além disso, os projetos originais na maioria das vezes não consideram o potencial da reutilização dos materiais e componentes de construção, nem dão atenção ao processo de desconstrução. Estas questões proporcionam maiores obstáculos para os empreiteiros de desconstrução ou demolição (PULASKI, HEWITT, *et al.*, 2003).

A reciclagem de resíduos, também pode causar impactos negativos ao meio ambiente, variáveis como o tipo de resíduo, a tecnologia empregue e a utilização proposta para o material reciclado, podem tornar o processo de reciclagem ainda mais impactante do que o próprio resíduo era antes de ser reciclado. Todo processo de reciclagem necessita de energia para transformar o produto ou tratá-lo de forma a torná-lo apropriado a ingressar novamente na cadeia produtiva. Além disso, muitas vezes, apenas a energia não é suficiente para a transformação do resíduo, são necessárias também matérias-primas para o modificar física e/ou quimicamente (ANGULO, ZORDAN e JOHN, 2001).

Assim torna-se importante procurar soluções para a fase final das edificações, incentivando a prática de demolições mais sustentáveis, começando pela escolha seletiva dos materiais que agregam mais valor para as empresas demolidoras envolvidas, aplicando em pequenas construções. Até que futuramente seja empregado em grande

escala, de modo a possibilitar a desmontagem e reutilização de todos os elementos de uma edificação, fechando assim o ciclo de vida dos edifícios, promovendo o mínimo de fluxo de resíduos em obra, para que se possa obter o máximo de materiais reutilizáveis.

1.2 Objetivos

A presente dissertação de mestrado tem como principal objetivo desenvolver um conjunto de diretrizes que permitem aprimorar o planejamento das atividades de demolição de pequenas edificações térreas, sem qualquer valor histórico, considerando a tecnologia atual para este tipo de obra no Brasil, promovendo boas práticas a serem adotadas por pequenas empresas demolidoras, no sentido de aumentar o desempenho da gestão dos resíduos e a prevenção de riscos, dentro do canteiro de obras, como também melhorar a execução dos trabalhos.

Em função do objetivo geral do trabalho procurou-se definir mais detalhadamente as etapas a serem realizadas durante o mestrado, assim sendo os objetivos específicos a serem desenvolvidos sobre o presente trabalho são:

- Pesquisar e estudar o estado atual dos impactos da demolição e procurar soluções mais sustentáveis, discutindo parâmetros econômicos, ambientais e sociais;
- Estudar uma seleção de normas internacionais e códigos de trabalho sobre o processo de demolição e os riscos desta atividade;
- Diagnosticar como acontecem as principais irregularidades efetuadas durante o processo de demolição realizado pelas pequenas empresas no Estado de São Paulo;

1.3 Estrutura da Dissertação

A dissertação de Mestrado está dividida em oito capítulos, sendo estes Introdução, Resíduos da Construção Civil, Conceitos e Revisão Bibliográfica sobre a Demolição, Análise Normativa da Demolição de Edifícios, Método de Pesquisa, Estudos de Caso, Diretrizes para o Planejamento de uma Demolição Sustentável e as Conclusões e

Perspectivas Futuras. Contendo no final as referências bibliográficas e dois apêndices A e B.

No primeiro capítulo é realizada uma introdução à situação atual da construção civil no Brasil relativamente ao corrente processo das demolições e da respetiva gestão de resíduos deste setor. Também é descrito neste capítulo os objetivos da presente dissertação e para finalizar a descrição da estrutura do trabalho.

No segundo capítulo é discutido o impacto da produção de resíduos em demolições e quais os documentos legislativos referentes à gestão de resíduos da construção civil (RCC) no Brasil. De acordo com a Resolução CONAMA n° 307 de 5 de julho de 2002 e a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR 10004 de 30 de novembro de 2004 foi realizado uma caracterização e classificação dos resíduos deste setor, e uma reflexão sobre a destinação final dos materiais e resíduos gerados pela demolição.

No terceiro capítulo é analisada a revisão bibliográfica sobre a demolição de edifícios, em que serão avaliadas as preocupações ambientais, sociais e econômicas, como também, a procura por alternativas mais sustentáveis, como a desconstrução ou a demolição seletiva e o projeto para a desconstrução, e potenciais aspetos a melhorar no seu desempenho.

No quarto capítulo é elaborado em função de uma revisão bibliográfica das normas e legislação de diferentes países sobre o processo de demolição, desenvolvendo um conjunto de etapas para o planeamento da demolição de edifícios, e comparando a legislação através de um quadro resumo.

No quinto capítulo é explicado o método de pesquisa selecionado e em que consiste a pesquisa empírica do presente trabalho.

No sexto capítulo é apresentado e analisado os diagnósticos dos estudos de caso realizados nas diferentes empresas de demolição no Estado de São Paulo, iniciando-se pelas entrevistas que se encontram no apêndice A, posteriormente o acompanhamento de uma obra de demolição, em que as respetivas *checklist* de

verificação se encontram exposta no apêndice B e após acompanhamento, a visita nas lojas de revenda dos materiais.

No sétimo capítulo é descrito o tema principal da dissertação, as diretrizes para o planejamento de uma demolição sustentável, especificando passo-a-passo, todos os aspectos relevantes, de apoio ao desenvolvimento de soluções sustentáveis em função da demolição seletiva de um edifício, nomeadamente antes, durante e após o seu desmantelamento. São também abordados os riscos de segurança e saúde e quais as regras a seguir durante todo o processo, como também a destinação final dos materiais removidos e a sua separação em obra.

No oitavo e último capítulo são apresentadas as conclusões a extrair da realização deste trabalho e perspectivas futuras sobre este tema, bem como uma análise crítica ao estado atual da demolição e do seu futuro.

Por último são expostas todas as referências bibliográficas que foram consultadas para o desenvolvimento e pesquisa deste trabalho e os apêndices A e B onde se encontram as entrevistas e *checklist* realizadas durante a pesquisa empírica.

Capítulo 2 – Resíduos de Construção Civil

2.1 Enquadramento

A indústria da construção é um dos setores que mais recursos naturais consome, tendo por isso grande responsabilidade na delapidação desses recursos e, por conseguinte, na degradação do meio ambiente. Os resíduos resultantes desta indústria constituem uma parte significativa do total de resíduos produzidos, sendo por isso, importante o seu estudo. A melhor maneira de lidar com estes resíduos é, em primeiro lugar, evitá-los, depois se deve tentar reciclar a maior quantidade possível. A incineração e a deposição dos resíduos em aterros devem ser as últimas opções a ter em conta (MATEUS e BRAGANÇA, 2006).

A competência da gestão urbana envolve três níveis de união, governamentais, estaduais e municipais. O município é o que possui maior responsabilidade, pois, é no âmbito municipal que é elaborado o Plano Diretor, instrumento básico da política urbana; também, o município possui uma relação de instrumentos urbanísticos, dos quais são citados os quatro principais: Lei de uso e ocupação do solo urbano (zoneamento), Lei de parcelamento do solo urbano, Código de obras e Código de posturas municipais. Considerando que a maioria da população brasileira reside nas cidades e grande parte das atividades humanas acontece no espaço urbano, de forma mais intensa e acelerada, por isso, a zona urbana sofre um crescimento descontrolado, causado por vários fatores, como: o êxodo rural e a falta do controle da natalidade, trazendo problemas de ordem alarmantes. É importante o acompanhamento dos critérios de uso e ocupação do solo urbano, pois o não cumprimento traz um impacto negativo, como perda e destruição dos ecossistemas inteiros ou degradação ambiental dessas áreas (MACHADO, MOUCO e SOARES, 2006).

Os resíduos de construção e demolição são produzidos a partir de construções, renovações, reparações e demolições de estruturas, como edifícios residenciais e comerciais, estradas, pontes, etc. A composição dos resíduos varia para estas diferentes atividades e estruturas, e frequentemente contêm volumosos e pesados materiais, incluindo concreto, madeira (dos edifícios), asfalto (das estradas), gesso (o principal componente do *drywall*), metais, tijolos, vidro, plásticos, telhas, componentes de construção recuperados (portas, janelas e encanamentos), terra e rocha a partir da limpeza do local. Mais importante, os resíduos podem conter substâncias perigosas, tais como o amianto e metais pesados. Todos estes diferentes materiais precisam ser gerenciados em um ambiente seguro e de forma viavelmente econômica. A indústria da construção civil é, provavelmente, um dos mais importantes campos em uma escala global, em relação a sua coesão econômica, tecnológica e impacto ambiental (BANIAS, ACHILLAS, *et al.*, 2010).

Na reforma de edifícios, a falta de cultura de reutilização e reciclagem dos materiais e o desconhecimento da potencialidade dos resíduos reciclados, são as principais causas da geração de resíduos nessas etapas, portanto, não relacionadas ao desperdício, mas à não-reutilização do material. Os resíduos incorporados na edificação irão gerar mais resíduos com o passar dos anos, através da manutenção da edificação, além da sobrecarga na estrutura, o que acaba aumentando o custo e, conseqüentemente, reduzindo a qualidade, podendo provocar patologias, diminuir a própria vida útil ou o desempenho da edificação (KARPINSKI ET AL., 2009).

A partir da década de 90 os resíduos de construção e demolição (RCD) passaram a ser objeto de pesquisa científica, resultando em diversas publicações, que culminaram, em 2002, na Resolução do Conama nº 307 passou a exigir dos municípios brasileiros a elaboração e a implementação de um Plano Municipal de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil, conforme a situação local (TESSARO, SÁ e SCREMIN, 2012).

Figura 2.1: Impacto causado pela geração de resíduos de construção e demolição no canteiro de obras na Região Metropolitana do Cariri Cearense em 2011, adaptado de (MARINHO e SILVA, 2012)

Como qualquer outra atividade, a reciclagem também pode gerar resíduos, cuja quantidade e características vão depender do tipo de reciclagem escolhida. Esses novos resíduos, nem sempre são tão ou mais simples do que aqueles que foram reciclados. É possível que eles se tornem ainda mais agressivos ao homem e ao meio ambiente do que o resíduo que está a ser reciclado. Dependendo de sua periculosidade e complexidade, estes rejeitos podem causar novos problemas, como a impossibilidade de serem reciclados, a falta de tecnologia para os seus tratamentos, a falta de locais para dispô-los e todo o custo que isto ocasionaria (ANGULO, ZORDAN e JOHN, 2001).

Segundo os Autores, o risco de saúde dos novos materiais para os utilizadores geralmente é desprezado na avaliação de produtos reciclados, e dos próprios trabalhadores da indústria recicladora, devido à lixiviação de frações solúveis ou até mesmo pela evaporação de frações voláteis. Os resíduos muitas vezes são constituídos por elementos perigosos como metais pesados, como o Cádmio e o Chumbo (Cd, Pb) e Compostos Orgânicos Voláteis (COV). Dessa forma, é preciso que a escolha da reciclagem de um resíduo seja criteriosa e pondere todas as alternativas possíveis em relação ao consumo de energia e matéria-prima pelo processo de reciclagem escolhido. Os custos despendidos com os resíduos, como os de licenças ambientais, deposição de resíduos, transportes, as multas ambientais, entre outros devem ser considerados para a futura avaliação da viabilidade econômica da reciclagem (ÂNGULO, ZORDAN, & JOHN, 2001).

É frequente o diário de obra especificar que a prática, pelo empreiteiro, de qualquer

crime de natureza ambiental é motivo de rescisão do contrato, sem prejuízo do pagamento de todas as multas e sanções aplicadas. A intenção de publicar documentos legislativos mais restritivos em termos ambientais é também um fator para o qual a indústria da construção, em cada país tem que se preparar, nomeadamente no que se refere à separação e encaminhamento de resíduos produzidos nas atividades desenvolvidas nos canteiros de obras (COUTO, COUTO e TEIXEIRA, 2006).

2.2 Caracterização e classificação de resíduos segundo a Legislação Brasileira

Os resíduos de construção e demolição possuem características bastante peculiares por serem produzidos num setor onde há uma gama muito grande de diferentes técnicas e metodologias de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente, quando existe. Algumas características como composição e quantidade produzida dependem diretamente do estágio de desenvolvimento da indústria local de construção, como qualidade da mão de obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade. A composição dos RCD, oriundos de cada uma das atividades que compõem os trabalhos da construção civil, é diferente em cada etapa da obra, mas sempre há um produto que se sobressai, o qual é diferente em cada país, em razão da diversidade de tecnologias construtivas utilizadas (KARPINSKI ET AL., 2009).

2.2.1 RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002

A Resolução CONAMA nº 307 de 5 de julho de 2002, desenvolvida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), tem como objetivo estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. É também definida a classificação dos resíduos da construção civil, e os objetivos dos geradores de resíduos, como também a implementação da gestão de resíduos e do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos, que deve ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2002).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 307 de 2002, artigo nº 3 descreve que os resíduos da construção civil deverão ser classificados, da seguinte forma:

- I. **Classe A** - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
 - a) De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestruturas, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
 - b) De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
 - c) De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- II. **Classe B** - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.
- III. **Classe C** - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.
- IV. **Classe D** - são os resíduos perigosos, oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002, define que os responsáveis pela produção de resíduos da construção civil devem se responsabilizar pelos restos das atividades de construção, reformas e demolições de estruturas e estradas, bem como pelas sobras resultantes de remoção de vegetação e escavação de solos. Determina também que os resíduos da construção civil não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em terrenos baldios, em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei, devendo ser adequadamente destinados das seguintes formas (SALADO e SICHIERI, 2016):

I. Classe A – Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

II. Classe B – Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;

III. Classe C – Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;

IV. Classe D – Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

Quadro 2.1 : Classes e destinos dos resíduos da construção e demolição, segundo a Resolução CONAMA 307 de 2002, adaptado de (KARPINSKI ET AL., 2009)

Classes	Integrantes	Destinação
A	Componentes cerâmicos, argamassas, concretos.	Encaminhar para um triturador de blocos previamente instalado no canteiro, sendo o material final reutilizado em calçadas, bases e sub-bases.
		Reutilizar ou reciclar na forma de agregados.
		Encaminhar para um aterro de resíduos da construção civil, dispondo de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
B	Plásticos, papel e papelão, metais, vidros, madeiras e outros.	Reutilizar, reciclar ou encaminhar para as áreas de armazenamento temporário, permitindo a utilização ou reciclagem futura.
		Armazenar num local predeterminado e enviar para a empresa habilitada ao seu recolhimento, por meio do transporte de materiais e equipamentos.
		Enviar à empresa compradora.
C	Gesso e outros.	Armazenar, transportar e escolher a destinação final em conformidade com as normas técnicas específicas.
		Armazenar em depósito até à destinação final.
D	Tintas, solventes, óleos e outros resíduos contaminados.	Armazenar, transportar, reutilizar e escolher a destinação final em conformidade com as normas técnicas específicas.
		As sobras podem ser reutilizadas para pintura de tapumes e outras utilizações dentro do canteiro, e a destinação final deve ser da responsabilidade da empresa habilitada para o seu recolhimento.

2.2.2 ABNT NBR 10004, de 30 de novembro de 2004, Resíduos Sólidos – Classificação

Esta Norma classifica os resíduos sólidos, quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Estabelece também os critérios de classificação e os códigos para a identificação dos resíduos de acordo com as suas características. Os resíduos sólidos são classificados em dois grupos – perigosos e não perigosos, sendo ainda este último grupo subdividido em inertes e não inertes. A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do

processo ou atividade que lhes deu origem, dos seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Justamente por serem tão danosos, alguns resíduos perigosos são descartados aleatoriamente ou depositados no meio ambiente, pois não se sabe como lidar com eles com segurança e espera-se que o ambiente absorva as substâncias tóxicas. Porém, essa não é a solução correta para o problema, já que muitos metais e produtos químicos não são naturais, nem biodegradáveis (SALADO e SICHIERI, 2016).

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e suas características, como também a comparação destes constituintes, com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem. De acordo com a ABNT NBR 10004 de 2004, os resíduos sólidos são classificados como:

- a) **Resíduos Classe I – Perigosos:** são aqueles que apresentam periculosidade, conforme definido, nesta Norma;
- b) **Resíduos Classe II – Não perigosos;**
 - a. **Resíduos Classe II A – Não inertes:** são aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes, estes resíduos podem ter propriedades, tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
 - b. **Resíduos Classe II B – Inertes:** Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

2.3 Gestão de resíduos de construção civil

O consumo de agregados naturais varia entre 1 e 8 toneladas/habitante por ano. No Brasil o consumo de agregados naturais somente na produção de concreto e argamassas é de 220 milhões de toneladas. Em São Paulo a areia natural, em sua grande parte viaja distâncias superiores a 100 km, elevando o custo para valores em torno de R\$25/m³. A construção civil consome cerca de 2/3 da madeira natural extraída e a maioria das florestas não é manejada adequadamente. Algumas matérias-primas tradicionais da construção civil têm reservas mapeadas e escassas. O cobre e o zinco, por exemplo, têm reservas suficientes apenas para 60 anos. Embora estes valores possam sempre ser questionados, certamente exercem influência no preço dos produtos, dificultando o seu uso (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

Além de extrair recursos naturais, a produção de materiais de construção também gera poluição, como a poeira e o dióxido de carbono (CO_2). Para cada tonelada de *clinker* produzido, mais de 600 kg de dióxido de carbono são gerados. As medidas de produção ambientais de outras indústrias e o crescimento da produção mundial do cimento fazem com que a participação do cimento no CO_2 total gerado tenha mais que dobrado no período 30 anos (1950 e 1980). Outros materiais usados em grande escala têm problemas similares. A construção civil é certamente um dos maiores geradores de resíduos de toda a sociedade. O volume de resíduos de construção e demolição gerado é até duas vezes maior que o volume de lixo sólido urbano (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

A Resolução CONAMA n° 307 de 2002, artigo n° 2 define que o gerenciamento de resíduos *“é o sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar os resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos”*. Esta resolução define também que para a implementação da gestão de resíduos da construção civil é necessário um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos que deve ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, e deve conter:

- I. O programa Municipal de gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e
- II. Os projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção civil.

Figura 2.2: Fluxograma da gestão de resíduos de construção e demolição, segundo a Resolução CONAMA 307 DE 2002, adaptado de (KARPINSKI ET AL., 2009)

De acordo com o artigo nº 6 da Resolução CONAMA nº 307 de 2002, no Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção deve constar:

- I. As diretrizes técnicas e procedimentos para o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e para os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores, possibilitando o exercício das responsabilidades de todos os geradores;
- II. O cadastramento de áreas, públicas ou privadas, aptas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, em conformidade com o porte da área urbana municipal, possibilitando a destinação posterior dos resíduos oriundos de pequenos geradores às áreas de beneficiamento;

- III. O estabelecimento de processos de licenciamento para as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos;
- IV. A proibição da disposição dos resíduos de construção em áreas não licenciadas;
- V. O incentivo à reinserção dos resíduos reutilizáveis ou reciclados no ciclo produtivo;
- VI. A definição de critérios para o cadastramento de transportadores;
- VII. As ações de orientação, de fiscalização e de controle dos agentes envolvidos;
- VIII. As ações educativas visando reduzir a geração de resíduos e possibilitar a sua segregação.

De acordo com o artigo nº 9 da Resolução CONAMA nº 307 de 2002, os projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- I. **Caraterização:** nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
- II. **Triagem:** deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no artigo nº 3 desta Resolução;
- III. **Acondicionamento:** o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- IV. **Transportes:** deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- V. **Destinação:** deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

Todos os pedidos de construção e demolição a realizar devem ser acompanhados de um plano de gestão de resíduos que define as quantidades e tipos de resíduos que irão ser gerados e os meios de tratamento pretendido.

2.3.1 Princípios da hierarquia de resíduos

As recomendações de alcance internacional para a gestão de resíduos foram estabelecidas na Agenda 21 da Conferencia das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como “Hierarquia dos Resíduos”, implantada em diversos países.

Figura 2.3: Hierarquia de gestão de resíduos de construção e demolição

2.3.1.1 Prevenção e redução

A prevenção é a adoção de medidas antes de uma substância, material ou produto assumir a natureza de resíduo, com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos produzidos, designadamente através da reutilização de produtos ou do prolongamento do tempo de vida útil dos produtos; os impactos adversos no ambiente e na saúde humana resultantes dos resíduos produzidos; e o teor de substâncias presentes nos materiais e produtos.

É necessário minimizar e prevenir, sempre que possível, a produção de resíduos, apesar das possibilidades de prevenção de resíduos serem muito limitadas nos locais de demolição. Deve constar no contrato entre o cliente e a empresa contratada, uma obrigação de prevenção de resíduos. Trata-se de um acordo voluntário que vai influenciar a boa vontade dos participantes.

2.3.1.2 Reutilização

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002, artigo nº 2 define que a reutilização *“é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo”*. A reutilização de materiais pode reduzir significativamente, ou evitar, a energia necessária para a produção de novos materiais, para substituir aqueles já em serviço. Reduz o consumo de energia a partir da reutilização de materiais e produz uma redução correspondente

em danos ambientais, particularmente a produção de gás de efeito estufa (CROWTHER, 2000).

A reutilização dos componentes do edifício tem várias vantagens em relação à reciclagem. Em primeiro lugar, ao contrário da reciclagem, a reutilização preserva o investimento da energia necessária para produzir os componentes para a desconstrução ou demolição seletiva do edifício através da reutilização e do prolongamento sua vida útil. A reutilização de materiais também reduz significativamente o custo, o consumo de energia e as emissões de carbono resultantes da demolição (AKBARNEZHAD, ONG e CHANDRA, 2014).

Segundo Coelho e de Brito, sempre que possível, os materiais devem ser recuperados em boas condições para serem reutilizados, incentivando as atividades comerciais de venda dos materiais, a fim de garantir uma baixa relação de custo/lucro para cada material recuperado. Já a reciclagem, embora positiva em termos ambientais e eficaz em desviar os materiais dos aterros, pode não ser suficiente para dar uma vantagem econômica sobre a demolição convencional: podendo neste caso ser necessário e muitas vezes até preferível procurar o lucro real, com a venda de materiais e não apenas cortando as despesas da disposição final (COELHO e DE BRITO, 2011).

2.3.1.3 Reciclagem

A reciclagem compreende todas as ações realizadas para o reaproveitamento dos rejeitos produzidos pelo setor de construção civil. Todas as ações que tenham como objetivo permitir a reutilização de materiais e/ou produtos, de modo a estender o seu ciclo de vida e diminuir os problemas com a forma de deposição dos resíduos ou de emissão de poluentes, são consideradas atividades de reciclagem. Os investimentos são todos os ativos de longa duração usados na atividade de reciclagem. Enquanto, que os custos para reciclar são todos os gastos necessários ao processo operacional da atividade de reciclagem, que seriam o manuseio das máquinas e equipamentos, mão de obra, insumos, etc. (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

Um material reciclado ou é um elemento que passa através de, pelo menos, uma transformação química da sua estrutura interna ou muda o seu estado físico. Enquanto mantém as suas propriedades iniciais. Um exemplo é a reciclagem de metais, que pode

atingir quase 100%, dependendo da qualidade do produto coletado (VEFAGO e AVELLANEDA, 2013).

A Resolução CONAMA nº 307 de 2002, artigo nº 2 define que o agregado reciclado “*é o material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção que apresentem características técnicas para a aplicação em obras de edificação, de infraestruturas, em aterros sanitários ou outras obras de engenharia*”. Já a reciclagem é definida como “*o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação*”.

2.3.1.4 Outros tipos de valorização

A valorização pode ser definida como uma operação, cujo objetivo seja a transformação de um resíduo para o seu fim de vida útil, como por exemplo, a compostagem ou a incineração ou um reprocesso biológico, através da substituição de outros materiais.

2.3.1.5 Eliminação

A eliminação é uma operação, que não seja de valorização, como por exemplo, o envio dos resíduos para um aterro sanitário, ainda que se verifique como consequência secundária a recuperação de substâncias ou de energia.

Figura 2.4: Hierarquia de gestão de resíduos para a demolição e operações de construção, adaptado de (KIBERT e CHINI, 2000)

2.3.2 A importância da separação ou triagem dos resíduos no canteiro de obras

A capacidade de reciclagem de um modo geral pode ser conseguida principalmente no local onde se procede à desconstrução ou demolição do edificado, com todo o material sendo classificado mecanicamente ou manualmente e colocado em pilhas separadas para a remoção de mercados identificados. Esta medida é geralmente conhecida como "fonte de separação". A alternativa é comumente conhecida como separação de "misturados", isto é, onde todos os materiais são transportados para um local exterior aquele onde ocorre a desconstrução ou demolição, para serem separados nos depósitos de processamento e posteriormente à sua reciclagem. Um centro de triagem ou estação de transferência pode-se definir como o local onde são recebidos os materiais a granel, provenientes da recolha dos resíduos, e se procede à separação minuciosa e criteriosa dos diferentes tipos: plásticos, metais, vidro, papel, cartão, inertes e têxtil, com o objetivo de prepará-los para serem transportados para, outro local de tratamento, reciclagem ou destino final (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995).

Quadro 2.2: Vantagens e desvantagens da separação na origem e dos centros de triagem, adaptado de (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995)

Método de reciclagem	Vantagens	Desvantagens
Separação na origem	Menores custos de reciclagem	Vários recipientes no local de trabalho
		Trabalhos devem separar os materiais para a reciclagem
	Receitas pagas para alguns materiais	Logística mais complexa
		Mercados múltiplos, mais informação para administrar
Centros de triagem	Apenas um ou dois recipientes no local	Custos de reciclagem mais elevados
	Não há necessidade de trabalhadores para separar os materiais para reciclagem	
	Logística mais fácil	
	Um mercado, menos informação para gerir	

O que se contrapõe aos graves impactos causados pela grande quantidade de RCD que são depositados, clandestinamente em terrenos baldios, áreas de preservação permanente, margens e nascentes de córregos. A região, como a maioria das grandes cidades brasileiras não possui espaços destinados à recepção adequada dos RCD, conhecidos na literatura especializada como pontos de entrega voluntária de resíduos de construção civil. Esses espaços são definidos como sendo áreas licenciadas e capacitadas para a recepção, triagem e destinação final correta desses resíduos. O grande volume de resíduos dispensados pela construção civil gera impactos ambientais significativos por sua disposição de forma incontrolada e sem critérios científicos (MARINHO e SILVA, 2012).

Atualmente a reciclagem dos resíduos de concreto é levada a cabo recorrendo a diversas

operações de fragmentação (britagem, granulação ou moagem). Para esse efeito são utilizados equipamentos mecânicos (britadeiras de maxilas ou giratórias, moinhos de martelos), que procedem à redução das dimensões dos referidos resíduos. Além disso, admite-se que as centrais de reciclagem irão receber e processar RCD provenientes de inúmeras fontes esse fato irá aumentar o grau de variabilidade dos agregados reciclados, aumentando o grau de dispersão da qualidade do concreto produzido com esses agregados (TORGAL e JALALI, 2010).

2.3.3 Destino final dos resíduos

Os materiais como a madeira, aço, pedra natural, tijolo, e concreto são alguns dos mais encontrados nos edifícios na atualidade. É importante refletir como os seus sistemas construtivos podem facilitar as atividades de demolição, e como é possível aumentar o seu ciclo de vida, de modo a melhorar a eficiência do processo de reutilização e reciclagem, dos elementos que estes materiais constituem, optando prioritariamente por o reuso dos materiais em vez da sua reciclagem e modo a evitar a manufatura (MATTARAIA, MARTINS e FABRICIO, 2016).

Os resíduos de construção e demolição reciclados podem substituir em grande parte os agregados naturais empregados na produção de concreto, blocos e base de pavimentação. Muitas vezes a reciclagem pode reduzir o consumo de energia na produção de materiais. A reciclagem de sucata de aço permite a produção de um novo aço, consumindo aproximadamente 70% da energia gasta na produção de aço, recorrendo a matérias-primas. Já a utilização de sucata de vidro como matéria-prima para a produção de vidro reduz em cerca de 5% o consumo de energia. A substituição do *clínquer* Portland em 50% por escória de alto forno permite uma redução de cerca 40% no consumo de energia. Muitas vezes a distância de transporte é crítica em uma avaliação de balanço energético. Os resíduos não reciclados são depositados em aterros sanitários. Estes aterros ocupam espaços cada vez mais valorizados, especialmente aqueles próximos aos grandes centros urbanos (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

As estruturas em aço são um forte candidato para a reutilização. No entanto, o aço é quase sempre recuperado, mas separado de outros materiais e reciclado. Fazer ligações aparafusadas simplifica a desmontagem, mas as ligações soldadas oferecem a vantagem

de exigir menos modificações nos materiais, tais como os orifícios dos parafusos, já o aparafusamento simplifica a desmontagem. É necessário desenvolver outras tecnologias que permitam a conexão entre materiais, para minimizar as modificações de fabricação, tais como furos, encaixes ou prensas, selecionando tamanhos padrão e geometrias de conexão que minimizam o uso de reforços e outros acessórios soldados, também facilita a reutilização (WEBSTER e COSTELLO, 2005).

O fornecimento de uma ferramenta para a remoção automatizada dos parafusos e conexões poderia aumentar o número de seções disponíveis para a reutilização, em vez de reciclá-los. A indústria de demolição desenvolveu trituradores e pulverizadores para permitir o reforço do vergalhão, a ser removido a partir de estruturas de concreto armado. Também houve a recente evolução do guindaste, que permite o corte ao girar, provocando o cisalhamento, pode girar até 360 graus (HOBBS e HURLEY, 2001).

O concreto é um dos materiais estruturais mais desafiadores, para projetar para reutilização futura. É difícil mesmo imaginar como os constituintes do concreto moldado no local poderão ser recuperados. A sua estrutura é formada por um conjunto contíguo, sem junções convenientes onde podem ser separados. Os elementos estruturais são pesados e difíceis de transportarem. Esses elementos têm muitas vezes um design personalizado para a sua aplicação. E é impossível ver como os membros são reforçados a partir do exterior, de modo que o engenheiro no futuro não terá a informação sobre como será a manutenção e a reutilização. O concreto pré-moldado oferece maior potencial de reutilização do que o concreto moldado no local, os pré-moldados vêm frequentemente em tamanho padrão e com quantidades padrão de reforço (WEBSTER e COSTELLO, 2005).

A alta pressão do jato de água, mais conhecida como hidrodemolição, é frequentemente usada para cortar concreto em situações de reparação e deixa tanto o aço de reforço, como o concreto circundante, limpos e reutilizáveis. A lança térmica e outros métodos de demolição de aquecimento poderiam ser mais amplamente utilizados no futuro. No entanto existe um crescimento na área da reutilização de componentes de concreto na sua forma original. Esta é a pavimentação de blocos de concreto que está a ser usada cada vez mais nas calçadas, parques e estacionamento (HOBBS e HURLEY, 2001).

A madeira é um recurso natural renovável e, como tal, pode ter um impacto ambiental muito baixo, quando comparado a outros materiais, além disso, há uma grande possibilidade de reutilização. Se a madeira for classificada, e após, for colocado um selo que forneça informações sobre a classe de resistência, o grupo e a origem das espécies. Estas informações podem ser utilizadas para assegurar que a madeira se encontra classificada por um perito. Os produtos de construção há base de madeira, tais como madeira laminada colada e algumas vigas de grandes seções, meramente decorativas, não são marcados com os selos de classificação, embora terá sido classificado no passado. Muitos componentes de madeira que são recuperados a partir de estruturas existentes contêm pregos e parafusos que devem ser removidos antes da reutilização ou reciclagem. Isto é realizado manualmente, sendo um processo demorado, geralmente, apenas se revela economicamente viável para itens de alto valor, tais como grandes seções de vigas. Muitos componentes de menor valor terão de estar livres de pregos e parafusos para que possam ser reciclados por picagem para a produção de placas (HOBBS e HURLEY, 2001).

No caso da madeira como material de construção, têm sido feitos esforços nos últimos anos para implementar estes princípios de projeto para a desconstrução, os edifícios construídos com elementos de parede pré-montados *woodframe* podem ser facilmente desmontados após a sua vida útil e a redução de produtos químicos na preservação da madeira também facilita a reutilização como material secundário. No entanto, é ainda necessário desenvolver e aplicar tecnologias de sensores analíticos robustos e eficientes para garantir uma identificação correta das impurezas e contaminantes (HOGLMEIER, WEBER-BLASCHKE e RICHTER, 2013).

A alvenaria tem uma longa história de reutilização. A pedra natural usada em edifícios antigos foi muitas vezes reutilizada em novas construções. E pode sempre voltar para a pedreira e ser cortada como se fosse uma nova pedra, pois tem uma elevada durabilidade e é fácil de desmontar se for colocada com argamassas de cal ou conexões de encaixe, a argamassa mais utilizada é o cimento *Portland*. O tijolo é um dos materiais mais populares disponível como material recuperado, no mercado atual, a reciclagem de tijolos tem uma aparência confortável e acolhedora que os tornam fáceis de recriar e serem produzidos em massa. A razão para ser recuperado com sucesso é que as argamassas de cal são as mais suaves e podem ser facilmente removidas.

Infelizmente, é extremamente difícil separar as argamassas de cimento *Portland* a partir do tijolo em unidades de alvenaria, garantindo quase certamente que a alvenaria construída hoje e ao longo dos últimos oitenta anos não serão recuperadas. Além disso, grande parte da construção de alvenaria é hoje reforçada em aço. Os códigos de construção exigem que a alvenaria estrutural em regiões sismicamente ativas serem reforçadas para tornar a construção mais segura durante os terremotos. O reforço é tipicamente incorporado com argamassa de cimento *portland*, o que torna impossível reutilizar qualquer um dos materiais constituintes (WEBSTER e COSTELLO, 2005).

A criação simultânea de um plano de demolição, juntamente com o plano de construção e a rotulagem de componentes, para os materiais que o constitui. Similar aos produtos, como uma etiqueta plástica com códigos numéricos para indicar o tipo de plástico ou madeira, por exemplo, irá fornecer instruções para a disposição de materiais, auxiliando o contratante e o processo de manutenção e demolição (GUY e SHELL, 2002).

Capítulo 3 – Conceitos e Revisão Bibliográfica sobre a Demolição

3.1 Impacto ambiental da demolição de edifícios

Poucos edifícios, na verdade, permanecem no seu estado inicial de construção por mais do que alguns anos ou, no máximo, de algumas décadas. As alterações, reparações, adições e manutenções, trabalham para alterarem continuamente o edifício, estando este em constante mudança, em resposta às novas exigências do usuário e mudanças das condições ambientais. Isto faz com que não exista, de fato, um só edifício, mas uma série de edifícios diferentes ao longo do tempo (CROWTHER, 2001).

A construção civil reflete-se por meio da produção de resíduos provenientes das sobras e do desperdício dos materiais de construção, que constituem os entulhos, sendo este um dos principais danos causados ao meio ambiente, por serem normalmente deixados em terrenos baldios, aterros limitados e margens de rios. O custo do impacto para uma empresa é representado por penalidades como multa, ressarcimentos a terceiros por prejuízos causados, recuperação de áreas degradadas entre outros fatores, que são utilizados para penalizar estas empresas pela falta de mecanismos de proteção ambiental (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

A demolição é a resposta ao fim de vida dos edifícios ou estruturas, quando estes se encontram em estado degradado ou em risco de instabilidade, em que o custo de manutenção ou reabilitação seja demasiado elevado face à demolição total, ou que coloque em causa a segurança da população e das construções vizinhas. Segundo o Autor Bill Addis pode ser um termo utilizado para designar tanto a indústria como o processo intencional de desmontagem e redução de um edifício, ou parte dele, sem necessariamente preservar a integridade dos seus componentes ou materiais (ADDIS, 2006 (2010)).

Este processo significa o desmantelamento ou destruição de qualquer edifício ou estrutura ou qualquer parte do mesmo, por meio de métodos pré-planejados e controlados. Os métodos de demolição podem variar, dependendo do local onde será realizado, o tempo disponível, os materiais de construção, o objetivo da demolição e a forma de detritos que vão ser acumulados. Os métodos em que o ruído, a poeira e a vibração são limitados, vão aumentar o custo de demolição.

Os fatores de perturbação associados às atividades de demolição enquadram-se em três categorias a poeira, o ruído e a vibração. A poeira é um dos problemas mais frequentes causados por qualquer demolição, as novas tecnologias tornaram possível que os equipamentos controlem as poeiras de forma mais eficaz, impedindo que se torne um incômodo para os vizinhos e trabalhadores. As emissões de poeira também podem ser reduzidas modificando os métodos de demolição. Os níveis de ruído e a vibração provocados pelas atividades da demolição podem ser atenuados pelo uso de dispositivos de supressão de som, em equipamentos pesados e com o agendamento dos trabalhos, para evitar, ou pelo menos reduzir, os níveis de ruído e controlar os problemas relacionados com a vibração durante a noite ou em eventos especiais (DIVEN e TAYLOR, 2006).

Tal como se pode verificar na figura seguinte, as principais razões da origem dos resíduos nos Estados Unidos da América (EUA) são as demolições e as renovações, verificando-se também que os principais motivos para a demolição são a mudança na utilização do solo, a degradação do edifício e a inadaptabilidade, entre outras, sendo que, dentro dos estudos de caso, para as demolições acompanhadas, a razão pela sua execução é apenas a mudança do uso do solo, ou seja, os edifícios térreos são demolidos apenas para se poder construir novas edificações, normalmente apartamentos de vários andares, devido à sua localização junto ao centro das cidades ou áreas mais habitáveis, no qual existe uma grande procura.

Figura 3.1: Caracterização dos resíduos de construção e demolição nos EUA, adaptado de (SANTOS e BRITO, 2012)

O porquê de se demolir reflete-se na obsolescência do edifício, sendo esta a dimensão que determina o início da demolição do edifício. A demolição ocorre geralmente, no ponto em que o edifício não tem mais utilidade. Os elementos construtivos podem ser reutilizados ou reciclados e o edifício pode ser capaz de se renovar, para quem faz a sua manutenção de uma maneira eficiente e eficaz. O futuro desenvolvimento da demolição sustentável, eficiente e próspero vê os materiais e a reutilização dos componentes como um aspecto-chave, exigindo um investimento considerável em termos de tempo, dinheiro, habilidades, ferramentas, tecnologias, padrões e riscos (BOWES e GOLTON, 2001).

Para alcançar uma minimização de resíduos de construção e demolição, todos os intervenientes envolvidos em todo este processo necessitam de desempenhar o seu papel. Como por exemplo (MACOZOMA, 2001):

- Os projetistas tradicionalmente não consideram as implicações dos projetos de construção sobre a quantidade de resíduos gerados no fim da vida útil dos edifícios. Muitos edifícios antigos foram sobredimensionados ou não têm flexibilidade para serem desconstruídos ou adaptados para um uso diferente;
- Os projetistas devem reduzir a quantidade de resíduos que é gerado. Isto pode ser realizado através de um projeto para a redução de resíduos e de um projeto para a desconstrução;
- As demolidoras ainda acreditam que a demolição maciça e com rápida remoção dos resíduos do local são a melhor maneira de aumentar os lucros. Os conceitos de construção, desconstrução ou demolição seletiva e minimização de resíduos

ou não são conhecidos ou não são levados a sério, as demolidoras devem usar tecnologias como a demolição seletiva em vez da demolição em massa, para maximizar a taxa de recuperação de resíduos e de material útil;

- Os contratantes geralmente não praticam a gestão e minimização de resíduos no local. Todos os resíduos gerados são armazenados e transportados para aterros sanitários. Os contratantes precisam incorporar planos de gestão de resíduos nos seus documentos de propostas, a fim de melhorar a gestão dos resíduos no local, economizar custos e gerar receitas provenientes de resíduos;
- As empresas contratadas precisam exigir planos de gestão de resíduos submetidos em concurso. Também precisam promover práticas de construções ambientalmente sustentáveis e examinar a possibilidade de exigir a utilização de uma determinada percentagem de materiais reutilizados na construção de projetos;
- Os recicladores e as saídas de materiais secundários geram receitas com a venda de materiais e produtos secundários. Um dos principais determinantes do sucesso desses serviços é a qualidade da saída. Isto depende da qualidade de entrada do material. Por outro lado, mesmo que o reciclador consiga produzir um bom material, ele ainda depende dos consumidores para comprá-lo e em bom preço. Infelizmente, o preço do produto às vezes pode ser independente da sua qualidade e depende apenas das condições de mercado. Os recicladores devem manter uma boa reputação de fornecimento de material, isso requer um bom controle da produção de alta qualidade e quantidade de material suficiente disponível;
- O governo é, provavelmente, um dos intérpretes mais importantes do estabelecimento, de um mercado viável de materiais de construção secundário. As atuais limitações de recursos financeiros e humanos têm um impacto negativo sobre esse papel do governo (este atualmente não realiza tanta criação de sensibilização, promoção de materiais secundários e investimento financeiro como o necessário). O governo deve promover iniciativas que visem a utilização de recursos sustentáveis. Como também deve defender o apoio de iniciativas de reciclagem e a utilização de materiais reutilizados;
- A valorização de resíduos em locais de construção e demolição é normalmente realizada por coletores de resíduos formais e informais, demolidoras e

empreiteiros. A falta de controle no local resulta em elevados custos de recuperação, com impacto negativo sobre os benefícios financeiros do exercício. Os aterros devem fornecer armazenamento e instalações, para os resíduos de construção e demolição recebidos e permitir a triagem periódica e esmagamento por um britador móvel, para produzir materiais reciclados.

3.2 A desconstrução e a demolição seletiva como alternativa à demolição

O termo desconstrução discutido nesta dissertação refere-se apenas ao processo de desmonte de materiais em edificações, ao contrário do que é utilizado na Arquitetura, como movimento desconstrutivista ou desconstrutivismo. Não existe nenhuma semelhança entre estes dois temas. Optou-se por utilizar o termo desconstrução, devido ao fato de ser o mais encontrado na literatura internacional e nos artigos citados.

De acordo com Hobbs e Hurley, a demolição é o termo utilizado para um processo de destruição intencional, a desmontagem ou desmonte, tal como o próprio nome indica é o processo de desmontar componentes/materiais sem danificar, mas não necessariamente para serem reutilizados, já a desconstrução é um processo semelhante à desmontagem, mas com o objetivo de reutilizar os materiais e componentes obtidos (HOBBS e HURLEY, 2001). Já Addis defende que a desconstrução ou a demolição seletiva é o processo de desmontar cuidadosamente os materiais e elementos construtivos, possivelmente com alguns danos, com a intenção de reutilizar alguns deles. E a desmontagem, o processo reversível de desmontar os componentes de um artefato sem danificá-los, com a intenção de remontar o artefato por inteiro (ADDIS, 2006 (2010)).

A desconstrução de acordo com Dantata et al. (2005), também conhecida como desmonte seletivo, é o processo de desmontagem de componentes de construção na ordem inversa em relação à forma como os edifícios foram originalmente construídos. É um processo em que o último material a ser colocado é o primeiro a ser retirado. Oferece potenciais benefícios econômicos e ambientais, em comparação com a prática convencional de demolição total do edifício. Os benefícios econômicos vêm do

aproveitamento de materiais reutilizados vendidos e das taxas de descarte evitadas. O principal benefício ambiental é a redução da geração de resíduos. No entanto, a desconstrução pode demorar mais tempo do que a demolição tradicional devido à sua natureza de trabalho manual intensivo (DANTATA, TOURAN e WANG, 2005).

Tal como a figura seguinte demonstra, no processo de desconstrução começa-se por desmontar todos os equipamentos móveis e desativar as instalações técnicas, depois retira-se os elementos não estruturais decorativos, acabamentos e revestimentos. Após ser retirado esses elementos, procede-se à desmontagem da cobertura, pois o edifício será desconstruído no sentido descendente, piso por piso, começando por as paredes divisórias não estruturais, seguido das paredes de fachada e estruturais, até serem retirados os elementos estruturais como a laje, as vigas e os pilares. Por último são retiradas as fundações.

Figura 3.2: Esquema do processo da desconstrução (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995)

Em contraste com a demolição mecânica onde fluxos maciços de detritos da construção civil são transportados para aterros, a desconstrução (a estratégia para o desmantelamento de estruturas para o máximo de recuperação) desvia os materiais do edifício do fluxo de resíduos, devolvendo-os aos proprietários ou redirecionando-os de volta para o mercado. Os pesquisadores que estudam a desconstrução estão interessados em fechar o ciclo de vida, onde os materiais de construção são levados de volta para o fluxo de materiais de modo a reduzir o esgotamento dos recursos e a crescente pegada de carbono inerente à produção de materiais (DENHART, 2010).

O termo ciclo de vida é frequentemente usado em arquitetura como um período de tempo em que os materiais de construção executam as suas funções como foi

estabelecido em projeto, sem perda significativa de desempenho na fase de operação dos edifícios. Hoje em dia, os materiais de construção são reciclados no final dos seus ciclos de vida (VEFAGO e AVELLANEDA, 2013).

Figura 3.3: Ciclo de vida de um edifício, adaptado de (EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2008)

Uma das possíveis contribuições para a construção sustentável é manter os materiais do edifício no seu próprio ciclo, desde que possível. Esta situação pode ser realizada em duas ocasiões: durante a fase de concepção ou durante a fase de demolição. Deve ser escolhido na fase de projeto, um sistema de construção desmontável adequado, para que todos os elementos e componentes possam ser reutilizados facilmente e diretamente após o desmantelamento. Esta etapa é chamada de projeto para desmontagem ou desconstrução, conhecida como *Design for Deconstruction* (DfD). O projeto para reciclagem ou *Design for Recycling* (DfR) é outro sistema de construção, onde deve ser considerado o que fazer com materiais do edifício, após a demolição. A separação de materiais de construção é bastante simples, durante o processo de demolição e após processamento adicional (por exemplo, esmagamento), os materiais separados podem ser usados como matéria-prima para a produção de novos materiais de construção. A segunda alternativa é fazer tudo o que é possível no local de demolição, no sentido de melhorar a reciclagem de materiais e elementos. Este é a solução mais comum hoje em

dia, porque a maior parte dos edifícios já construídos, não foram projetados para a sua desconstrução (DORSTHORST e KOWALCZYK, 2001).

Figura 3.4: Possíveis cenários para o fim-de-vida do edifício, adaptado de (CROWTHER, 2001)

Em comparação com a construção de um edifício, a desconstrução é caracterizada por ser o processo inverso, isto é, enquanto que a construção de um edifício representa um processo convergente, a desconstrução de um edifício é um processo divergente em que, em geral, certo número de materiais, elementos e módulos emergem simultaneamente a partir de um edifício (SCHULTMANN e SUNKE, 2007).

Segundo Guy, esta metodologia surge como um meio formal para aumentar a recuperação e reutilização dos materiais resultantes das atividades de renovação e de demolição de edifícios. A desconstrução também é chamada às vezes de recuperação, mas por uma questão de clareza não é uma escolha selecionada, implicando apenas a remoção dos materiais de maior valor, deixando o restante para descarte. A desconstrução é uma estratégia de construção que abrange o desmantelamento de toda a estrutura, para recuperar a máxima quantidade de materiais, de modo a que possam ser reutilizáveis (GUY, 2001).

No campo da demolição e da desconstrução de edifícios, algumas diretrizes foram publicadas durante os últimos anos por parte das autoridades públicas. O objetivo destas orientações é informar como os trabalhos de demolição e de desconstrução podem ser realizados de uma maneira econômica, sem negligenciar as questões ecológicas. Isso é necessário porque, por um lado, significa que a melhoria da qualidade dos resíduos produzidos pode ser conseguida, pela aplicação seletiva de técnicas de desmantelamento. Por outro lado, o desmantelamento de estruturas exige mais mão-de-obra e equipamentos técnicos de demolição tradicional, que leva ao aumento dos custos. Estes custos mais elevados podem ser compensados em alguns casos, por custos mais baixos para a reciclagem ou descarte dos materiais, se o desmantelamento e a reciclagem forem bem planejados (SCHULTMANN, GARBE, *et al.*, 2001). Por estas razões, deve ser definido e desenvolvido o modelo ideal para cada obra. Isto é, um modelo adequado para atender as exigências ambientais de uma forma equilibrada, tendo em conta as reais possibilidades do contexto técnico e desenvolvimento econômico.

A desconstrução, pela aplicação intensiva de mão-de-obra, exige um protocolo rigoroso de segurança e saúde ambiental e para gerir quaisquer materiais perigosos e proteger a saúde dos trabalhadores. Existe uma maior atenção ao manuseamento dos materiais perigosos (GUY, 2001). Estes trabalhos de recuperação de elementos arquitetônicos podem ser completos ou parciais, de modo a que possam ser reutilizados com o mínimo de operações de adaptação ou transformação, por exemplo, grades, escadas, portas, móveis fixos de quartos de banho e cozinhas, etc. No caso de materiais contaminados, o objetivo não é reintegrar os materiais na construção, é exclusivamente isolá-los dos outros materiais, com o objetivo de submetê-los a um tratamento especial ou transportá-los para um aterro específico.

Quadro 3.1: Oportunidades e restrições da Desconstrução, adaptado de (GUY e SHELL, 2002)

Oportunidades	Restrições
Gestão de materiais perigosos	Aumentar a segurança nos trabalhos/ trabalhados perigosos para a saúde do trabalhador
Redução de aterros de resíduos	Mais tempo necessário
A atividade econômica através de materiais reutilizados	Local para armazenamento de materiais recuperados
Preservação dos recursos virgens	Falta de padrões para determinados materiais recuperados para reutilização
A remoção das estruturas ineficientes / obsoletas	Falta de mercados de oferta
Redução dos detritos no local, em comparação com a demolição	Os edifícios não foram concebidos para a desconstrução e necessitam de uma elevada variabilidade das técnicas de montagem
A qualidade ou apelo estético de componentes ou materiais com importância histórica ou valor elevado de revenda	Intensidade de trabalho em termos de competências e grau de processamento dos materiais, particularmente na remoção dos materiais perigosos

As vantagens da desconstrução são significativas, oferecendo benefícios históricos, sociais, econômicos e ambientais. Os edifícios mais antigos, muitas vezes contêm elementos de valor histórico significativo com características arquitetônicas históricas importantes, que podem ser retirados cuidadosamente, porque os materiais são preservados durante a remoção. Neste caso a desconstrução é mais demorada e requer mais habilidade do que simplesmente demolir a estrutura, embora o tempo necessário possa atuar como um prejuízo, mas os postos de trabalho adicionais podem ser criados para beneficiar a comunidade. Este processo fornece um mercado de trabalho com as vendas do material reaproveitado e mais importante, a desconstrução coloca de volta em circulação dos elementos e materiais, que podem ser usados diretamente em outras construções, reduzindo a quantidade de resíduos enviados para aterros (COUTO; COUTO, 2010).

3.3 Demolição versus Desconstrução: Aspectos econômicos, ambientais e sociais

Alguns autores Roussat, Dujet e Méhu definiram critérios que auxiliassem a avaliar a sustentabilidade na demolição e gestão de resíduos. Estes critérios tiveram em conta os aspectos de gestão de resíduos relativos ao desempenho econômico, ambiental, e social. Definindo questões ambientais, que possam criar uma maior qualidade de vida para a população, indicando impactos sanitários e ambientais, devido à dispersão de substâncias perigosas (inicialmente contidos nos resíduos) para o ambiente. As questões econômicas dizem respeito ao custo da demolição dos edifícios e aos custos de eliminação de resíduos. Os custos são pagos pela comunidade urbana, e assim são pagos pela população local indiretamente através dos impostos. Para as questões sociais, foram considerados dois aspectos, o primeiro diz respeito ao emprego dos trabalhadores, em relação à gestão de resíduos, este critério leva em consideração o número de novos postos de trabalho e os riscos associados a estes trabalhos. E o segundo aspeto reflete os impactos sobre a qualidade de vida, tais como as perturbações devidas ao local de demolição e tráfego de caminhões e também a destruição das áreas naturais para depósito dos resíduos obtidos (ROUSSAT, DUJET e MÉHU, 2009).

Um dos principais aspetos da desconstrução é a grande dependência sobre a mão-de-obra, devido ao fato de ser um trabalho predominantemente manual comparando com uma demolição mecanizada. O que possibilita uma gestão ecologicamente preferencial da remoção de todo o edifício e dos seus materiais, em oposição à "escolha seletiva", que é uma forma de demolição seletiva, ou seja, remover apenas os materiais com valor mais elevado e mais procurados no mercado de revenda, antes da convencional demolição mecânica, com a redução e eliminação dos materiais, criando grandes quantidade de entulho e impossibilitando a sua separação em obra. Como se foca numa questão econômica, muitas demolições incluem variados graus de reciclagem de metais e concreto, com o mínimo de reutilização (GUY, 2001).

Este método tem como vantagem permitir um maior controlo durante a sua execução, o que pode ser relevante, quando existe a intenção de reaproveitamento e separação de determinados materiais construtivos. Como desvantagens aumenta a probabilidade de

acidentes do trabalho devido a uma maior exposição dos trabalhadores e prolonga o prazo de execução da obra por ser mais artesanal. Processa-se, sempre que possível, na ordem inversa da construção, respeitando as características da edificação a demolir, sendo executada preferencialmente para residências pequenas e médias, de dois pavimentos, até 10 m de altura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

A aplicação do princípio de projeto para a desconstrução de edifícios é um desafio, muitos materiais de construção não são reutilizáveis e muitas vezes, os materiais são interligados de forma que se torna difícil de separar e reutilizar, através de ligações químicas como a argamassa, mesmo que sejam teoricamente reutilizáveis. O longo tempo de vida dos edifícios torna-se difícil de prever, quais os materiais que terão valor de revenda e que tecnologias estarão disponíveis para extrair esses materiais no fim da vida útil do edifício (WEBSTER e COSTELLO, 2005).

Os benefícios da aplicação da desconstrução são os retornos referentes à aplicação na reciclagem, que podem ser a economia de custos e o produto da venda de materiais reciclados. A economia de custos existe quando se consegue diminuir os gastos com os materiais que compõe a construção de uma obra, a partir do melhor aproveitamento das matérias-primas e da eliminação das perdas. O produto da venda é o valor de venda dos materiais reciclados, o qual se torna em redução de custos, tendo em vista os materiais que compuseram os resíduos, têm seus custos inseridos no custo do produto vendido (PAIVA e RIBEIRO, 2011).

Os edifícios que são convencionalmente construídos, com concreto armado, paredes de alvenaria rebocadas e pintadas, com telhas cerâmicas, com as canalizações e condutas para a fiação elétrica, que estão embutidos em paredes de alvenaria, são edifícios em que esses materiais não possuem uma fácil desmontagem e o tipo e a quantidade de componentes de construção recuperáveis é limitado. As articulações com argamassa que são utilizadas em conexões estruturais e não estruturais são a principal razão para as dificuldades da desconstrução. A severa queda na qualidade dos materiais reciclados, o uso de argamassa de cimento em muitas das articulações não estruturais é motivo de impossibilidade na reciclagem de alguns materiais (SAGHAFI e TESHNIZI, 2011).

Porque a desconstrução geralmente requer mais tempo do que a demolição convencional, esta restrição deve ser superada para implementar a desconstrução de uma forma generalizada. Os métodos para superar esta restrição incluem a redução do tempo de preparação, e o aumento da informação sobre o tempo de trabalho e requisitos de agendamento. Outros obstáculos são a incerteza dos mercados de revenda e a capacidade de pré-venda de materiais, a fim de fazer um projeto de desconstrução economicamente viável. A otimização da desconstrução dependerá, do local da transferência comercial de materiais recuperados, o mais próximo possível do local da obra. Deve ser realizado um inventário dos materiais e através de conjuntos de fotografias digitais, que podem ser inseridas na internet, ajudando a promover a comercialização dos materiais recuperáveis antes da desconstrução ocorrer, facilitando na revenda dos materiais e diminuindo o seu armazenamento e transporte. Os valores dos materiais retirados durante a desconstrução podem ser extremamente variáveis (GUY, 2001).

De acordo com Guy e McLendon, num estudo desenvolvido em Massachusetts, Estados Unidos da América, os custos dos trabalhos de desconstrução foram de 46% superiores aos da demolição. Mesmo com um custo de vendas dos materiais recuperados da desconstrução, este processo continua a ser 25% mais caro que o processo de demolição. Contudo foi estimado o valor da venda dos materiais recuperados pode variar entre 25% a 50% do preço original. Estes custos estimados podem ainda variar devido à experiência do empreiteiro na desconstrução (GUY e MCLENDON, 2000). Por outro lado, a reciclagem de metais representa um valor residual elevado, esta percentagem pode variar de 0 a 100%, dependendo do material e do seu estado (DANTATA, TOURAN e WANG, 2005).

O governo é provavelmente uma das partes mais importantes para estabelecer um mercado de materiais de construção secundários. Deve visivelmente apoiar esta meta, promovendo o uso de materiais secundários e desencorajar o uso desnecessário de matérias-primas nobres ou ainda no estado natural. Pode ter um papel efetivo na promoção da desconstrução ou demolição seletiva, através de apoios financeiros e exercer pressão para o cumprimento rigoroso das legislações. Deve também aumentar a consciência pública sobre a necessidade e os benefícios da desconstrução e influenciar o público a participar e investir neste mercado (SAGHAFI e TESHNIZI, 2011).

De acordo como os métodos de demolição adotados pelas empresas dos estudos de caso, decidiu-se fundamentar e estudar a demolição seletiva. Para muitos pesquisadores desta área a demolição seletiva e a desconstrução são sinônimos, para outros diferem um pouco na sua execução final, visto depender do gerenciamento de resíduos em obra. Como o objetivo das pequenas empresas em estudo é selecionar os materiais com maior procura e valor monetário no mercado, esses serão demolidos manualmente, de modo a serem reutilizados, já aqueles elementos construtivos, muitas vezes elementos estruturais, que persiste alguma dificuldade na sua demolição, devido à aplicação de ligações químicas durante a sua construção, serão derrubados mecanicamente. Optou-se então por realizar uma pesquisa no âmbito das boas práticas da demolição seletiva.

Capítulo 4 – Análise Normativa da Demolição de Edifícios

4.1 Introdução

Uma demolição de edifícios segura e eficiente requer um planejamento cuidadoso. Determinar como e quando os trabalhos de demolição devem ser realizados é especialmente crítico quando as condições são extremamente perigosas ou circunstâncias únicas estão presentes. Desde o início da civilização, são realizadas demolições de estruturas para criar espaço para as novas construções, reabilitar as existentes, e criar novos edifícios com materiais retirados de estruturas existentes. Atualmente, a demolição é um barômetro da atividade econômica, quando ocorre, é geralmente um sinal de que haverá crescimento, expansão, ou renovação na cidade (DIVEN e TAYLOR, 2006).

A remoção de um elemento único, ou a remoção de parte de uma estrutura ou edifício também é considerada como atividades da demolição. A maioria dos trabalhos de demolição prossegue na ordem inversa da construção, fazendo uma compreensão dos métodos de construção e materiais úteis no planejamento da demolição. Também é necessário o conhecimento dos custos associados à remoção e à eliminação de materiais de construção, o valor dos resíduos removidos, as oportunidades para o envio de resíduos de aterros por meio da sua reciclagem e reutilização de materiais, e os requisitos regulamentares que regem os trabalhos de demolição. O conhecimento dos métodos de demolição é importante para determinar a forma mais adequada para remover os materiais. A maioria dos especialistas em demolição adquire os seus conhecimentos e habilidades a partir do treinamento no próprio local de trabalho.

Determinar a sequência dos trabalhos de demolição é a forma de definir a ordem pela qual certas partes da estrutura serão removidas. O planejamento cuidadoso da sequência de trabalhos é importante por muitas razões, como por exemplo, agendar

aspectos difíceis da demolição, evitando a remoção de fundações em dias chuvosos. Os problemas ambientais podem ser minimizados ou até mesmo evitados através do planejamento das atividades, considerando uma cuidadosa sequência de trabalhos (DIVEN e TAYLOR, 2006).

4.2 Legislações aplicadas à execução da demolição de edifícios

A legislação internacional sobre os trabalhos de demolição de edifícios e estruturas nada mais é que diretrizes internacionais, elaboradas em cada país sobre regras especificamente apropriadas e de acordo com as soluções construtivas utilizadas em cada país. A análise normativa tem o intuito de auxiliar na execução do planejamento das atividades de demolição, propondo práticas a serem adotadas no canteiro de obras, antes, durante e depois do processo de demolição.

Cada país possui as suas organizações encarregadas por desenvolverem as normas técnicas, no Brasil a associação responsável é a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) que foi responsável por elaborar e aplicar a NBR 5682:1977 - Contratação, execução e supervisão de demolições, em dezembro de 1977, sendo depois cancelada em novembro de 2008. Esta norma tinha como objetivo fixar as condições exigíveis para contratação e licenciamento de trabalhos de demolição, providências e precauções a serem tomadas antes, durante e após os trabalhos de demolição, métodos de execução e demolições. A ABNT justifica que a norma foi cancelada, devido ao fato de não ser mais utilizada pelo setor. Existe também a Norma Regulamentadora nº 18.5 que é bastante incompleta comparada com a NBR.

Através de uma troca de e-mails com o Professor Engenheiro Paulo Grandiski, membro de várias comissões de estudo das Normas Técnicas ABNT, tentou-se entender as razões de que levaram ao cancelamento desta norma. No entanto, como se pode verificar pela conversação no apêndice A, a justificação que levou ao cancelamento da norma foi inconclusiva, pois segundo o Professor, a ABNT executou o cancelamento sem o seu consentimento, prometendo que seria traduzida a norma americana referente à execução de trabalhos de demolição, em sua substituição, mas nada foi avante.

Este capítulo foi elaborado com base na revisão bibliográfica sobre o processo de execução da demolição e as medidas executadas anteriormente e posteriormente aos trabalhos de demolição. O objetivo é realizar um levantamento da legislação internacional e brasileira. São então apresentados vários documentos normativos de diferentes países como, Brasil, Estados Unidos da América, Canada, Inglaterra, Austrália e Nova Zelândia. Assim será elaborada uma análise comparativa de todas as normas verificando os seus pontos em comum e as suas diferenças. Os documentos internacionais abordados são:

- **ANSI/ASSE A10.6-2006:** Safety and Health Program Requirements for Demolition Operation (Estados Unidos da América);
- **29 CFR 1926 Subpart T** – *Whether the demolition standard applies to moving a residential structure* (Estados Unidos da América);
- **BS 6187:2011** – *Code of Practice for Demolition* (Inglaterra);
- **AS 2601:2001** – *The Demolition of Structures* (Austrália);
- **Demolition Work** – Code of Practice (February 2016) (Austrália);
- **Demolition** – *Best practice guidelines for demolition in New Zealand* (2013) (Nova Zelândia);
- **CSA:1980 (R2003)** - *Code of practice for safety in demolition of structures* (Canadá).

E as legislações Nacionais já referidas anteriormente, são:

- **NBR 5682:1977** - Contratação, execução e supervisão de demolições (Cancelada devido ao fato de não ser mais utilizada pelo setor);
- **NR 18.5** – Norma Regulamentadora: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – Demolição.

4.2.1 NBR 5682/1977 - Contratação, execução e supervisão de demolições (Brasil)

Esta norma define as condições exigíveis para a contratação e licenciamento de trabalhos de demolição, as providências e precauções a serem tomadas antes, durante e após os trabalhos de demolição. Destacando os tipos de demolição recomendados, as

providências preliminares, precauções e medidas de proteção, métodos de execução das demolições e recomendações para demolição de vários tipos e elementos de estruturas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

A NBR 5682/1977 define uma série de conceitos relacionados com as atividades de demolição, além de especificar os tipos de demolições recomendados para cada situação. Define detalhadamente quais as verificações a serem realizadas antes dos trabalhos serem iniciados, descrevendo também quais são as obrigações do contratante e como deve ser assegurado o contratado no caso de acidentes de trabalho. É também estabelecida a segurança dos trabalhadores e das construções adjacentes durante a demolição, explicando a importância de um planejamento estruturado e a sequência das atividades de demolição inserindo precauções e medidas de proteção de acordo com as atividades no local de trabalho, e as especificações de técnicas.

Também foram definidas as técnicas específicas e a descrição de cada processo de demolição, sendo estabelecido para diferentes tipos de concreto como, concreto pré-moldado e protendido, como também para diferentes tipos de estruturas, tais como, estruturas mistas, de madeira, pontes e arcos de alvenaria, aço e concreto armado, como também torreões de madeira, aço e concreto e tanques de combustíveis no solo.

4.2.2 Norma Regulamentadora NR18.5 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria - Demolição (Brasil)

Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção, incluindo as atividades e serviços de demolição. A NR 18.5 foca a execução das atividades de demolição incluindo as antecedentes e procedentes (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

Este documento será pouco abordado como base de comparação e análise entre as diferentes normas escolhidas, devido ao fato de ser um documento que apenas contém uma breve descrição sintetizada sobre as atividades da demolição. O propósito de estar presente neste capítulo, deve-se ao fato de ser a atual referência vigente na área de

demolições nos Estados Brasileiros, visto que a NBR 5682/1977 se encontra cancelada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

4.2.3 ANSI/ASSE A10.6-2006: Safety and Health Program Requirements for Demolition Operation (Estados Unidos da América);

As normas americanas são desenvolvidas pelo *American National Standards Institute* ANSI e em conjunto com a *American Society of Safety Engineers* ASSE criou a ANSI/ASSE A10.6-2006, sobre um programa de requisitos para a segurança e saúde dos trabalhadores durante as operações de demolição. Esta norma define as operações de preparação do canteiro de obras, focando a proteção dos trabalhadores, do público e das edificações vizinhas, como também a prevenção e proteção contra incêndios. Outro ponto importante é o detalhamento da demolição manual de edifícios, da remoção e armazenamento dos resíduos em obra. Como não foi possível obter o acesso a esta norma, foi selecionada a 29 CFR 1926 Subpart T para ser analisada neste estudo e para entender como são executados os processos de demolição nos Estados Unidos.

4.2.4 29 CFR 1926 Subpart t – *Whether the demolition standard applies to moving a residential structure* (Estados Unidos da América)

A norma americana apresentada pela *29 of the Code of Federal Regulations* referente aos trabalhos de demolição define atividades específicas e de forma sintetizada, focando a execução dos trabalhos criada pela organização OSHA (*Occupational Safety & Health Administration*). As atividades definidas por esta norma são as operações preparatórias, a utilização correta dos equipamentos e acessos como calhas, escadas e corredores utilizados durante as atividades da demolição. O detalhamento da remoção de materiais por meio de aberturas do piso, remoção de paredes de alvenaria e chaminés, para além da remoção manual e mecânica de pisos e materiais. O armazenamento e remoção de estruturas em aço e demolição mecânica com o uso da bola de demolição e utilização de explosivos, são alguns dos pontos focados por esta norma.

4.2.5 BS 6187:2011 – *Code of Practice for Demolition* (Inglaterra)

A norma britânica BS 6187:2011 – código de práticas para a demolição reflete os avanços na tecnologia e equipamentos na indústria de demolição. Esta norma descreve recomendações para os métodos e técnicas utilizados na demolição total e parcial, incluindo a reforma estrutural, a consideração de diferentes tipos específicos de estruturas, com o objetivo de refletir as boas práticas atuais e em desenvolvimento e definindo técnicas e métodos inovadores para serem empregues e dar recomendações sobre as seguintes áreas principais (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011):

- O desenvolvimento e gestão do projeto, avaliações no local, avaliações de risco, procedimentos de derrube, disposições ambientais e retenção de fachadas;
- As técnicas de desconstrução, incluindo as atividades de reutilização e reciclagem;
- E as zonas de exclusão e espaços de trabalho seguros, incluindo a sua concepção e aplicação.

Como um código de conduta, esta norma britânica toma a forma de orientação e recomendações, assumindo que as execuções das suas disposições serão confiadas e qualificadas de forma adequada a pessoas experientes. Este código de conduta diz respeito ao processo de demolição, incluindo a demolição total, e parcial da estrutura, a partir de considerações iniciais e por meio de um planejamento e gestão para as etapas de execução.

Os principais pontos definidos por esta norma são as abordagens para a demolição, o planejamento e gerenciamento de projetos, a documentação necessária para iniciar os trabalhos de demolição e todo o conhecimento sobre o local de trabalho, como a desativação dos serviços públicos, a identificação de estruturas perigosas, os perigos para a saúde dos trabalhadores, que incluem a saúde e segurança dos trabalhadores no local de trabalho, proteção das pessoas externas e do meio ambiente. Define também os princípios, mecanismos e perigos da demolição estrutural e como evitar o colapso estrutural não planejado, quais as estruturas temporárias para garantir a estabilidade,

suporte, e acesso da estrutura a demolir. Descreve as diferentes técnicas de demolição, como a demolição manual e a demolição mecanizada, entre outros processos de demolição e caracteriza a manipulação e processamento dos materiais, métodos de demolição mais usuais para os vários tipos de estruturas, até à conclusão dos trabalhos.

Este padrão é, portanto, aplicável às atividades de demolição empreendidas como parte da reforma estrutural. Também abrange o desmonte, em particular, são dadas recomendações para (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011):

- Gerir adequadamente e eficazmente os processos de demolição, incluindo aqueles que fazem parte da reforma estrutural;
- Manter a estabilidade estrutural, nomeadamente através da prestação de apoio estrutural temporário, sempre que necessário;
- Gerir o colapso estrutural deliberadamente;
- Identificar e estabelecer responsabilidades durante todas as fases dos processos de demolição;
- Adquirir um conhecimento do local de trabalho, incluindo os seus antigos usos;
- Gerir as questões ambientais;
- Gerir e controlar os riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores;
- Realizar avaliações de risco e planejar os trabalhos em conformidade;
- Determinar e gerir em segurança das zonas de exclusão.

A norma leva em conta a segurança, a saúde dos trabalhadores e as questões que afetam a proteção do meio ambiente. Para os efeitos desta norma, as atividades de demolição incluem, por exemplo, atividades que possam ser conhecidos como desmontagem total e parcial, remoção, desativação, desconstrução total e parcial também conhecida como “*soft stripping*”, e reforma estrutural, incluindo a renovação, reabilitação, reconstrução, remodelação, recuperação, restauração, desenvolvimento, alargamento, conservação, modificações, alterações, modificações estruturais e modernização. Esta não se aplica a todas as atividades de reparação estruturais, só os que envolvem demolição parcial. É essencial que aqueles que exercem atividades de demolição possuem os níveis de competência necessários. Os clientes ou contratantes da demolição precisam garantir que todos os empreiteiros, engenheiros e outros membros da equipe, sejam competentes para cumprir os requisitos de saúde e segurança necessários para realizar as atividades

de demolição, ou nomeiem alguém responsável por essa tarefa (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

4.2.6 *AS 2601:2001 – The Demolition of Structures (Austrália)*

Esta norma foi desenvolvida pela Comissão de Normas Australianas, para substituir AS 2601-1991: Demolição de Estruturas. O principal objetivo desta norma é fornecer orientações aos gestores, engenheiros, empreiteiros e as partes interessadas sobre o planejamento e os procedimentos para a demolição de uma estrutura. Na revisão da norma, a Comissão teve em conta a experiência adquirida na aplicação da segunda edição, a prevalência relativa dos tipos de estruturas demolidas atualmente e a crescente tendência para a mecanização dos procedimentos da demolição (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001)

Outro objetivo da presente norma é o aumento da consciência pública e as expectativas dos trabalhadores quanto às questões de segurança, bem como uma maior preocupação em relação à proteção do meio ambiente, como também os desenvolvimentos ecologicamente sustentáveis, são outros pontos importantes que se destacaram. Aborda também a nova fase da indústria da construção em termos de requisitos legislativos e a tendência para a privatização dos certificadores e a diminuição da entrada de autoridades regulamentares. A norma também fornece aconselhamento e orientação sobre uma grande variedade de processos de demolição controlados, de modo a que o risco seja minimizado para a saúde e segurança do público e do local, e para os ocupantes de uma propriedade adjacente, como também para os danos causados ao ambiente e nas instalações adjacentes (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

Os principais pontos descritos nesta norma são a documentação referente às atividades de demolição, os métodos novos ou alternativos, a saúde e segurança dos trabalhadores, as substâncias tóxicas encontradas em obras de demolição, instalações e equipamentos utilizados durante o processo. Foca também o planejamento e execução das atividades, através da investigação e estudo para obter o melhor plano de trabalho que auxilie na

execução das atividades, em função do tipo de demolição escolhida. Dentro dos métodos de demolição orienta a melhor forma de definir a sequência dos trabalhos e executar o processo de demolição, tendo em causa o estado de que se encontra a nível estrutural e como remover as substâncias perigosas contidas no edifício.

4.2.7 Demolition Work – Code of Practice (2016) (Austrália)

Este código de boas práticas foi desenvolvido para auxiliar no gerenciamento de riscos de saúde e segurança associados aos trabalhos de demolição. É um código de conduta aprovado ao abrigo da secção 274 da Saúde e Segurança do Trabalho da Austrália (WHS). Este código de conduta foi desenvolvido pela *Safe Work Australia* como um código modelo de prática sob o Conselho de Acordo Intergovernamental dos governos australianos, para a reforma regulamentar e operacional em Saúde e Segurança no Trabalho, adotado pelos governos de *Commonwealth*, estaduais e territoriais, como sendo um código focado na prática, ou seja, é um guia prático para atingir os padrões de saúde, segurança e bem-estar obrigados nos termos da Lei de Saúde e Segurança do Trabalho (WHS).

Este Código fornece orientação prática para pessoas que conduzem um negócio ou uma empresa em como gerenciar os riscos de saúde e segurança associados com o trabalho de demolição. Aplica-se a todos os tipos de trabalhos de demolição. A orientação é relevante para empreiteiros de demolição, bem como as pessoas que conduzem um negócio ou empresa que têm uma gestão ou controlo dos locais, onde os trabalhos de demolição são realizados, como contratantes principais.

Este código auxilia a identificar os materiais que contêm riscos para a saúde dos trabalhadores e como se protegerem das substâncias tóxicas. Outro ponto discutido é o planejamento dos trabalhos de demolição e o controlo dos riscos durante os trabalhos, são também descritos alguns métodos de demolição como manual, mecânico e o uso de explosivos. Para além da demolição de outras estruturas especiais como concreto protendido, estruturas danificadas por incêndios, entre outras.

4.2.8 *Demolition – Best Practice Guidelines for Demolition in New Zealand (2013)* (Nova Zelândia)

Estas diretrizes foram elaboradas pela *New Zealand Demolition and Asbestos Association* (NZDAA), para informar os contratantes, empreiteiros, trabalhadores e outros com funções no âmbito da Saúde e Segurança no Emprego, sobre as precauções e práticas de segurança que devem ser seguidas quanto à realização de trabalhos de demolição. Descrevem as atuais normas e procedimentos de melhores práticas da indústria para uma demolição segura e eficiente de estruturas e edifícios, sendo baseadas nas normas australianas (*Australian Standards - AS*), normas zelandesas (*New Zealand Standards - NZS*) e britânicas (*British Standard - BS*).

Os principais pontos destacados neste documento são os requisitos gerais, as verificações antes da demolição, a segurança dentro do canteiro de obra, destacando os principais perigos encontrados durante as atividades de demolição, e os métodos de demolição mais aplicados. Também definem diretrizes para a limpeza de locais contaminados e a otimização da reciclagem de resíduos da demolição.

4.2.9 *CSA:1980 (R2003) - Code of Practice for Safety in Demolition of Structures* (Canada)

Esta norma foi desenvolvida em resposta ao pedido feito em 1973 pela Comissão Associada do Código de Construção Nacional do Canada. Não se destinando a fornecer instruções passo-a-passo para os procedimentos da demolição, mas, em vez disso, descrever os requisitos para precauções de segurança, a serem observados, de modo a garantir a segurança do público, dos trabalhadores, e propriedades adjacentes. Como orientação, o apêndice A descreve métodos para a demolição de diferentes elementos da estrutura. Esta norma também descreve as precauções de segurança a serem observadas e os procedimentos a serem usados antes, durante e após as operações de demolição. Os procedimentos de demolição para ambos os métodos e a descrição das falhas progressivas e sistemáticas. São indicadas recomendações para técnicas de demolição de elementos estruturais específicos e tipos de estruturas, incluindo concreto protendido (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003).

4.3 Análise comparativa das normas técnicas

De uma maneira geral as comparações entre as legislações normativas internacionais apontam mais semelhanças do que diferenças em termos de tópicos avaliados. Neste trabalho apresentam-se as estruturas de oito legislações normativas de diferentes países, incluindo o modelo brasileiro, que se encontra no estado desativado pela própria ABNT devido ao fato de não ser mais utilizada pelo setor.

A identificação das diferenças e semelhanças entre os vários modelos internacionais e o brasileiro é apresentada nesta subcapítulo, segue a descrição detalhada da análise comparativa, de acordo com os tópicos avaliados, sendo posteriormente sintetizada e colocada em tabelas resumo, em que o símbolo do visto significa que essa categoria de análise foi abordada pela legislação.

Numeração dos documentos normativos selecionadas, de acordo com o quadro 5.1:

- **NBR 5682** - NBR 5682/1977 - Contratação, execução e supervisão de demolições (Brasil);
- **NR 18.5** - Norma Regulamentadora NR18.5 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria - Demolição (Brasil);
- **CFR 1926** - CFR 1926 Subpart t – *Whether the demolition standard applies to moving a residential structure* (EUA);
- **BS 6187** - BS 6187:2011 – *Code of Practice for Demolition* (Inglaterra);
- **AS 2601** - AS 2601:2001 – *The Demolition of Structures* (Austrália);
- **DW-Au** - Demolition Work – Code of Practice (2016) (Austrália);
- **D-NZ** - *Demolition – Best Practice Guidelines for Demolition in New Zealand (2013)* (Nova Zelândia);
- **CSA 1980** - *CSA:1980 (R2003) - Code of Practice for Safety in Demolition of Structures* (Canadá).

As diretrizes estudadas no capítulo 7 foram desenvolvidas com o apoio das categorias de análise selecionadas, por meio da consulta destas normas. Na seguinte tabela foi possível verificar que algumas normas como a BS 6187:2011 e a NBR 5682/1977 são as mais completas em função das categorias de análise selecionadas, por isso foram

também as mais citadas, focando assuntos como os processos de demolição pouco abordados atualmente e a gestão de resíduos de demolição dentro do canteiro de obras.

Quadro 4.1: Análise comparativa sobre as categorias de análise estudadas que se encontram nas legislações

Categorias de Análise		Legislação sobre o processo de demolição de edificações							
		NBR 5682	NR 18.5	CFR 1926	BS 6187	AS 2601	DW-Au	D-NZ	CSA 1980
Contratação da Empresa		✓			✓	✓			
Verificações antes da demolição	Caraterização do edifício	✓			✓	✓	✓	✓	✓
	Substâncias Perigosas	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Valor Histórico do Edifício	✓			✓				
	Edifícios Adjacentes	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
	Serviços Públicos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Inspeção Estrutural	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Documentaçã o para a demolição	Projeto/ Plano de demolição				✓	✓	✓	✓	
	Plano de Segurança				✓		✓	✓	
	Plano de Gestão de Resíduos				✓			✓	
	Licenciamento	✓					✓		✓

	Categorias de Análise		NBR 5682	NR 18.5	CFR 1926	BS 6187	AS 2601	DW-Au	D-NZ	CSA 1980
Segurança na Demolição	Ambiente		✓		✓	✓	✓		✓	✓
	Ferramentas		✓		✓	✓	✓	✓	✓	
	Supervisão e Formação		✓ (supervisão)	✓ (supervisão)	✓	✓	✓ (supervisão)	✓	✓	
	Limpeza do Local		✓	✓		✓	✓	✓	✓	
	Equipamentos de Proteção Individual		✓			✓	✓	✓	✓	
	Equipamentos de Proteção Coletiva		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Medidas Preventivas		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Prevenção e Proteção contra Incêndios		✓			✓	✓	✓	✓	✓
	Contenção de Fachadas		✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Processos de Demolição	Demolição Manual		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Demolição Mecânica	Por tração ou compressão	✓			✓	✓	✓	✓	✓

		Categorias de Análise	NBR 5682	NR 18.5	CFR 1926	BS 6187	AS 2601	DW-Au	D-NZ	CSA 1980
		Por Corte ou Perfuração				✓	✓	✓	✓	
		Por impacto da bola de demolição	✓		✓		✓		✓	✓
		Por colapso planejado	✓			✓		✓	✓	✓
		Demolição por processos térmicos				✓ (lança térmica)			✓ (maçarico e lança térmica)	✓ (lança térmica)
		Demolição por processos abrasivos				✓ (hidro demolição)			✓ (corte com lâmina abrasiva)	✓ (hidro demolição)
		Demolição por agentes químicos	✓ (explosivos)		✓ (explosivos)	✓ (explosivos e gás expansivo)	✓ (explosivos)	✓ (explosivos)	✓ (explosivos)	✓ (explosivos)

Categorias de Análise		NBR 5682	NR 18.5	CFR 1926	BS 6187	AS 2601	DW-Au	D-NZ	CSA 1980
Demolição por processos elétricos								✓ (Choque elétrico e arco voltaico)	
Execução do Processo	Desmon. de materiais de revestimento				✓		✓		
	Desmontagem da cobertura	✓			✓	✓	✓		
	Demolição de paredes divisórias ou não portantes	✓		✓	✓		✓		
	Demolição de paredes de fachada ou estruturais	✓	✓		✓		✓		✓

		Categorias de Análise	NBR 5682	NR 18.5	CFR 1926	BS 6187	AS 2601	DW-Au	D-NZ	CSA 1980
		Demolição de pavimento	✓		✓	✓	✓	✓		✓
		Demolição de Vigas	✓		✓	✓	✓			✓
		Demolição de Pilares	✓		✓	✓	✓			✓
		Muros de Contenção			✓					
Otimização da gestão de resíduos	Remoção, Separação e Armazenamento	✓ (remoção)	✓ (remoção)	✓ (remoção e armazenamento)	✓ (remoção, separação e armazenamento)	✓ (remoção)	✓ (remoção)	✓ (remoção, separação e armazenamento)	✓ (remoção e armazenamento)	✓ (remoção e armazenamento)
	Transporte para a destinação final	✓			✓			✓		
	Limpeza do terreno	✓			✓					✓
Número total de vistos por norma (40)			31	8	18	36	26	27	27	23

Capítulo 5 – Método de Pesquisa

Tal como foi referido no primeiro capítulo, esta pesquisa tem como principal objetivo desenvolver um conjunto de diretrizes que permitem melhorar o planeamento das atividades de demolição seletiva em pequenos edifícios, por meio da análise de documentos normativos nacionais e internacionais, sobre a prática da demolição em edifícios e da realização dos estudos de caso. Pretende-se não só dar atenção à fase de execução, mas também às fases antecedentes, tais como as vistorias a serem efetuadas ao edifício, idade e estado em que este se encontra, respetivos materiais de construção que o constitui e os que contêm riscos especiais. Como também a segurança coletiva, individual dos trabalhadores e até do próprio edifício, informando os equipamentos de segurança que devem ser utilizados neste tipo de trabalho.

Para tal foi realizada uma pesquisa bibliográfica aprofundada com base em artigos, anais de congressos, teses, dissertações, livros, manuais e legislação relacionadas com os temas em estudo, demolição, demolição seletiva, desconstrução e gestão de resíduos de construção civil. Com o cruzamento da legislação nacional e internacional sobre o processo de demolição foi possível criar referências que permitissem desenvolver as diretrizes para o planeamento de uma demolição sustentável em pequenos edifícios.

No sentido de entender o atual processo de demolição seletiva no Estado de São Paulo, foi desenvolvido um estudo empírico, que consiste na realização de três estudos de caso, em diferentes empresas de demolição. Estes estudos de caso consistem em observar se as pequenas empresas inicialmente fazem alguma vistoria ao local, verificar se existe uma inspeção ao edifício e aos materiais. Se existe um planeamento das atividades, analisar como é elaborado esse planeamento, quais os métodos de trabalho utilizados para a demolição, não só os construtivos como o nível de projeto. E verificar se é delineado algum roteiro para a destinação de resíduos e reaproveitamento de materiais, ou não é realizado nenhum tipo de separação em obra nem posteriormente.

Por conseguinte, os três estudos de caso propostos, referentes a três empresas diferentes Empresa 1 (E1), Empresa 2 (E2) e Empresa 3 (E3), focaram três pontos essenciais para

a coleta de dados da presente pesquisa, sendo estes a entrevista ao especialista em demolições de cada empresa (E1, E2 e E3), o acompanhamento da obra de demolição seletiva (E1 e E2) e a visita à loja de revenda dos materiais recuperados (E1 e E3). No seguinte esquema é possível ver como foram elaborados os estudos de caso.

Figura 5.1: Fluxograma das atividades realizadas nos estudos de caso

YIN (2005) define que os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Este autor explica também que o estudo de caso é a estratégia escolhida ao se examinarem acontecimentos contemporâneos, mas quando não se podem manipular comportamentos relevantes. O estudo de caso conta com muitas técnicas utilizadas pelas pesquisas históricas, mas acrescenta duas fontes de evidências que usualmente não são incluídas no repertório de um historiador: observação direta dos acontecimentos que estão sendo estudados e entrevistas das pessoas nelas envolvidas (YIN, 2005).

Foi escolhida como metodologia a aplicação de estudos de caso exploratórios, porque o âmbito do estudo empírico é conhecer a realidade das pequenas empresas de demolição, por meio de visitas ao local da obra, para entender o seu funcionamento. Tal como já foi referido, o estudo empírico desenvolve-se através da coleta e análise de múltiplas fontes de evidência, que originou a elaboração de um diagnóstico de cada empresa. Neste âmbito, realizou-se entrevistas aos responsáveis pela empresa e pelas atividades

de demolição e observações diretas, por meio do acompanhamento da demolição seletiva de pequenas habitações térreas, sendo essas fontes de evidência coletadas em diferentes etapas do processo de demolição, em função das visitas realizadas ao local dos trabalhos de demolição e de venda dos materiais. Para avaliar o funcionamento das empresas criaram-se várias etapas, que são designadas por categorias de análise, sendo que cada etapa deverá ser referente a uma visita em campo (algumas categorias podem ser coletadas na mesma visita). Estas categorias de análise serão a base para a elaboração das diretrizes propostas no capítulo sete, em que serão definidas detalhadamente. Seguindo esta sequência, as categorias propostas são:

- Contratação da empresa;
- Verificações antes da demolição;
- Documentação para a demolição;
- Segurança na demolição;
- Execução do processo;
- Otimização da gestão de resíduos.

Para o estudo empírico foram criados objetivos específicos, que apoiam a coleta de evidências e através destas, elaborar uma análise crítica dos resultados. Posteriormente à execução desta análise de resultados empíricos e repertório teórico adquirido, foram desenvolvidas as diretrizes para auxiliar e melhorar o desempenho das atividades e procedimentos a realizar no canteiro de obras. Para tal foi composto um quadro no sexto capítulo que explicita como serão desenvolvidos os estudos de caso, originando os seguintes objetivos:

1. Entender como é realizado o processo e contratação das empresas de demolição;
2. Analisar e observar as atividades e procedimentos realizados antes da demolição e avaliar eventuais relatórios de vistoria ou inspeções de edifícios a demolir;
3. Averiguar se existe consulta do projeto ou das plantas de construção do edifício, caso existam, como também de outros documentos que auxiliem o processo de demolição;
4. Analisar o plano ou as medidas de segurança, caso existam, bem como o plano de gerenciamento de resíduos;

5. Verificar o funcionamento das regras de segurança e a utilização dos equipamentos de proteção dentro do canteiro de obra, por parte dos trabalhadores;
6. Averiguar quais os principais perigos encontrados para os trabalhadores durante o processo de demolições e quais as medidas de segurança aplicadas;
7. Estudar como são aplicadas as técnicas de demolição em obra e averiguar se as soluções escolhidas pelas empresas são as mais sustentáveis no que se refere ao aproveitamento dos resíduos de construção e demolição (RCD);
8. Analisar como é realizado o gerenciamento dos materiais e resíduos obtidos em obra e classificar os materiais, consoante o seu destino final;
9. Verificar como é efetuado a venda dos materiais reaproveitados e fazer uma análise sobre as oportunidades de mercado.

Os planos de trabalho propostos pela pesquisa, que foram desenvolvidos ao longo do mestrado, para a elaboração da presente dissertação, abrangem as seguintes etapas:

- Este trabalho iniciou-se com uma pesquisa e leitura de documentação científica, com base em livros, artigos, anais, dissertações, teses, normas e leis;
- Por meio da pesquisa realizada foi possível escrever uma revisão bibliografia sobre os temas em estudo, demolição, demolição seletiva/desconstrução e gestão de resíduos de construção civil, como já foi referido anteriormente;
- Posteriormente foi executado o trabalho em campo, que consistiu em efetuar um diagnóstico às pequenas empresas de demolição, através de vários estudos de caso. Para o desenvolvimento desses estudos descritivos serão consideradas múltiplas fontes de evidência: entrevistas com as demolidoras, acompanhamento *in loco* do processo de demolição, visita ao local de venda dos materiais e discussão das possibilidades de reaproveitamento de materiais a partir das práticas de demolição e das características dos materiais e componentes envolvidos. Esse levantamento de dados explica a escolha dos processos de demolição, sobre os processos utilizados, como são executados os trabalhos e a recolha de resíduos, como também qual o planeamento realizado pela empresa e como são geridos os trabalhos em fase de obra;
- Do cruzamento das múltiplas fontes de evidência desenvolveu-se uma análise da eficiência do processo de demolição e a possibilidade de aproveitamento de

materiais para cada caso de estudo e posteriormente descreveu-se uma comparação entre os casos estudados. Após o diagnóstico realizado às empresas, foi desenvolvida uma análise crítica aos resultados obtidos à luz da literatura estudada e das entrevistas com especialistas;

- Em função dos resultados obtidos e recorrendo ao apoio da pesquisa bibliográfica foram desenvolvidas diretrizes, que irão definir os procedimentos de boas práticas da demolição, em fase de obra;

Na seguinte figura é demonstrado qual o percurso e como foi realizada a pesquisa empírica durante o mestrado.

Figura 5.2: Fluxograma das atividades da pesquisa empírica

Capítulo 6 - Estudos de Caso

Neste capítulo foram descritos os estudos de caso realizados durante o desenvolvimento do trabalho. Tal como já foi referido anteriormente foram elaborados três estudos de caso, cada um correspondendo a uma empresa de demolição seletiva. As empresas escolhidas estão localizadas no Estado de São Paulo, no qual se designam por Empresa 1 (E1), Empresa 2 (E2) e Empresa 3 (E3).

O estudo empírico consiste em compreender e estudar como são executadas as demolições seletivas, por meio da avaliação ao funcionamento das pequenas empresas, para tal, foram criadas as categorias de análise, como já foi explicado no quinto capítulo, que correspondem às várias etapas do planeamento da demolição. As fontes de evidências utilizadas serão o questionário, as visitas a obras de demolição seletiva de pequenos edifícios térreos, sendo estas registradas através de *checklist* e fotografias, e as visitas às lojas ou estocagem de materiais, por meio de fotografias.

O primeiro passo para o estudo de caso foi pesquisar pequenas empresas de demolição seletiva de forma a viabilizar a pesquisa. Após a seleção das empresas foi enviado uma carta via e-mail informando sobre o tema da pesquisa deste trabalho, e comunicar o interesse em entrevistar os responsáveis pelo planeamento do processo da demolição de cada empresa, realizando um breve questionário, encontrando-se este no apêndice A, tal como as entrevistas realizadas. Apesar das dificuldades na comunicação com as empresas, por não terem respondido ao e-mail enviado, verificou-se um grande interesse das empresas que participaram nesta pesquisa, as participações durante a entrevista e em obra foram imprescindíveis para a elaboração deste trabalho. Pois sem essa colaboração não seria possível realizar as entrevistas. Como também obter autorização para visitar o canteiro de obras e o local de armazenamento dos materiais em alguns casos.

O questionário elaborado para a entrevista foca as seguintes categorias de análise em estudo, sendo estas:

- ❖ Contratação da empresa;
- ❖ Verificações antes da demolição;
- ❖ Documentação para a execução de demolições;
- ❖ Segurança na demolição;
- ❖ Execução da demolição;
- ❖ Otimização da gestão de resíduos.

Dentro de cada categoria de análise foram escolhidas algumas perguntas, com o intuito de compreender o funcionamento das pequenas empresas de demolição. Após a realização de cada entrevista, efetuou-se o acompanhamento de obras de demolição seletiva de modo a proporcionar uma maior aprendizagem e compreensão de como é organizado e gerido os resíduos obtidos dentro do canteiro de obra.

Foi criado o Quadro 6.1 que explicita como serão desenvolvidos os estudos de caso. Para esse quadro foram desenvolvidos uns objetivos específicos, de acordo com o que se pretende analisar durante o trabalho empírico, sendo esses objetivos elaborados em função das fontes de evidências que serão verificadas em cada estudo de caso, como se pode confirmar a seguir, esses objetivos são:

- Entender como é realizado o processo e contratação das pequenas empresas de demolição;
- Analisar e observar as atividades e procedimentos realizados antes da demolição e avaliar eventuais relatórios de vistoria ou inspeções de edifícios a demolir;
- Averiguar se existe consulta do projeto ou das plantas de construção do edifício, caso existam, como também de outros documentos que auxiliem o processo de demolição;
- Analisar o plano ou as medidas de segurança, caso existam, bem como o plano de gerenciamento de resíduos;
- Verificar o funcionamento das regras de segurança e a utilização dos equipamentos de proteção dentro do canteiro de obra, por parte dos trabalhadores;
- Verificar quais os principais perigos encontrados para os trabalhadores durante o processo de demolição e quais as medidas de segurança aplicadas;

- Estudar como são aplicadas as técnicas de demolição em obra e averiguar se as soluções escolhidas pelas empresas são as mais sustentáveis no que se refere ao aproveitamento dos RCD;
- Analisar como é realizado o gerenciamento dos materiais e resíduos obtidos em obra e quantificar e classificar os materiais, consoante o seu destino final;
- Verificar como é efetuado a venda dos materiais reaproveitados e fazer uma análise sobre a oportunidade de mercado.

Atualmente, o processo das pequenas demolições após a contratação da empresa segue a seguinte estrutura:

- Solicitar na prefeitura da cidade uma autorização para efetuar a demolição, essa autorização irá expedir um documento, designado por Alvará de Demolição, em que deve conter a duração da execução da demolição;
- Dentro do prazo estabelecido, devem ser executadas as atividades de demolição;
- Após a demolição do edifício é realizada a remoção do entulho obtido, a prefeitura deve ser notificada da finalização dos trabalhos de demolição e será agendada uma visita à obra para confirmação;
- Depois de verificado a finalização dos trabalhos, deve ser solicitado um novo prazo para a obtenção da certidão do terreno;
- Obtida essa certidão, esta deve ser entregue num cartório para registro e averbação da demolição;
- Para finalizar, deve ser solicitada a nova matrícula do imóvel, contendo o histórico do terreno que contém todas as informações das atividades de construções desenvolvidas nesse terreno, em que será registrado o final da demolição e designado como terreno vazio.

Quadro 6.1: Atividades síntese das atividades realizadas durante os estudos empíricos ao longo da dissertação

Objetivos Específicos:	Evidências				Material utilizado na pesquisa
	Entrevista com o responsável	Observação em obra		Visita à Loja/Stock	
		Fotografias	Checklist		
Analisar e observar as atividades e procedimentos realizados antes da demolição e avaliar eventuais relatórios de vistoria ou inspeções de edifícios a demolir	Empresa E1	Não se verificou	Não se verificou		Questionário,
	Empresa E2	Não se verificou	Não se verificou		
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou		
Averiguar se existe consulta do projeto ou das plantas de construção do edifício e, caso existam também de outros documentos que auxiliem no processo	Empresa E1				Questionário
	Empresa E2				
	Empresa E3				
Analisar o plano ou as medidas de segurança caso existam, bem como o plano de gerenciamento de resíduos	Empresa E1				Questionário
	Empresa E2				
	Empresa E3				
Verificar o funcionamento das regras de segurança e a utilização dos equipamentos de proteção dentro do canteiro de obra por parte dos trabalhadores	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1		Questionário, Fotografias, Checklist
	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2		
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou		
Verificar quais os principais perigos encontrados para os trabalhadores durante o processo de demolição e quais as medidas de segurança aplicadas	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1		Questionário, Fotografias, Checklist
	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2		
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou		
Estudar como são aplicadas as técnicas de demolição em obra e averiguar se as soluções escolhidas pelas empresas são as mais sustentáveis do ponto de vista de aproveitamentos de RCD	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1		Questionário, Fotografias, Checklist
	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2		
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou		
Analisar como é realizado o gerenciamento dos materiais e resíduos obtidos em obra e classificar os materiais consoante o seu destino final	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1	Questionário, Fotografias, Checklist
	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2	
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou	Não se verificou	
Verificar como é efetuada a venda dos materiais reaproveitados e efetuar uma análise sobre as oportunidades de mercado	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1	Empresa E1	Questionário, Fotografias
	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2	Empresa E2	
	Empresa E3	Não se verificou	Não se verificou	Empresa E3

Não se aplica

Não se verificou

Quadro 6.2: Registro das atividades realizadas durante o desenvolvimento do trabalho

Data	Atividade Realizada
06/11/2014 a 08/11/2014	Visita a obra de demolição da empresa E1
06/03/15	Levantamento das Empresas Demolidoras no Estado de São Paulo
09/03/2015 a 12/03/2015	Escrever o questionário para a entrevista às Empresas Demolidoras
03/04/15	Escrever carta a informar a pesquisa e autorização para uma entrevista, a enviar às Empresas Demolidoras
09/04/2015 a 15/04/2015	Envio da carta por e-mail às Empresas Demolidoras
15/04/2015 a 22/04/2015	Contato com as Empresas via telefone
23/04/15	Entrevista com o responsável pelas demolições da empresa demolidora E1
23/04/15	Visita à loja de revenda dos materiais da Empresa Demolidora E1
15/06/2015 a 18/06/2015	Acompanhamento de obra de demolição da empresa E1
15/10/15	Contato com a Empresas E2 e visita à obra da Empresa E2
15/10/2015 a 20/10/2015	Acompanhamento de obra de demolição E2
16/10/15	Entrevista com o responsável pelas demolições da Empresa Demolidora E2
23/02/16	Contato com a Empresa E3 por via telefone
25/02/16	Entrevista com o responsável pelas demolições da Empresa Demolidora E3
04/08/16	Visita à loja de revenda dos materiais da Empresa Demolidora E3

6.1 Estudo de caso I (E1)

Durante esta pesquisa contatou-se várias pequenas empresas de demolição seletiva do Estado de São Paulo, uma das empresas demolidoras que aceitou a realização da entrevista possibilitou também a visita à Loja, onde é realizada a revenda dos materiais recuperados das obras de demolição, pertencendo à empresa demolidora.

6.1.1 Entrevista ao responsável pela demolição

Conforme enunciado anteriormente, foi realizada uma entrevista ao responsável pela demolição, que neste caso é também o dono da empresa e da loja de revenda dos materiais recuperados. A entrevista foi concretizada no dia 23 de abril de 2015, e encontra-se disponível no apêndice A. Por meio desta entrevista foi possível entender o funcionamento de uma pequena empresa deste ramo da demolição seletiva, quais os seus principais objetivos e obstáculos, como também quais os possíveis benefícios, que a revenda de materiais pode trazer.

6.1.2 Visitas às obras de demolição

Como tal, foram efetuadas algumas visitas a duas obras de demolição seletiva e um breve acompanhamento do processo de demolição das habitações térreas. Em ambos os processos se optou por iniciar por uma demolição manual, com o auxílio de equipamentos manuais como martelo e a picareta, apenas é utilizado equipamentos mecânicos como a escavadeira, para limpeza do terreno e remoção do entulho, ou para derrubar algum elemento estrutural, que seja difícil a sua demolição manual. Para auxiliar esse acompanhamento foi feito um registro fotográfico das obras selecionadas e o preenchimento de um *checklist* que se encontra no apêndice B. Foi possível observar que não existia qualquer tipo de documento em obra, como as medidas de segurança, um plano de gerenciamento de resíduos, ou mesmo um cronograma para a execução dos trabalhos.

As visitas à obra de demolição da habitação mostrada na seguinte figura ocorreram entre 6 a 8 de novembro de 2014.

Figura 6.1: Habitação de piso térreo a ser demolida (GOOGLE, 2011)

Como é possível verificar nas imagens 6.2 e 6.3, o primeiro passo a ser dado durante o processo da demolição seletiva é a remoção dos elementos não estruturais, como as portas e janelas. Inicia-se então por retirar todas as esquadrias manualmente, para depois serem revendidas. O depósito dos materiais é efetuado ao longo da habitação devido à falta de espaço e a ausência de um local para o armazenamento em obra, até serem transportados para a loja, onde serão vendidos os materiais.

Figura 6.2: Reaproveitamento de janelas e portas em obra (Autor, 2014)

Figura 6.3: Reaproveitamento de portas, janelas e grelhas metálicas (Autor, 2014)

Após serem retiradas todas as portas, janelas e grelhas metálicas, estas são enviadas para a loja onde serão revendidas. O próximo passo a realizar é retirar toda a cobertura do edifício. Durante esta tarefa é necessário ser extremamente cuidadoso, devido ao fato das telhas cerâmicas serem um material muito frágil, partindo-se muito facilmente no decorrer do processo de demolição, provocando assim, desperdício de material que poderia ser reutilizado, como também o aumento da quantidade de resíduos em obra, acumulando entulho no pavimento do local de trabalho.

Figura 6.4: Reaproveitamento e armazenamento em obra de telhas cerâmicas (Autor, 2014)

No entanto, verificou-se que durante o processo de demolição existe uma grande produção de resíduos, principalmente detritos de alvenaria, que correspondem às paredes interiores e exteriores da habitação, como também detritos de telha cerâmica, que vão ser posteriormente enviados para aterro ou para uma usina de reciclagem.

Constatou-se também que não existe nenhum tipo de separação em obra, nem classificação de resíduos como se pode ver nas imagens seguintes, apenas uma junção de todo o entulho e lixo acumulado que será posteriormente transportado por um caminhão, para o local de despejo. Nesta obra não foi encontrado qualquer tipo de reservatório adequado para os materiais e entulho, como por exemplo, caçambas ou *Big Bags*.

Figura 6.5: Produção de resíduos durante o processo de demolição (Autor, 2014)

A figura 6.6, mostra que todas as instalações elétricas foram desativadas, de forma a não provocar acidentes por choque elétrico durante o processo de demolição. Para segurança de todos os trabalhadores, estes locais devem ficar devidamente assinalados, para reduzir o perigo durante os trabalhos de demolição.

Figura 6.6: Instalações elétricas, assinaladas pelas setas a vermelho (Autor, 2014)

Foi também acompanhada outra obra de demolição pela mesma empresa, de 15 a 18 de junho de 2015, uma habitação térrea, tal como a anterior. As seguintes imagens mostram a habitação antes, durante e após o processo de demolição.

Figura 6.7: Habitação de piso térreo antes da demolição começar (GOOGLE, 2015)

Quando se procedeu ao acompanhamento desta obra, a demolição já tinha sido iniciada. Começou-se por retirar as portas, janelas e objetos metálicos de valor, como encanamento e grelhas de saneamento para serem revendidos na loja. Depois foi desmantelada a cobertura, retirando as telhas, uma de cada vez, também para revender, ficando apenas com as paredes exteriores e interiores. Todos esses materiais retirados já foram encaminhados para a loja nos dias da visita.

Figura 6.8: Habitação a demolir já sem portas, janelas e coberturas (Autor, 2015)

Procede-se então ao empuxe das paredes interiores manualmente, com o auxílio de equipamentos manuais, como se pode ver na figura anterior e nas seguintes.

Figura 6.9: A demolição das paredes interiores (Autor, 2015)

É possível visualizar o acumular de entulho no pavimento durante o processo de demolição, como a desorganização total do local de trabalho, devido à colocação de resíduos de materiais por todo o espaço. Torna-se impossível a circulação dentro do edifício, podendo aumentar os acidentes de trabalho, o que dificulta também o armazenamento do material a reaproveitar, devido à falta de espaço encontrado.

Figura 6.10: Geração de resíduos no local de trabalho (Autor, 2015)

Pode ser também observado, a falta de equipamento de proteção individual (EPI), durante as atividades de trabalho. Os trabalhadores não utilizam capacete de proteção, nem luvas e óculos de proteção contra poeiras, e alguns trabalhadores nem possuem roupas que cubra todo o corpo durante o trabalho, deixando os braços e as pernas desprotegidas, possibilitando a ocorrência de pequenos acidentes, como cortes e arranhões. Em nenhuma das obras em estudo foi encontrado sinalização sobre o uso

obrigatório dos equipamentos de proteção individual, nem a presença do responsável de obra.

Figura 6.11: A falta da utilização de equipamento de proteção individual durante o processo de demolição (Autor, 2015)

Figura 6.12: A falta de acessos a andares superiores (Autores, 2015)

Para finalizar foram demolidas as paredes exteriores e adjacentes aos edifícios vizinhos, após todo o interior da habitação estar demolido, com auxílio de equipamentos manuais e nos elementos mais resistentes com o derrube da máquina escavadora.

Figura 6.13: Demolição das paredes exteriores (Autor, 2015)

Alguns dos materiais recuperados, para além das portas, janelas e outros objetos metálicos de valor, também foram recuperadas as telhas cerâmicas, as vigas de madeira, os tijolos e as telhas de fibrocimento. No entanto, devido ao descuido dos trabalhadores durante o processo de demolição, vários materiais foram quebrados, acumulando entulho na obra, aumentando assim a quantidade de resíduos de demolição.

Figura 6.14: Acumulação de entulho no final da demolição (Autor, 2015)

Para finalizar, é realizada a limpeza do terreno. O entulho é agrupado com o auxílio da escavadeira, para posteriormente ser colocado num caminhão e enviado para o aterro. Na seguinte figura observam-se os resíduos de demolição a serem colocados dentro do caminhão, no entanto verifica-se que o transporte escolhido não tem o cuidado de cobrir os resíduos durante o percurso até ao aterro destinado, possibilitando o risco de queda de detritos durante o trajeto da transportadora.

Figura 6.15: Recolha e transporte dos resíduos de demolição (Autor, 2015)

6.1.3 Visita à loja de revenda dos materiais

A visita à loja de revenda dos materiais foi realizada também no dia 23 de abril de 2015. Por meio da entrevista foi possível entender o funcionamento do processo da revenda dos materiais, verificou-se a preocupação da importância da gestão dos materiais dentro do canteiro de obras, e que o desempenho do planejamento de uma demolição seletiva previamente elaborado, pode ter um aumento da quantidade e da qualidade dos materiais reutilizáveis.

Esta visita teve como objetivos verificar como é efetuada a venda dos materiais que são reaproveitados das obras de demolição, e como é gerido e organizado o depósito desses materiais. Tal como foi explicado pelo responsável da loja, existe bastante procura pelos materiais em segunda mão, não só pelos seus preços inferiores em relação aos materiais novos, como também pela qualidade superior de alguns materiais, que por vezes aumenta o seu preço relativamente aos novos, que é o caso da madeira, por exemplo. Segundo o responsável pela loja os materiais mais procurados são a madeira e o tijolo, que se justifica pela sua elevada qualidade em comparação com os novos materiais fabricados.

A figura 6.16 mostra uma tabela dos preços que alguns materiais de construção são vendidos. Todos os materiais à venda possuem o preço escrito no próprio artigo, de modo a facilitar a venda dos produtos, haja vista não existir um registo com a quantificação dos materiais existentes em loja.

Como se pode verificar nas figuras seguintes, existe uma grande variedade de materiais recuperados à venda, apesar do estado de degradação em que se encontram alguns. Alguns dos materiais encontrados precisam de uma recuperação ou manutenção, o que provoca uma grande variação nos preços colocados.

CAIBRO	-	2.00.0METRO
CAIBRAO	-	3.50.0METRO
VIGA 6x12	-	12.00.0METRO
VIGA 6x16	-	15.00.0METRO
RIPA	-	0.70.0METRO
RIPA0	-	1.00.0METRO
VIGA 6x12-ABAIXO DE 3m	-	5.00.0METRO
VIGA 6x16-ABAIXO DE 3m	-	7.00.0METRO

Figura 6.16: Tabela de preços de alguns materiais recuperados disponíveis para revenda da empresa E1 (Autor, 2015)

Nas pequenas obras de demolição, que existe uma prática mais manual na execução dos trabalhos, torna-se possível a recuperação de grande parte dos materiais de construção, em comparação com uma demolição mais mecanizada e dependendo também do interesse do seu responsável, nos materiais a recuperar. Alguns dos materiais mais retirados para revenda são a madeira, as telhas de fibrocimento, os lavatórios de cozinha com banca e os lavatórios de banheiro, as portas e os portões, as janelas e os vidros. Existe uma grande variedade dos materiais recuperados, tal como pode ser demonstrado nas seguintes figuras.

Na figura 6.17 é possível verificar que existe uma grande diversidade nos tamanhos e geometria das madeiras recuperadas. Como foi descrito na entrevista pelo responsável da loja, este material é um dos mais procurados, principalmente por os Madeireiros, devido à elevada qualidade que por vezes se encontra, como também o fato de atualmente certas madeiras serem de espécies protegidas pelo Estado Brasileiro e como tal é proibido cortar, elevando ainda mais o preço dessas espécies encontradas nas obras de demolição. É um material com elevada taxa de reutilização, especialmente quando se encontra no seu estado natural e não sofre grandes alterações durante o ciclo de vida do edifício ou estrutura em que se enquadra, contém uma grande durabilidade e não polui o ambiente. A Peroba Rosa é bastante procurada para fazer móveis.

Figura 6.17: Venda de vários tipos de madeira (Autor, 2015)

Outro material construtivo muito utilizado em coberturas, especialmente em lugares públicos ou acessos entre edifícios, é a telha de fibrocimento, como se pode verificar na figura 6.18. Este material é fácil de ser removido, quando se encontra em bom estado, devido as suas conexões simples, através de parafusos, o que simplifica o processo de reaproveitamento.

Figura 6.18: Venda de telhas de fibrocimento (Autor, 2015)

O tijolo comum é outro material recuperado muito procurado, devido à sua qualidade que pode ser superior em relação aos novos tijolos fabricados. É também um dos materiais de construção mais utilizados em pequenas habitações de alvenaria.

Figura 6.19: Venda de tijolo Comum (Autor, 2015)

O vidro é um material comum bastante encontrado, pode ser de portas envidraçadas ou em tamanhos menores, é fácil de recuperar caso não esteja partido e tem um longo ciclo de vida útil.

Figura 6.20: Venda de vidro (Autor, 2015)

Diferentes tipos de portas podem ser encontrados à venda, desde portas em ferro com acabamentos em tinta a portas em madeira, em função das dimensões e feitos pretendidos. De acordo com a figura 6.21 pode-se ver que algumas se encontram um pouco degradadas necessitando de uma recuperação ou um acabamento.

Figura 6.21: Venda de portas metálicas (Autor, 2015)

Tal como a venda de portas, existe também uma grande variedade nos tipos e tamanhos das caixilharias, algumas para além dos vidros trazem também proteção passiva, para a luz solar, como portadas exteriores.

Figura 6.22: Venda de caixilharias (Autor, 2015)

A venda de equipamentos sanitários e de cozinhas como bancadas e pias, algumas em pedra natural, encontram-se em bom estado, apesar do local de revenda desorganizado, para além da falta de limpeza e sem qualquer proteção contra as intempéries.

Figura 6.23: Venda de equipamentos para o banheiro e cozinha (Autor, 2015)

A variedade de formas de portões em ferro e grelhas de saneamento, como também arcos e outros componentes metálicos.

Figura 6.24: Venda de portões de ferro (Autor, 2015)

Para além de toda esta variedade, entre outros materiais que não foram demonstrados neste trabalho, denota-se a falta de organização do local e cuidado com os materiais/componentes recuperados, como se vê nas seguintes figuras, a carência de limpeza e a ausência de um local coberto e protegido das variações climáticas e das intempéries. Provocando assim uma diminuição no ciclo de vida dos materiais, como também da sua qualidade para reutilização.

Figura 6.25: Venda desorganizada de vários materiais de construção (Autor, 2015)

6.2 Estudo de Caso II (E2)

Entrou-se em contato com outra empresa de demolição que é também uma empresa de construção, ao qual se designou por Empresa 2 (E2), em que o Dono da Empresa é o responsável pela demolição e aceitou ser entrevistado. Foi também realizado o acompanhamento de uma obra de demolição e venda de materiais, sendo esta realizada dentro do canteiro de obras.

6.2.1 Entrevista ao responsável

Conforme enunciado anteriormente, foi realizada uma entrevista ao responsável pela demolição, que neste caso é o responsável pela revenda dos materiais recuperados. A entrevista foi concretizada no dia 16 de outubro de 2015, e encontra-se disponível no apêndice A.

Por meio desta entrevista foi possível entender como são realizadas as demolições por esta empresa, apesar de ser uma empresa de construção também executa trabalhos de demolição. Compreendeu-se quais são as principais tarefas executadas e como são

executadas, quais os materiais mais recuperados e qual a sua procura a nível de mercado de reutilizados e reciclados.

6.2.2 Visitas à obra de demolição

O acompanhamento da obra de demolição foi realizado entre o dia 15 de outubro de 2015 a 20 de outubro de 2015, em que o processo de demolição já tinha sido iniciado uns dias atrás. No entanto ainda foi possível acompanhar grande parte da execução da obra de demolição e da revenda dos materiais. Diferente do primeiro estudo de caso em que o dono da empresa tem a sua própria loja para revenda dos materiais recuperados, estes são vendidos no local da demolição, durante a execução do processo.

Figura 6.26: Habitação a ser demolida pela empresa E2 (GOOGLE, 2015)

Como se pode ver na figura seguinte, a obra de demolição já tinha sido iniciada quando se começou a fazer o seu acompanhamento. O compartimento central da habitação já não possuía cobertura nem algumas paredes interiores e exteriores, os elementos não estruturais, como portas e janelas já tinham sido retirados, como todos os objetos soltos interiores.

Figura 6.27: Fase inicial do acompanhamento da demolição (Autor, 2015)

Foi possível verificar no local da obra o acumular de resíduos no pavimento, não existindo locais específicos para o seu depósito, ficando assim os resíduos de demolição misturados e amontoados num canto da obra ou até mesmo no local de passagem dos trabalhadores, como se pode observar.

Outro aspeto que pode ser observado, é o corte das árvores dentro do canteiro de obras, como se pode ver na seguinte figura. Sendo que por lei é necessário que um perito enviado pelo governo local identifique as árvores expostas, caso exista espécies protegidas, o proprietário do terreno será notificado e estas estarão isoladas durante o processo de demolição para não serem danificadas. Este é um exemplo em que não foi cumprida a lei e que o responsável optou por cortar, para evitar que as espécies fossem reconhecidas, podendo ser penalizado legalmente pelo ato cometido, não informando a Prefeitura da cidade.

Figura 6.28: Árvores cortadas dentro do canteiro de obra (Autor, 2015)

O responsável garantiu que antes de iniciar a demolição os serviços públicos como água, eletricidade, gás, etc., já tinham sido notificados e desativados, para este canteiro de obras.

Figura 6.29: Serviços públicos dentro do canteiro de obra (Autor 2015)

Procedeu-se também à demolição da última parte da cobertura da habitação, foi desmontada material por material, começando pelas telhas e após as ripas, caibros e terças de madeira.

Figura 6.30: Desmontagem da cobertura (Autor, 2015)

Figura 6.31: Resíduos acumulados no local de obra (Autor, 2015)

Ao longo de toda a demolição verificou-se que dentro do canteiro de obras foi-se acumulando cada vez mais entulho entre outros resíduos como vigas de madeira, tábuas, barras de metal, etc.

Houve a possibilidade de acompanhar a demolição das paredes interiores, construídas com tijolo maciço, que com a aplicação da demolição manual foi possível aproveitar grande parte destes materiais, apesar do desperdício gerado por falta de cuidado dos trabalhadores. Pode-se observar nas imagens 6.32 e 6.33 o processo de demolição de uma parede exterior com o auxílio da marreta, em que foram quebrando as duas extremidades da parede, no final a parede é balançada até cair. Existe bastante falta de cuidado no modo como foi executado, há falta de equipamentos de proteção, principalmente do capacete e das luvas, para além de que, se por algum momento a parede quebrar no lugar errado pode cair sobre o trabalhador. Apesar do responsável estar presente em obra, notou-se que durante o processo de demolição existe bastante descuido e que não acompanham as medidas de segurança.

Figura 6.32: Demolição das paredes interiores (Autor, 2015)

Figura 6.33: O balanço da parede (Autor, 2015)

Alguns objetos, como móveis e bancadas de cozinha, foram retirados durante o processo de demolição com o objetivo de serem reaproveitados, como se pode verificar na imagem seguinte a 6.34.

Figura 6.34: Móveis recuperados durante a demolição (Autor, 2015)

O tijolo maciço foi dos materiais mais recuperados, para não se misturar com o entulho dentro do canteiro de obra foi armazenado na calçada, ficando desprotegido contra roubos e correndo risco de cair em algum pedestre ou viatura. Apesar de ser uma situação temporária o responsável pela demolição não colocou tapumes nem teve o cuidado de escolher outro lugar para armazenar este material, sendo no final da demolição transportado para o destino final por um caminhão.

Figura 6.35: Tijolo maciço recuperado durante a demolição (Autor, 2015)

A madeira foi outro tipo de material retirado e recuperado, para além de ter sido armazenado e vendido em obra. Esta madeira encontrada na seguinte figura é a madeira comum, pois a Peroba Rosa a madeira estrutural, já tinha sido vendida após ser retirada do edifício.

Figura 6.36: Madeira recuperada durante a demolição (Autor, 2015)

Foi também possível verificar que os equipamentos e acessórios utilizados durante o processo de demolição não continham um espaço para serem armazenados dentro do canteiro de obras, como se pode visualizar na seguinte imagem estes equipamentos, como andaime, entre outros, foram colocados num canto dentro da obra, junto com o entulho que se ia formando.

Figura 6.37: Armazenamento dos equipamentos para auxílio na demolição (Autor, 2015)

Durante o acompanhamento do processo de demolição foi possível observar a falta de utilização de equipamentos de segurança individuais e coletivos, como também a falta de acessos a pavimentos superiores, nas seguintes imagens é importante destacar que não existiam meios de transporte dos materiais da laje superior para a laje inferior, ou seja, o tijolo maciço era lançado por um trabalhador da laje de cima e o trabalhador da laje abaixo apanhava-o, que posteriormente seriam colocados no carrinho de mão para serem transportados até ao local de depósito. Não existiam escadas nem andaimes comum para acessar ao piso superior e os trabalhadores não estavam a utilizar luvas, óculos nem capacete. O trabalhador que se encontra no piso superior não usava cinto para evitar a sua queda, correndo o risco de provocarem algum pequeno acidente ou algo mais grave. Foi também verificado que não existia nenhum tipo de sinalização em obra, apesar do responsável pela demolição se encontrar sempre no local, as medidas de segurança eram escassas e os trabalhadores não se preocupavam em cumpri-las. Por meio da entrevista foi possível entender que os trabalhadores contratados não são registrados durante as obras de demolição, tornando a situação do seu trabalho não regularizada, e sem nenhum tipo de seguro ou responsabilidade por parte da empresa que os contrata, é um trabalho temporário, pago por dia de serviço, normalmente executado durante as férias dos trabalhadores que são funcionários de outras empresas da construção civil.

Figura 6.38: Acesso precário e perigoso ao piso superior (Autor, 2015)

Foi possível observar que para além de tijolo maciço e a madeira, outros materiais também foram recuperados para venda como portões de ferro, janelas e portas tanto em ferro como em madeira, nota-se que existe uma falta de rigor e cuidado durante a execução dos trabalhos e no seu armazenamento, devido à falta de interesse do responsável em preservar algum materiais e elementos construtivos e devido à escassa formação dos trabalhadores.

Figura 6.39: Materiais aproveitados durante a demolição (Autor, 2015)

Figura 6.40: Materiais aproveitados durante a demolição (Autor, 2015)

Todos os materiais recuperados foram revendidos em obra, os clientes passavam pelo local, iam vendo se lhe interessavam algum material e compravam. Foi realizado o acompanhamento da revenda de alguns materiais como se pode ver nas figuras abaixo o transporte de tijolo maciço, metais e madeira, entre outros.

Figura 6.41: Transporte do tijolo maciço e dos materiais metálicos (Autor, 2015)

Após a revenda dos materiais e toda a demolição manual ser realizada, executa-se a demolição mecânica, este tipo de demolição é elaborado com o auxílio de uma máquina como se pode ver na figura 6.42, normalmente serve para derrubar as paredes mais resistentes que possam conter armadura. Depois do empuxe de todas as paredes é a vez da laje de fundação e para finalizar a limpeza do terreno. É necessário o terreno ficar pronto para a próxima construção, então será retirado todo entulho e depois transportado

por um caminhão para o aterro da cidade. Para finalizar foi demolido o muro de vedação manualmente para reaproveitamento do tijolo maciço.

Figura 6.42: Acumulação de entulho e demolição do muro de vedação (Autor, 2015)

6.3 Estudo de Caso III (E3)

6.3.1 Entrevista ao responsável

Tal como já foi descrito anteriormente, para o terceiro estudo de caso também foi realizada uma entrevista ao responsável pela empresa de demolição, que também é o responsável pela revenda dos materiais recuperados. A entrevista foi realizada no dia 25 de fevereiro de 2016, e encontra-se disponível no apêndice A.

Por meio da entrevista realizada foi possível entender o funcionamento da empresa na área das demolições, que se encontra no mercado há 30 anos e já executou trabalhos de construção, limpeza do terreno e movimento de terra, apesar de não ser este o foco da empresa. Durante a entrevista foi possível compreender quais são as principais tarefas executadas e como são executadas durante a demolição, quais os materiais mais recuperados, como é realizada a sua remoção e armazenamento em obra e qual a sua procura a nível de mercado de reutilizados e reciclados, e para onde são enviados.

Por falta de obras de demolição não foi possível fazer o acompanhamento da execução de uma demolição seletiva realizada por esta empresa.

6.3.2 Visita à loja de revenda dos materiais

A visita à loja de revenda dos materiais foi realizada no dia 4 de agosto de 2016. Por meio da entrevista ao responsável foi possível entender o funcionamento do processo da revenda dos materiais, em que após a sua remoção, estes são estocados em obra para depois serem transportados para a loja. A loja é um local de estocagem dentro da casa do proprietário da empresa de demolição, com pouco espaço e em condições bastante precárias, sem qualquer proteção contra intempéries, ficando distribuídos pelo jardim em contato com o solo, acabando por enferrujar e degradar parte dos elementos expostos, como portas, janelas, grades metálicas, portões, entre outros. O proprietário possui também outro local para estocagem, que utiliza para guardar alguns dos materiais para revenda.

Com esta visita foi possível observar como é gerido e organizado o depósito dos materiais e elementos reaproveitados das obras de demolição. Tal como foi explicado pelo responsável da empresa durante a entrevista, existe bastante procura pelos materiais em segunda mão, não só pelos seus preços inferiores em relação aos materiais novos, como também pela qualidade superior de alguns materiais, que por vezes aumenta o seu preço relativamente aos novos, que é o caso da madeira, por exemplo. Mas existe também uma procura de elementos construtivos, com valor histórico, como portas de fazendas antigas, ou candelabros, entre outros, elementos com pormenores artísticos, que após o seu restauro podem ser vendidos a um preço muito superior ao original.

Figura 6.43: Alguns dos portões recuperados, o portão da direita foi colocado na casa do proprietário, como portão da entrada da loja dos materiais de demolição (Autor, 2016)

Como se pode ver nas seguintes figuras os materiais mais encontrados foram portas de madeira e portões de metal, algumas janelas e grelhas metálicas. É possível também verificar que não existe nenhuma sequência de organização, os elementos são apenas depositados aleatoriamente pelo local, muitas vezes uns sobre os outros, sem nenhuma preocupação quanto às intempéries, animais ou até mesmo danos provocados por os materiais sobrepostos.

Figura 6.44: Armazenamento dos materiais recuperados da demolição (Autor, 2016)

Muitos dos materiais dispostos no local encontram-se já em degradação, com ferrugem, a pintura em decomposição, alguns elementos em madeira a apodrecer devido ao contato com a chuva, os vidros das janelas e das portas partidos. O proprietário justificou-se que seria necessário restaurar esses elementos para depois serem vendidos.

Figura 6.45: Armazenamento dos materiais recuperados da demolição (Autor, 2016)

6.4 Análise dos estudos de caso

O tamanho e o crescimento do mercado da reutilização e reciclagem obedecem à conhecida lei da oferta e da procura e, como sempre acontece na economia, o mercado

somente cresce quando todos ganham alguma coisa. A opção mais fácil e mais rápida para uma demolidora é demolir um edifício o mais rapidamente possível e ganhar o máximo que puder vendendo os materiais obtidos, partindo do princípio que a empresa é proprietária dos materiais. As empresas demolidoras sempre tentarão reduzir ao máximo a quantidade de material despejado em aterros, por causa do seu custo. Estas empresas resgatam e reaproveitam os elementos e materiais que podem ser facilmente retirados de uma construção e que possuem um valor alto o suficiente para cobrir os esforços e cuidados necessários, para mantê-los em boas condições, ou seja, nenhuma demolidora irá preservar um elemento que não possa ser vendido rapidamente, mantendo assim os seus custos de armazenamento baixos, principalmente se forem necessários cuidados especiais para a remoção do material, para garantir que possa ser reutilizado. Em geral, os modernos processos de demolição são altamente mecanizados e requerem instalações e equipamentos caros. Existem fortes pressões comerciais para garantir a plena utilização e a demolição de edifícios o mais rapidamente possível. Como as empresas de demolição podem ser facilmente encontradas por meio de associações comerciais, na internet ou em listas telefônicas, é importante considerar o seu grau de especialização (ADDIS, 2006 (2010)).

Durante a pesquisa bibliográfica, surgiram algumas perguntas sobre a gestão dos resíduos e como é executada no canteiro de obras. Com o conhecimento adquirido durante a realização do estudo empírico, tornou-se possível responder e discutir algumas questões, tais como:

- Como é realizada a separação de materiais/resíduos no canteiro de obras?
- O que acontece com os materiais e componentes recuperados?
- Será que a qualidade e o desempenho dos trabalhadores influenciam o destino final de resíduos/materiais? Como?
- Quais os materiais que são mais recuperados?
- Que resíduos vão para aterros sanitários?
- Quais os resíduos que são reciclados?
- Como esses materiais são colocados de volta no mercado?
- Que materiais/elementos têm mais demanda no mercado de segunda mão? Porquê?

Para entender a destinação final dos resíduos de demolição foram realizados três estudos de caso discutindo a execução das operações de demolição seletiva de três pequenas empresas. Por meio da monitorização das atividades de demolição, conversando com os empreiteiros responsáveis e observando a gestão de resíduos no canteiro de obras, foi possível compreender a importância da escolha do método de demolição, uma vez que influência gradualmente a qualificação dos resíduos obtidos como examinado na revisão da literatura.

Conclusões semelhantes foram alcançadas com base nos diferentes estudos de caso. Após a aprovação do alvará de demolição pela prefeitura, não foi encontrado nenhum documento em obra, apenas é realizado uma vistoria visual por parte do responsável para verificar quais os materiais e elementos de maior valor comercial. Nem existe um planejamento das atividades a executar apenas a prática convencional. Por conseguinte, verificou-se que estas empresas de demolição usam o mesmo processo de demolição seletiva, iniciado por uma demolição manual de modo a recuperar o máximo de materiais e elementos construtivos possíveis e posteriormente uma demolição mecânica com o auxílio da máquina escavadora, para derrubar os elementos da estrutura mais reforçados, por vezes vigas e pilares de concreto armado, que inicialmente não foi possível demolir manualmente ou até o pavimento térreo e as fundações, finalizando com limpeza do terreno.

Constatou-se também que não se seguem as medidas de segurança, os trabalhadores estão sujeitos a riscos de queda de materiais, ou acidentes de trabalho, algumas das empresas não tem um responsável em obra permanentemente, apenas permanecem os trabalhadores, que não são incentivados a utilizar os equipamentos de proteção individual (EPI) obrigatórios, como capacete de proteção, botas, óculos, luvas, roupa coberta e cintos arnês, nem os equipamentos de proteção coletiva (EPC), como andaimes, redes ou tapumes, a insistência de uma proteção do canteiro de obras em contato com a calçada e o público, prevendo da queda de materiais e detritos ou poeiras. Não existe sinalização em obra a identificar o local de demolição, nem dos EPI, algumas empresas nem a sua identificação colocam, ficando sem saber qual a empresa de demolição que executou o serviço. Foi também verificado que a informação que é transmitida aos trabalhadores é escassa ou nem formação têm para estes trabalhos, tanto a nível de segurança em obra como a nível de conhecimento e execução das atividades. Não existe nenhum incentivo,

no sentido de recuperar o máximo possível de materiais e elementos, nem nenhuma preocupação quando à forma como são dispostos e armazenados em obra.

Apenas os materiais fáceis de recuperar e com valor comercial foram separados e armazenados, enquanto os detritos iam-se acumulando sobre o piso de trabalho, porque não havia um local para separação dos resíduos em obra, que posteriormente eram enviados, misturados, em um caminhão para o aterro da cidade. Os materiais recuperados são enviados para uma loja de venda de materiais em segunda mão, ou vendidos no próprio local de trabalho. Tal como acontece em obra, foi possível verificar que na loja de revenda também não há qualquer preocupação em conservar os materiais, são deixados às intempéries, degradando-se com o passar do tempo. Em conversa com os empreiteiros, tornou-se evidente que os materiais mais procurados dos trabalhos de demolição são os tijolos maciços, telhas de cerâmica e madeira, por exemplo a Peroba Rosa. De acordo com os vendedores, os clientes preferem estes materiais pela qualidade de fabricação, no caso de materiais cerâmicos, já a Peroba Rosa é uma madeira rara e muito procurada para a fabricação de móveis, pois pode durar mais de 100 anos.

Além destes, todos os materiais metálicos são recuperados, entre outros elementos como portas, janelas, banheiros, móveis, cozinhas, vidro e telhas de fibrocimento. Pela falta de cuidado dos trabalhadores durante a demolição, é acumulado uma grande variedade de resíduos. Tudo o que se torna resíduo é misturado no local e é enviado para o aterro da cidade, para depois ser reciclado. Se houver argamassas e concreto, estes são reciclados e transformados em detritos para pavimentação de estradas, calçadas e até mesmo bancos de parque. Pode-se concluir que a escolha do tipo de demolição tem uma grande influência sobre a qualidade e a quantidade de material recuperado, e também a quantidade de resíduos formados.

Quadro 6.3: Quadro síntese de comparação entre estudos de caso

Categorias de Análise	Estudos de Caso		
	Empresa E1	Empresa E2	Empresa E3
Contratação da Empresa	Contratada por um cliente.	A própria empresa construtora é que executa a demolição, não há contratação oficial.	Contratada por um cliente.

Verificações antes da Demolição	São realizadas visualmente através da visita ao local.	São realizadas visualmente através da visita ao local.	São realizadas visualmente através da visita ao local.
Documentação para a Demolição	Existe o alvará de demolição para o licenciamento e o comprovante de como os resíduos foram enviados para um aterro registrado.	Existe o alvará de demolição para o licenciamento e o comprovante de como os resíduos foram enviados para um aterro registrado.	Existe o alvará de demolição para o licenciamento e o comprovante de como os resíduos foram enviados para um aterro registrado.
Segurança na Demolição	Falta de utilização de EPI e EPC e sinalização em obra, não existe um técnico em obra e uma limpeza do local precária com resíduos por toda a obra.	Falta de utilização de EPI e EPC e sinalização em obra, apesar de existir um técnico em obra, não há qualquer informação ou formação sobre o trabalho. Os operários contratados encontravam-se ilegais, sem registro de trabalho. Existe uma limpeza do local precária com resíduos por toda a obra.	Não foi possível verificar em obra.
Execução da Demolição	Execução de uma demolição manual de modo a retirar todos os materiais possíveis em obra. Os elementos estruturais resistentes eram derrubados pela demolição mecânica com auxílio de uma máquina escavadeira.	Execução de uma demolição manual de modo a retirar todos os materiais possíveis em obra. Os elementos estruturais resistentes eram derrubados pela demolição mecânica com auxílio de uma máquina escavadeira.	Não foi possível observar em obra.
Otimização da Gestão de Resíduos	Sem separação de resíduos em obra, apenas os materiais e elementos eram	Sem separação de resíduos em obra, apenas os materiais e elementos eram	Não foi possível observar em obra. Os materiais e elementos recuperados são

	separados para serem enviados para a loja. Os resíduos eram acumulados e transportados por um caminhão para aterro.	separados para serem vendidos na própria obra. Os resíduos eram acumulados e transportados por um caminhão para aterro.	separados para serem enviados para a loja.
--	---	---	--

Na seguinte imagem é possível entender o funcionamento destas empresas de demolição, em função dos métodos escolhidos e a destinação final dos resíduos de demolição.

Figura 6.46: Fluxograma da gestão de resíduos de demolição nas empresas demolidoras

Capítulo 7 – Diretrizes para o Planejamento de uma Demolição Sustentável

7.1 Considerações iniciais

A conscientização entre os proprietários, engenheiros e empreiteiros sobre a importância da sustentabilidade na indústria da construção, bem como os benefícios econômicos alcançáveis através da demolição seletiva aumentou significativamente ao longo das últimas décadas. Como resultado, a atenção tem sido focada sobre a substituição da demolição tradicional e a deposição em aterro pela estratégia de uma demolição seletiva, em que a energia e o capital investido em materiais de construção são totalmente ou parcialmente recuperados, através da reutilização e reciclagem (AKBARNEZHAD, ONG e CHANDRA, 2014).

As normas estudadas durante o mestrado consideram os trabalhos de demolição como atividades de demolição, desconstrução e desmontagem, envolvendo tarefas como derrubar, quebrar e desmantelar os edifícios inteiros ou apenas partes com o auxílio de ferramentas manuais, máquinas ou equipamentos específicos para este tipo de trabalhos. Para garantir que a execução dos trabalhos possa ser realizada com segurança, é elaborado um planejamento da demolição. Este processo considera o ambiente inserido, a segurança do público, dos trabalhadores e outros requisitos obrigatórios, bem como as metas de custo, tempo e dos próprios clientes. Este planejamento implica uma estreita colaboração e interação entre cliente, responsáveis pela demolição, engenheiros/arquitetos, caso seja necessário, agências reguladoras, empreiteiros e subempreiteiros.

O planejamento da demolição é especialmente crucial para projetos em que a remoção de materiais apresente riscos para a segurança das pessoas ou propriedades adjacentes. Para

certas situações de projeto, os empreiteiros de demolição, devem determinar quais os métodos e técnicas a serem aplicados. Por exemplo, as seguintes situações podem requerer um maior nível de rigor de análise e planejamento:

- A estrutura a ser demolida está perto da população (por exemplo, num centro altamente congestionado de áreas habitacionais);
- Uma estrutura contaminada por substâncias tóxicas requer técnicas de demolição especiais e manuseio de materiais para evitar o agravamento das condições perigosas, como também equipamentos de proteção específicos para os trabalhadores;
- A estrutura a ser demolida tem um valor histórico em certos elementos ou até a própria fachada deve ser preservada;
- Um edifício com características estruturais especiais requer uma demolição com técnicas especiais (por exemplo, edifícios com danos estruturais significativos, etc.);
- Partes dos edifícios devem continuar em fase de utilização, enquanto em outras partes adjacentes, são executados os trabalhos de demolição;
- Elementos construtivos com alto valor comercial ou histórico são recuperados para venda ou para reutilização.

Durante a pesquisa observou-se a importância de procurar referências para desenvolver e detalhar mais aprofundadamente as atividades de demolição através da análise da normalização internacional e nacional. Foi então realizada uma pesquisa bibliográfica que possibilitou o desenvolvimento dessas referências, que permitem auxiliar no planejamento dos trabalhos de demolição seletiva e melhorar o gerenciamento dos materiais e resíduos dentro do canteiro de obra.

Para tal este capítulo foi dividido em seis partes que correspondem a diferentes etapas do processo da demolição no qual se decidiu chamar de categorias de análise, sendo a primeira referente à escolha da empresa que irá executar a demolição, seguindo-se as verificações a serem realizadas antes de iniciar os trabalhos de demolição, ou seja, as vistorias a serem efetuadas ao edifício, a caracterização dos materiais constituintes, a sua toxicidade, e o estado em que se encontra o edifício. A terceira categoria descreve a documentação que sustenta o processo, que é exigida pela prefeitura municipal da cidade

estudada no interior do Estado de São Paulo e os documentos que usualmente são sugeridos em outros países, como um plano para a demolição, um plano de segurança e saúde e um plano de gestão de resíduos, possibilitando o auxílio na execução das atividades desenvolvidas dentro do canteiro. A seguinte categoria define as regras de segurança a serem aplicadas dentro do canteiro de obra e os respectivos equipamentos de proteção a serem utilizados. Em seguida a execução do processo de demolição descrevendo quais os métodos mais sustentáveis que podem ser utilizados, os mais praticados e os equipamentos mecânicos utilizados, e por último a gestão dos resíduos da demolição, que define como deve ser desenvolvido o gerenciamento dos resíduos em obra e qual a melhor destinação final, aplicando estas diretrizes as pequenas empresas de demolição seletiva.

Figura 7.1: Categorias de análise das etapas da demolição

7.2 Contratação da Empresa

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 3 e 5
AS 2601:2001	Anexo B
BS 6187:2011	Seção 6

De acordo com a NBR 5682 DE 1977, define-se por contratante a pessoa física ou jurídica de direito público ou privado que, promove a execução dos serviços de demolição, através do contratado, técnica, jurídica e financeiramente habilitado. Entende-se por contratado a pessoa física ou jurídica de direito privado, legalmente habilitada, que se obriga à

execução de serviços e/ou obras na forma estabelecida pelo contratante e de acordo com a legislação em vigor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

O contratante deve estar ciente de quaisquer responsabilidades diretas sob o seu dever de cuidado e receber aconselhamento profissional adequado. Todas as atividades de demolição devem ser planejadas, projetadas e realizadas dentro do seguinte acordo de um contrato formal escrito. Este deve ser celebrado e assinado tanto pelo cliente (ou seus representantes legais) como pela empresa contratada pelas atividades de demolição. O contrato deve conter uma cláusula que elimine a possibilidade do contratado subempreitar ou firmar qualquer acordo com terceiros, relativo a uma parte do contrato, sem o consentimento escrito do contratante. Em relação aos prazos impostos, deve ficar clara a posição do contratado ao não cumprimento dos prazos e as interferências que justifiquem demoras ou paralisações (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

O contratante deve selecionar uma empresa de demolição com experiência necessária, conhecimento, prática e recursos para que as obras de demolição sejam concluídas de forma segura, sem danos ou prejuízos aos seus funcionários ou outros. Qualquer contrato terá elementos básicos, incluindo:

- O orçamento e cronograma de pagamentos vinculados à percentagem de trabalho que foi concluída;
- A duração e prazo do início e final da obra;
- Os materiais que serão recuperados pelo proprietário e/ou pelo empreiteiro de demolição;
- Os limites físicos e o espaço envolvente da obra que o empreiteiro é responsável;
- As taxas que são legalmente impostas ou exigências do proprietário ou do governo, caso existam desvios nas metas a alcançar;
- Os termos de rescisão do contrato;
- Os termos de licenciamento, seguros e responsabilidades, se necessário;
- Os responsáveis pelo contrato;
- Definição de critérios de mediação de controvérsias caso ocorra mudanças durante o processo de demolição em função de ocorrências imprevisíveis no processo de planejamento da obra.

Em ambos os casos, o contrato é um acordo entre ambas as partes, para um determinado trabalho, de modo a ser efetuado pela empresa de demolição e geralmente, dentro de um período de tempo especificado. O elemento chave para um contrato de demolição é o acordo entre ambas as partes antes do início das atividades. É importante, que haja um registro permanente do acordo, que abranja inequivocamente todos os aspectos e arranjos do contrato em obra, que seja destinado a desempenhar este papel informativo (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

O contrato formal por escrito deve ser realizado entre o proprietário do imóvel e a empresa demolidora contratada. A preparação da proposta e outros documentos do contrato devem ser elaborados com assessoria de um profissional especializado. Além das condições exigidas no contrato, deve ser dada uma especial atenção aos seguros, sendo estes o seguro de acidentes de trabalho, o seguro de responsabilidade civil e o seguro da garantia contratual (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

7.3 Verificações antes da demolição

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 5 e 6
AS 2601:2001	Anexo A
BS 6187:2011	Seção 4, 5, 7, 8 e 10
CFR 1926 Subpart T	1926.850 e 1926.859
CSA:1980 (R2003)	Seção 3
Best Practice Guidelines for Demolition in NZ	Seção 3, 4, 5 e 7
Code of Practice (AS)	Seção 2 e 4
NR 18.5	18.5.1 e 18.5.2

Neste subcapítulo, serão abordadas as medidas preparatórias, para a elaboração e desenvolvimento de um plano de atividades da demolição, e para tal é necessário efetuar uma visita ao local de modo a verificar o estado em que o edifício se encontra. O edifício deve ser analisado e observado por técnicos competentes, como também as condições em que se encontram os edifícios adjacentes. É necessária a elaboração de uma lista dos materiais que contêm riscos especiais, e só posteriormente a essa análise e que é será realizada uma avaliação estrutural.

Figura 7.2: Esquema com as atividades de verificação antes da demolição

Antes das operações de demolição começarem, uma vistoria ao local deve ser realizada, incluindo, se necessário, um levantamento de todo o edifício, para determinar o tipo de construção e os materiais constituintes, a condição da estrutura e a sua relação com as construções vizinhas, e as condições do local (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003). Os métodos de trabalho devem, portanto, enfatizar a importância do planejamento e dos levantamentos antes de qualquer trabalho ser realizado. As vistorias exigidas devem ser explícitas, tais pesquisas podem ser intrusivas para garantir uma inspeção adequada do estado atual da estrutura. As inspeções devem executar as avaliações estruturais formando uma base fundamental para a manutenção da estabilidade do edifício, adequada sempre que necessário, de modo que a terminologia e os requisitos sejam claros para evitar qualquer dúvida (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

É importante que o cliente forneça ao empreiteiro o máximo de informações possíveis, para garantir que qualquer demolição dos elementos estruturalmente danificados, seja conduzida de uma forma segura. Estas informações devem incluir (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013):

- O valor histórico do edifício;
- A idade da construção da estrutura;
- Os desenhos, plantas e cortes, relatórios, planos estruturais e a relação do edifício

com as propriedades vizinhas;

- Os planos detalhando a localização dos serviços, incluindo a entrada de serviços públicos no local;
- Os trabalhos anteriores que impliquem remoção ou planos de gestão de materiais perigosos (por exemplo, materiais que contêm amianto) e a localização de todas as substâncias perigosas conhecidas e condições perigosas relativas ao local de trabalho;
- Informações sobre a localização de extintores de incêndio, materiais perigosos ou inflamáveis que possam representar riscos potenciais para os trabalhadores durante o processo de demolição.

7.3.1 Inspeção do local

As atividades de demolição iniciam-se com uma visita ao local para examinar o edifício, que consiste no levantamento visual, dentro e fora do edifício, para estimar o tipo de materiais, a condição geral da estrutura e o que a rodeia. Para além da localização dos serviços públicos que serão desativados antes dos trabalhos de demolição começarem. Também é útil observar as condições básicas, tais como danos causados por incêndios, inundações, podridão, e possíveis perigos biológicos, tais como restos de animais. Em suma, o objetivo da visita ao local é ter o conhecimento real do estado atual do edifício, especialmente os elementos que garantam a sua resistência e estabilidade, para determinação dos métodos e técnicas de desmontagem e demolição mais adequados. A pesquisa realizada ao local de trabalho deve reunir informações sobre aspectos do ambiente construído que futuramente possam representar riscos para a saúde e segurança dos trabalhadores.

7.3.1.1 Caracterização do edifício

Antes de ser iniciado qualquer trabalho de demolição, é necessário realizar um levantamento visual detalhando a constituição da edificação, a ser demolida. Para criar um registro, devem ser tiradas fotografias e anotações. Durante o levantamento, é preciso dispensar uma atenção especial à natureza da estrutura e aos métodos construtivos usados na edificação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977). Os materiais constituintes, a sua qualidade e características devem ser examinados para

identificar o tipo de construção, o seu desgaste ou degradação, que podem afetar a capacidade de suporte de carga da estrutura, e fazer com que esta, se comporte de forma imprevisível durante a demolição. As causas da degradação dos elementos construtivos devem ser identificadas sempre que possível, a fim de determinar o seu comportamento e grau de instabilidade durante o processo de demolição (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

É necessário efetuar uma investigação que determine a presença de poços e sistemas de tubulação, a sua localização, constituição, tamanho e uso (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003). O cliente deve fornecer ao empreiteiro uma prova escrita da condição atual do edifício, e o empreiteiro tem a obrigação de confirmar a existência dessas condições. Se o empreiteiro determinar que a estrutura aparenta risco de colapso, deve ser verificado com as autoridades responsáveis, a causa dos danos ou fraqueza da construção. As condições que justificam a preocupação podem incluir perigos ambientais que teriam danificado a estrutura, tal como ação sísmica e do vento ou qualquer outro ato da natureza, estruturas ou edifícios inclinados, pilares ou vigas fissurados ou inclinados, ou qualquer dano que comprometa a integridade estrutural (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.3.1.2 Substâncias Perigosas

Quando se executam demolições de edificações onde tenham sido usadas substâncias que apresentem elevado risco para a saúde, tais como tintas à base de chumbo e amianto, substâncias que causem poeiras ou fumos nocivos à saúde, substâncias radioativas, etc., é importante tomar todas as precauções especiais indicadas para cada caso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977). Quando a presença de tais substâncias é aparente ou suspeita, devem ser realizados testes que comprovem a sua existência e o perigo eliminado antes da demolição ser iniciada (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016).

Sempre que a avaliação pré-contratual indicar que o solo ou edifício do canteiro de obras possa estar contaminado, será realizado uma investigação ao solo e ao edifício. A investigação deve ser executada por uma pessoa competente, que compreende os problemas, perigos e riscos associados à recolha de amostras, e as precauções adequadas,

que devem incluir uma avaliação de qualquer material perigoso encontrado, e confirmar se os contaminantes presentes serão um risco à saúde dos trabalhadores, devido à sua inalação, ingestão ou contato com a pele. O monitoramento deve ser iniciado e mantido durante o prosseguimento da demolição, para garantir que os locais de trabalho estejam de acordo com o planejado (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011). É importante coordenar com o empreiteiro as atividades que concernem à remoção do material contaminado, evitando danificar os materiais recuperáveis. É fundamental planejar essas atividades, e notificar em caso de atrasos ou imprevistos, de acordo com a gestão de tempo do cronograma geral do projeto.

Os principais riscos para a saúde, que afetam as pessoas ligadas às atividades de demolição surgem a partir de substâncias que podem ser inaladas, ingeridas, ou que entram em contato com a pele e são absorvidas durante os trabalhos, estes riscos podem ser identificados como (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011):

- Gases, vapores, fumos e poeiras que podem ser inaladas e que podem ser cronicamente tóxicos, alergênicos, fibrogênicos, cancerígenos ou asfixiantes;
- Poeiras, e líquidos em contato com a pele que podem ser tóxicos ou corrosivos ou dar origem a, por exemplo, dermatite ou câncer;
- Poeiras inertes que em grandes quantidades podem causar, por exemplo, irritação.

7.3.1.3 Edifícios Adjacentes

As condições das construções vizinhas e outras que possam vir a ser afetadas, e a sua relação com a edificação a ser demolida, devem ser consideradas, levando em conta a existência de arrendamentos temporários, direitos de terceiros, paredes divisórias ou portantes comuns e outras possíveis implicações. As construções adjacentes à obra de demolição devem ser examinadas, prévia e periodicamente, no sentido de ser preservada a sua estabilidade e a integridade física de terceiros (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

O contratante deve notificar os proprietários vizinhos quando os trabalhos de demolição possam causar danos a outras propriedades, a fim de que seja alcançado um entendimento completo antes do início dos trabalhos, em relação a certos assuntos, tais como escoramento provisório, proteção (provisória e definitiva), perturbações e outros, para

que os trabalhos não venham a causar inconvenientes ou vir de encontro aos direitos dos proprietários vizinhos. Em muitos casos isto implica numa vistoria completa dos prédios adjacentes e do seu conteúdo, sendo muito recomendável que sejam tiradas fotografias para registro e futura consulta (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

É necessário ter atenção em zonas urbanas, onde existem grandes condicionalismos em termos de espaço e de acessos. Há a necessidade de proteger os edifícios confinantes e as zonas públicas, de poeiras e de eventuais projeções de materiais, com recurso a jatos de água e estruturas protegidas com redes, lonas ou outros elementos rígidos, em função das características da demolição e dos edifícios ou elementos a proteger. Os condicionalismos locais são em geral uma constante, sobretudo em zonas de malha urbana densa, o edifício está limitado por diversos edifícios confinantes e pela via pública.

Também é importante que outros edifícios em torno do local de demolição não sejam adversamente afetados pela vibração ou choque durante o processo de demolição. Nenhuma parte do processo de demolição deve causar inundações ou a penetração da água em qualquer edifício adjacente (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

7.3.1.4 Serviços Públicos

Antes do início de qualquer trabalho de demolição, o proprietário ou seu agente deve notificar os fornecedores de água, eletricidade, gás, telefone, televisão, internet, esgotos, etc., a fim de que sejam tomadas providências para o desvio, interrupção, paralisação, proteção e isolamento dos serviços que possam ser afetados pela demolição. Em cada caso, qualquer companhia de serviço público que está envolvido deve ser notificada com antecedência, e a sua aprovação ou serviços, se necessário (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015), (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

É importante a realização de um estudo para verificar-se a necessidade de remoção de tubulação e linhas de distribuição. Se for necessário manter algum serviço, como a água ou eletricidade, devem ser aplicadas medidas adequadas de proteção e realocação dos serviços. A localização de todas as fontes de energia aéreas também necessita ser

determinada, como podem ser especialmente perigosas durante qualquer demolição com máquinas. Todos os trabalhadores são informados sobre a localização de qualquer serviço existente ou realocado (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016).

O empreiteiro de demolição tem a obrigação de assegurar que todas as desconexões ou isolamentos e similares são confirmados por escrito pelo fornecedor do serviço público. Os registros de confirmação devem ser mantidos no local da obra, durante toda a demolição, para verificação e referência. Todas as tomadas de alimentação internas devem ser testadas pela pessoa responsável pelo fornecimento de energia, e um registro desses testes também serão mantidos em obra, pelo diário de obra. É preciso um cuidado especial quando se construir as vedações ou pórticos, para garantir que suas fundações não causem estragos nos serviços públicos que ainda estão em uso. Criar medidas para a segurança de pedestres e veículos que passam no local e os caminhos precisam de ser mantidos em condições de segurança (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

Além das infraestruturas habituais e visíveis (gás, eletricidade, etc.), reguladas através de contratos de abastecimento, há a necessidade de verificar se existem ligações antigas ou clandestinas, que em geral, não são facilmente detectáveis na fase de visita ao local e que durante os processos de demolição ou das novas construções, poderão criar situações inesperadas de alto risco.

7.3.2 Inspeção estrutural

Um edifício a ser demolido, com muitos anos de existência, é comum que os elementos incorporados e, em particular a estrutura estejam danificados de alguma forma. A causa determinante da degradação dos materiais tem origem em lesões de envelhecimento e operações relacionadas, que envolveram uma redução da resistência. Por isso não é fácil saber a resistência de todos os outros elementos.

Antes de se iniciarem os trabalhos de demolição é necessário realizar uma vistoria na edificação, para determinar o estado de resistência da estrutura, evitando assim a possibilidade de colapso não planejado de qualquer parte da mesma. Esta tarefa deve ser

realizada por um engenheiro competente, em que posteriormente será apresentado um relatório que contenha os cálculos estruturais de todo o edifício e os seus constituintes. Qualquer estrutura adjacente, em que os trabalhadores possam estar expostos, necessita igualmente ser verificada e deve ser fornecido ao empreiteiro o relatório que contém as informações da inspeção realizada. O empreiteiro de demolição deve manter uma cópia escrita deste levantamento, é aconselhável fotografar os danos existentes em estruturas vizinhas para registro (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016).

7.4 Documentação para a demolição

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 5 e 6
AS 2601:2001	Seção 2 e Anexo A
BS 6187:2011	Seção 5, 8 e 12
CFR 1926 Subpart T	1926.850 e 1926.859
CSA:1980 (R2003)	Seção 3
Best Practice Guidelines for Demolition in NZ	Seção 4
Code of Practice (AS)	Seção 3 e Anexo B

Depois das verificações iniciais devem ser obtidas todas as permissões, autorizações ou alvarás/licenças que são necessárias para iniciar os trabalhos de demolição e se for necessário colocar em prática qualquer medida especial, como trabalhos em estruturas perigosas. Atualmente, para um pequeno edifício ser demolição apenas é obrigatório o alvará de demolição. Deve-se então tomar consciência de que é necessário a implementação de um plano que gerencie todas as atividades da demolição, que sejam planejadas inicialmente, propondo medidas de segurança e gestão de resíduos dentro do canteiro de obra.

As obras de demolição devem ser planejadas de tal forma que seja efetuado um sistema de trabalho que leva em consideração a segurança, saúde, meio ambiente, e eficiência. Todos os envolvidos para a execução do contrato, devem assegurar um planejamento eficaz, a comunicação entre todos, e o fornecimento de tempo suficiente para permitir a execução de um projeto bem-sucedido e eficiente. Os prazos necessários para a aquisição das licenças ou autorizações devem estar descritos na programação dos trabalhos. Depois do contrato ser adjudicado, antes do início dos trabalhos, o contratante deve determinar a sequência das operações e os seguros propostos numa avaliação dos riscos comparativos,

relacionados especificamente com as condições do local (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

Figura 7.3: Esquema com a documentação para a demolição

7.4.1 Plano de Demolição

Com base na inspeção de todo o edifício, em conjunto com a vistoria da estrutura e do local, um plano de trabalho deve ser preparado, documentado e submetido para aprovação. Nenhuma atividade de remoção ou demolição deve ser iniciada até que o plano de trabalho seja aprovado (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

O plano de demolição, deve incluir o seguinte (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011), (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001), (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016), (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013):

- Todas as vistorias relevantes no local de trabalho;
- Os planos mostrando a localização, propriedade e natureza das paredes de contorno, cercas, sebes e árvores, e a localização dos edifícios, estruturas ou recursos subterrâneos que estão a ser objeto das obras ou que estejam a ser preservados;
- A confirmação por escrito de cada uma das empresas de serviços públicos que prestam serviços no local da obra, por exemplo, água, gás, eletricidade, telecomunicações, que precisa de desconectar o seu fornecimento e a confirmação

de desativação dos serviços públicos no local de trabalho (alguns dos serviços públicos podem ser necessário, como água e eletricidade);

- As exigências locais relacionadas com o fornecimento de painéis, pórticos, andaimes, acordos de trabalho e avisos antes do início dos trabalhos por estas atividades de demolição;
- As disposições de indenização de seguros do proprietário do edifício e da cobertura de empregadores públicos e terceirizados até um nível especificado adequado e suficiente para cobrir eventuais riscos específicos decorrentes;
- O contrato adequado para o regime, incluindo as disposições que estabelecem toda a documentação, as obras acordadas, o método de lidar com qualquer atraso no andamento das obras, a conclusão das obras, a capacidade de a empresa contratada acabar as obras na duração prevista, disposições de pagamento, insolvência, quer do proprietário do edifício ou do contratado, entre outras condições;
- A data, para o início das obras e a data, ou duração permitida, para a conclusão das obras;
- Os acordos relativos ao edifícios adjacentes e horários de condições, incluindo material fotográfico e uma lista dos nomes dos proprietários adjacentes, juntamente com os dos seus agentes, acordado entre o proprietário do edifício e os proprietários / ocupantes dos edifícios vizinhos;
- As restrições específicas impostas aos métodos de trabalho, incluindo acordos em relação a materiais perigosos;
- Uma descrição dos métodos de demolição propostos para serem utilizados e o tipo de equipamento proposto para a implementação desses métodos, com uma descrição da sequência proposta da execução dos trabalhos de demolição e uma estimativa do tempo, em dias, das fases de cada atividade;
- O arquivo de saúde e segurança (Plano de segurança e saúde ou PCMAT) com os detalhes de medidas de proteção, incluindo a contenção de fachadas, tapumes ou galerias e andaimes;
- Provisão de um plano de gestão do tráfego para a estrutura e local, que inclui veículos e gerenciamento de riscos em relação à operação no local de trabalho e interação com o público (se for necessário);

- Um plano para a gestão dos resíduos, incluindo tipos e quantidades prováveis, remoção e armazenamento temporário no local, e as opções de reutilização, reciclagem, recuperação, eliminação, etc.;
- As medidas de emergência, por exemplo, para colapsos parciais ou em caso de pequenos acidentes.

O plano de demolição deve ser considerado como um documento que deve estar presente no local de trabalho e deve ser atualizado sempre que houver mais informações disponíveis no decorrer do projeto, sendo disponibilizado para todas as partes envolvidas no trabalho, como parte da divulgação de informações sobre o local (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011), (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

7.4.2 Medidas de Segurança e Saúde

O PCMAT é o programa de condições e meio ambiente do trabalho na indústria da construção civil, que tem como objetivo a prevenção de riscos e a informação e formação dos trabalhadores, ajudando a reduzir os acidentes de trabalho, assim como diminuir as suas consequências quando são produzidos. (SAMPAIO, 1998). O programa de condições e meio ambiente do trabalho deverá ser elaborado por engenheiros de segurança do trabalho, já a sua execução cabe ao engenheiro responsável pela obra ou ao técnico de segurança do trabalho (SKOWRONSKI e COSTELLA, 2004).

Prioriza o treinamento de todos os trabalhadores da obra, isto é, os trabalhadores serão estimulados a participarem, seja na identificação dos riscos quanto nas decisões das medidas preventivas necessárias, além de garantir que todas as medidas de segurança e saúde sejam repassadas aos mesmos. Dando ênfase à temática de prevenção de acidentes e doenças do trabalho, e a determinar que todos os empregados deverão receber treinamento admissional e periódico, visando a garantia da execução de suas atividades. Junto ao treinamento os funcionários receberão os equipamentos de proteção individual básicos, bem como a orientação sobre como utilizá-los, uma vez que é responsabilidade do empregador a entrega, gratuitamente dos equipamentos e proteção adequados ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, além de auxiliá-los e orientá-los sobre como utilizar os mesmos (SAMPAIO, 1998).

7.4.3 Plano de Gestão de Resíduos

A aplicação da hierarquia de gestão de resíduos e a recuperação de materiais em prática deve procurar minimizar resíduos contaminados e maximizar a oportunidade para reutilização e reciclagem. O processo de demolição deve ser, por conseguinte, projetado para a recuperação de materiais, mas tendo em conta as questões de saúde e segurança no trabalho. A inspeção do local, que pode incluir a coleta de informações para o desenvolvimento de um plano de gestão de resíduos, deverá incluir também uma estimativa de qual o tipo e quantidade de resíduos que são susceptíveis de serem gerados e como esses resíduos devem ser geridos (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

O plano de gestão de resíduos auxilia no planeamento das opções de armazenamento, de transporte e de recuperação dos materiais resultantes da demolição e encontra soluções adequadas para reutilizar os materiais e componentes. Deve ser dada preferência à reutilização dos materiais (no local se possível), e como segunda opção a reciclagem. A fim de maximizar a reutilização e reciclagem de materiais, diferentes tipos de materiais devem ser segregados para evitar a contaminação cruzada (uma pequena percentagem de madeira com concreto pode reduzir significativamente a reciclagem potencial de concreto triturado). Outros tipos de materiais que podem ser considerados para a segregação ou reciclagem incluem solo superficial (vegetação), metal, madeira e gesso cartonado (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

7.4.4 Licenciamento

Antes do início de qualquer trabalho de demolição, o proprietário ou seu agente deve requerer às autoridades locais uma licença para executar a demolição. O contratado deve tomar providências junto às autoridades competentes, relativamente à obtenção de um acesso apropriado ao local da obra, que não prejudique terceiros. Qualquer elemento em balanço sobre a calçada pública deve estar de acordo com o especificado pela autoridade competente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

O alvará de demolição é um documento exigido pela prefeitura da cidade que autoriza o requerente a executar a demolição total ou parcial de uma edificação, tendo prazos legais

para prescrever após a sua emissão. Os documentos necessários para a sua requisição na prefeitura municipal da cidade estudada no interior do Estado de São Paulo são:

- 1 via do Requerimento Eletrônico;
- 1 cópia do comprovante de pagamento da taxa municipal para este requerimento - R\$ 203,79;
- 1 cópia da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Registro de Responsabilidade Técnica (RRT), e seu respectivo comprovante de pagamento, do Responsável Técnico pela execução da demolição;
- 1 cópia simples de um comprovante de endereço do proprietário;
- 1 cópia simples do CPF ou CNPJ do proprietário;
- 1 via do Croqui, que deverá conter a área de implantação do edifício no lote, a situação urbana sem escala da quadra e quadro de áreas a serem demolidas;
- 1 cópia da Matrícula atualizada, escritura ou documento devidamente assinado e legitimado que comprove a propriedade ou posse do imóvel.

Antes das operações de demolição, todas as licenças necessárias serão obtidas e todas as partes susceptíveis de serem afetadas serão notificadas da intenção de demolir com tempo suficiente para tomar qualquer ação necessária da sua parte (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003).

7.5 Segurança na demolição

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 5 e 6
AS 2601:2001	Seção 1
BS 6187:2011	Seção 5, 11, 12, 13, 15 e 20
CFR 1926 Subpart T	1926.851
CSA:1980 (R2003)	Seção 3
Best Practice Guidelines for Demolition in NZ	Seção 3, 4 e 5
Code of Practice (AS)	Seção 2
NR 18.5	18.5.3, 18.5.4, 18.5.5 e 18.5.6

Antes do início de cada trabalho de demolição, o empreiteiro deve tomar uma série de medidas para proteger a saúde e a segurança dos trabalhadores no local de trabalho. Estas operações preparatórias envolvem um planejamento global dos trabalhos de demolição, incluindo os métodos a serem usados para dismantelar a estrutura, o equipamento necessário para executar os trabalhos, e as medidas a tomar para a realização de um

trabalho em segurança. O planejamento da demolição é tão importante quanto a sua execução, portanto, deve ser realizado por uma pessoa competente, com experiência em todas as suas fases.

Figura 7.4: Esquema com as etapas da segurança na demolição

É essencial que sejam tomadas precauções adequadas antes e durante os trabalhos de demolição, as quais podem ser divididas em três categorias principais (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011), (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977):

- Preocupações relativas à segurança de pessoas diretamente envolvidas nos trabalhos;
- Precauções necessárias à segurança de pessoas não envolvidas nos trabalhos diretamente, incluindo público de um modo geral;
- Precauções necessárias à segurança e à integridade de propriedades que possam ser afetadas pelos trabalhos de demolição.

O primeiro passo no processo de gestão de risco é identificar os perigos associados aos trabalhos de demolição. Exemplos de riscos de demolição incluem (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016):

- Colapso da estrutura não planejado;
- Queda de objetos, como materiais ou equipamentos;
- A localização de serviços essenciais acima e subterrâneos, incluindo o fornecimento de gás, de água, saneamento básico, telecomunicações, eletricidade;
- A exposição a produtos químicos perigosos - estes podem estar presentes no material de demolidos ou nos pavimentos, onde o trabalho de demolição deve ser realizado (locais contaminados);
- Ruído das máquinas e equipamentos, e os explosivos usados em trabalhos de demolição, e
- A proximidade do edifício ou estrutura a ser demolido para outros edifícios ou estruturas.

7.5.1 Ambiente

Nos casos em que a demolição é realizada em lugares muito expostos ao ambiente, devem ser tomadas providências cuidadosas prevendo a possibilidade de mudanças climáticas repentinas que possam vir a afetar o ritmo dos trabalhos ou provocar qualquer colapso prematuro. Antes de programar qualquer parte dos trabalhos de demolição, o contratado deve considerar as condições meteorológicas. Deve-se ter cuidados especiais com os possíveis efeitos de ventanias e tomar precauções para evitar a inundação do local da demolição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003), (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

7.5.2 Ferramentas

As ferramentas necessárias para a execução dos trabalhos devem seguir as especificações apropriadas, ou na inexistência destas, serem o melhor possível para o trabalho em questão. É da responsabilidade do contratado que as suas instalações e equipamentos sejam do tipo e padrão exigidos pela localização e gênero de trabalho contratado, confiados a um operador competente e mantido em condições de funcionalidade e

segurança a qualquer momento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977). A exposição a vibração no corpo inteiro ou na mão-braço resultante da utilização de ferramentas, instalações e máquinas deve ser evitada, sempre que possível (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

Todas as máquinas, equipamentos e acessórios devem ser usados, inspecionados e mantidos de acordo com as recomendações do fabricante. As máquinas não devem ser sobrecarregadas, o peso e a carga útil devem permanecer dentro da capacidade de elevação da máquina (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011). O manual de instruções que abrange o funcionamento seguro do equipamento deve ser colocado à disposição dos funcionários e supervisores, que devem garantir que este seja estritamente seguido (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.5.3 Supervisão e formação

O contratado deve selecionar um mestre-de-obras, com experiência no método de demolição em questão e legalmente habilitado, para supervisionar e controlar os trabalhos no local. No caso de dois ou mais contratados a operarem no mesmo local simultaneamente, cada um é responsável pela indicação de um mestre-de-obras competente para supervisionar a sua parte dos trabalhos. Para que os trabalhos decorram com eficiência e segurança, estes mestres-de-obras devem colaborar entre si na execução das tarefas, isto não implica na impossibilidade da indicação de um único mestre-de-obras, por dois ou mais contratados. É do interesse do contratante que o mesmo providencie uma fiscalização e supervisão dos trabalhos no local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

Todos os empregadores, incluindo empreiteiros de demolição, devem proceder a uma necessidade de formação análise com base nas necessidades da organização (atuais e futuros), atual experiência, formação dos participantes e suas tarefas e deveres. O treinamento pode ser fornecido tanto pelo empregador, ou terceirizado para a formação especializada (como primeiros socorros no local de trabalho, sistemas anti-queda e de formação em espaços confinados). O empreiteiro deve também garantir que os seus funcionários sejam devidamente treinados para a correta e segura utilização, manutenção

e inspeção de todas as instalações e equipamentos que são necessários para operar, incluindo qualquer equipamento de proteção pessoal e roupas que são obrigatórias usar durante a operação deste equipamento (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.5.4 Limpeza do local

Antes de iniciar a demolição, devem ser removidos todos os resíduos encontrados dentro do canteiro de obras. Cabe ao contratado sanificar o imóvel a ser demolido combatendo ratos, baratas, etc., os produtos usados devem ser tais que não apresentem riscos de vida aos trabalhadores (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

As árvores ou outras vegetações não devem ser removidas sem instruções precisas, deve conter no contrato uma descrição e desenho ou planta, indicando as suas posições. No caso em que as mesmas devam permanecer, serão relacionadas e numeradas, pois devem ser protegidas de possíveis danos ao tronco e galhos por cercas apropriadas. Estas cercas devem ficar a uma distância mínima de 1 metro da copa, mas se possível a uma distância maior. As árvores que permanecerem não devem ser usadas de nenhuma maneira possível como auxílio dos trabalhos de demolição. Os veículos pesados devem ser mantidos afastados para evitar danos aos ramos e às raízes por compressão do solo. Se forem executados trabalhos de escavações, estes devem ser realizadas nas proximidades, com cuidado para que não sejam causados danos às raízes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

7.5.5 Equipamentos de proteção individual

O equipamento de proteção individual são todos os dispositivos de uso individual destinado a proteger a integridade física do trabalhador (SAMPAIO, 1998). É necessário que todos os trabalhadores envolvidos no processo da demolição usem roupas apropriadas e todo o equipamento de proteção individual necessário (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Durante a fase de planejamento do trabalho, todas as necessidades de equipamentos de segurança devem ser determinadas. O método de trabalho escolhido deve assegurar que a exposição ao risco é minimizada de tal forma que os EPI são necessários para proporcionar apenas uma proteção contra os riscos que não podem ser evitados por qualquer outra abordagem planejada para o trabalho. Como resultado dos riscos conhecidos para a saúde e segurança que estão presentes durante trabalhos de demolição, todos os trabalhadores devem ser obrigados a usar, além de capacetes de segurança, vestuário de proteção básico adequado que cubra todo o corpo, como calçados com biqueira em aço, luvas e roupas de alta visibilidade. Adicionalmente pode ser necessário, óculos de proteção para os olhos, sistemas de retenção de quedas (incluindo cintos corporais), proteção auditiva, máscara respiratória. Deve ser sempre fornecida uma formação adequada relativamente ao uso de EPI. Esse equipamento deve ser adequadamente mantido e armazenado para garantir a continuidade dos níveis de desempenho exigido (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

7.5.6 Equipamentos de proteção coletiva

Se por um lado as proteções individuais protegem um operário, as coletivas estão apoiadas sobre o elemento do local de trabalho (SAMPAIO, 1998). O encarregado da demolição deve certificar-se do cumprimento da proibição de acesso a pessoas estranhas ao local da demolição, mesmo durante a interrupção dos trabalhos, desde de que a estrutura seja deixada em condições de estabilidade e segurança no final de cada dia de trabalho (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

O contratado deve obedecer às disposições legais que concernem a necessidade de licenças para tapumes, cercas, iluminação, plataformas, rampas, trilhos e outros. Além disso, a autoridade competente deve exigir que o local seja isolado por meio de tapumes de tábuas sem frestas, ou cercas de altura apropriada. Quando os trabalhos de demolição puderem ocasionar espalhamento de detritos e fragmentos sobre rodovias públicas, devem ser instaladas cerca e/ou telas protetoras, as quais devem ser impermeabilizadas quando houver possibilidade de jatos de água ou respingos atingirem os usuários da via pública (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Apenas as escadas, passagens, e acessos temporários, designados como meios de acesso à estrutura de um edifício podem ser utilizados. Outras formas de acesso devem ser inteiramente fechadas em todos os momentos. Todas as escadas, corredores e equipamentos relevantes para o efeito, que são cobertos por esta seção, devem ser periodicamente inspecionados e mantidos em uma condição limpa e segura (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016).

7.5.7 Medidas preventivas

Um kit de primeiros socorros adequadamente abastecido conforme determinado por um médico, deve estar disponível no local de trabalho, contendo material aprovado em um recipiente à prova de intempéries com pacotes fechados e individuais para cada tipo de item. Que deve também incluir luvas de borracha para evitar a transferência de doenças infecciosas (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016). O responsável por desenvolver as especificações ou os procedimentos para a demolição de uma estrutura, precisa considerar os possíveis métodos de trabalho disponíveis e riscos associados à segurança e saúde dos trabalhadores, propondo métodos de demolição e medidas de controle (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

Quando uma interdição temporária de rua ou ruas puder facilitar os trabalhos de demolição, o contratante deve procurar as autoridades competentes com antecedência, com vista a conseguir o encerramento das vias públicas e outras facilidades, pelo tempo necessário (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Devem ser tomadas medidas para evitar que choques ou vibrações venham a causar danos a propriedades vizinhas, a tubulações e linhas de distribuição, ou ainda que fragmentos projetados causem estes mesmos problemas. Também devem ser tomadas precauções para impedir a penetração de água nos terrenos ou construções vizinhas. Quando o subsolo estiver construído abaixo do lençol freático deve ser colocada uma sobrecarga para impedir a flutuação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Quando forem executadas demolições de fundações adjacentes a prédios vizinhos ou trechos que não são demolidos, devem-se tomar precauções para que as fundações ou o

solo em sua volta estejam suficientemente suportados, e não sejam afetados (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

7.6 Processos de Demolição

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 6, 7 e 8
AS 2601:2001	Seção 2, 3 e Anexo E
BS 6187:2011	Seção 14, 17 e 19
CSA:1980 (R2003)	Seção 4
Best Practice Guidelines for Demolition in NZ	Seção 6
Code of Practice (AS)	Seção 3 e 5

O planejamento envolve a identificação e a avaliação de riscos, para determinar quais as medidas de controle apropriadas, consultando todas as pessoas relevantes envolvidas no trabalho, incluindo contratante, empreiteiro de demolição e operadores de equipamentos móveis pesados, caso necessário (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

Existe uma variedade de métodos de demolição que podem ser utilizados individualmente ou combinados, em toda a edificação ou em diferentes partes. Os métodos de trabalho devem ser elaborados após a conclusão das avaliações de risco definidas pela inspeção estrutural. As precauções de segurança relevantes para cada método de trabalho precisam ser claramente definidas, para que todos os trabalhadores estejam plenamente conscientes das exigências. Em geral, a escolha da técnica deverá permitir a reutilização e/ou a reciclagem de materiais resultantes da demolição. Todos os trabalhadores devem estar familiarizados, e adequadamente treinados, com a utilização das máquinas, ferramentas e equipamentos que serão necessários para operar a demolição (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011), (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

Figura 7.5: Fluxograma dos diferentes tipos de demolição de acordo com a revisão normativa

7.6.1 Demolição Manual

Geralmente, as estruturas devem ser demolidas na ordem inversa à sua construção. A ordem da demolição de uma edificação deve ser progressiva, piso por piso, no sentido descendente, tendo em conta o tipo de construção, e mantendo a estabilidade da estrutura de modo a impedir o colapso inesperado, durante a remoção dos materiais e elementos estruturais (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001), (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

A demolição manual inclui qualquer técnica que utiliza ferramentas manuais ou ferramentas portáteis motorizadas, tais como martelos pneumáticos, martelos manuais, picaretas entre outros, podendo também receber auxílio de equipamentos móveis para suspender ou descer elementos estruturais devidamente selecionadas ou outros elementos construtivos. Os riscos que estão presentes nestas atividades são o colapso inesperado, queda de resíduos e objetos, exposição ao ruído, poeira e substâncias perigosas para a saúde dos trabalhadores e do meio ambiente. Para gerenciar o risco de colapso não planejado, a condição em que se encontram os telhados, paredes e pisos do edifício, deve ser avaliada por uma pessoa competente antes de iniciar os trabalhos de demolição (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

7.6.2 Demolição Mecânica

A demolição mecânica é realizada com recurso a equipamentos mecânicos de pequenas e grandes dimensões, que provocam o derrube ou a fragmentação das estruturas. É definida em função do tipo de equipamento utilizado e o modo como é aplicado na estrutura a demolir, as ações provocadas pelos equipamentos mecânicos podem ser classificadas como tração, compressão, impacto, colapso planejado com o uso direto da máquina, corte e perfuração. Em casos mais complexos podem ser utilizadas combinações de dois ou mais métodos de demolição.

Durante a operação de demolição mecânica por compressão, sendo este o método de demolição com o auxílio de máquinas de grande porte mais utilizado nas demolições seletivas, o equipamento de empurro só deve ser usado quando o equipamento motor (guindaste, escavadeiras, etc.) estiver sobre solo firme e nivelado, a estrutura é comprimida pelo impulso causado pela máquina, até ceder pelo efeito das “pancadas”. O equipamento deve, em geral, ser usado de fora para dentro, o dispositivo conjugado ao equipamento motor para realizar o empurro deve ser de aço, próprio para este tipo de trabalho, não podendo ser usado outro tipo de material. Este procedimento é utilizado principalmente em alvenarias, e no derrube de estruturas de concreto de pequena espessura e debilmente armadas, no entanto, exige também uma grande margem de segurança devido a projeção dos detritos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

7.6.3 Etapas da Execução da Demolição Seletiva

Todos os participantes no processo da demolição seletiva devem observar as medidas de aplicação gerais, com a finalidade, de uma ação não danificar a edificação, tornando perigosa a ação de outro participante no processo. É uma medida prioritária desmontar o edifício na direção oposta da sua construção lógica, assim sendo, o processo tem de ser desenvolvido do piso de cima para o de baixo, no sentido descendente e inicia-se com a desmontagem dos acabamentos, terminando no pavimento do rés-do-chão ou nas fundações (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995).

A execução da demolição seletiva é essencialmente um processo de demolição e desmontagem de elemento por elemento, para alcançar o objetivo principal, sendo este, recuperar o maior número possível de elementos de construção para reutilização e reciclagem de materiais, de modo que os trabalhos não afetem a segurança dos procedimentos.

Figura 7.6: Esquema com as etapas da execução da demolição seletiva

7.6.3.3 Desmontagem de Materiais de Revestimento, Decoração e Acabamentos

Antes de começar qualquer trabalho de desmontagem é realizada uma vistoria, para determinar os equipamentos e outros elementos valiosos que podem ser retirados na “primeira limpeza” (também conhecido como “*soft strip*”, que é o estágio inicial do processo de demolição seletiva, durante o qual os elementos com maior valor monetário e mais fáceis de remover são retirados antes do desmantelamento do edifício, de modo a evitar que sejam danificados), e as quantidades aproximadas de outros elementos e materiais com potencial para preservação e reaproveitamento (addis,2010).

A primeira fase é quando se procede à desmontagem dos elementos arquitetónicos recuperáveis que não pertencem à estrutura do edifício e os acabamentos que não são suporte de outros elementos. A demolição total ou parcial dos edifícios deve começar com a remoção de materiais perigosos, por exemplo, o amianto, entre outros. Isto deve ser seguido pela remoção de produtos não estruturais, por exemplo, luminárias e acessórios, portas, janelas, caixilhos e tetos falsos, mas garantindo os acessos seguros aos locais de trabalho, antes do trabalho sobre a estrutura em si começar (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

7.6.3.4 Desmontagem da cobertura

Se partirmos do princípio que um trabalho de demolição é geralmente iniciado pela ordem inversa à sua construção, a remoção das coberturas é geralmente umas das primeiras atividades e devem ser tomados os cuidados necessários, devido à altura que este trabalho se insere. A estabilidade das coberturas inclinadas é dependente da resistência às forças verticais e horizontais desenvolvidas nos seus suportes, a liberação descontrolada ou mesmo desequilibrada destas forças pode resultar no colapso súbito de todo o telhado. A cobertura plana deve ser desmontada como se fosse um pavimento (STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL, 2001).

A cobertura deve ser inicialmente inspecionada, para identificar que é estruturalmente adequada para a execução dos trabalhos, confirmando a existência de qualquer material frágil ou se o telhado tem um aspeto frágil, por exemplo, uma claraboia ou uma seção desgastada. Os materiais quebradiços ou frágeis da cobertura podem incluir telhas de fibrocimento, painéis de vidro, fibra de vidro, acrílico ou outros semelhantes. É importante verificar se existem telhas de fibrocimento ou revestimento com amianto, neste caso deve ser dada prioridade máxima à remoção destes materiais, com o auxílio de um supervisor e trabalhadores com formação específica para estes trabalhos e com a adequada utilização dos EPI obrigatórios para proteção contra estas substâncias (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

Deve ser retirado primeiramente o telhado para diminuir o peso sobre as janelas e portas e assim facilitar o desmonte destes elementos. A desmontagem em planos inclinados deve ser iniciada pela cumeeira e seguindo o sentido descendente, até ao beiral. Durante a

remoção progressiva de elementos estruturais nas coberturas inclinadas devem sempre ser deixadas as terças, ripas e caibros suficientes para garantir a estabilidade, enquanto a desmontagem prossegue, por meios manuais. Se for necessário, deve ser usado contraventamento provisório, para manter a estabilidade. O processo deve seguir uma forma simétrica para que não se provoque a queda de seções devido a desequilíbrios nas cargas. Desde as camadas exteriores até às camadas interiores, ou seja, primeiro deve ser removido os materiais do revestimento exterior, em seguida o plano de apoio e para finalizar a estrutura da cobertura (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

7.6.3.5 Desmontagem de Paredes Divisórias ou não Portantes

Após a remoção da cobertura procede-se à demolição das paredes não portantes, como paredes divisórias e revestimentos, e paredes externas não estruturais. Deve ser dada atenção ao fato de que em certas estruturas lineares os painéis entre os elementos têm a função de transmissão de esforços e, portanto, a sua remoção ocasionaria a instabilidade da estrutura restante (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

As paredes de alvenaria, ou outras seções de alvenaria, não devem cair sobre os pisos do edifício, ao ponto de exceder a capacidade de carga de segurança dos pavimentos. Nenhuma seção de parede, que é mais do que um andar de altura, será permitida ficar sem escoramento lateral, a menos que essa parede seja originalmente concebida e construída para ficar sem esse apoio lateral, e esteja em uma condição segura e suficiente para ser auto-sustentável (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016). A demolição deve ser progressiva, andar por andar, levando em consideração o tipo de estrutura em causa. Não devem ser amontoados fragmentos e detritos em lotes de altura superior a 2 metros do piso, principalmente exercendo empuxo lateral contra as paredes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Se uma estrutura é composta por painéis pré-fabricados é necessária uma inspeção às fixações dos elementos estruturais, juntas entre elementos, e o levantamento dos pontos ou acessórios, para estabelecer a sua natureza e a condição em que se encontra, antes de

qualquer demolição da estrutura começar. Sempre que possível, os painéis devem ser removidos por um guindaste. Os pontos de elevação originais ou acessórios não devem ser utilizados para levantar ou apoiar um painel durante a sua remoção se estiverem degradados ou corroídos. Antes de remover qualquer painel individual, deve ser plenamente apoiado, tanto na vertical quanto na horizontal, acima do seu centro de massa, de modo a impedir qualquer movimento de rotação súbita, durante o seu desprendimento da estrutura de suporte (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

Em edifícios de estruturas de concreto armado, se as paredes divisórias não se encontram submetidas a cargas verticais, estas devem ser cortadas verticalmente de cima para baixo, de modo a facilitar a queda por derrube. Quando as paredes são constituídas por alvenaria, e as vigas do edifício em madeira ou metal, é necessário removê-las pela ordem inversa à ordem em que foi construída (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

7.6.3.6 Demolição ou Desmontagem de Paredes de Fachada ou Estruturais

A condição e a estabilidade das paredes devem ser determinadas, as cargas identificadas e a segurança das ligações nas extremidades das paredes transversais estabelecidas. A condição estrutural das paredes que deverão permanecer, incluindo as paredes de qualquer propriedade vizinha, deve ser estabelecida e devidamente escoradas. O possível efeito sobre a restante estrutura durante a remoção das paredes também deve ser considerado, com particular relevo para a ação do vento. Deve-se considerar a possível instabilidade local, incluindo flambagem da parede devido à remoção de partes da estrutura que forneciam escoramento. Os tipos construtivos podem variar desde alvenaria, blocos ou tijolos, até sistemas mais industrializados (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

As paredes de concreto devem ser cortadas em faixas e demolidas como se fossem pilares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977). Se forem estruturais, deve-se dismantelar previamente todos os elementos de construção localizados acima destas, tais como, lajes entre outros, piso por piso. Se a parede tem apenas função de preenchimento, o dismantelamento deverá ser efetuado depois de ser retirada a laje de cobertura (SAFE WORK AUSTRALIA, 2016).

7.6.3.7 Demolição de Pavimentos

Após todos os elementos referidos anteriormente serem retirados e o edifício resumir-se unicamente à parte estrutural, inicia-se o processo de demolição das lajes. Para tal é necessário retirar as vigas, paredes e os pilares que se apoiam na laje. Caso não seja possível a reutilização e reciclagem de elementos de construção estruturais, procede-se a demolição da estrutura.

Antes de demolição é definido as características de suporte de carga da laje, confirmando os detalhes de reforço, incluindo a direção do reforço principal, por exemplo, por detecção electrónica ou fazendo furos de pequenas dimensões experimentais. A resistência e a qualidade do concreto também devem ser determinadas. O método de demolição precisa ter em conta o padrão do reforço, por exemplo, se é unidirecional ou bidirecional. Ausência de reforço faz uma laje suspensa susceptível ao súbito colapso (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

Os elementos estruturais ou de suporte de carga em qualquer pavimento não devem ser cortados ou removidos até que todos os pisos acima estejam demolidos e removidos (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016). Nos elementos estruturais pesados de madeira ou aço, estes devem ser segurados ou apoiados nas extremidades antes de serem cortados e em seguida transportados de maneira segura. Os pisos de concreto armado devem ser demolidos em faixas paralelas à armação principal. Em lajes monolíticas, deve-se determinar a direção da armação principal e depois cortar em faixas paralelas a esta direção, removendo faixa por faixa. Quando for o caso de lajes nervuradas, o critério de cálculo e os métodos construtivos devem ser conhecidos antes do início dos trabalhos de demolição, não se devem cortar nervuras inadvertidamente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Quando as vigas são contínuas de duas seções consecutivas, é necessário ter em atenção na seção central da laje, que não deve ser cortada. E em que condições a laje da cobertura se encontra, em caso de deformação ou queda. As cargas suportadas pelos escoramentos a serem transmitidas pelos elementos estruturais que estavam em boas condições, não

devem exceder a sua carga admissível. Os escoramentos devem ser executados de baixo para cima, no sentido oposto ao processo de remoção e inicia-se pelos vãos em balanço. É necessário ter cuidado nas zonas junto a instalações sanitárias, canalizações e chaminés (GENERALITAT DE CATALUNYA DEPARTAMENT DE MEDI AMBIENTE, 1995).

7.6.3.8 Demolição de Vigas e Pilares

Para a remoção das vigas é importante que exista um cabo de suporte nas extremidades a apoiar estes elementos. O concreto deve ser cortado nas extremidades, expondo a armação. Esta deve ser colocada de tal maneira que a viga possa ser baixada lentamente para o solo ou piso (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003).

Após a demolição das lajes, vigas e todos os elementos estruturais que descarregam nos pilares, deverá ser executada a demolição destes, cortando os pilares pela base. Se o pilar é de concreto armado, devem-se cortar as armaduras de uma das faces e, por tração controlada fazê-lo cair sobre o pavimento, com o auxílio de uma corda. Por último, corta-se as armaduras da outra face (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

A execução do processo da demolição é uma das categorias de maior relevância dentro de todas as atividades estudadas, a demolição seletiva efetuada pelas empresas em estudo define-se pela utilização dois métodos de demolição, a manual que é realizada com o auxílio de mão-de-obra predominante e equipamentos manuais, e a demolição mecânica por compressão, com auxílio de uma máquina escavadeira, sendo utilizado maioritariamente o método manual. Em função do prazo da demolição e do interesse da empresa em recuperar os materiais para reutilização, a predominância destes métodos pode variar, acabando por ser executada uma demolição mais mecanizada, se o prazo da demolição for mais curto. O propósito destas diretrizes é implementar uma demolição o mais manual possível, e como isso recuperar o máximo de materiais, deixando apenas os elementos estruturais mais resistentes serem derrubados pela demolição mecânica, que impossibilita a sua reutilização, mas permite a sua reciclagem pelo aterro da cidade.

7.7 Otimização de gestão de resíduos

Fundamentação	
ABNT NBR 5682/1977	Seção 6 e 7
BS 6187:2011	Seção 12 e 18
CFR 1926 Subpart T	1926.852, 1926.853, 1926.854 e 1926.857
CSA:1980 (R2003)	Seção 3
Best Practice Guidelines for Demolition in NZ	Seção 5 e 8
Code of Practice (AS)	Seção
NR 18.5	18.5.7, 18.5.8, 18.5.9, 18.5.10 e 18.5.12

É importante planejar o sistema de remoção e separação dos resíduos, devido aos grandes condicionalismos que estes apresentam, em termos da ocupação de espaço no interior dos edifícios para o exterior. O seu transporte para o aterro, deve ser efetuado em condições de segurança e em cumprimento da legislação e diretrizes aplicáveis em termos ambientais, com a utilização de guias, um contrato com um aterro licenciado, etc.

O depósito de resíduos pode aumentar significativamente devido à degradação, danos e inadequada estocagem causada pela má formação dos trabalhadores e controle por parte dos responsáveis em obra. A movimentação de boas práticas deve ser planejada e adotada para minimizar a acumulação desses resíduos. As avaliações devem ter em conta, por exemplo: corte e elevação (como uma operação), separação de materiais para reutilização e reciclagem, elevação e transporte, criação de um armazenamento estável, remoção dos resíduos e trabalhadores que apliquem as boas práticas de saúde e segurança. O equilíbrio e segurança de cargas devem ser verificados para o movimento de transporte de resíduos (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

A otimização da reciclagem vem junto com a indústria da demolição, que se tornaram muito hábeis com a utilização das recentes tecnologias, para minimizar os desperdícios de resíduos em aterros. Isso também reduz os custos gerais, tanto para o contratante de demolição como para os seus clientes. Os clientes devem ter como objetivo continuar a minimizar o desperdício para aterros e garantir que, sempre que possível qualquer elemento de natureza histórica ou cultural seja recuperado e colocado de volta no mercado. O empreiteiro de demolição deve implementar um plano de gestão de resíduos.

O registro deve conter informações detalhadas, identificando os tipos de resíduos, quantidade, destino e medidas de reciclagem e eliminação a aplicar. Ao carregar os resíduos em caminhões é preciso ter cuidado para não derramar detritos ao longo do percurso até ao aterro, o carregamento só deve ser feito no local de demolição e com a permissão dada pela autoridade territorial para carregar na estrada (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.7.1 Remoção, Separação e Armazenamento

Os objetos pesados ou volumosos devem ser removidos mediante o emprego de dispositivos mecânicos, ficando proibido o lançamento em queda livre de qualquer material. No ponto de descarga da calha, deve existir um dispositivo de fechamento, por uma comporta de madeira ou ferro, manobrada por um operário. Os elementos da construção em demolição não devem ser abandonados em posição que torne possível o seu desabamento. Os materiais das edificações, durante a demolição e remoção, devem ser previamente umedecidos. E a armazenagem de resíduos e detritos em qualquer piso não deve exceder as cargas por piso permitido (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2015).

É permitida a remoção de entulhos em queda livre através das aberturas, desde que esteja totalmente desimpedido, permitindo a passagem livre dos detritos. Devem ser fechadas quaisquer outras aberturas nos pisos e paredes dos andares inferiores adjacentes à área em que se faz a remoção do material por queda livre. Os elementos volumosos de aço, concreto ou madeira podem ser descidos por meio de equipamentos de guindar e devem ser suportadas pelos mesmos equipamentos durante a operação de armazenamento. Esses elementos também podem ser removidos por meio de calhas ou condutas de descarga em queda livre desde que reduzidos a fragmentos suficientemente pequenos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977), (OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION, 2016).

Os resíduos devem ser transportados em recipientes ou contentores adequados e no caso, em que são transportados em caminhões de caixa aberta, devem ser cobertos com redes ou lonas, para evitar a libertação de poeiras durante o trajeto, desde a obra até aos aterros autorizados.

A capacidade de reciclagem ótima pode ser alcançada principalmente no local da demolição, colocando os diferentes tipos de resíduos em pilhas separadas, para depois serem transportados para fora do canteiro. Esta medida é comumente conhecida como "separação na origem", a alternativa é vulgarmente conhecida como "misturados". Este é o lugar onde todos os materiais são transportados para um depósito sendo depois enviados para reciclagem. Uma boa gestão local não só impede que a mistura da porção inerte juntamente com a porção não inerte dos resíduos de demolição, mas também facilita a triagem no local e a sua separação para a fonte (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.7.2 Transporte para a destinação final

Os veículos usados neste transporte devem ser cobertos para evitar a perda de material infestado, e depois varridos e imunizados antes de serem usados novamente. O contratado deve tomar precauções para evitar o espalhamento, por veículos, de lama e resíduos sobre vias públicas e a sua penetração em esgotos públicos ou cursos de água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Os resíduos devem ser classificados de acordo com sua composição e potencial para prejudicar o meio ambiente. Os materiais que contêm substâncias perigosas devem ser isolados e vedados antes de serem enviados para uma instalação licenciada. Certos materiais usados devem sempre ser tratados como resíduos perigosos, por exemplo, o amianto e as lâmpadas fluorescentes. Isto é em parte para maximizar os benefícios ambientais e para evitar a contaminação com os resíduos não perigosos (BRITISH STANDARD INSTITUTE, 2011).

O empreiteiro de demolição deve identificar potenciais mercados para os materiais. Idealmente, os mercados finais devem ser localizados o mais próximo possível do local de demolição para reduzir os custos de transporte e as emissões de carbono, durante o transporte deve existir um documento que contenha uma descrição e quantidade dos resíduos transportados (NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION, 2013).

7.7.3 Limpeza do terreno

Após a conclusão do trabalho de demolição, o local deve ser nivelado e limpo. Qualquer pessoa que leve a efeito uma operação de demolição deve certificar-se de que ao completá-la, a menos que se proceda imediatamente às operações de reconstrução, o terreno seja imediatamente limpo e nivelado, e isolado por cercas, tapumes ou cancelas que evitem por completo o acesso de terceiros. No final das operações de demolição deve ser realizado um exame final às estruturas adjacentes, para assegurar que são deixadas em condições seguras, de acordo com a sua construção inicial (CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION, 2003), (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1977).

Capítulo 8 – Conclusões

A indústria da construção civil é um setor que produz uma grande quantidade de resíduos, particularmente na fase final do ciclo de vida de uma edificação, o que a torna responsável por procurar novas soluções para o gerenciamento de resíduos, tanto dentro do canteiro de obra, como também nas usinas para a destinação final. O consumo desmedido de matéria-prima e a falta de controle durante o descarte dos resíduos são os principais problemas do impacto ambiental provocado por este setor. Tal como foi discutido na revisão bibliográfica, é importante focar na implementação dos três pilares da sustentabilidade, não só exclusivamente no desempenho ambiental, mas também no social e no econômico.

Esta dissertação enfatiza a preocupação do rápido crescimento das demolições no Brasil, e o aumento das taxas de resíduos nos aterros. Para tal foram sugeridas novas estratégias para combater este processo de trabalho generalizado, que possui uma legislação insuficiente e desatualizada, e uma precária inspeção e penalização às empresas, por parte dos municípios e órgãos legislativos. A pesquisa teórica refletiu-se numa revisão bibliográfica sobre este tema, bem como uma análise de normas nacionais e internacionais sobre o processo de demolição, propondo práticas mais sustentáveis a serem adotadas por empresas demolidoras, na etapa final da edificação. A estrutura das diretrizes desenvolvidas procurou esclarecer e aprofundar o estado de arte estudado através da sua abordagem teórica, focando as principais atividades a serem executadas em demolições seletivas, sendo que alguns aspetos devem ser ajustados à realidade de cada situação.

Focou-se a importância de estudar as pequenas empresas de demolição porque são estas que geram os mercados de revenda de materiais de segunda mão nas pequenas cidades, por meio da aplicação de uma demolição mais manual que permite um maior aproveitamento de materiais em relação ao tradicional processo mecânico. Apesar de algumas empresas efetuarem uma visita inicial ao local da demolição, constatou-se que o edifício é avaliado apenas de uma maneira muito superficial. É importante que estas pequenas empresas aprofundem mais esta vistoria inicial e que com essa avaliação seja

gerado um relatório sobre o estado em que se encontra o edifício e os seus constituintes, para que possam proporcionar um maior aproveitamento de materiais durante a demolição do edifício. Foi verificado que todas as três pequenas empresas funcionam do mesmo modo, para iniciar as atividades de demolição o cliente precisa entregar o alvará de demolição obtido na prefeitura, após obtenção do alvará é notificado o SAAE para desativação da água, rede de esgotos e energia elétrica, sendo que não foi necessária a utilização destes serviços. Durante o acompanhamento das obras foi verificado que não existe nenhum documento em obra, apenas existe uma noção da duração das atividades pelo responsável. Pela empresa E3 também é pedido na prefeitura a licença para tapumes, para vedação do canteiro de obra.

Por mais simples que sejam as demolições, existe uma necessidade de desenvolver medidas de segurança aplicadas à demolição seletiva. É essencial a implementação de um cronograma de atividades que possibilite aos responsáveis gerirem a duração e a execução das tarefas em obra. Outro documento que é relevante é um plano de gerenciamento de resíduos, que permita controlar quais os materiais que serão aproveitados, quais os resíduos gerados e como serão separados, armazenados e transportados para aterro. É importante conter também uma tabela da orçamentação dos materiais para revenda, que permita avaliar o lucro das vendas obtidas.

Através dos estudos de caso foi possível entender que as pequenas empresas de demolição necessitam de uma mão-de-obra mais especializada na demolição seletiva, por vez os trabalhadores não têm nenhuma formação em obra, nem são informados como identificar os materiais perigosos, existindo em alguns dos casos, um responsável em obra com essa função, como na empresa E2. Outro dos grandes problemas destas empresas é que nem sempre os trabalhadores estão registrados, executando trabalhos com risco de acidentes, mas sem um seguro formal. Para atenuar esse problema, a maioria dos trabalhadores não utiliza EPI, e os EPC em obra são escassos e precários, tal como foi verificado durante o acompanhamento em obra. Existem grandes adversidades a melhorar dentro da segurança em obra, tanto por parte dos responsáveis, como por parte dos trabalhadores. A dimensão das medidas preventivas, como a formação e informação dos trabalhadores, a contínua supervisão por parte dos responsáveis e a correta utilização dos EPI e EPC são aspetos que devem ser melhorados por estas empresas.

A execução do processo da demolição é uma das categorias de maior relevância dentro de todas as atividades estudadas, a demolição seletiva efetuada pelas empresas em estudo define-se pela utilização dois métodos de demolição, a manual que é realizada com o auxílio de mão-de-obra predominante e equipamentos manuais, e a demolição mecânica por compressão, com auxílio de uma máquina escavadeira, sendo utilizado maioritariamente o método manual. Em função do prazo da demolição e do interesse da empresa em recuperar os materiais para reutilização, a predominância destes métodos pode variar, acabando por ser executada uma demolição mais mecanizada, se o prazo da demolição for mais curto. O propósito destas diretrizes é implementar uma demolição o mais manual possível, e como isso recuperar o máximo de materiais, deixando apenas os elementos estruturais mais resistentes serem derrubados pela demolição mecânica, que impossibilita a sua reutilização, mas permite a sua reciclagem pelo aterro da cidade. Durante os estudos de caso e as entrevistas realizadas foi verificado que as pequenas empresas demolidoras não seguem nenhuma legislação quanto à separação de resíduos em obra, os resíduos são simplesmente misturados, e recolhidos por um caminhão que irá transportá-los para o aterro da cidade para serem reciclados, sendo por lei obrigatório o seu envio para o aterro, em todas as cidades. Nesta última categoria de análise reflete-se a importância da separação em obra dos resíduos obtidos, facilitando a sua reciclagem nos aterros de acordo com a legislação CONAMA. Os materiais e elementos construtivos recuperados necessitam de um local dentro do canteiro, para o seu armazenamento seguro e organizado, antes de serem enviados para as lojas de revenda. Possibilitando assim um maior aproveitamento de materiais para reutilização.

Em conversa com os empreiteiros, tornou-se evidente que os materiais mais procurados nos trabalhos de demolição são os tijolos maciços, telhas de cerâmica e madeira, se for Peroba Rosa ou outra madeira em extinção. De acordo com os vendedores, os clientes preferem estes materiais pela qualidade de fabrico, no caso de materiais cerâmicos, no caso da Peroba Rosa é uma madeira de excelente qualidade que se encontra em extinção, o que a torna muito procurada para a fabricação de móveis, devido à sua durabilidade e resistência, podendo durar mais de 100 anos. Além destes, todos os elementos metálicos, como a fiação em cobre, são recuperados, como também telhas de fibrocimento, portas, janelas, sanitários, pias, bancas de cozinha, mobiliário e vidro. Tudo o que se torna resíduo é misturado no local e é enviado para o aterro da cidade, e posteriormente

reciclado. Se houver argamassas e concretos estes são reciclados e transformados em detritos para pavimentação de estradas.

Respetivamente às perspectivas futuras é necessário promover a contínua procura de novas soluções para incentivar a demolição seletiva de edifícios e a expansão dos mercados para os materiais originados por estes trabalhos de modo a aumentar o interesse pela sua demanda, não só pela população de renda mais baixa, que tende a procurar os materiais usados, considerando o maior preço dos materiais novos. É importante adotar medidas que incentivem a correta separação e armazenamento no canteiro de obra, facilitando a reciclagem de resíduos capazes de reutilização benéfica, minimizando assim a carga sobre aterros e áreas públicas.

Destaca-se a necessidade de criar organizações regulamentadoras públicas ou cooperativas privadas, focadas na execução das atividades de demolição, que auxiliem as empresas demolidoras e os seus trabalhadores. Fornecendo informação, tais como as diretrizes propostas e promovendo segurança e qualidade nos trabalhos de demolição. Contribuindo com modelos e orientações para o desenvolvimento destas pequenas empresas de demolição que promovem o mercado de revenda de materiais obtidos das obras de demolição. Através da internet, estas organizações devem fornecer modelos de contratos, alvará e auxílio no registro dos trabalhadores, cronograma da execução dos trabalhos, plano de gerenciamento de resíduos e tabelas de orçamento dos materiais obtidos ou até medidas de segurança a aplicar em obra. Existe também a necessidade de promover os mercados de segunda mão, aumentando a sua procura, estas organizações podem também dirigir o seu foco para uma melhoria no gerenciamento de resíduos, através de consultoria às empresas de demolição.

Existem hoje oportunidades para a indústria investir em atividades que criarão lucro, sendo uma mais-valia em termos de resultados ambientais, extraindo valiosos recursos do fluxo de resíduos de construção e demolição e criando mercados para esses recursos.

Referências

- ADDIS, B. **Reúso de Materiais e Elemento de Construção**. Tradução de Christina Del Posso. São Paulo: Oficina de Textos, 2006 (2010).
- AKBARNEZHAD, A.; ONG, K. C. G.; CHANDRA, L. R. Economic and environmental assessment of deconstruction strategies using building information modeling. **Automation in Construction**, outubro 2013. 131-144.
- AKBARNEZHAD, A.; ONG, K. C. G.; CHANDRA, L. R. Economic and environmental assessment of deconstruction strategies using building information modeling. **Automation in Construction**, Sydney, v. 37, p. 131-144, 2014.
- ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem de Resíduos na Construção Civil, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5682 Contratação, Execução e Supervisão de Demolições**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 41. 1977.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 100004 Resíduos Sólidos - Classificação**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro. 2004.
- BANIAS, G. et al. Assessing multiple criteria for the optimal location of a construction and demolition waste management facility. **Building and Environment**, Theassaloniki - Greece, v. 45, p. 2317-2326, 2010.
- BOWES, H.; GOLTON, B. Obsolescence and Demolition of Local Authority and Dwellings in the UK- A Case Study. **CIB Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, Wellington, New Zealand, 6 Abril 2001. 87-97.
- BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. **Avaliação do ciclo de vida dos edifícios-Impacte ambiental de soluções construtivas**. Minho, Portugal: ED. Autor, 2001.

BRAGANÇA, L.; MATEUS, R. *Análise do Ciclo de Vida das Construções Metálicas. I CONGRESSO LUSO-AFRICANO DE CONSTRUÇÃO METÁLICA SUSTENTÁVEL*, Luanda, Angola, 2012.

BRITISH STANDARD INSTITUTE. *Code of practice for full and partial demolition*. British Standard Institute. London, p. 158. 2011.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. *S350-M1980 Code of Practice for Safety in Demolition of Structures (Design) (Reaffirmed 2003)*. Canadian Standards Association. Toronto, p. 42. 2003.

CASTRO, M. D. F.; MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. *Práticas sustentáveis de projetos em edifícios hospitalares*, 2011.

COELHO, A.; BRITO, J. Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. *Waste Management*, Lisboa, v. 32, p. 532-541, Janeiro 2012.

COELHO, A.; DE BRITO, J. Economics analysis of conventional versus selective demolition - A case study. *Resources, Conservation and Recycling*, Lisboa, v. 55, p. 382-392, 2011.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *CONAMA Resolução n.307*. [S.l.]: CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 5 Julho 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA n348*. [S.l.]. 2004.

COPCO, A. *Demolição Profissional: Ferramenta adequada para cada trabalho*. Essen, Germany. 2006.

COUTO, A. B.; COUTO, J. P.; TEIXEIRA, J. C. *Desconstrução - Uma ferramenta para sustentabilidade da construção*. NUTAU - Nucleo de pesquisa de Tecnologia de *Arquitetura e Urbanismo*, 2006.

COUTO, J.; COUTO, A. Analysis of Barriers and the Potencial for Exploration of Deconstruction Techniques in Portuguese Construction Sites. **Sustainability**, v. 2, p. 428-442, 27 Janeiro 2010.

CROWTHER, P. Building Deconstruction in Australia. **CIB - Overview of Deconstruction in Selected Countries**, 252, 18-19 Maio 2000.

CROWTHER, P. Developing an Inclusive Model for Design for Deconstruction. **CIB Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, Wellington, New Zealand, 6 Abril 2001. 1-26.

DANTATA, N.; TOURAN, A.; WANG, J. An analysis of the cost and duration for deconstruction and demolition of residential buildings in Massachusetts. **Resources Conservation & Recycling**, v. 44, p. 1-15, 2005.

DENHART, H. Deconstructing disaster: Economic and environmental impacts of deconstruction in post-Katrina New Orleans. **Resources, Conservation and Recycling**, Portland, v. 54, p. 194-204, 2010.

DIVEN, R.; TAYLOR, M. R. Demolition Planning. In: ARCHITECTS, T. A. I. O. **The Architect's Handbook of Professional Practice**. [S.l.]: John Wiley & Sons, Inc, 2006.

DIVEN, R.; TAYLOR, M. R. Demolition Planning. In: ARCHITECTS, T. A. I. O. **Architects Handbook of Professional Practice**. [S.l.]: John Willey & Sons, Inc, 2006.

DORSTHORST, B. J. H.; KOWALCZYK, T. Re-use of Apartment Building: A Case Study. **CIB- Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, 6 Abril 2001. 55-66.

EPA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Lifecycle Construction Resource Guide**. Atlanta, GA: [s.n.], 2008.

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

GOOGLE. Google Maps. **Google Maps Brasil**, 2011. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps>>. Acesso em: 2 Agosto 2015.

GOOGLE. Google Maps. **Google Maps Brasil**, 2015. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/@-22.0027849,-47.8971016,15z>>. Acesso em: 2 Agosto 2015.

GUY, B. Building Deconstruction Assessment Tool. **CIB Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, Wellington, New Zealand, 6 Abril 2001. 125-137.

GUY, B.; MCLENDON, S. **Building Deconstruction: Reuse and Recycling of Building Materials**. Gainesville, FL. 2000.

GUY, B.; SHELL, S. Design for Deconstruction and Material Reuse, 2002.

HOBBS, G.; HURLEY, J. Deconstruction and the Reuse of Construction Materials. **CIB Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic and Policy**, Wellington, New Zealand, 6 Abril 2001. 98-124.

HOGLMEIER, K.; WEBER-BLASCHKE, G.; RICHTER, K. Potentials for cascading of recovered wood from buildingdeconstruction—A case study for south-east Germany. **Resources, Conservation and Recycling**, Munchen - Germany, v. 78, p. 81-91, Julho 2013.

HUA, J.; WANGB, ; GAUNTB, J. A. Recycling lead-based paint contaminated deconstructed masonry materials as aggregate for Portland cement concrete—A cost effective and environmental friendly approach. **Resources, Conservation and Recycling**, 2010. 1453-1460.

JAILLON, L.; POON, C. S. Life Cycle Design and Prefabrication in Buildings: A review and case studies in Hong Kong. **Automation in Construction**, p. 195-202, 2014.

JONH, V. M.; ÂNGULO, S. C. Metodologia para desenvolvimento de reciclagem de resíduos. In: ROCHA, J. C.; JONH, V. M. **Utilização de Resíduos na Construção Habitacional Coletânea HABITARE Volume 4**. Porto Alegre: HABITARE, 2003. p. 9-71.

KARPINSKI ET AL., L. A. Capítulo 1 - Os Resíduos da Indústria da Construção Civil. In: KARPINSKI ET AL., L. A. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: Uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2009. p. 15-69.

KEELER, M.; BURKE, B. A Gestão de Resíduos de Construção e Demolição. In: KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010. p. 292-299.

KIBERT, C. J.; CHINI, A. R. Overview of Deconstruction in Selected Countries. **CIB Report N252**, 2000.

MACHADO, M. F.; MOUCO, J. D. C.; SOARES, C. A. P. Gestão Sustentável: O gerenciamento dos resíduos sólidos da indústria da construção civil. **XIII SIMPEP - Simpósio da Engenharia de Produção**, Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 Novembro 2006. 1-11.

MACOZOMA, D. S. Towards an Established Secondary Construction Materials Market in South Africa: Some Bottlenecks and Solutions. **Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, 6 Abril 2001. 67-77.

MARINHO, J. L. A.; SILVA, J. D. Gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição: Diretrizes para o Crescimento Sustentável da Construção Civil na Região Metropolitana do Cariri Cearense. **E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis**, 2012. 102-119.

MATEUS, R.; BRAGANÇA, L. **Tecnologias Construtivas par a Sustentabilidade da Construção**. Porto, Portugal: Ecoply Porto, 2006.

MATTARAIA, L.; MARTINS, A.; FABRICIO, M. M. Critérios para Avaliação do Potencial do Desmonte e Reciclagem de Materiais de Sistemas Construtivos Inovadores. In: KARMIERCZAK, C. D. S.; FABRICIO, M. M. **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadores**. 1. ed. São Carlos: Editora SCIENZA, 2016. Cap. 11, p. 315-338.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NORMA REGULAMENTADORA 18 - NR 18.5 Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção - Demolição**. Ministério do Trabalho e Emprego. [S.l.]. 2015.

NEW ZEALAND DEMOLITION AND ASBESTOS ASSOCIATION. **Best practice guidelines for demolition in New Zealand**. Work Safe. [S.l.]. 2013.

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION. **29 CFR 1926 Subpart t – Whether the demolition standard applies to moving a residential structure**. Occupational Safety and Health Administration. [S.l.]. 2016.

PAIVA, P. A.; RIBEIRO, M. D. S. A reciclagem na Construção Civil: como economia de custos, 2011.

PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. Amadora, Portugal: Instituto do Ambiente, 2006.

PINTO, T. D. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Departamento de Engenharia da Construção Civil, 1999. 189 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. <http://www.saocarlos.sp.gov.br/>. **Prefeitura Municipal de São Carlos**. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/>>. Acesso em: 12 junho 2016.

PULASKI, M. et al. Design for Deconstruction: Material Reuse and Constructibility, 2003.

ROCHA, C. A Percepção sobre o conceito de Desmontagem das Edificações e o Emprego dos Materiais de Demolição. **IV Encontro Nacional e II Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis**, 2007. 1-9.

ROCHA, C. G.; SATTLER, M. A. A discussion on the reuse of building components in Brazil: An analysis of major social, economical and legal factors. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, p. 104-112, 4 Agosto 2009.

ROUSSAT, N.; DUJET, C.; MÉHU, J. Choosing a sustainable demolition waste management strategy using multicriteria decision analysis. **Waste Management**, Lion, v. 29, p. 12-20, 2009.

SAFE WORK AUSTRALIA. **Demolition Work - Code of Practice**. Safe Work Australia. [S.l.], p. 40. 2016.

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

SALADO, G. D. C.; SICHIERI, E. P. Metodologias para Avaliação da Estabilidade/Solidificação (Encapsulação) de Resíduos Industriais para Uso em Matrizes Cimentícias, Poliméricas e Cerâmicas e para Desenvolvimento de Produtos para a Construção Civil. In: KARMIERCZACK, C. D. S.; FABRICIO, M. M. **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras**. 1. ed. São Carlos: Editora SCIENZA, 2016. Cap. 2, p. 7-36.

SAMPAIO, J. C. D. A. **PCMAT - Programa de Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Industria da Construção**. São Paulo: Editora Pini Ltda., 1998.

SANTOS, A. L.; BRITO, J. **Desconstrução**: um complemento à Reabilitação. 2o Conferência "Construção e Reabilitação Sustentável de Edifícios no espaço Lusófono. Caparica: Faculdade de Ciências e Tecnologias - Universidade Nova de Lisboa. 2012.

SCHULTMANN, F. et al. Methodologies and Guidelines for Deconstruction in Germany and France. **CIB Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy**, Wellington, New Zealand, 6 Abril 2001. 27-41.

SCHULTMANN, F.; SUNKE, N. Energy-oriented deconstruction recovery planning. **Building Research & Information**, 35, 13 Setembro 2007. 602-6015.

SILVA, C. R. **A Problemática dos Resíduos de Construção e Demolição**: Custos e Benefícios da Triagem. Lisboa, Portugal: Cadernos CEIFA, 2004.

SKOWRONSKI, C.; COSTELLA, M. F. **Novo Modelo de PCMAT Baseado nas Contribuições do Plano de Segurança e Saúde na Construção**. I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. São Paulo: [s.n.]. 2004. p. 1-9.

STANDARDS AUSTRALIA INTERNATIONAL. **AS 2601:2001 The demolition of structures**. Standards Australia International. Sidney. 2001.

TESSARO, A. B.; SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e Classificação dos Resíduos Procedentes da Construção Civil e Demolição no Município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, 2012.

THOMSEN, A.; SCHULTMANN, F.; KOHLER, N. Deconstruction, demolition and destruction. **Building Research & Information**, 39:4, 30 Junho 2011. 327-332.

TINGLEY, D. D.; DAVISON, B. Design for deconstruction and material reuse. **ice - Institution of Civil Engineers**, Sheffield, v. 164, p. 195-204, 2011.

TORGAL, F. P.; JALALI, S. **A Sustentabilidade dos Materiais de Construção**. Vila Verde: TecMinho, 2010.

VEFAGO, L. H. M.; AVELLANEDA, J. Recycling concepts and the index of recyclability for building materials. **Resources, Conservation and Recycling**, Barcelona, v. 72, p. 127-135, 2013.

WEBSTER, M. D.; COSTELLO, D. T. Designing Structural Systems for Deconstruction: How to Extend a New Building's Useful Life and Prevent it from Going to Waste When the End Finally Comes. **Greenbuild Conference, Atlanta, GA**, Novembro 2005. 1-14.

YIN, R. K. **Estudos de caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, v. 3 Edição, 2005.

APÊNDICE A

Questionário para as Empresas de demolição:

1. Contratação da empresa

1.1 Nome / Cidade

1.2 Há quanto tempo está no mercado?

1.3 Quais são os serviços prestados?

1.4 Possui equipamentos próprios (ferramentas, máquinas, camiões)?

1.5 Como funciona o processo de contratação (telefone, e-mail, conversa pessoal)?

1.6 Quais as exigências do cliente sobre o processo de demolição (prazo, mão-de-obra especializada, equipamentos, técnicas a serem empregues, destino dos materiais)?

2. Verificações antes da demolição

2.1 Quais as tarefas realizadas antes de começar a demolição?

2.2 É realizada um levantamento visual ao edifício e ao local da demolição?

2.3 O que é identificado nessa vistoria (composição dos materiais, peças e componentes)?

2.4 É realizado um relatório dessa vistoria ou algum registo?

2.5 O que é que têm normalmente em conta antes da demolição (tipo de construção, local, materiais a serem removidos, localização dos serviços públicos, estado atual do edifício, perigos tóxicos para a saúde dos trabalhadores, estabilidade do edifício, condicionamentos locais, valor histórico do edifício e dos materiais)?

2.6 Quais são os materiais tóxicos e perigosos para a saúde dos trabalhadores usualmente encontrados? Amianto? É seguida alguma legislação para os materiais perigosos?

2.7 Existe alguma formação/informação para os trabalhadores de como demolir esses materiais e como os isolar dos restantes? Existe algum equipamento de segurança utilizado para retirar esses materiais? Quais as medidas utilizadas?

3. Documentação para a demolição

3.1 Quais os documentos obrigatórios? E os fornecidos pelo cliente para a demolição?

3.2 Existe um projeto de demolição? O que contem (plantas do edifício, os processos de demolição a utilizar, o seu planeamento e o cronograma dos trabalhos)?

3.3 Existe um cronograma dos trabalhos a serem executados e os respetivos prazos e custos durante cada fase do processo de demolição? Como é realizado o planeamento?

3.4 O que poderia ser feito para facilitar o processo de demolição (projeto de demolição, cronograma e orçamento, gestão de resíduos)?

3.5 Foi prevista uma sequência do desmonte em projeto ou em planeamento? Ou só demolição?

3.6 Existe um plano de segurança para os trabalhadores? O que contem? E medidas de segurança?

3.7 Existe um plano para o gerenciamento de resíduos? O que contem?

4. Segurança na demolição

4.1 Existe alguma formação ou informação sobre os processos de demolição aos trabalhadores?

4.2 É necessário mão-de-obra especializada para a demolição ou desmonte dos materiais?

4.3 É usual acontecerem acidentes em obra?

4.4 Quais os acidentes mais comuns associados à demolição?

4.5 Em obra existe sempre algum responsável para avaliar a potencialidade dos riscos da demolição?

5. Execução do processo

5.1 Qual o tipo de edifícios que costuma demolir? Pequenas habitações de alvenaria? Estruturas metálicas ou de madeira? Edifícios de concreto armado?

5.2 Há alguma relação entre as etapas de demolição com as etapas da construção?

5.3 Quais as maiores dificuldades da demolição?

5.4 Quais as técnicas de demolição mais utilizadas? Como são selecionadas? A duração interfere na escolha? E o orçamento?

6. Otimização da gestão de resíduos

6.1 Segue alguma legislação quanto ao gerenciamento de resíduos?

6.2 Há separação dos materiais em obra? Como é realizado o depósito dos materiais em obra? Ou são depositados num outro local?

6.3 Como é realizado o transporte e armazenamento dos materiais? Quem é responsável?

6.4 Qual o destino final dos materiais reaproveitados? E dos resíduos?

6.5 Quais os materiais que são reutilizados? Quais os materiais que podem ser reciclados?

6.6 Quais os materiais que geram mais desperdício? Porquê?

6.7 Para quem fica o material (demolidora ou cliente ou outro)?

6.8 O cliente sabe para onde são destinados os materiais removidos (aterros da prefeitura, deposição é legal, se vão ser revendidos ou não e se saem triturados)?

6.9 Como funciona o processo de venda dos materiais? É vendido no local da demolição ou numa loja? Há encomendas antes de iniciar a demolição?

6.10 Como é definido o preço dos materiais? Tem um valor fixo? São mais caros ou mais baratos que os equivalentes novos?

6.11 Em sua opinião quais são as principais dificuldades para a reutilização dos materiais de demolição?

A.1 Entrevista à Empresa Demolidora 1 (E1)

Eu: Há quanto tempo está no mercado?

E1: 4 anos.

Eu: Os serviços prestados são demolição, revenda, faz também terraplanagem, mais alguma coisa?

E1: Só isso, mas o nosso negócio é mais demolição.

Eu: Os equipamentos que utiliza são seus? Ou contrata alguma empresa?

E1: É meu.

Eu: É tudo seu.

Eu: A contratação normalmente é feita por telefone, e-mail ou o cliente vem aqui (escritório) falar consigo? Como funciona?

E1: Como assim?

Eu: A pessoa que quer demolir alguma coisa.

E1: Aí liga, ou vem aqui.

Eu: Normalmente a pessoa o que é que exige mais? É o prazo? Se quer com certos equipamentos? Se quer saber qual o destino dos materiais? Ou não fazem exigência nenhuma?

E1: Não fazem exigência nenhuma, a minha demolição é mais à mão mesmo, para poder aproveitar o material. Isso é o que eu faço.

Eu: E há normalmente algum problema com os clientes em termos de prazo? Custo? Outro?

E1: Nada.

Eu: O orçamento normalmente é por metro quadrado? Ou como é que funciona?

E1: Não, é por serviço, vê o serviço e fala quanto você quer, independentemente da quantidade que vier de entulho.

Eu: E o material que retira de lá fica para si?

E1: Isso.

Eu: O cliente nunca tem interesse em ficar com o material?

E1: Muito pouco.

Eu: Agora eu queria fazer umas perguntas sobre como é realizado o processo de demolição, porque o meu trabalho é sobre isso, portanto:

Eu: Normalmente o que é que faz antes de iniciar a demolição? Vai visitar o local?

E1: É, visitar o local e vê com o patrão (cliente) se ele tem o Alvará de Demolição, e é só isso.

Eu: Só isso.

E1: E combino o serviço e faz.

Eu: Ok, então é só um levantamento visual do edifício e do local?

E1: É, só tem que olhar os vizinhos que tem em volta.

Eu: Exato, se existem edifícios à volta.

Eu: Normalmente repara quais são os materiais ou é indiferente? No seu caso deve reparar, porque tem interesse em ficar com os materiais, certo?

E1: Eu só pego a demolição se tiver que ficar com os materiais, se não o serviço nem me interessa. Para mim só me interessa é o material.

Eu: É que há muitas empresas que só vão lá, só para deitar o edifício abaixo e depois não tem interesse.

Eu: Normalmente repara se existe algum material que seja tóxico ou não?

E1: Não.

Eu: No caso do amianto, por exemplo as telhas ou normalmente não costuma existir?

E1: Muito pouco. É mais a telha francesa. Só se for em barracão, mas na cidade é muito pouco, é mais a telha romana e a francesa e menos a brasileira (amianto).

Eu: E a nível dos trabalhadores que tem, eles têm alguma informação sobre os materiais? Se são tóxicos ou não?

E1: Eles sabem, sabem isso aí.

Eu: Normalmente a pessoa que o contrata lhe fornece alguma planta do edifício ou mesmo o Alvará? Algum documento?

E1: Tem de ter a planta para dar. Se não, não pode ser demolido eu acho, sem a planta não dá para demolir.

Eu: Tem sempre a planta do edifício e o Alvará de Demolição, certo?

E1: Certo.

Eu: Sem isso nada feito.

E1: Nada feito.

Eu: E existe algum cronograma, as tarefas são distribuídas de alguma maneira? Ou você já chega lá e já sabe o que tem de fazer?

E1: Não. Já sabe o que tem de fazer, não tem tarefa não. Todo mundo trabalha mensal e normal.

Eu: Ok.

Eu: Existe algum plano de segurança para os trabalhadores? Ou não é necessário, normalmente são edifícios simples?

E1: Eles já estão registrados, já é uma segurança, porque se eles se machucarem vai ser à facada. Se não, segurança segura não pago, mas têm. Eles trabalham, mas estão registrados, já trabalha a firma certa.

Eu: Normalmente, neste trabalho é necessário mão-de-obra especializada? Ou você aceita qualquer pessoa e explica o funcionamento?

E1: Dependendo do serviço tem que ter mão-de-obra especializada, dependendo do tipo de serviço que vai demolir. Quando é uma casa normal, serviço de mão-de-obra, mas quando é uma coisa mais fora do padrão eu tenho de ter a ferramenta certa e a pessoa certa também.

Eu: E pratica normalmente só demolição? Ou também desmonte? Vai tirando peça por peça?

E1: Tudo, vai tirando peça por peça.

Eu: Nesse caso é preciso uma pessoa mais especializada?

E1: É claro, mais forte e para pegar nela e para não quebrar, para aproveitar.

Eu: E normalmente acontecem acidentes em obra? Ou não é usual?

E1: Comigo, graças a deus, faz tempo que não acontecem, nunca mais teve não.

Eu: Costuma ter um Responsável em obra? Ou nem sempre?

E1: Sempre tem alguém, quando eu saio, alguém que dê uma olhada para mim. Tem que ter, eu sei que tem.

Eu: As técnicas de demolição mais utilizadas? Manual?

E1: A minha é quase toda manual.

Eu: Não utiliza maquinas de grande porte?

E1: Só para limpar o terreno. Para derrubar mesmo, eu faço à mão.

Eu: Segue alguma Legislação? CONAMA? Alguma coisa? Não tem interesse?

E1: Não.

Eu: Em obra à separação de materiais, porque o senhor traz depois os materiais para cá. É feito aqui (Loja) a separação ou já é feito em obra?

E1: É tudo feito aqui, traz os materiais e vê o que dá para vender e o que não.

Eu: E o depósito também é feito nesta Loja? Fica tudo aqui e depois é vendido aos clientes?

E1: Isso.

Eu: O transporte é através dos caminhões e vêm tudo para aqui?

E1: Isso.

Eu: Quais são os materiais mais reutilizados em obra?

E1: Que eu retiro da obra? Tijolo e madeira. Eles são os que mais retiramos.

Eu: São os que mais interessam?

E1: Lógico que tem tudo, portas, janelas, os que mais aparecem nas obras são tijolo e madeira.

Eu: E algum é reciclado? Vai alguma coisa para reciclar? Concreto?

E1: Vai o entulho. O entulho vai para onde reciclam o material, que eu acho que reciclam, bem eu pago para isso, para não jogar fora, para reciclar.

Eu: Então contrata uma empresa?

E1: Eu jogo lá e pago para jogar lá.

Eu: E os seus clientes têm noção que uma parte dos materiais são retirados e outra parte vai para um local que ...

E1: Que eu tenho que pagar para jogar. As pessoas têm que saber que têm que pagar para jogar fora.

Eu: Porque há algumas pessoas que jogam mesmo fora em qualquer lugar.

E1: Agora tem que ter noção que não se faz isso, porque agora é preciso pagar para jogar fora, agora faz 2 anos que...

Eu: Já é obrigatório nesta cidade?

E1: Agora é obrigatório jogar no lugar certo, por isso é que eu fico explicando isso, porque o patrão não quer pagar, e então também não faço (demolição), se ele não paga não faz.

E1: Daí caiu bastante, a demolição caiu, de 100% caiu 90%.

Eu: Mas mesmo assim ainda tem muita comprar aqui na Lojinha?

E1: Tem porque eu compro dos outros. Eu compro das pessoas que demolem, eu compro de quem está reformando, porque senão já tinha fechado a Loja. A demolição caiu 90%, por causa de pagar para a gente de fora (Usina ou Aterro). Mas pagar, os clientes não querem pagar, então não posso pegar o serviço. Eu dantes teria 2 ou 3 demolições por dia, agora a ninguém quer pagar.

Eu: Mas ainda tem muita gente a comparar materiais em segunda mão?

E1: Isso aí tem.

Eu: Mas preferem comprar em segunda mão?

E1: Com certeza, muito melhor que os novos.

Eu: Mas porquê? Por causa do preço?

E1: Também, também por causa do preço. Mas tem coisas que são mais caras, mas também são melhores. A qualidade é melhor do que as novas (materiais) de hoje.

Eu: O que é que por exemplo, costuma ser mais caro?

E1: Madeira, por exemplo, eu vendo bastante para Madeireiros. O tijolo eu vendo muito mais caro que o novo e a turma que compra não deixa nem parar aqui na loja, todos os que tiro vendo, porque é tijolo bom.

Eu: O processo de venda aqui funciona normalmente, coloca aqui à venda? As pessoas vêm cá comprar?

E1: É.

A.2 Entrevista à Empresa Demolidora 2 (E2)

Eu: Há quanto tempo está no mercado, na área de demolições?

E2: A gente está na parte de construção.

Eu: Mas já fez algumas demolições?

E2: Uns dois anos já.

Eu: E dentro das demolições, quais os serviços que são prestados? A retirada dos materiais e a limpeza do terreno é outra empresa?

E2: Não, chama alguém. A gente tira o que presta para aproveitar e o que resta a máquina vem e faz a terraplanagem.

Eu: E depois o material, vem um caminhão para transportar?

E2: Isso. Vem uma pessoa para transportar.

Eu: Portanto é o senhor que tem o interesse em comprar o terreno, para depois poder construir?

E2: Isso, a gente compra através da imobiliária e depois constrói.

Eu: Antes da demolição começar, quais as atividades que são realizadas? Costuma ir ao local da obra, ver o que irá ser aproveitado? Ver como é o terreno?

E2: Antes de começar, eu vou na prefeitura e pego o Alvará, depois que tenho o Alvará em mãos, vai e pega e começa. A gente vê o que presta e não presta e vai desmanchando.

Eu: Portanto, vai vendo os materiais que são bons e os que não são...

E2: O que aproveita, o que não aproveita vai para a reciclagem.

Eu: Sabe se aqui tem algum material que seja tóxico? Por exemplo, o amianto?

E2: Não, tem três qualidades de amianto, mas é tão antigo já não se vê.

Eu: Eu sei o amianto aqui não foi tão aplicado, é raro existir.

E2: É o amianto já saiu fora, tem a telha, mas também já saiu fora, de amianto não tem mais.

Eu: Mas quem trabalha consigo sabe identificar quando tem estes materiais em obra? Se for tóxico ou tem amianto? Presta alguma informação?

E2: Não sabe, a pessoa coitada não sabe nada, aí eu é que tenho de dizer.

Eu: Mas você sabe prestar a informação necessária?

E2: Sim, eu é que sei o que é perigoso e o que não é.

Eu: Em relação à execução da demolição só precisa do Alvará? Não são necessários outros documentos?

E2: Não.

Eu: Não tem acesso à planta da casa? Não há necessidade disso?

E2: Para a demolição é só o Alvará de demolição.

Eu: Normalmente, a demolição é edifícios térreos? Nunca um grande edifício?

E2: Não, só se for coisa antiga. Os três que eu demoli até hoje foram casas.

Eu: Quais as atividades que são executadas na demolição? Existe algum cronograma?

E2: Eu só programo os dias, o que vai fazer, essas coisas.

Eu: Mas tem uma ideia das atividades que têm de ser realizadas? Primeiro vai demolir o telhado, depois as paredes...

E2: Não, primeiro o telhado, eu tiro essas telhas antigas e aproveito, mas eu joguei fora. A gente começa de cima para baixo, pelo telhado, a madeira também aproveita.

Eu: Janelas? Portas?

E2: As janelas vão tirar depois que descobrir, tira o peso de cima da casa e depois aí tira as portas, porque é perigoso você mexer em baixo com o peso do telhado.

E2: O primeiro passo, a gente tira o telhado, as madeiras e as paredes lá em cima. Depois entra por dentro e tira as portas e depois pronto.

Eu: Em relação à segurança dos seus trabalhadores. Repara se eles têm cuidado? Se utilizam equipamentos de segurança?

E2: É uma raridade, eu trouxe luvas, mas só eu estou usando luvas e também eles são só provisórios, é mas vai trabalhar e vai embora.

Eu: Esta equipa não vai ser a mesma que vai trabalhar na construção?

E2: Eu pego pessoas que estão de férias e são temporárias, depois quando começar o projeto, faz o registo dos trabalhadores.

E2: Até demolir são 10 dias e eles ajudam-me, depois vão para o serviço deles.

Eu: E quantos aos materiais aproveitados também não há assim nenhum controle, vai colocando ali o tijolo que quer aproveitar, as janelas, mas não tem a certeza do que vai nem quanto leva para aterro?

E2: Não sabe quanto está saindo, quase que não compensa, se fosse só o tijolo não compensava.

Eu: Alguém compra o material removido?

E2: Então, a gente usa alguma coisa e o resto as pessoas pedem e vão levando.

Eu: O tijolo é de boa qualidade?

E2: É de boa qualidade.

Eu: E vende-se bem?

E2: É a gente não vai vender, mas é mais caro que o novo. Estão a vender a 1 real cada um, é o dobro do preço.

E2: O que compensou foi a madeira, o que acontece é que a madeira é rápida e tem licença de madeira.

Eu: E é cara a madeira? Vende-se bem?

E2: Se for vender a preço de nova para usar.

Eu: A madeira ainda está em bom estado para ser vendida?

E2: Dura mais de 100 anos. Está perfeita. A Peroba é Peroba Rosa.

Eu: É Peroba Rosa?

E2: É tudo Peroba Rosa. É boa para fazer móveis.

Eu: Normalmente, acontece algum acidente em obras? Ou não é usual neste tipo de obras?

E2: Não graças a Deus.

Eu: As pessoas já têm alguma experiência?

E2: Não as pessoas que chegam à minha obra, nunca tiveram. É às vezes um cortezinho, faz. Um rapaz bateu num prego furou um pouquinho, coisa pouca.

Eu: E o Senhor está sempre presente em obra?

E2: Sim. Agora eu vou demolir e depois vou dar uma parada até sair o projeto. Mas a demolição vai ser de segunda a sábado. Sábado vêm um caminhão buscar os tijolos e vão para um sítio para serem guardados, não vão usar já.

Eu: Normalmente é sempre estas habitações, nunca estruturas metálicas, madeira?

E2: Nada, só casa antiga mesmo e terreno bom, porque o canteiro é pequeno e compensa.

Eu: E normalmente define as etapas como? A cobertura é sempre a primeira a ser retirada?

E2: Isso, as telhas, depois as ripas, as tábuas, as vigotas, depois a gente tira as portas e janelas. Depois que começa a tirar as lajes, quebra a laje, o forro e depois começa a tirar as paredes mais fáceis, bloqueia uns pontos e derrube ela inteira.

E2: Essa ainda não tirou porque é muito forte não compensa. A massa não se aproveita.

Eu: E essa parte aqui como vai retirar?

E2: Vêm a máquina e derruba ela, quebra inteira com o bico da pá e carrega.

Eu: Até chegar a máquina tem de fazer a limpeza do terreno?

E2: Sim, dá 200 m de entulho, custa 350 por viagem.

Eu: Não é usual alugar caçambas para colocar o entulho?

E2: Não. É muito trabalhoso, enche e depois é preciso carregar à mão. Aqui vem um trator vai arrancando tudo e leva, carregando todo o entulho. E depois esse entulho vai lá para a reciclagem. Esse é o cara que mais ganha, ele cobra 220 ou 230 por cada caminhão.

E2: Depois eles pegam, reciclam isso aqui, depois eles vendem o pó para argamassa, eles tiram o plástico, o metal, o ferro e vende separado, é mina de dinheiro.

Eu: Mas é obrigatório enviar para a reciclagem?

E2: É obrigatório, eu acho que deveria ser obrigatório mas devia ser a Prefeitura que arrecadava e não uma pessoa privada.

E2: Eu não sou contra isso de aproveitar e cobrar, mas desde que seja um bem próprio da prefeitura. E não para o bem de uma pessoa que é parente de alguém, que fica milionário.

Eu: Qualquer demolição aqui, nesta cidade, é para lá enviado o entulho?

E2: Sim. Só para jogar lá, já pagamos 4 mil.

Eu: Porque esta cidade ainda tem algumas demolições.

Eu: O transporte dos materiais, é o caminhão que vem buscar tudo?

E2: É um caminhão particular.

Eu: Portanto, vai aproveitar a madeira, o tijolo, as janelas e as portas?

E2: As janelas vou vender, o portão também ou vou guardar e um dia uso.

E2: O resto vai tudo para o entulho. E depois vai na Receita Federal pagar o imposto da casa que desmanchou. Pago o imposto da Prefeitura da demolição e depois pago na Receita Federal mais um imposto da demolição. Daí fica depois a prefeitura verba, fica um terreno sem benfeitoria, para depois entrar o projeto novo.

Eu: As telhas podiam ser aproveitadas, mas não quis?

E2: Não. Agora que a verba entrar em território público, sai uma matricula nova, e sai que é um terreno em tal Rua com a localização, sem benfeitoria, sai limpinho o terreno. Depois que vai fazer um projeto em cima e no futuro a verba o prédio.

E2: É que a vida do terreno é uma matricula, ela vem desde o loteamento até hoje. Se puxar o vintenário, ele fala tudo o que foi, se foi um terreno vazio, uma casa. A vida do terreno está na matricula.

Eu: Obrigada.

A.3 Entrevista à Empresa Demolidora 3 (E3)

Eu: Há quanto tempo está no mercado?

E3: Há uns anos 20 anos que trabalho aqui.

Eu: 20 anos, que trabalha nesta cidade?

E3: Sim.

Eu: Mas na área das demolições?

E3: Nas demolições acho que uns 30 anos, porque eu sou uma pessoa que sempre tive várias atividades. Tinha caminhão de transporte.

Eu: E quais são os serviços prestados? Demolição? Revenda dos materiais?

E3: Eu faço demolição, limpeza do terreno, qualquer coisa que a pessoa quer, vamos supor assim, você quer que faça uma demolição vai precisar de alguma escavação, quer que eu deixe assim, eu faço também (movimento de terra).

Eu: Portanto tem equipamentos para isso?

E3: Tenho os equipamentos, o que não tenho alugo. Eu faço demolições no estado inteiro. Porque temos de saber o que vamos fazer, porque uns querem que faça demolição e querem aproveitar os materiais, eu trabalho com restauração, inclusive eu tenho empregados que fazem a restauração.

E3: Eu já vendi porta por 50.000 reais, porta que era patrimônio histórico, era do Almirante Tamandaré, essa porta tinha 182 anos era patrimônio histórico e ia construir uma obra de estado lá, se não, não podia. Também tive uma demolição do Barão do café, mas como era para o estado eu consegui o alvará.

Eu: O estado não quis essa porta?

E3: A porta de 182 anos estava intacta, quando chegou o engenheiro veio ter comigo e disse “aqui ao estado não vai interessar nada”, então eu trouxe a porta.

E3: Aí eu tinha uma freguesa minha de Ouro Preto e na conversa descobri que ela pertencia à família bem distante desse Almirante e ela perguntou-me quanto eu queria pela porta e eu disse 50.000 reais. Ela passou em cheque e disse que queria um documento escrito a comprovar que pertencia ao Almirante.

Eu: Tem de comprovar que a porta realmente pertencia ao Almirante e era patrimônio histórico.

E3: Realmente. Esse Almirante era quarta geração da família dela, que barbaridade.

Eu: Coincidência.

Eu: Portanto tem algumas ferramentas e outras aluga?

E3: Outras alugo.

Eu: Como funciona o processo de contratação? As pessoas contatam por telefone? Conversam consigo pessoalmente? E-mail?

E3: E-mail, telefone.

Eu: Quais as exigências dos clientes sobre o processo de demolição? Tem um prazo para demolir?

E3: Sim tem um prazo, tem obra que a pessoa quer um prazo muito curto.

Eu: Tem mão-de-obra especializada?

E3: Sim, especializada, exatamente.

Eu: São eles que escolhem equipamentos?

E3: Escolhem, eu preparo um contrato e tudo vem especificado.

Eu: As técnicas que são empregues?

E3: Exatamente, tempo.

Eu: E o destino dos materiais? Eles escolhem se querem ficar com os materiais?

E3: Escolhem o que interessa e não interessa, eles dizem com o que vão ficar e depois eu faço o orçamento. O prazo, porque tem prazo que é rápido, a gente combina se o prazo tem muita ou não e escolhe prazo.

Eu: Consoante o prazo escolhe o tipo de demolição?

E3: Escolhe a demolição, exatamente.

Eu: Se for um prazo muito curto não consegue fazer uma demolição manual?

E3: Tem de empurrar com a máquina, muitas coisas têm de ser jogadas, agora se 50% que é parte de madeira, a gente aproveita tudo. A madeira de lei, de demolição a gente tira tudo. Agora quando é parte de tijolo e escavação, a gente tem que empurrar e não aproveita nada.

E3: Esses dias fui fazer uma demolição e dá até pena, aqueles tijolões.

Eu: Aquele maciço.

E3: Tudo maciço.

Eu: Mas esse dá para aproveitar?

E3: O prazo era curto. Então não deu para aproveitar, porque afinal de contas tinha de fazer limpeza rápido. Porque tinha de empurrar para deixar o terreno limpo e rápido.

Eu: Em relação ao que vem antes da demolição. O que é que normalmente faz no início? Você vai ver o local? Os materiais?

E3: Vou ver o local, os materiais que podem ser aproveitados. O que é que você quer que faça a limpeza. Se quer que rebaixa a terra, qualquer coisa. Porque se vai fazer uma construção depois, a gente deixa num patamar, o terreno plano, essas coisas. Então tem esses prédios aí, eu fiz muitos prédios. 50% fui eu que demoli aí, então depois você vai fazer a fundação uns com uns tubulão, já à com broca, eu deixo pronto.

Eu: Então o primeiro passo a ser feito é identificar quais são os materiais?

E3: Os materiais, que nem o telhado que eu aproveito muito essas telhas antigas.

Eu: Normalmente no início dos trabalhos elabora algum relatório/vistoria ou um registro? Ou não é necessário?

E3: Não. Primeiramente você vai estar com um alvará.

Eu: Então os primeiros documentos que você precisa é sempre o alvará de demolição?

E3: O alvará de demolição e depois ele vai exigir tapumes e você parte da prefeitura.

Eu: Porque você tem de verificar se os serviços públicos têm de ser desligados. A água, a eletricidade...

E3: Exatamente, isso tudo depois de o alvará sair. Porque depois do alvará isso tudo vai para o SAAE, o SAAE vai dar o desligamento da água e a rede de esgoto e elétrica também, aí precisa de saber como é que vai ser feito, tem que analisar tudo, antes da demolição começar.

Eu: Repara no início se tem algum material que seja tóxico?

E3: Material de construção não, na cidade de Aracy tem um local para jogar os materiais, para aterro.

Eu: De qualquer maneira os seus trabalhadores sabem que existe materiais que são tóxicos?

E3: Sabem. E outra coisa eu estou sempre acompanhando.

Eu: Você acompanha sempre a demolição?

E3: A responsabilidade é minha, qualquer coisa que acontece eu é que sou o responsável.

Eu: Para a demolição só precisa do alvará? Não utiliza planta?

E3: Não só o alvará, a planta só na parte de construção. Só entra o alvará de demolição e o terreno limpo.

Eu: Depois precisa de um documento para comprovar que o terreno está limpo?

E3: Sim.

Eu: Tem de pagar uma taxa na Receita Federal?

E3: Depende do que a gente vai fazer, a gente cobra o serviço. Tudo tem um preço, tem casa que você vai aproveitar muitas coisas, tem coisas que você não aproveita nada e vai dar muito entulho.

Eu: Isso depende do tipo de demolição? Aquela demolição rápida, como tem de quebrar tudo é só entulho?

E3: É só entulho né.

Eu: Esse entulho depois vai todo parra o aterro da cidade, não é?

E3: Vai para o aterro da cidade daí não se aproveita nada.

Eu: Aí contrata a empresa que ...

E3: Não eu praticamente faço tudo.

Eu: Você é que transporta para lá? E tem caminhão para levar?

E3: Exatamente é tudo por minha conta.

Eu: Porque há outras pequenas empresas que contratam um caminhão que leva o entulho para o aterro.

Eu: Normalmente os seus trabalhadores de demolição estão registrados?

E3: Tudo registrado. Primeiro tem que ter contrato de experiência, tem de saber quanto tempo eles têm de experiência.

Eu: Exatamente.

E3: Mesmo assim você não vai contratar uma pessoa com experiência. Porque às vezes no momento são todos bonzinhos, mas por trás você não sabe o currículo deles.

Eu: Mas é um risco muito grande?

E3: É grande. É preciso ser uma coisa porque se eu olhar numa pessoa e conversar, às vezes não se consegue saber se vão dar problemas.

Eu: Quando você faz a demolição coloca tapume?

E3: Coloco tapume. Para não invadiram o terreno e para não cair tijolo na calçada. Também para se caso deixar material na obra, não seja roubado. Porque às vezes eu vendo o próprio material no local.

Eu: Utiliza um cronograma de trabalhos? A duração em que a demolição vai ser realizada tem algum cronograma? Ou é estabelecido no contrato? As tarefas da demolição ficam estabelecidas desde o início ou vai fazendo?

E3: Ele fala assim “eu quero essa demolição em tanto tempo”.

Eu: Só o geral?

E3: Só o geral depois eu decido quando começar. Primeiramente é o telhado, aí depois o madeiramento, depois as portas, as janelas, depois porque a parte de tijolo é que depois o piso que é tudo viga por baixo, aí vou tirando o vigamento então a parte do tijolo é a última.

E3: E eu vou vendo como vou começar, o que vou tirar primeiro. O que é mais perigoso/menos perigoso.

Eu: Usualmente tem um plano de segurança em obra? Existem medida de segurança em obra? Você explica como devem ser realizadas as atividades?

E3: Eu explico tudo direitinho.

Eu: Você já tinha dito que os seus trabalhadores têm experiência por isso, à partida nem é necessário explicar. Eles já sabem o que têm de fazer, mas suponhamos que você contrata alguém com pouca experiência?

E3: Exatamente, têm experiência. Eu sou responsável e a responsabilidade é toda minha. Eu às vezes tenho 5 ou 6 obras, mas deixo sempre um encarregado lá.

Eu: Os trabalhadores nunca ficam sozinhos em obra?

E3: Não têm sempre o encarregado, porque afinal de contas a responsabilidade é minha, o encarregado trabalha para mim, está lá para exercer, olhar e tomar conhecimento do que fazer e o que não fazer, se o empregado está trabalhando certo, se manda parar ou sair uma coisa ou outra.

Eu: Ele é que coordena as tarefas?

E3: Sim. Cada uma tem um responsável.

Eu: E as pessoas são especializadas?

E3: Toda a gente que trabalha comigo são especializadas. São pessoas que já trabalham há algum tempo e eu tenho confiança, porque eu também tenho que ter confiança.

Eu: Existe uma relação de confiança com o trabalhador. Porque já teve problemas com roubos e acidentes?

Eu: Mas acidentes de obra não é normal acontecerem? Nunca houve nenhum grande acidente?

E3: Não.

Eu: E agora pequenos acidentes? Cortes? Às vezes acontecem?

E3: Porque sabe o que é que às vezes a gente tem de ter conhecimento, a gente tem que saber o que pode acontecer ou não acontecer. Onde o trabalhador pode ficar.

Eu: Nas suas obras de demolição os seus trabalhadores usam sempre os equipamentos de segurança?

E3: Não. Porque segurança tem conforme o local, porque praticamente é o cuidado do que vão fazer, porque afinal de contas você vai desmanchar lá em cima você não tem onde pôr nada para se segurar. Porque se não vai cair junto com a obra.

Eu: Sim, mas os equipamentos individuais? O capacete? Botas? Luvas? Roupa coberta?

E3: O capacete, botas, luvas, praticamente têm tudo.

Eu: Eles utilizam? Ou não?

E3: Não, eles têm de usar tudo.

Eu: Porque já vi em algumas obras os trabalhadores de chinelos de dedo, calções e t-shirt.

E3: Não eles têm que ir com sapato de sola de ferro em baixo, por isso é que tem aí, pega pessoas muito barato.

Eu: Por isso é que há muitos acidentes, pequenos acidentes em obra.

E3: Pessoas que não têm experiência, vão fazer uns dias.

Eu: Você tem equipamento de primeiros socorros me obra?

E3: Sim tenho, exatamente. Mexer com o ser humano em obra é um perigo, às vezes eles não tem tanto cuidado na vida deles, você é que é o responsável pela vida deles.

Eu: Normalmente qual é o tipo de edificios que costuma demolir? Madeira? Estruturas metálicas?

E3: Sim, metal, madeira.

Eu: Edifícios de dois andares?

E3: Sim, tudo.

Eu: Pega tudo? Se tiver tempo para demolir, vai desmontando tudo aos poucos para aproveitar ao máximo? Fazendo as etapas contrarias à construção?

E3: Sim, vou aproveitando tudo sim, a metálica aproveito tudo.

Eu: Usualmente o tipo de demolição que executa é demolição manual ou mecânica?

E3: Não. A parte do material é tudo manual, você tem ali pé de cabra, todo o equipamento, a marreta, tudo.

Eu: Só a limpeza do terreno é com máquina.

E3: Chegamos a desmanchar 28 barracões para montar em outra cidade, o mesmo material.

Eu: Então vocês desmontaram e levaram para lá e eles montaram?

E3: Sim, eles montavam lá.

Eu: De todas as tarefas de demolição, qual é que acha que são as maiores dificuldades?

E3: Maiores dificuldades? Entre que parte?

Eu: Entre coordenar os trabalhadores? Começar os trabalhos de demolição? Todo o processo de demolição? O onde é que acha que há maior dificuldade?

E3: A dificuldade é assim? Você em primeiro lugar tem que saber quem está a contratar, para saber se pode demolir ou não, é preciso saber se os caras são os legítimos donos do local.

Eu: Então começa logo desde o contrato?

E3: Desde o contrato.

Eu: Porque a parte do processo de demolição é mais simplificado?

E3: É necessário ter os documentos certos, sobre as empresas que nos contratam.

Eu: Se é legal?

E3: Porque os caras podem ser terceirizados.

Eu: E em relação aos materiais, vocês fazem alguma separação em obra? Fazem, porque vão vender os materiais e separam em obra?

Eu: Em relação ao entulho produzido? Junta tudo em obra ou vai separando?

E3: Ao lixo. Depende, às vezes você pode já tirar uma parte, porque às vezes numa demolição, cai e já começa a fazer muito entulho e já tiro uma parte.

Eu: Mas mistura tudo e vai retirando.

E3: Vou retirando, tiro uma parte.

Eu: Mas junta todos os materiais e é logo enviado para aterro?

E3: Se junto tudo, para depósito.

Eu: Vocês não deixam o entulho lá em caçambas, vai logo para aterro?

E3: Basicamente, caçamba é mais para obra de construção. É porque além de ficar mais barato o basculante, a caçamba sai a cada 5 m^3 tem de carregar no caminho para lá, e o caminhão basculante vai na máquina logo para lá e leva 20 m^3 .

Eu: O transporte é o caminhão que vem buscar? Portanto ou contrata ou já teve caminhão?

E3: Não, tudo é de responsabilidade minha. Eu já dou o orçamento com tudo completo.

Eu: Já consegue calcular a quantidade de entulho que vai fazer?

E3: Eu sei. Você sabe quanto custa cada m^3 , se for, depende da terra, o entulho você consegue, vamos supor se for na terra firme m^3 ele aumenta 40%, entendeu? Com o entulho o entulho vai diminuir se fizer um buraco, mas quando a terra é firme vai aumentar.

Eu: Já tem uma ideia. E esse entulho depois vai para o aterro e lá é reciclado o metal?

E3: Lá no aterro da prefeitura, mas antes não tinha esse aterro era tudo na marginal.

Eu: Mas antigamente não havia a lei que obrigava a levar os materiais para aterro?

E3: Não.

Eu: Quais os materiais que recupera mais? Telha? Tijolo? Madeira?

E3: Telha, tijolo, madeira, janelas, portas, eu gosto de janela antiga e tem pouco comercio para vender estas coisas, porque eu tenho muitos tipos de janelas e quem vai usar isso aí, praticamente ou é pessoa que tem um local para colocar aquilo lá e em vez de mandar fazer a janela compra já feita, há outras janelas que são padrão praticamente se a senhora comprar na loja paga parcelado em cartão e é mais caro.

Eu: É mais caro comprar novo e em segunda mão é mais barato?

E3: É mais barato, você paga uma terça parte do preço.

Eu: É uma questão de preço, mas mesmo assim há materiais que são mais caros? Madeira? Peroba Rosa? Ou outra madeira?

E3: A madeira comum assim já não tem muito valor, hoje em dia essas casas novas, todo o madeiramento é uma madeira que não tem muito valor.

Eu: Mas as madeiras que estão em extinção ou é proibido o desflorestamento. Mesmo assim há uma grande procura pela Peroba Rosa?

E3: A Peroba Rosa há uma procura que é barbaridade. É uma madeira extinta. E o Pinho de Riga?

Eu: Tem um preço superior?

E3: Bem superior, ela está extinta.

Eu: E em relação ao tijolo maciço? Esse tijolo de demolição é mais caro?

E3: É mais caro. O maciço também é procurado.

Eu: Tem um preço superior ao do mercado novo? Porquê? Por causa da qualidade?

E3: A qualidade inclusive não é coisa que você acha fácil e não só você não vai rebocar ele, vai ficar tudo aparente aí você separa dá uma lixa nele enverniza e fica como novo.

Eu: E os materiais, vende aqui ao lado? Tem mais algum local?

E3: Não, não aqui tem um pouco que eu trouxe aí, está sujo, ninguém entra lá.

Eu: Mas vende diretamente na obra?

E3: Muitas partes eu vendo na obra, tem muitas partes que eu levo o depósito.

Eu: E depois tem uma loja?

E3: Eu tenho uma loja de materiais usados, porque a restauração é na loja.

Eu: Você tem loja aqui?

E3: Tenho lá no Maracanã.

Eu: Mas vende bem os materiais recuperados?

E3: Eu recupero os materiais, como portas e vendo, eu vendi 2 portas de Pinho de Riga.

Eu: Tem sempre clientes à procura desses materiais?

E3: Tenho. Eu tenho muita freguesia.

Eu: E pessoas que preferem produtos de alto valor, que querem produtos de demolição e aqueles materiais com valor histórico?

E3: Sim, já tenho fregueses.

Eu: Depois há sempre aquelas pessoas que não conseguem pagar o preço inteiro e preferem comprar um material mais barato?

E3: Sim, por exemplo casa comum é fácil ter materiais.

A.4 Entrevista através de e-mail com o Prof. Eng. Paulo Grandiski (PG)

Eu: O meu nome é Andreia Martins e sou aluna de mestrado do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, estou a fazer uma pesquisa sobre as normas existentes na área de demolições e gestão de resíduos da construção civil. Esta semana entrei em contato com o setor CB-002 da ABNT para me auxiliar em algumas dúvidas sobre a norma ABNT NBR-5683/1977 Contratação, Execução e Supervisão de Demolições, no qual foi mencionado o nome do Professor, como sendo a pessoa mais indicada para discutir este assunto, como também informado o seu contato e-mail. Durante a minha pesquisa sobre a normalização brasileira eu reparei que a norma ABNT NBR-5683/1977 Contratação, Execução e Supervisão de Demolições foi cancelada em 2008 pela falta de utilização da norma pelo setor da construção civil. Eu gostaria de saber quais os motivos que levaram ao seu cancelamento e se existe previsão de alguma atualização? Apesar de existir a NR 18.5, mas é bastante incompleta comparada com a NBR 5683/1977. Quais foram os principais pontos de discussão que levaram ao cancelamento e como foi verificado que a norma não era utilizada pelo setor?

PG: Eu fui um dos raros engenheiros que tomou conhecimento da consulta nacional do cancelamento da norma de demolições, e o único a votar oficialmente contra esse cancelamento, baseado na frase padrão sempre adotada pela ABNT, de que "essa norma não é mais utilizada pelo setor." No site da ABNT já constava o cancelamento que se daria em fevereiro. Com o meu voto, esse cancelamento foi suspenso. Rotineiramente, a C.E. deveria marcar reunião para decidir, convocando os votantes contrários, no caso, só eu. Essa convocação nunca ocorreu. No final do ano fui surpreendido pela publicação

do cancelamento da norma, sem substituição, embora fosse uma norma precisando de atualização. O Álvaro de Almeida, da ABNT, na época, para "acalmar minha revolta", se propôs a mandar traduzir a norma americana, para que se fizesse essa atualização, mas eu desisti de continuar insistindo.

Eu: Pelo que eu entendi, o cancelamento foi executado sem o seu consentimento e sem justificção. Então o problema é que a ABNT acha que o setor não necessita de uma norma regulamentada para as demolições. Mas já são cometidas tantas infrações devido à falta de controle e fiscalização por parte das entidades responsáveis, sem uma legislação detalhada de todo o processo da demolição, cada empresa atua da forma que lhe convém. O Professor referiu também que iriam mandar traduzir uma norma americana, como atualização da norma brasileira. Não sabe se a norma americana é a 07/17/2008 - *Whether the demolition standard applies to moving a residential structure, 29 CFR 1926 Subpart T - Demolition?* Caso não seja esta, sabe qual é a norma? E porque uma norma americana e não outra?

PG: 1) - Desconheço qual era a norma a ser traduzida, pois o assunto não foi adiante.

2) Tomo a liberdade de assinalar que V. está focada num tema muito específico "demolição", quando o problema é muito maior, por envolver TODAS as normas da ABNT e a função desta. Apenas para exemplificar, reproduzo abaixo as respostas ao post [9] de meu blog ENGENHARIA LEGAL, acessível em www.piniweb.com.br, que mostra outro exemplo de cancelamento de normas (VEJA A INTEGRA NO PORTAL DA PINI). Este tema aparece em reportagens antiga da revista CONSTRUÇÃO MERCADO.

Eu: Muito obrigada pelo envio da discussão do seu post, achei bastante interessante e consegui compreender melhor o seu ponto de vista. Entendo agora que afinal o problema não está só relacionado com uma norma específica, mas sim com atitude da ABNT perante várias normas da construção civil.

APÊNDICE B

Checklist para as visitas às obras de demolição:

A seguinte *checklist* está dividida em cinco partes sendo estas, as verificações antes da demolição, a documentação para a demolição, a segurança na demolição, a execução do processo e a otimização da gestão de resíduos. Na coluna das observações serão colocadas quatro hipóteses, **verifica-se**, quando é comprovada a descrição apresentada na *checklist*, **não se verifica**, quando não é comprovada a descrição apresentada, **não foi verificado**, quando não foi possível verificar a descrição e **não se aplica**, quando a descrição não se aplica aquela obra de demolição. Em seguida são apresentados os tópicos da *checklist* a aplicar em obra:

Verificações antes da demolição	Observações
Existência de materiais tóxicos	
Existência de substancias perigosas e inflamáveis ou riscos de incêndio	
Edifício contem valor histórico ou materiais com valor histórico	
Desconexão de todos os serviços públicos	
Os acessos de entrada estão barrados ao público/ local de obra isolado	
Documentação para a demolição	Observações
Planificação em obra dos trabalhos de demolição a executar	
Existência de um plano em obra para o armazenamento, o transporte, a venda dos materiais	
Existência de um projeto para o desmonte	
Segurança na demolição	Observações
Sinalização de perigos e dos equipamentos de segurança	
Responsável no local de demolição	
Colocação de escoramentos no edifício	
Informação sobre segurança ou Plano de segurança	
Local de trabalho arrumado	
Utilização de capacete de proteção	
Utilização de luvas de proteção	
Utilização de óculos de proteção	

Utilização de botas de biqueira de aço	
Utilização de roupa de trabalho coberta	
Utilização de máscaras de filtro ou respiratórias	
Utilização do cinto	
Proteção das construções vizinhas	
Utilização de andaimes	
Utilização de guarda corpos	
Utilização de redes de proteção contra quedas em altura	
Utilização da contenção de fachadas	
Existência de extintores de incêndios	
Existência de um Kit de primeiros socorros	
Funcionários estão suficientemente treinados e são competentes para as tarefas e deveres em obra	
Execução do processo	Observações
Desmonte do edifício por elementos	
Processo de demolição está relacionado com o processo de construção	
Desmonte só com ferramentas manuais	
Demolição predominantemente manual	
Demolição predominantemente mecânica	
Conexões químicas (argamassa)	
Conexões mecânicas (encaixe)	
Otimização da gestão de resíduos	Observações
Utilização de condutas ou tubos para a remoção dos resíduos	
Geração de resíduos durante a demolição	
Acumulações de aglomerações de resíduos no local de demolição	
Há separação ou um inventário de materiais em obra	
Local a enviar os resíduos sólidos / materiais reutilizados, reciclados e perigosos	
Contato com lojas específicas que compre e vende este tipo de materiais	
Utilização de caçambas para a colocação de resíduos	
Os resíduos são transportados em caixas fechadas	
Utilização de máquinas moveis para triturar resíduos em obra	
Identificação e classificação dos resíduos obtidos	
Identificação dos materiais com base no valor monetário	

B.1 Checklist da visita à obra da Empresa Demolidora 1 (E1)

Verificações antes da demolição	Observações
--	--------------------

Existência de materiais tóxicos	Não foi verificado
Existência de substancias perigosas e inflamáveis ou riscos de incêndio	Não foi verificado
Edifício contem valor histórico ou materiais com valor histórico	Não se verifica
Desconexão de todos os serviços públicos	Não foi verificado
Os acessos de entrada estão barrados ao público/ local de obra isolado	Não se verifica
Documentação para a demolição	Observações
Planificação em obra dos trabalhos de demolição a executar	Não se verifica
Existência de um plano em obra para o armazenamento, o transporte, a venda dos materiais	Não se verifica
Existência de um projeto para o desmonte	Não se verifica
Segurança na demolição	Observações
Sinalização de perigos e dos equipamentos de segurança	Não se verifica
Responsável no local de demolição	Não se verifica
Colocação de escoramentos no edifício	Não se aplica
Informação sobre segurança ou Plano de segurança	Não se verifica
Local de trabalho arrumado	Não se verifica
Utilização de capacete de proteção	Não se verifica
Utilização de luvas de proteção	Não se verifica
Utilização de óculos de proteção	Não se verifica
Utilização de botas de biqueira de aço	Verifica-se
Utilização de roupa de trabalho coberta	Não se verifica
Utilização de máscaras de filtro ou respiratórias	Não se aplica
Utilização do cinto	Não se aplica
Proteção das construções vizinhas	Não se aplica
Utilização de andaimes	Não se aplica
Utilização de guarda corpos	Não se aplica
Utilização de redes de proteção contra quedas em altura	Não se aplica
Utilização da contenção de fachadas	Não se aplica
Existência de extintores de incêndios	Não se aplica
Existência de um Kit de primeiros socorros	Não se verifica
Funcionários estão suficientemente treinados e são competentes para as tarefas e deveres em obra	Verifica-se
Execução do processo	Observações
Desmonte do edifício por elementos	Verifica-se
Processo de demolição está relacionado com o processo de construção	Verifica-se
Desmonte só com ferramentas manuais	Verifica-se

Demolição predominantemente manual	Verifica-se
Demolição predominantemente mecânica	Não se verifica
Conexões químicas (argamassa)	Verifica-se
Conexões mecânicas (encaixe)	Não se verifica
Otimização da gestão de resíduos	Observações
Utilização de condutas ou mangas para a remoção dos resíduos	Não se aplica
Geração de resíduos durante a demolição	Verifica-se
Acumulações de aglomerações de resíduos no local de demolição	Verifica-se
Há separação ou um inventário de materiais em obra	Verifica-se
Local a enviar os resíduos sólidos / materiais reutilizados, reciclados e perigosos	Verifica-se
Contato com lojas específicas que compre e vende este tipo de materiais	Verifica-se
Utilização de caçambas para a colocação de resíduos	Não se verifica
Os resíduos são transportados em caixas fechadas	Não se verifica
Utilização de máquinas moveis para triturar resíduos em obra	Não se verifica
Identificação e classificação dos resíduos obtidos	Não se verifica
Identificação dos materiais com base no valor monetário	Verifica-se

B.2 Checklist da visita à obra da Empresa Demolidora 2 (E2)

Verificações antes da demolição	Observações
Existência de materiais tóxicos	Não se verifica
Existência de substâncias perigosas e inflamáveis ou riscos de incêndio	Não se verifica
Edifício contem valor histórico ou materiais com valor histórico	Não se verifica
Desconexão de todos os serviços públicos	Verifica-se
Os acessos de entrada estão barrados ao público/ local de obra isolado	Não se verifica
Documentação para a demolição	Observações
Planificação em obra dos trabalhos de demolição a executar	Verifica-se
Existência de um plano em obra para o armazenamento, o transporte, a venda dos materiais	Não se verifica
Existência de um projeto para o desmonte	Não se verifica
Segurança na demolição	Observações
Sinalização de perigos e dos equipamentos de segurança	Não se verifica
Responsável no local de demolição	Verifica-se
Colocação de escoramentos no edifício	Não se aplica
Informação sobre segurança ou Plano de segurança	Não se verifica
Local de trabalho arrumado	Não se verifica
Utilização de capacete de proteção	Não se verifica
Utilização de luvas de proteção	Não se verifica

Utilização de óculos de proteção	Não se verifica
Utilização de botas de biqueira de aço	Verifica-se
Utilização de roupa de trabalho coberta	Verifica-se
Utilização de máscaras de filtro ou respiratórias	Não se aplica
Utilização do cinto	Não se aplica
Proteção das construções vizinhas	Não se verifica
Utilização de andaimes	Não se aplica
Utilização de guarda corpos	Não se aplica
Utilização de redes de proteção contra quedas em altura	Não se aplica
Utilização da contenção de fachadas	Não se aplica
Existência de extintores de incêndios	Não se aplica
Existência de um Kit de primeiros socorros	Não se verifica
Funcionários estão suficientemente treinados e são competentes para as tarefas e deveres em obra	Verifica-se
Execução do processo	Observações
Desmonte do edifício por elementos	Verifica-se
Processo de demolição está relacionado com o processo de construção	Verifica-se
Desmonte só com ferramentas manuais	Não se verifica
Demolição predominantemente manual	Verifica-se
Demolição predominantemente mecânica	Não se verifica
Conexões químicas (argamassa)	Verifica-se
Conexões mecânicas (encaixe)	Não se verifica
Otimização da gestão de resíduos	Observações
Utilização de condutas ou mangas para a remoção dos resíduos	Não se aplica
Geração de resíduos durante a demolição	Verifica-se
Acumulações de aglomerações de resíduos no local de demolição	Verifica-se
Há separação ou um inventário de materiais em obra	Verifica-se
Local a enviar os resíduos sólidos / materiais reutilizados, reciclados e perigosos	Verifica-se
Contato com lojas específicas que compre e vende este tipo de materiais	Não se verifica
Utilização de caçambas para a colocação de resíduos	Não se verifica
Os resíduos são transportados em caixas fechadas	Não se verifica
Utilização de máquinas moveis para triturar resíduos em obra	Não se verifica
Identificação e classificação dos resíduos obtidos	Não se verifica
Identificação dos materiais com base no valor monetário	Verifica-se