



## Resíduos de Construção e Demolição: Redução da geração através da metodologia de P+L

NAYARA APARECIDA FREIRE

Outubro de 2018



# **RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO: REDUÇÃO DA GERAÇÃO ATRAVÉS DA METODOLOGIA DE P+L**

NAYARA APARECIDA FREIRE

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Ms. José Manuel Martins Soares De Sousa

Co-Orientador: Prof<sup>a</sup>. Ms. Ana Lucia da Fonseca Bragança Pinheiro (Universidade Presbiteriana Mackenzie)

**OUTUBRO DE 2018**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Quadros .....	xix
Abreviaturas .....	xxi
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Resíduos De Construção E Demolição .....	9
CAPÍTULO 3    Legislação .....	21
CAPÍTULO 4    Classificação Dos RCD .....	31
CAPÍTULO 5    Fluxo dos RCD.....	39
CAPÍTULO 6    Produção Mais Limpa.....	49
CAPÍTULO 7    Redução da geração de Resíduos de Construção e Demolição .....	73
CAPÍTULO 8    Estudo de caso .....	81
CAPÍTULO 9    Discussão dos resultados .....	115
CAPÍTULO 10  Considerações Finais.....	119
Referências Bibliográficas .....	123



## RESUMO

Em alguns países como o Brasil e Portugal, o setor da construção civil é caracterizado como responsável pela geração de um volume expressivo de resíduos. Essa geração além de provocar consequências negativas ao meio ambiente, também proporcionam impactos financeiros nos custos das obras. Esse trabalho ao considerar a metodologia de Produção Mais Limpa como uma possível solução para a excessiva geração de RCD, tem como objetivo apontar aspectos que devem ser observados para a implantação da mesma na construção civil. Desta forma, apresenta um breve estudo sobre os Resíduos de Construção e Demolição, constituído por suas causas de geração, composição, dados de geração, legislações específicas aos mesmos no Brasil e em Portugal, classificação e fluxo que aborda desde a geração até à destinação final. A metodologia P+L, também é objeto de estudo do trabalho e dessa maneira a revisão da literatura apresenta o desenvolvimento da mesma apontando a sua origem, comparação dessa com metodologias de “fim de tubo”, fases de implementação, benefícios que podem conceder ao setor e barreiras de implementação. O estudo de caso que analisa a geração de resíduos em uma obra de requalificação na cidade de São Paulo possibilita a observação da efetividade de medidas que buscam a redução de resíduos e assim concluir quais medidas devem ser mantidas e quais devem ser aprimoradas durante o processo de implementação da P+L na construção civil. O trabalho permite concluir que a implementação de medidas limpas possibilita vantagens econômicas e ambientais às obras, mas que barreiras como singularidade dos projetos dificultam a mesma e dessa maneira são necessárias diretrizes que determinam práticas de trabalho para facilitar e incentivar a implementação.

**Palavras-chave:** Resíduos de Construção e Demolição. Produção Mais Limpa. Construção Civil.



## **ABSTRACT**

In some countries such as Brazil and Portugal, the civil construction sector is characterized as responsible for generating an expressive volume of waste. This generation, besides causing negative consequences to the environment, also provide financial production. This work in considering the methodology of cleaner production as a possible solution for the excessive generation of RCD, aims to point out aspects that must be observed for the implementation of the same in civil construction. In this way, it presents a brief study on construction and demolition waste, consisting of its causes of generation, composition, generation data, legislations specific to Brazil and Portugal, classification and flow that addresses from generation to the final destination. The P + L methodology is also the object of study of the work and in that way the review of the literature shows the development of the same, pointing its origin, comparison with "pipe end" methodologies, implementation phases, benefits that can give to the sector and implementation barriers. The case study analyzing the generation of waste in a work of requalification in the city of Sao Paulo allows the observation of the effectiveness of measures that seek to reduce waste and decide which measures should be maintained and which should be improved during the implementation process of P + L in civil construction. This work draws the conclusion that the implementation of clean measures provides economic and environmental advantages to the works, but barriers as singularity of the projects hinder the application and in this way are necessary guidelines that determine working practices to facilitate and encourage implementation.

**Keywords:** Construction and demolition waste. Cleaner production. Construction.



## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores Ms. Ana Lúcia F. B Pinheiro e Ms. José Manuel Martins Soares De Sousa, por terem sido meus orientadores persistentes e amigos que, com diretrizes seguras, muita paciência, constante acompanhamento e incentivo, me aceitaram com todas as minhas restrições.

À minha família, minha eterna gratidão, por estarem sempre ao meu lado motivando, aconselhando e tornando a minha jornada acadêmica mais leve.

Ao meu namorado, por ser um parceiro compreensivo, amoroso, presente e sempre disposto a me auxiliar.

Aos meus amigos, por compreenderem minha ausência ao longo do desenvolvimento do trabalho e serem sempre fonte de motivação.

Aos meus amigos Antônio, Bruno e Korina, pela parceria e força ao longo dos seis meses morando juntos em um país diferente, longe de nossas famílias e costumes.

Ao meu colega Pedro, que dividiu todas as dificuldades e obrigações ao longo do semestre cursado em Portugal.



# ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Objetivo.....	4
1.1.1	Objetivo geral .....	4
1.1.2	Objetivos específicos .....	4
1.2	Justificativa .....	5
1.3	Metodologia.....	6
1.4	Estrutura do trabalho.....	6
CAPÍTULO 2	Resíduos De Construção E Demolição .....	9
2.1	Geradores de RCD.....	9
2.2	Causas Da Geração Dos RCD.....	10
2.3	Composição Dos RCD Por Fases Da Obra.....	12
2.4	Dados Da Geração De RCD.....	15
2.4.1	Dados da geração de RCD no Brasil.....	15
2.4.2	Dados da geração de RCD em Portugal .....	19
CAPÍTULO 3	Legislação .....	21
3.1	Legislação brasileira sobre resíduos da construção civil .....	21
3.2	Legislação portuguesa sobre resíduos da construção civil .....	24
3.3	Comparação entre legislação específica para RCD brasileira e portuguesa.....	27
CAPÍTULO 4	Classificação Dos RCD .....	31
4.1	Critérios para classificação dos RCD .....	31
4.1.1	Classificação dos RCD de acordo com o tipo de material.....	31

## ÍNDICE DE TEXTO

4.1.2	Classificação dos RCD de acordo com o tipo de obra .....	32
4.1.3	Classificação dos RCD de acordo com o destino final.....	33
4.2	Classificação dos RCD adotada no Brasil.....	34
4.3	Classificação dos RCD adotada em Portugal.....	35
4.4	Comparação entre classificação adota no Brasil e em Portugal.....	37
CAPÍTULO 5 Fluxo dos RCD.....		39
5.1	Triagem inicial .....	40
5.2	Transporte interno.....	40
5.3	Transporte externo .....	41
5.4	Áreas de transbordo e triagem .....	43
5.5	Ponto de entrega voluntária .....	44
5.6	Destino dos RCD.....	44
5.6.1	Reutilização dos RCD .....	45
5.6.2	Reciclagem .....	46
5.6.3	Aterros .....	47
5.6.4	Destinação especial .....	48
CAPÍTULO 6 Produção Mais Limpa .....		49
6.1	Evolução da questão ambiental.....	49
6.2	Origem da Produção Mais Limpa .....	52
6.3	Definição da metodologia Produção Mais Limpa .....	55
6.4	Comparação entre a Produção Mais Limpa e as tecnologias de Fim de tubo .....	56
6.5	Fases da metodologia de Produção Mais Limpa.....	58
6.5.1	Pré-sensibilização .....	58
6.5.2	Etapa 1: Planejamento e organização .....	59
6.5.3	Etapa 2: Pré-avaliação .....	61
6.5.4	Etapa 3: Avaliação.....	62
6.5.5	Etapa 4: Estudo de viabilidade.....	65

6.5.6	Etapa 5: Implementação.....	66
6.6	Benefícios do emprego da Produção Mais Limpa .....	68
6.6.1	Benefícios ambientais do emprego da Produção Mais Limpa .....	68
6.6.2	Benefícios econômicos do emprego da Produção Mais Limpa.....	69
6.7	Barreiras à implementação da Produção Mais Limpa .....	70
CAPÍTULO 7	Redução da geração de Resíduos de Construção e Demolição .....	73
7.1	Redução da geração de resíduos em demolições: Demolição tradicional x desconstrução .....	74
7.2	Redução da geração de resíduos em obras na fase de construção.....	75
7.3	Redução da geração de resíduos em obras na fase de manutenção .....	78
CAPÍTULO 8	Estudo de caso .....	81
8.1	Caracterização do estudo de caso .....	81
8.2	Metodologia do estudo de caso .....	82
8.3	Pontos analisados .....	82
8.3.1	Demolição com remoção seletiva dos materiais com valor comercial .....	82
8.3.2	Relação entre as definições de projetos e a geração de resíduos .....	85
8.3.3	Gestão e planejamento do canteiro.....	102
8.3.4	Volume de resíduos gerados .....	107
8.3.5	Destinação dos resíduos.....	111
CAPÍTULO 9	Discussão dos resultados .....	115
CAPÍTULO 10	Considerações Finais.....	119
10.1	Considerações finais.....	119
10.2	Desenvolvimentos Futuros.....	121



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 - Quantidade de Resíduos da construção coletados entre 2010 e 2016 no Brasil.....	16
Figura 2.2 - Comparação entre os valores de RCD coletados pelas prefeituras ou contratados por ela fornecidos pelo SNIS e a ABRELP .....	17
Figura 2.3 - Quantidade de Resíduos de Construção e Demolição e Resíduos Sólidos coletados entre 2010 e 2016 no Brasil.....	18
Figura 2.4 - Taxa de reciclagem obtida para o fluxo de resíduos da construção e demolição.....	19
Figura 5.1 - Fluxograma dos RCD.....	39
Figura 6.1 - Fluxograma da geração de opções de Produção Mais Limpa .....	56
Figura 6.2 - Indicadores ambientais e econômicos .....	63
Figura 6.3 - Custos e benefícios com implementação de medidas de Produção Mais Limpa .....	69
Figura 8.1 - Perfis em aço galvanizado para paredes em gesso acartonado .....	83
Figura 8.2 - Portas em madeira com revestimento em melanina.....	83
Figura 8.3 – Caixilhos de ferro .....	83
Figura 8.4 – Brises metálicos .....	83
Figura 8.5 – Bacias e cubas cerâmicas.....	84
Figura 8.6 – Bancada de granito, cubas cerâmicas e torneiras metálicas.....	84
Figura 8.7 – Resíduos gerados pela demolição .....	84
Figura 8.8 - Resíduos gerados pela demolição .....	84
Figura 8.9 - Notificação de incompatibilidade do projeto com cenário da obra .....	86
Figura 8.10 - Plataforma <i>on-line</i> que garante acesso as últimas versões dos projetos .....	87
Figura 8.11 - Notificação sobre falta de compatibilização entre os projetos de iluminação e os de segurança contra incêndios .....	88
Figura 8.12 - Projeto sem paginação da área com revestimento cerâmico.....	89

Figura 8.13 - Geração de resíduos de cerâmica devido à falta de planejamento .....	89
Figura 8.14 - Parte do projeto de arquitetura do primeiro pavimento que ilustra as áreas de sanitários demolidos e as que foram mantidas .....	90
Figura 8.15 – Parte do projeto de <i>layout</i> do primeiro pavimento que ilustra as áreas de sanitários demolidos que foram convertidas em áreas de armazenamento .....	90
Figura 8.16 – Readequação da rede de <i>Sprinklers</i> .....	93
Figura 8.17 – Readequação do <i>layout</i> das luminárias.....	93
Figura 8.18 – Retirada de instalações obsoletas .....	93
Figura 8.19 – Cabeamento elétrico .....	93
Figura 8.20 – Pilha com resíduos de placas de forro mineral.....	95
Figura 8.21 – Placas de forro mineral danificadas.....	95
Figura 8.22 – Placas de forro mineral danificadas durante armazenamento inadequado .....	95
Figura 8.23 – Placas de forro mineral danificadas durante armazenamento inadequado .....	95
Figura 8.24 – Embalagem das novas placas de forro mineral .....	96
Figura 8.25 – Resíduo gerado pelas embalagens das novas placas de forro mineral .....	96
Figura 8.26 – Indicação de reutilização de luminárias existentes pelo projeto de iluminação.....	98
Figura 8.27- Armazenamento de luminárias .....	99
Figura 8.28 – Armazenamento de luminárias .....	99
Figura 8.29 – Limpeza e manutenção das luminárias .....	99
Figura 8.30 – Limpeza e manutenção das luminárias .....	99
Figura 8.31 – Troca das lâmpadas em luminárias existentes .....	100
Figura 8.32 – Resíduo gerado por lâmpadas antigas das luminárias reutilizadas.....	100
Figura 8.33 – Luminárias descartadas junto aos demais resíduos.....	100
Figura 8.34 – Luminárias descartadas junto aos demais resíduos nas caçambas.....	100
Figura 8.35 – Reutilização das portas de madeira.....	101
Figura 8.36 – Reutilização interna das portas de madeira .....	101
Figura 8.37 – Local A de armazenagem dos blocos.....	103
Figura 8.38 – Local B de armazenagem dos blocos .....	103

Figura 8.39 – Local C de armazenagem dos blocos.....	103
Figura 8.40 – Local D de armazenagem dos blocos.....	103
Figura 8.41 – Escritório equipe de engenharia executado com divisórias dos sanitários.....	105
Figura 8.42 – Sala de reuniões executada com divisórias dos sanitários.....	105
Figura 8.43 – Tapume metálico .....	106
Figura 8.44 – Tapume metálico .....	106
Figura 8.45 - Esquema ilustrativo da unidade de valorização de resíduos que recebe os RCD provenientes da requalificação estudada .....	112
Figura 8.46 – Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem .....	112
Figura 8.47 - Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem .....	112
Figura 8.48 - Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem .....	113
Figura 8.49- Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem .....	113



## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 - Porcentagem de resíduos por gerador no Brasil e em Portugal.....	10
Quadro 2.2 - Causas da geração de resíduos da construção .....	11
Quadro 2.3 - Composição dos resíduos gerados por etapas da obra .....	13
Quadro 3.1 - Comparação entre Resolução CONAMA n.º 307 e o Decreto-Lei n.º 46/2008.....	27
Quadro 4.1 - Classificação dos RCD de acordo com o tipo de material .....	31
Quadro 4.2 - Classificação dos RCD de acordo com o tipo de obra .....	32
Quadro 4.3 - Classificação dos RCD de acordo com o destino final.....	33
Quadro 4.4 - Classificação dos RCD adotada no Brasil.....	34
Quadro 4.5 - Capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos .....	35
Quadro 5.1 - – Recomendações para transporte interno de cada tipo de resíduos.....	41
Quadro 5.2 - Reutilização dos resíduos por fases da obra .....	45
Quadro 6.1 - Diferenças entre tecnologia fim de tubo e Produção Mais Limpa.....	57
Quadro 6.2 - Possíveis membros de um Ecotime e responsabilidades que podem vir a assumir .....	59
Quadro 6.3 - Principais fatores de resíduos e emissões .....	63
Quadro 6.4 - Avaliação técnica, econômica e ambiental .....	65
Quadro 6.5 - Metas ambientais da Produção Mais Limpa .....	68
Quadro 6.6 - Barreiras potenciais que podem impedir ou retardar a adoção da Produção Mais Limpa ..	70
Quadro 7.1 - Etapas da desconstrução .....	75
Quadro 7.2 - Medidas para redução da geração de resíduos em construções .....	76
Quadro 8.1 - Área construída por pavimento e porção reformada.....	81
Quadro 8.2 - Placas de forro mineral repostas devido ao conflito entre luminárias e bicos de <i>Sprinklers</i>	88

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 8.3 - Comparação entre valores para execução da resina epóxi e demolição mais execução de contrapiso.....	91
Quadro 8.4 - Relação de área de forro mineral.....	94
Quadro 8.5 - Gastos gerados pela não reutilização dos materiais conforme determinado em projeto ...	96
Quadro 8.6 - Gastos gerados pela troca do forro mineral ao invés de reutilização.....	97
Quadro 8.7 - Provável gasto com a compra de luminárias novas para o edifício .....	98
Quadro 8.8 - - Provável gasto com a compra de portas de madeira com revestimento em melanina para o edifício.....	101
Quadro 8.9 - Custos da execução do tapume em madeirite.....	106
Quadro 8.10 - Relação de resíduos gerados.....	107
Quadro 8.11 - Porcentagem dos resíduos gerados para cada classe de resíduos .....	110

## ABREVIATURAS

3M	<i>Minnesota Mining and Manufacturing Company</i>
3P-program	<i>Pollution Preventions Pay</i>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ACM	<i>Aluminum Composite Material</i>
AEP	Associação Empresarial de Portugal
Amlurb	Autoridade municipal de limpeza urbana
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
<i>BenchMark A+E</i>	Projeto Benchmarking Ambiental e Energético
CEF	Caixa Econômica Federal
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CTR	Guias de Controle de Transporte de Resíduos
ECO 92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento
e-Gar	Guia Eletrônica de Acompanhamento de Resíduos
Eurostat	<i>European Statistics</i>
GAR	Guia de Acompanhamento de Resíduos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	<i>International Union for Conservation of Nature</i>
LER	Lista Europeia de Resíduos

## ABREVIATURAS

MDF	<i>Medium-Density Fiberboard</i>
MDL	Mecanismos como o de Desenvolvimento Limpo
MIRR	Mapa Integrado de Registro de Resíduos
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
ONUUDI	Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial
P+L	Produção Mais Limpa
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PNGR	Plano Nacional de Gestão de Resíduos
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPCS	Plano de Ação para Produção e Consumo Sustentáveis
PRTR	Registro de Emissões e Transferência de Poluentes
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
SindusCon-Sp	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
SINIR	Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos
SIRAPA	Sistema Integrado de Registros da Agência Portuguesa do Ambiente
SIRER	Sistema de Informação de Registro Eletrônico e Acompanhamento de Resíduos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SNIS-AE	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de Água e Esgoto
SNIS-RS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de Resíduos Sólidos
TGR	Taxa de Gestão de Resíduos
UE	União Europeia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UNEP	<i>United Nations Environmental Program</i>
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WAMBUCO	<i>Waste Manual for Building Constructions</i>

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

As grandes civilizações humanas se iniciaram por volta do quarto milênio a.C., segundo Burns (1964). Durante a Antiguidade, caracterizada por populações reduzidas, com baixas taxas de concentração, o tratamento dado aos resíduos produzidos, basicamente orgânicos, se inseria dentro de um processo natural. Na antiga Mesopotâmia, por exemplo, os restos domésticos e agrícolas eram depositados e aterrados em trincheiras escavadas no solo. Após a decomposição do material, o composto resultante era utilizado como fertilizante, retornando assim ao ciclo da produção.

Bem mais tarde, a partir do início de seu Império, em 27 a.C., os Romanos, com a elevação da densidade populacional, também passaram a aterrar resíduos, porém a prática foi determinada mais pela proliferação de insetos e roedores do que pela posterior utilização na agricultura. De acordo com Lora (2000 *apud* ARAUJO, 2002, p.26) os Romanos também foram responsáveis por uma das primeiras iniciativas para reduzir os efeitos negativos do homem sobre o meio ambiente, a construção da *Cloaca Máxima*, o mais antigo sistema urbano de esgoto do mundo.

Após a Antiguidade, dentro das grandes divisões históricas seguintes, não houve evolução no tratamento dado aos resíduos, até porque o volume gerado encontrava respaldo na muito superior capacidade de assimilação dos sistemas naturais então existentes. Assim, durante a Idade Média, a partir da queda do Império Romano em 476 d.C. até a tomada de Constantinopla pelos turcos otomanos em 1453, não existia qualquer preocupação com questões ambientais.

Seguindo pela Idade Moderna, entre 1453 até a Revolução Francesa, em 1789, também não houve evolução em relação ao tratamento de resíduos. Entretanto, importantes movimentos históricos ocorreram durante esse período, como a Expansão Marítima Europeia, a Revolução Comercial e o Mercantilismo, o Colonialismo Europeu na América, entre outros eventos. A combinação desses com a acumulação de capitais e evolução tecnológica, contribuíram para a criar as bases que determinariam a gênese da questão ambiental: o início da Revolução industrial. Que é caracterizado com um conjunto de grandes transformações econômico-sociais ocorridas na Europa nos séculos XVIII e XIX, onde o trabalho

artesanal, predominantemente no campo, foi sendo substituído gradativamente pelo assalariado nas cidades, com crescente emprego de máquinas na produção.

Ao longo de sua evolução, a Revolução Industrial passou a integrar, de forma crescente, elementos como o aço, energia elétrica, combustíveis derivados do petróleo, motor a explosão, locomotiva a vapor e produtos químicos, além de se expandir para vários países da Europa e América do Norte.

O período compreendido entre o final do século XIX e o início do século XX, até o início da II Grande Guerra Mundial, em 1939, foi marcado por mudanças estruturais na economia mundial, com a consolidação do modelo capitalista que, em sua evolução, levou ao estabelecimento da sociedade de consumo de massa. A conjunção de notáveis inovações tecnológicas e organizacionais resultaram em um aumento expressivo da produtividade, ainda sem qualquer preocupação ambiental: os resíduos eram livremente lançados à terra, à água e ao ar.

Durante a II Grande Guerra Mundial, praticamente todos os países economicamente desenvolvidos estavam envolvidos no conflito, com reflexos diretos em sua economia e na produção industrial, voltada basicamente para o esforço de Guerra. Com o encerramento da guerra, ocorreu uma grande expansão econômica, também conhecida como o “*Boom econômico pós-guerra*” ou “*Era de ouro do capitalismo*”, representado por um período de prosperidade econômica em todo o mundo, que incluiu até mesmo países devastados pela guerra.

Conforme Donaire (1995 *apud* ARAUJO, 2002, p.26), nesse período, as empresas eram consideradas instituições econômicas que produziam reflexos positivos no aspecto social, e o meio ambiente apenas fonte de matéria-prima e local de destinação de resíduos. A fumaça saindo de chaminés era apontada como sinal de progresso e a degradação ambiental necessária para garantir o conforto do “homem moderno”. Esta fase durou até início dos anos de 1970, em conjunção com uma série de eventos: colapso dos acordos de Bretton Woods em 1971, a primeira crise do petróleo de 1973, o *crash* da bolsa de 1973-1974 e recessão mundial ocorrida entre 1973 e 1975.

Peter Drucker (1993 *apud* ARCE, 2014, p.16), considerado um dos nomes mais importantes da moderna administração, afirmou em seu conhecido trabalho “*Post-Capitalist Society*”, que, a partir dos anos de 1970, com a introdução de inovações científicas e novas técnicas produtivas, se iniciou uma reordenação da ordem econômica mundial, onde o Conhecimento passou a substituir progressivamente o Capital, no que seria o início do processo de exaustão do modelo capitalista. Segundo Arce (2014, p.16), este movimento representaria um importante “giro civilizacional”, onde, com base na cibereconomia e o ciberespaço, se inicia a Sociedade da Informação.

Em 1972 com a Conferência de Estocolmo o desenvolvimento sustentável ganhou visibilidade, já que pela primeira vez ocorreu uma reunião de chefes de estados organizada pela Organização das Nações Unidas

(ONU) para discutir o assunto. A visibilidade do tema levou o setor industrial a repensar seu modelo de produção, principalmente em países desenvolvidos.

Um exemplo de mudança no modelo de produção foi o programa *Pollution Preventions Pay*, ou simplesmente *3P-program* da empresa norte-americana conhecida como 3M, a *Minnesota Mining and Manufacturing Company*. Segundo Dieleman (2007 *apud* ECKHARD, 2014, p.33) esse programa foi quem deu origem ao conceito básico da metodologia de Produção Mais Limpa (P+L).

A Produção Mais Limpa é a metodologia que apresenta uma possível solução para o grande volume de resíduos gerados e o mal aproveitamento das matérias-primas, pois tem como prioridade a redução da geração de resíduos. A mesma “caracteriza-se por ações que são implementadas dentro da empresa, com o objetivo de tornar o processo mais eficiente no emprego de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduos” (CNTL, 2003b, p, 114). Embora a prioridade dessa metodologia seja a não geração de resíduos, a mesma também incorpora em seu fluxo medidas como reutilização e reciclagem dos resíduos, que são importantes na reintrodução do resíduo ao ciclo produtivo, de maneira a aproveitar seu potencial como matéria-prima e insumos de novos materiais.

O programa *3P-program* iniciado em 1975, que tinha como princípio que toda geração de resíduos seria consequência do uso inadequado de matérias-primas, recompensava funcionários que apresentassem propostas de redução de desperdícios. Segundo Dieleman (2007 *apud* ECKHARD, 2014, p.33), o *3P-program* obteve sucesso ao conciliar a redução de geração de resíduos com expressiva redução de custos de produção.

O sucesso do programa despertou a importância da metodologia de Produção Mais Limpa, pois destacou que a união dos campos técnico, econômico e ambiental permitem a eficiência das matérias-primas e assim a não geração de desperdícios.

O setor da construção civil é um dos responsáveis pela geração de resíduos sólidos. Esses resíduos são classificados como “[...] material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido [...]” (BRASIL, 2010, p. 2).

Por ser responsável por um volume expressivo de resíduos, fez-se necessário a discriminação dos resíduos originados de atividades como construções, reformas, reparos, demolição e escavação de solos em uma subcategoria chamada Resíduos de Construção e Demolição (RCD), de modo a estabelecer-se as obrigações da fonte geradora, modos de disposição e ferramentas de acompanhamento do fluxo dos mesmos. Essa medida foi adotada tanto no Brasil, quanto em Portugal.

Diferente do setor industrial que repensou seu modelo de produção, a construção civil apresenta dificuldades em “[...] romper o paradigma de que os desperdícios são características do setor e que as técnicas de reciclagem externa são a única saída para reduzir a degradação ambiental [...]” (MATTOSINHO; PIONÓRIO, 2009, p.8) e dessa maneira em aplicar estratégias que proporcionem a redução da geração de resíduos. Mesmo com os avanços tecnológicos essa característica persiste até os dias atuais.

A dificuldade em aplicar mudanças voltadas à não geração de resíduos faz com que a construção civil tenha uma participação considerável na geração dos resíduos sólidos urbanos. Além dessa característica o setor também é responsável por disposições inadequadas dos resíduos e impactos ambientais. Esses fatores levaram o CONAMA (2002) a incluir na Resolução brasileira voltada aos Resíduos de Construção e Demolição o princípio de valorização da redução da geração de resíduos. Dessa maneira, além de definir quais são os resíduos e classificá-los, o 4º artigo da Resolução n.º 307/2002 dita que a prioridade da gestão de resíduos deve ser evitar a produção dos RCD.

A mesma preocupação é apresentada por Portugal (2008). E essa pode ser notada no regime de operações de gestão de resíduos resultante de obras ou de demolições de edifícios desenvolvido pelo Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, órgão responsável pela regulamentação dos RCD em Portugal. Esse regime estabelece e destaca que a prioridade da hierarquia de gestão deve ser a não geração de resíduos.

Mesmo com as regulamentações que incentivem a prioridade pela não geração de resíduos, fatores como limitada mão de obra especializada, falta de apoio institucional, dificuldade em romper o paradigma de desperdícios como característica do setor e a singularidade nos procedimentos construtivos de cada canteiro de obras contribuem para o baixo emprego da metodologia de Produção Mais Limpa na construção civil.

## **1.1 OBJETIVO**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Apontar aspectos que devem ser observados para a implantação da metodologia da Produção Mais Limpa em canteiros de obra.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Analisar as causas, a composição e os dados da geração de resíduos no canteiro de obras.

Analisar a regulamentação de gestão dos RCD.

Analisar o fluxo dos RCD, de acordo com a regulamentação estabelecida.

Analisar os critérios e metodologia de Produção Mais Limpa.

Analisar a aplicação do critério de Produção Mais Limpa no canteiro de obras.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A construção civil é acompanhada pelo paradigma de que a geração de resíduos faz parte do processo produtivo da mesma. Essa característica aliada ao descarte inadequado dos resíduos por parte de alguns geradores acarretam em impactos socioambientais. De acordo com Pinto (2005, p.8) esses problemas são:

- a) degradação das áreas de manancial e de proteção permanente;
- b) proliferação de agentes transmissores de doenças;
- c) assoreamento de rios e córregos;
- d) obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias, sarjetas, etc.;
- e) ocupação de vias e logradouros públicos por resíduos, com prejuízo à circulação de pessoas e além da própria degradação da paisagem urbana;
- f) existência e acúmulo que podem gerar risco por sua periculosidade.

Além de causar os impactos mencionados, devido à destinação inadequada dos seus resíduos, a construção civil também possui deficiências no consumo dos insumos ambientais. Segundo Agopyan (2013 *apud* GLOBO CIÊNCIA, 2013), o setor é responsável por consumir uma parcela que varia entre 40% e 75% de toda a matéria-prima produzida no planeta, ao mesmo tempo em que é responsável por cerca de 30% dos resíduos sólidos brasileiros, de acordo com o de acordo com Brasil (2010a-2016a), e 34,7% dos resíduos gerados na União Europeia, de acordo com UE (2017). Esses dados revelam que o consumo expressivo de matérias-primas se deve a não eficiência do uso dos mesmos, pois parte considerável é transformada em resíduos.

É comum encontrar dentre o expressivo volume de resíduos descartados pela construção civil matérias-primas que sequer entraram no ciclo produtivo, pois sofreram danos por falta de gestão de materiais e medidas com foco no consumo consciente no canteiro de obras. Esse fator para Souza *et al.* (2004 *apud* ROTH; GARCIAS, 2009, p.115) transforma o setor em um grande consumidor de insumos ambientais e responsável pela geração de um volume expressivo de resíduos.

Tanto as alternativas para minimizar os impactos dos resíduos já gerados como as medidas para atender os requisitos mínimos para uma deposição correta dos resíduos (triagem, segregação, transporte externo e deposição em aterros controlados) acarretam custos extras ao gerador. Situação que se repete com os materiais que foram comprados e, devido à má gestão, tornaram-se resíduos. Esse cenário demonstra

que além dos impactos socioambientais e aumento da exploração de matérias-primas, a não eficiência do setor também proporciona impactos financeiros ao mesmo.

A Produção Mais Limpa é uma metodologia que tem como objetivo principal racionalizar o consumo dos insumos ambientais e assim evitar a geração de resíduos. Essa característica possibilita que a P+L seja uma alternativa para solucionar os problemas, relacionados a geração de resíduos e consumo dos insumos ambientais, enfrentados pelo setor da construção civil. Isso porque essa metodologia inicia seu processo sensibilizando os gestores sobre a importância tanto ambiental, como financeira do uso consciente dos insumos ambientais e em seguida implementa etapa de planejamento detalhado dos projetos, característica ausente no setor da construção civil. A possibilidade de essa metodologia proporcionar benefícios a construção civil leva a necessidade de analisar como a aplicação da mesma deve ocorrer no setor.

### **1.3 METODOLOGIA**

O trabalho foi realizado através de uma revisão da literatura e o desenvolvimento de um estudo de caso. A revisão da literatura baseia-se em uma pesquisa bibliográfica sobre a geração dos resíduos nos canteiros de obras, a regulamentação da gestão desses resíduos e os critérios e metodologia de produção mais limpa e a sua aplicação nos canteiros de obras. Foram realizadas consultas em trabalhos de conclusões de curso, teses, dissertações, seminários, revistas técnicas, normas, leis e decretos-leis brasileiros e portugueses.

O estudo de caso contempla um edifício em fase de requalificação com o objetivo de analisar os resíduos gerados durante esse processo, as técnicas de gestão de resíduos empregadas e os impactos das medidas e especificações na geração de resíduos.

### **1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO**

Esse trabalho está estruturado em 10 capítulos.

O Capítulo 1 apresenta o tema que será desenvolvido no trabalho, composta por um texto introdutório, objetivos do trabalho, a justificativa da pesquisa e a metodologia empregada no desenvolvimento do estudo.

O Capítulo 2 é responsável por definir o problema principal do trabalho que são os resíduos provenientes de atividades da construção civil, apresentando as causas da sua geração, composição dos RCD e dados de geração tanto no Brasil, quanto em Portugal.

O Capítulo 3 apresenta as legislações brasileiras e portuguesas específicas para os resíduos da construção e demolição com o objetivo de apresentar as regras, prioridades e características específicas de cada país com relação ao assunto.

O Capítulo 4 é responsável por apresentar as diferentes maneiras de classificar os resíduos da construção e demolição e por apresentar as classificações adotadas no Brasil e em Portugal.

O Capítulo 5 é apresentado o fluxo dos resíduos da construção e demolição, destacando o trajeto desses desde a geração até a deposição final ou reinserção no fluxo da cadeia produtiva.

O Capítulo 6 apresenta a metodologia de produção mais limpa, destacando seu histórico, desafios, objetivos, metodologia, benefícios e barreiras para aplicação da mesma na construção civil.

As possibilidades de redução da geração de resíduos nos diferentes ciclos da construção estão apresentadas no Capítulo 7.

No Capítulo 8 é desenvolvido o estudo de caso, aborda um estudo de caso sobre a geração e gestão dos resíduos em uma obra de requalificação, localizada na cidade de São Paulo, Brasil.

O Capítulo 9 apresenta a discussão dos resultados obtidos nas pesquisas realizadas.

O Capítulo 10 apresenta as considerações finais do trabalho e indicações de pesquisas futuras.



## CAPÍTULO 2

### RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

#### 2.1 GERADORES DE RCD

O setor da construção civil caracteriza-se pela singularidade dos projetos, pois cada obra possui um conjunto de objetivos, técnicas construtivas, materiais, escopo, terreno de implantação e metodologia de gerenciamento particular. Apesar das características exclusivas é possível dividir as mesmas de acordo com seu objetivo geral, que pode ser executar um edifício novo, a manutenção ou reestruturação de um empreendimento ou até mesmo a demolição de um imóvel.

Considerando os três objetivos gerais mais comuns Santos (2007, p.36) afirma os geradores de resíduos provenientes do setor da construção civil podem ser classificados em três grupos: demolição, construção e manutenção. O grupo manutenção inclui atividades como remodelação, requalificação, reabilitação e renovação. Ruivo e Veiga (2004, p.11) apresentam as características gerais dos resíduos para cada grupo de geradores:

- a) Demolição – Os resíduos provenientes das atividades de demolição são em grande maioria materiais inertes e solos, variando de acordo com a obra demolida e os métodos empregados;
- b) Construção – Os resíduos gerados nas construções costumam ter um volume menor que o das demolições, mas tem a variedade como fator comum;
- c) Remodelação, requalificação, reabilitação e renovação – Os resíduos provenientes de remodelações, reabilitações e renovações têm características semelhantes aos das demolições, mas possuem um volume maior de resíduos gerados por revestimentos, alvenarias de divisão e outras estruturas pertencentes ao interior dos edifícios.

Santos (2008, p. 27) afirma que há diferença entre as porcentagens para cada tipo de gerador com relação ao país de origem. Um fenômeno que determina isso é o fato de países desenvolvidos, como o caso de Portugal, terem como preferência obras de remodelação, reabilitação e renovação, do que obras novas. Essa preferência acontece porque as cidades mais antigas, que é o caso das europeias, passaram por um processo de esvaziamento das regiões centrais, originando parques imobiliários obsoletos. Morettini

(2012) afirma que esse fenômeno aconteceu devido ao surgimento de edifícios mais modernos que atendiam às novas exigências do mercado em regiões periféricas das cidades.

Com o objetivo de revalorizar as regiões centrais, aproveitar a infraestrutura consolidada nessas áreas e ainda incentivar turismo através do resgate cultural, projetos de reabilitação de edifícios antigos foram incentivados nas cidades dos países pertencentes à União Europeia. Essa característica proporciona diferença na proporção dos resíduos por gerador entre Portugal e Brasil, que pode ser observada no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Porcentagem de resíduos por gerador no Brasil e em Portugal

PAÍS	CONSTRUÇÃO [%]	DEMOLIÇÃO [%]	MANUTENÇÃO [%]
Brasil	41	59	
Portugal	10 - 20	40 - 50	30 - 40

Fonte: A autora com base, Ruivo e Veiga (2004, p.11) e I&T Informações e técnicas (? *apud* Lima e Lima (2012)).

## 2.2 CAUSAS DA GERAÇÃO DOS RCD

Os resíduos provenientes do setor da construção civil além de heterogêneos possuem diversas causas de geração. De acordo com Pimentel (2013, p.41) as falhas na fase de planejamento e na execução dos processos construtivos são as principais causas da geração de RCD nos canteiros de obras.

A fase de planejamento engloba a execução dos projetos, detalhamento do *layout* do canteiro, sequenciamento de atividades e especificação dos materiais e técnicas a serem utilizadas. Essas atividades que de acordo UFMG (2014, *apud* ALVES; DREUX, 2015, p.58) ao não serem realizadas de maneira correta proporcionam a geração de resíduos. A relação entre o planejamento e os resíduos acontecem porque exemplos como ausência ou alteração de projetos, falhas nas definições, não compatibilização de projetos e detalhamentos insuficientes proporcionam retrabalhos e consecutivamente a geração de RCD.

A etapa operacional assim como a de planejamento está relacionada ao aproveitamento adequado das matérias-primas. Essa relação de acordo com CEF (2001 *apud* ARAUJO,2002, p.68) faz com que a mão de obra não qualificada, ausência de procedimentos operacionais e falta de controle do processo construtivo proporcionem geração de resíduos assim como a falta de planejamento.

Além das atividades mencionadas outras também são responsáveis pela geração de resíduos. O Quadro 2.2 apresenta as causas de geração para cada origem de resíduos.

Quadro 2.2 - Causas da geração de resíduos da construção

ORIGEM DO RESÍDUO	CAUSA DA GERAÇÃO
Contratual	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erros no caderno de encargos;</li> <li>– Documentos incompletos no início do contrato de construção.</li> </ul>
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alteração de projeto;</li> <li>– Desenho e detalhes complexos;</li> <li>– Erros em desenhos de detalhes da construção;</li> <li>– Especificação inadequada;</li> <li>– Falhas de coordenação e comunicação.</li> </ul>
Aquisição de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Erros no pedido de compras (não conformidade com as especificações);</li> <li>– Superestimação das quantidades de materiais;</li> <li>– Erros do fornecedor.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Danos causados durante o transporte;</li> <li>– Dificuldade de acesso ao local da construção por parte dos veículos;</li> <li>– Proteção deficiente dos materiais durante a descarga dos mesmos;</li> <li>– Métodos ineficientes de descarga.</li> </ul>
Gestão e planejamento do canteiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de um plano de gestão de resíduos no local;</li> <li>– Planejamento indevido para as quantidades de materiais necessárias;</li> <li>– Atraso no repasse de informações sobre as dimensões e quantidades dos materiais a serem utilizados;</li> <li>– Falta de controle do material no canteiro de obras;</li> <li>– Falta de fiscalização;</li> <li>– Falta de acompanhamento ambiental em obra com supervisão e controle da gestão de resíduos.</li> </ul>
Armazenagem de material	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Local inadequado para armazenamento levando a danos ou deterioração;</li> <li>– Método impróprio de armazenamento;</li> <li>– Materiais armazenados distante do ponto de aplicação.</li> </ul>
Manuseio de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Materiais fornecidos sem embalagem;</li> <li>– Método de armazenamento inadequado, exigindo o transporte até o ponto de aplicação;</li> <li>– Manipulação inadequada do material;</li> <li>– Resíduos do processo de aplicação de materiais.</li> </ul>
Operação do canteiro de obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Acidentes devido à negligência;</li> <li>– Materiais e produtos não utilizados;</li> <li>– Uso incorreto de materiais;</li> </ul>

ORIGEM DO RESÍDUO	CAUSA DA GERAÇÃO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mau funcionamento de equipamentos;</li> <li>– Falta de habilidade profissional;</li> <li>– Excesso ou ausência de ordens;</li> <li>– Utilização de materiais errados, resultando em sua eliminação;</li> <li>– Pressão para cumprir o cronograma da obra;</li> <li>– Falta de ética no trabalho.</li> </ul>
Resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Resíduos provenientes de processos de aplicação, como superdimensionamento da quantidade de argamassa;</li> <li>– Sobras após o corte de materiais;</li> <li>– Resíduos provenientes do corte de formas específicas;</li> <li>– Acondicionamento inadequado.</li> </ul>
Fim da Obra / Desmontagem do canteiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de definição de regras para a gestão dos resíduos gerados pelas ações a desenvolver na desmobilização da obra/desmontagem do canteiro.</li> </ul>
Outros	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tempo;</li> <li>– Vandalismo;</li> <li>– Roubo.</li> </ul>

Fonte: A autora com base Osmani et al (2008 *apud* PASA, 2012, p.26) e AEP (2011, p. 55).

### 2.3 COMPOSIÇÃO DOS RCD POR FASES DA OBRA

As fontes dos resíduos da construção e demolição são construções, reformas, remodelações de edifícios, restaurações e demolições. Esses empreendimentos possuem cronograma de trabalho separado por tipo de atividade (demolição, escavação, estrutura, vedação e entre outras). Essas atividades estão diretamente relacionadas a composição dos resíduos gerados, uma vez que cada etapa de trabalho possui materiais, técnicas construtivas, equipamentos e mão de obra específicas para o desenvolvimento da mesma.

A relação entre as atividades desempenhadas e os tipos de resíduos gerados resulta na importância da caracterização (identificação e quantificação) dos resíduos antes do início da execução da obra. Esse estudo inicial da geração de resíduos de acordo Lima e Lima (2012) é importante para o planejamento da gestão de resíduos e quando preparado de acordo com as etapas da obra é ainda mais eficiente, pois facilita a reinserção de maneira mais racional do resíduo no processo construtivo. A importância da caracterização pode ser observada tanto nas exigências dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil brasileira, quanto nas do Plano de Prevenção e Gestão de RCD português, uma vez que esses planejamentos devem obrigatoriamente identificar e quantificar os resíduos que serão gerados no empreendimento em estudo.

O Quadro 2.3 ilustra a composição dos resíduos gerados em uma construção nova por cada etapa da obra.

Quadro 2.3 - Composição dos resíduos gerados por etapas da obra

ETAPA DA OBRA	MÉTODO CONSTRUTIVO	RESÍDUOS PROVÁVEIS
Limpeza de terreno	Limpeza do terreno em geral	Solos, Rochas, Vegetação, Galhos
Montagem do canteiro	Montagem do canteiro em geral	Blocos cerâmicos, concreto (areia, brita), Madeiras
Fundações profundas	Tubulões	Concreto, aço
	Estaca metálica	Recortes/sobras de aço
	Estaca pré-moldada de concreto	-
	Tipo Franki	Aço, Concreto, Areia, Brita
	Tipo Strauss	Aço, Concreto
	Hélice Contínua	Concreto, Aço
	Estacas-raiz	Concreto, Lama bentonítica, Aço
	Parede diafragma	Concreto, Lama bentonítica, Aço
Fundações Superficiais	Blocos	Madeira, Aço, Concreto
	Sapatas	Madeira, Aço, Concreto
	Vigas Baldrame	Madeira, Aço, Concreto
	Radier	Madeira, Aço, Concreto
Estrutura	Concreto Armado	Madeira, Aço, Concreto, Sacos de cimento
	Concreto Pretendido	Madeira, Aço, Concreto, Sacos de cimento, bainhas plásticas engraxadas
	Alvenaria Estrutural	Madeira, Aço, Concreto, Blocos de concreto, sacos de cimento
Vedações e Divisórias	Alvenaria Convencional	Blocos Cerâmicos, Argamassa, Sacos de cimento
	Alvenaria de Blocos de Concreto	Blocos de Concreto, Argamassa, Sacos de cimento

ETAPA DA OBRA	MÉTODO CONSTRUTIVO	RESÍDUOS PROVÁVEIS
	Divisórias em Drywall	Gesso, perfis metálicos, embalagens de papel e plástico
Revestimentos Internos	Chapisco, emboço e reboco	Argamassa, pedaços de madeira, sacos de cimento
	Pintura	Argamassa, latas de tinta e solventes
Revestimentos Internos	Azulejo/Cerâmica	Argamassa, Pedacos de peças quebradas, embalagens em papelão
	Gesso Liso	Argamassa, Embalagens
	Pedras	Argamassa, peças quebradas
	Piso Laminado	Argamassa, perfis metálicos, pedaços de piso, embalagens
Revestimentos Externos	Pintura	Argamassa, latas de tinta, solventes
	Textura	Argamassa, latas de massa
	Pastilhas	Argamassa, peças quebradas
Instalações Elétricas	Instalações elétricas em geral	Blocos cerâmicos, Argamassa, Conduítes, mangueiras, fios de cobre, bobinas de madeira
Instalações Hidrossanitárias	Instalações hidráulicas em geral	Blocos cerâmicos, argamassa, tubos de PVC
Cobertura	Estrutura Metálica	Pedaços de perfis metálicos
	Estrutura de Madeira	Pedaços de madeira
	Telha de barro	Telhas Quebradas
	Telha de Fibrocimentos	Cacos de fibrocimentos
	Laje impermeabilizada	Baldes de impermeabilizantes
	Telhado verde	Baldes de impermeabilizantes, restos de manta geotêxtil

Fonte: A autora com base, Bertol et al (2013) e Valotto (2007 *apud* LIMA, 2015, p.7).

Os tipos de resíduos gerados nas atividades da construção estão relacionados ao método construtivo adotado. Essa característica pode ser observada no Quadro 2.2, pois para uma mesma etapa da obra podem ser obtidos resíduos diferentes ou até mesmo a ausência de resíduos com a variação do método construtivo. Desta forma a preparação de um estudo semelhante ao Quadro 2.2, na etapa de planejamento da obra, facilita a caracterização e prevenção dos RCD.

Vale ressaltar que o Quadro 2.2 apresenta as características dos resíduos gerados nas etapas de uma obra nova e que os resíduos gerados para as fases de uma demolição, reforma ou reconstrução podem variar. Essas diferenças acontecem devido às características singulares de cada tipo de obra, pois o escopo de trabalho varia de acordo com projeto, técnicas construtivas adotadas e objetivo da obra.

## **2.4 DADOS DA GERAÇÃO DE RCD**

### **2.4.1 Dados da geração de RCD no Brasil**

O acesso aos dados da geração de resíduos proveniente do setor da construção no Brasil é possível devido a um dos instrumentos da Lei nº 12.305, que dispõe sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos. O instrumento mencionado é o Sistema Nacional de Informações Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR). A legislação correlata dessa Lei, Decreto 7.404 de dezembro de 2010, aprofunda a finalidade da ferramenta ao definir que o SINIR deve coletar, sistematizar e disponibilizar dados referentes à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos.

A base de dados do SINIR é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). As informações estão disponibilizadas em uma plataforma online (SNIS-Série histórica) e não há cobrança ou restrições para acessar a mesma. O SNIS é o maior e mais importante sistema de informações do setor saneamento no Brasil. A base de dados está dividida em dois componentes, Água e esgotos (SNIS-AE) e Resíduos sólidos (SNIS-RS), e permite consultar informações e exportar dados para planilhas eletrônicas desde os primeiros anos de coleta até os atuais. Uma das categorias de informações do SNIS-RS é a de Resíduos de Construção e Demolição. As informações dessa categoria representam a quantidade anual de resíduos da construção civil recebida nas unidades de processamento, de acordo com informações disponibilizadas pelos municípios.

A Figura 2.1 apresenta os dados da categoria Resíduos de Construção e Demolição no período entre 2010 e 2016. As informações apresentadas abordam a quantidade anual de resíduos coletada pela Prefeitura ou empresas contratadas por ela, a quantidade anual coletada por empresas especializadas (“caçambeiros”) ou autônomos contratados pelo gerador (caminhões basculantes) e a quantidade anual coletada diretamente pelo gerador que são destinadas às unidades receptoras desses resíduos.

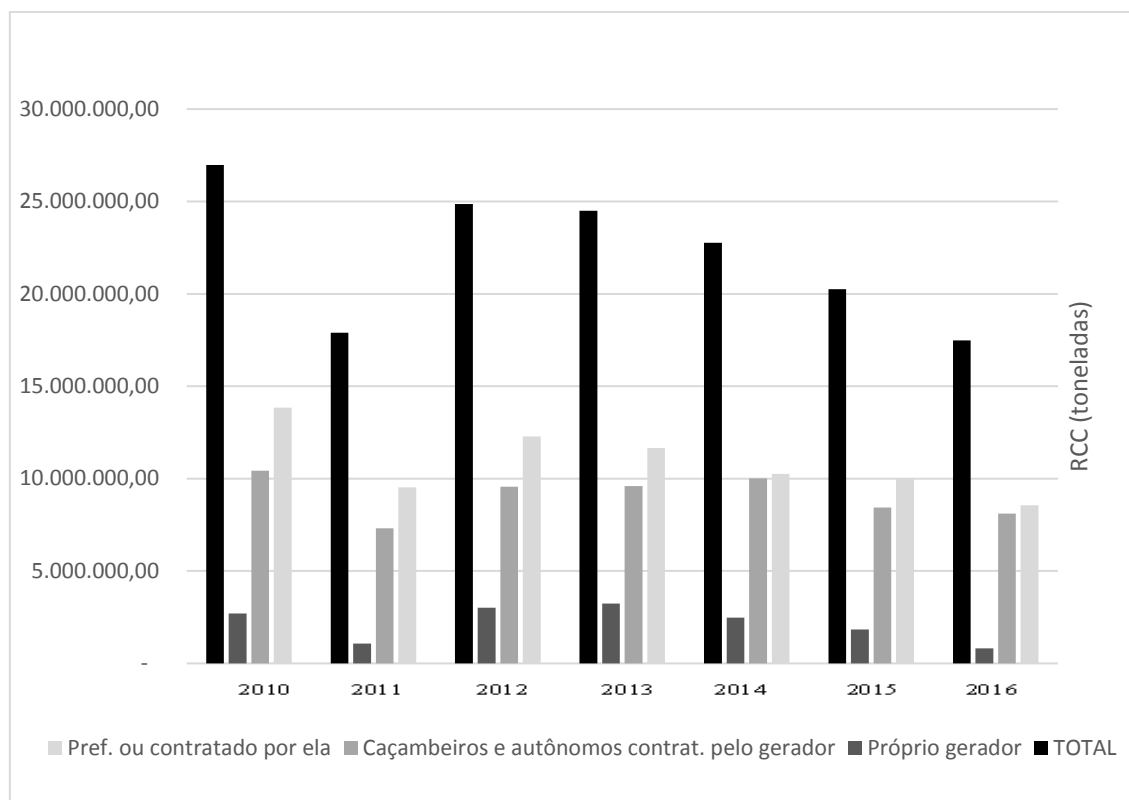


Figura 2.1 - Quantidade de Resíduos da construção coletados entre 2010 e 2016 no Brasil

Fonte: A autora, com base nos dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos realizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2010a - 2016a).

Observando os dados apresentados na Figura 2.1, pode-se concluir que durante o período estudado, 2010 a 2016, a média de geração de resíduos da construção no Brasil foi de aproximadamente 22 milhões de toneladas à cada ano. Também é possível perceber que, com exceção ao intervalo entre 2011 e 2012, a quantidade de resíduos do setor da construção destinados às unidades receptoras está em constante queda. Essa queda pode estar relacionada à instabilidade política no Brasil, marcada pelo *impeachment* presidencial e os escândalos dos ganhos indevidos e favorecimentos que envolveram algumas construtoras brasileiras. Esse cenário desencadeou uma crise econômica no país desde 2014, afetando o setor da construção civil. Dessa forma não é possível afirmar a relação da queda no volume de resíduos provenientes de construções e demolições, que ficou mais acentuada a partir de 2014, com mudanças de metodologias no canteiro de obras, porque a crise econômica pode ter sido o fator responsável pela mesma.

Outro fator que deve ser considerado na análise dos dados apresentados pelo SNIS é a precariedade de informações do setor específico de resíduos de construção, pois essa característica faz com que os dados sejam apenas estimativas sendo, possivelmente, valores maiores que os apresentados.

É possível notar a precariedade dos valores fornecidos pelo SNIS ao comparar os mesmos com os valores presentes nos relatórios publicados pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), pois há uma discrepância muito grande entre os valores obtidos no intervalo entre 2010 e 2016, em média 276 % de diferença percentual. A Figura 2.2 ilustra a discordância dos dados apresentados pelo SNIS e pela ABRELPE, pois essa compara os dados fornecidos pelos mesmos.

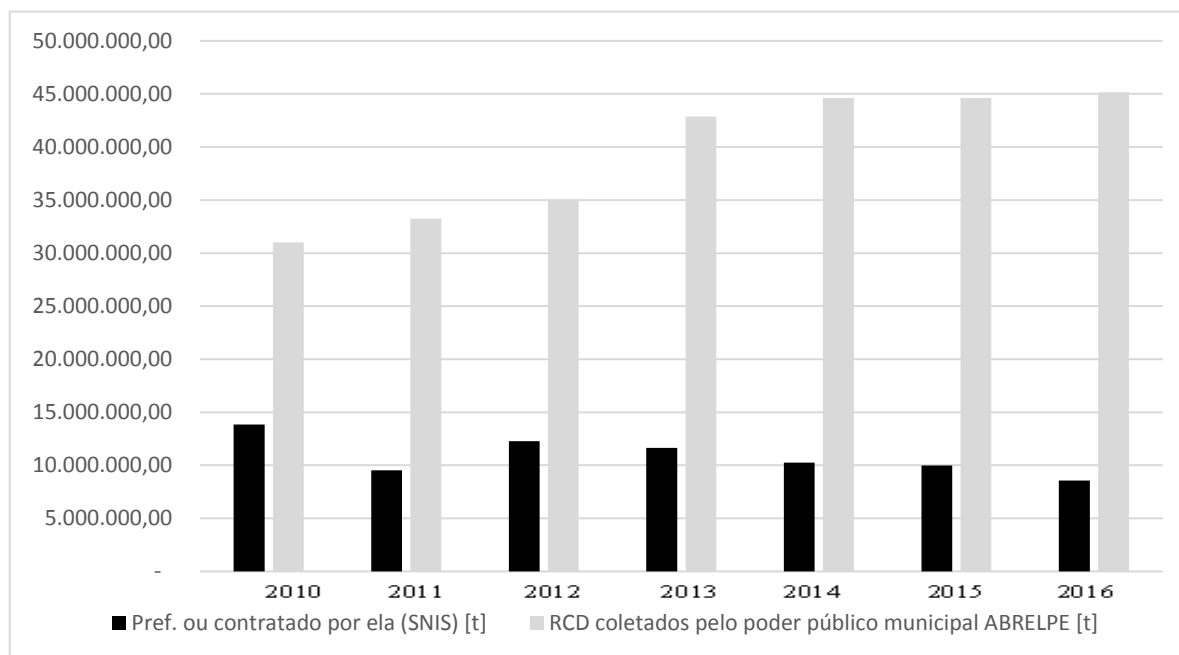


Figura 2.2 - Comparação entre os valores de RCD coletados pelas prefeituras ou contratados por ela fornecidos pelo SNIS e a ABRELPE

Fonte: A autora, com base nos dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos realizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2010a – 2016a) e da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (BRASIL, 2010b - 2016b).

Os valores comparados na Figura 2.2, representam o volume de resíduos coletados pelo poder público municipal, ou seja, resíduos provenientes de obras sob responsabilidade do município e os RCD lançados incorretamente em logradouros públicos. Compara-se apenas essa parcela dos resíduos provenientes do setor da construção civil, porque a ABRELPE não considera os resíduos coletados por caçambeiros nem os pelo próprio gerador em sua pesquisa por julgar que não existem registros confiáveis sobre o volume dessa parcela de RCD.

O SNIS não apresenta apenas o volume de resíduos provenientes da construção civil, mas também volume de resíduos sólidos urbanos e resíduos provenientes do setor da saúde. Diante dos dados presentes em

seus relatórios é possível estimar a parcela de RCD perante a quantidade total de resíduos recebidos nas unidades de processamento dos municípios, essa relação está presente na Figura 2.3.

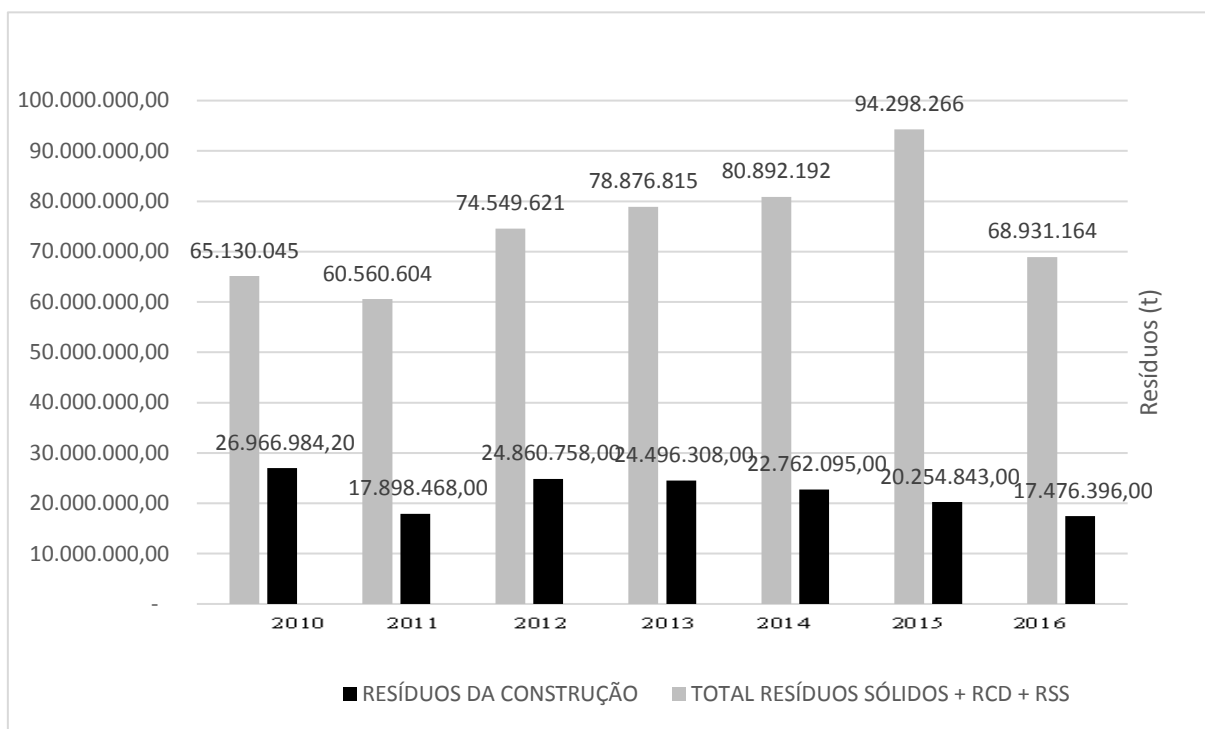


Figura 2.3 - Quantidade de Resíduos de Construção e Demolição e Resíduos Sólidos coletados entre 2010 e 2016 no Brasil

Fonte: A autora, com base nos dados do Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos realizados pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2010a - 2016a).

A análise da Figura 2.3 leva à percepção da expressividade do volume de resíduos da construção em relação ao total de resíduos sólidos gerado anualmente, uma vez que os RCD representam em média cerca de 30% dos resíduos sólidos gerados no país. Esse valor pode ser ainda maior em cidades mais desenvolvidas como é o exemplo do município de São Paulo, já que a mesma possui setor da economia mais desenvolvido que os demais municípios do país.

A falta de precisão nos dados sobre resíduos provenientes do setor da construção civil é um fator que deve ser considerado durante a análise dos valores apresentados pelos Diagnósticos de Resíduos Sólidos Urbanos, pois o setor da construção civil ainda é marcado pela precariedade de informações do setor específico de RCD. Essa característica permite concluir que é possível que os valores apresentados possam ser ainda maiores.

### 2.4.2 Dados da geração de RCD em Portugal

O Sistema de informação de registro eletrônico e acompanhamento de resíduos (SIRER) é o sistema definido pelo Decreto-lei nº73/2011 como responsável por “[...] registro e o armazenamento de dados relativos a produção e gestão de resíduos e a produtos colocados no mercado abrangidos por legislação relativa a fluxos específicos de resíduos, bem como a transmissão e consulta de informação sobre a matéria” (PORTUGAL, 2011, p.3288). A base de dados registra as seguintes características dos resíduos: origem discriminada, quantidade, classificação, destino, identificação das operações efetuadas e identificação dos transportadores.

O SIRER tem como responsabilidade manter sigilo dessas informações para manter a confidencialidade definida pelo Decreto-lei 73/2011, mas concede acesso às informações para entidades de inspeção e fiscalizadoras de assuntos relacionados a resíduos. Esses dados ao serem divulgados para essas entidades fiscalizadoras são utilizados como base para as estatísticas nacionais sobre resíduos, planejamento nacional relativo a resíduos, avaliação do resultado de políticas empregadas, reportes comunitários e cálculo da Taxa de Gestão de Resíduos (TGR).

O Relatório do estado do Ambiente, divulgado anualmente pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) é uma das maneiras de ter acesso a uma parte das informações levantadas pelo SIRER. Esse relatório apresenta sobre os resíduos da construção e demolição a taxa de reciclagem obtida anualmente e compara o resultado com as metas do Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014 - 2020. A Figura 2.4 apresenta as informações mencionadas presentes no último Relatório do Estado do Ambiente.

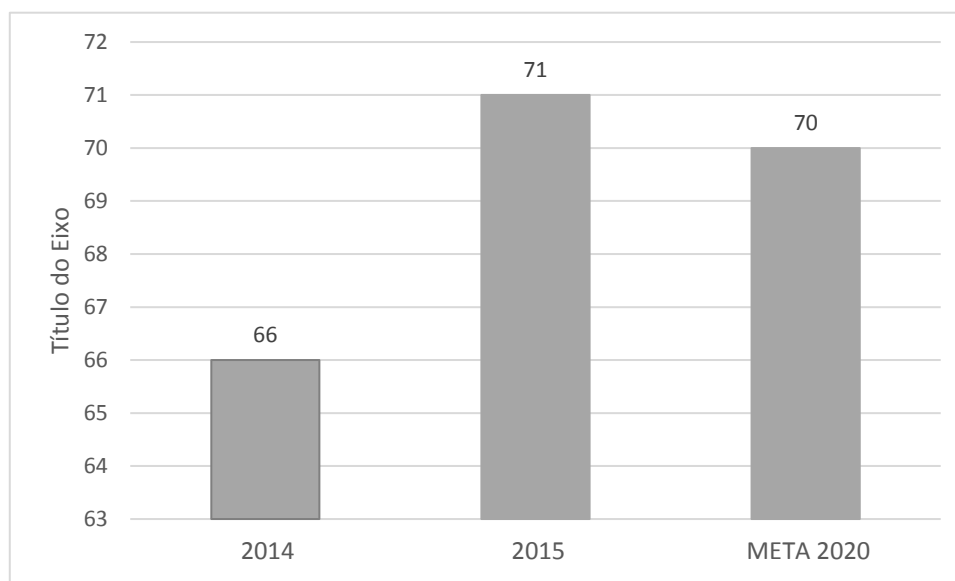


Figura 2.4 - Taxa de reciclagem obtida para o fluxo de resíduos da construção e demolição

Fonte: Adaptado do Relatório do Estado do Ambiente 2017 (APA, 2017, p.73).

Observando as informações apresentadas pela Figura 2.4 é possível concluir que em 2015 Portugal já havia atingido a meta para 2020 de 70% de valorização material de RCD não perigosos. Embora esse relatório afirme que a meta foi atingida em 2015, não é possível afirmar que essa característica foi mantida no ano de 2016, uma vez que na data da divulgação do relatório ainda não haviam sido apurados os dados relativos ao fluxo de Resíduos de Construção e Demolição.

Os relatórios mais recentes do Estado do Ambiente não divulgaram o valor total de Resíduos de Construção e Demolição gerado anualmente em Portugal. A grandeza desse valor é possível de estimar, porque no Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014 – 2020, Ferrão (2014) afirma que em 2009 foi produzida uma análise detalhada dos resíduos que constatou que 1.648 mil toneladas de RCD foram produzidos em Portugal nesse ano.

## CAPÍTULO 3

### LEGISLAÇÃO

Os Resíduos de Construção e Demolição são um assunto de relevância para o cenário mundial devido à expressividade do volume do mesmo gerado. De acordo com o WAMBUCO (2002) a construção civil é um dos setores da economia que mais produzem resíduos na União Europeia, cerca de 34,7% de acordo com o levantamento do UE (2017). Essa característica é mantida em outros países, como o Brasil, que apresenta uma taxa de 30%, de acordo com Brasil (2010a – 2016a).

O grande volume de RCD gerado é um dos motivos que incitam os órgãos competentes por gerir as políticas públicas sobre meio ambiente a desenvolverem regras e normas para estabelecerem diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

#### **3.1 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O projeto de Lei 203/1991, de acordo com Brasil (2018), foi o documento normativo que iniciou o debate sobre a regulamentação da gestão de resíduos no Brasil. O mesmo abordou temas como acondicionamento, coleta, transporte e destinação de resíduos da saúde.

O assunto voltou a ser debatido de forma mais ampla pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em 1999 com a elaboração da Proposição 259, pois essa seria responsável por definir as diretrizes técnicas para a gestão de resíduos sólidos em geral. Mesmo aprovada a mesma não foi publicada.

Três anos depois o CONAMA publicou um documento que aborda o mesmo assunto, porém especificado para o setor da construção civil. A Resolução CONAMA n.º 307/2002, de 5 de julho de 2002, que “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.” (CONAMA,2002, p.571). O documento foi posteriormente alterado por outras Resoluções do a fim de garantir que a regulamentação seja dinâmica e assim atenda o desenvolvimento tecnológico do setor.

A Resolução foi instituída devido à necessidade de se reduzir o impacto gerado pelos resíduos do setor da construção, viabilizar a reciclagem dos mesmos e definir as responsabilidades de seus geradores.

Para implementar a gestão de resíduos e assim alcançar os objetivos do documento, a Resolução CONAMA n.º 307/2002 estabelece que o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil deve definir os procedimentos e diretrizes técnicas para os pequenos geradores, enquanto os demais devem executar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

A Resolução define que os geradores devem ter como objetivo principal “[...] a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final [...]” (CONAMA, 2002, p.572). Mesmo a redução sendo a prioridade estabelecida pela legislação, nenhuma das etapas definidas no documento para os Projetos de Gerenciamento de resíduos da Construção Civil aborda o assunto.

Desde o projeto de Lei 203/1991 ocorreram seminários, congressos, criações de grupos internos nas secretarias do Ministério do Meio Ambiente (MMA) entre outras ações com a finalidade de instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Em 2010 foi concluído esse processo de produção, uma vez que no dia 2 de agosto a Lei n.º 12305/2010, (BRASIL, 2010), foi sancionada.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos contempla um “[...]conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações [...] com vistas à gestão integrada e ao gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.” (BRASIL, 2010, p. 3) apresenta quinze objetivos (p. 7):

- a) Proteção da saúde pública e de qualidade ambiental.
- b) Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.
- c) Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens de serviço.
- d) Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais.
- e) Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos.
- f) Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados.
- g) Gestão integrada de resíduos sólidos.
- h) Articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos.
- i) Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos.
- j) Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação de dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, como forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei nº 11.445 de 2007.
- k) Prioridade, nas aquisições e contratações governamentais, para:
  - l) Produtos reciclados e recicláveis.
  - m) Bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis.

- n) Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.
- o) Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto.
- p) Incentivo do desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluídos a recuperação e o aproveitamento energético.
- q) Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

Uma ferramenta apresentada pela Lei n.º 12305/2010, (BRASIL, 2010), para obtenção de seus objetivos é o desenvolvimento de planos de resíduos sólidos, nas esferas nacional, estaduais e municipais.

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos foi elaborado com a contribuição de audiências e consultas públicas que tiveram a participação do setor público, repartições voltadas ao estudo de resíduos e a população. Essas audiências públicas tiveram como objetivo estudar o cenário de diversos tipos de resíduos gerados para definir diretrizes, estratégias e metas que correspondam à realidade dos mesmos.

Para o setor da construção civil, o Plano teve como meta em sua fase de diagnóstico “[...] levantar a geração e identificar as formas de gerenciamento desses resíduos praticadas atualmente no país” (MMA, 2012, p.19). Os resultados encontrados permitiram concluir que os geradores e municípios conhecem a regulamentação que definem suas obrigações quanto à gestão dos resíduos provenientes da construção civil, sendo, portanto, necessário “[...] intensificar as ações sobre os aspectos preventivos na gestão de RCD” (MMA, 2012, p.19).

Cinco diretrizes, relacionadas aos RCD, foram adotadas no Plano de Resíduos Sólidos com o objetivo de melhorar a gestão dos resíduos provenientes do setor da construção civil. O Plano apresenta para cada diretriz estratégias que viabilizem as mesmas. As diretrizes serão enunciadas a seguir e posteriormente suas estratégias serão apresentadas:

- a) Diretriz 1: Eliminar as áreas irregulares de disposição final de RCC (“bota-fora”) em todo o território nacional;
- b) Diretriz 2: Implantar áreas de transbordo e triagem, de reciclagem e de reservação adequada de RCC em todo o território nacional;
- c) Diretriz 3: Realização de Inventário de Resíduos de construção civil;
- d) Diretriz 4: Incremento das atividades de reutilização e reciclagem dos RCC nos empreendimentos públicos e privados em todo o território nacional;
- e) Diretriz 5: Fomento a medidas de redução da geração de rejeitos e resíduos de construção civil em empreendimentos em todo o território nacional.

A primeira diretriz diz respeito às áreas irregulares de disposição final e tem como objetivo eliminá-las através de uma rede de monitoramento, apuração de indicadores de gestão dos RCD e levantamento de recursos necessários para eliminação das áreas irregulares e fiscalização dos órgãos públicos envolvidos com a gestão dos resíduos.

A implantação de áreas destinadas ao transbordo, triagem, reciclagem e reservação adequada dos RCD é a segunda diretriz para os resíduos da construção. As estratégias para viabilidade da mesma são disponibilidade de recursos e facilidade de licenciamento para essas áreas e a capacitação técnica dos envolvidos, inclusive a população de baixa renda, com os procedimentos entre o transbordo e a reservação.

A realização de inventário dos RCD é a terceira diretriz destinada aos resíduos da construção e para que seja executada é necessário planejar um questionário e procedimento padronizado de pesquisa a fim de levantar quantitativamente e qualitativamente os RCD.

Reciclagem e reutilização são as palavras chaves da quarta diretriz, destinada aos resíduos da construção civil, uma vez que o foco da mesma é desenvolver essas práticas com os RCD. Para que isso seja possível é necessário incentivar pesquisas sobre essas tecnologias, facilitar o licenciamento, incentivar as atividades de reutilização e reciclagem, priorizar empreendimentos que implantaram as técnicas referidas e buscar um acordo no setor da reutilização e reciclagem específico para a construção civil.

A última diretriz do Plano de Resíduos Sólidos é estimular a redução de rejeitos e resíduos da construção civil. Para alcançar a mesma foram traçadas estratégias que buscam o estímulo ao desenvolvimento tecnológico tanto através de pesquisas, como por investimentos que estimulem equipamentos e processos destinados à redução dos RCD e introdução de práticas que aumentem o desempenho socioambiental.

### **3.2 LEGISLAÇÃO PORTUGUESA SOBRE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

O ano de 1985 foi marcado em Portugal como o ano em que pela primeira vez foi aprovado um regime jurídico de gestão de resíduos. Esse regime jurídico foi o Decreto-Lei n.º 488/85, documento responsável por iniciar a regulamentação da política de gestão de resíduos no país.

O regime inicial tinha como objetivo a redução do volume de resíduos, desenvolvimento de técnicas que permitissem a sua reciclagem, máximo aproveitamento do potencial energético dos resíduos não recicláveis e a proteção ambiental devido ao descarte dos mesmos.

Para melhorar a relação entre o documento normativo e a situação da gestão de resíduos e adequá-lo às novas exigências do setor o Decreto-Lei n.º 488/85 foi revogado pelo Decreto-Lei n.º 310/95 e depois

seguido por uma linha sucessória de decretos, a saber: Decreto-Lei n.º 239/97, Decreto-Lei n.º 178/2006 e Decreto-Lei n.º 73/2011. Essas sucessões foram responsáveis por manter a regulação atualizada, de acordo com os diferentes cenários do país.

Após o XVII Governo Constitucional, observou-se a necessidade do incentivo ao mercado de resíduos. Essa estratégia econômica motivou algumas alterações no Decreto-Lei n.º 178/2006, tornando em 2011 o Decreto-Lei n.º 73/2011 o documento oficial para assuntos relacionadas à gestão de resíduos.

A última atualização do regime geral aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos, Portugal (2011), aborda os seguintes assuntos:

- a) Clarificação de conceitos chave para atualização e adequação do regime às necessidades da sociedade.
- b) Afastamento de determinados fluxos da hierarquia de resíduos, quando o ciclo de vida justifica a medida.
- c) Aprovação de programas de prevenção e metas de valorização de resíduos para cumprir até 2020.
- d) Expansão do mercado organizado de resíduos aos subprodutos para valorizar outros tipos de resíduos.
- e) Clareamento da diferença entre armazenamento preliminar do resíduo antes da recolha e o armazenamento antes do tratamento, uma vez que o primeiro tipo não requer licenciamento.
- f) Introdução de mecanismos de controle pós-licenciamento para garantir maior eficiência.
- g) Introdução da guia eletrônica de acompanhamento de resíduos.
- h) Requisitos para diferenciar um subproduto e um resíduo.
- i) Responsabilidade alargada ao produtor, considerando não só a fase final e sim o ciclo de vida do material.
- j) Expansão do Sistema Integrado de Registos da Agência Portuguesa do ambiente (SIRAPA) para suporte à informação relativa aos produtos de fluxo específico.

Um ponto abordado desde o primeiro regime geral aplicável à prevenção, produção e gestão de resíduos é o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) que tem como função definir estratégias nacionais para a gestão de resíduos e definir regras orientadoras que os planos específicos devem seguir.

O Artigo 14º do Decreto-Lei n.º 73/2011, Portugal (2011), determina que as orientações estratégicas aplicadas pelo PNGR devem garantir os princípios definidos pelo regime jurídico de gestão de resíduos que são:

- a) Princípio da autossuficiência e da proximidade

- b) Princípio da responsabilidade pela gestão
- c) Princípio da proteção da saúde humana e do ambiente
- d) Princípio da hierarquia dos resíduos
- e) Princípio da responsabilidade do cidadão
- f) Princípio da regulação e da gestão de resíduos
- g) Princípio da equivalência
- h) Princípio da responsabilidade alargada ao produtor

Uma das funções do último Plano Nacional de Gestão de Resíduos é definir metas para o período correspondente ao intervalo entre 2014 e 2020. Dentre as metas definidas está a relativa aos resíduos provenientes de construções e demolições. Essa determina que até 2020 70% dos RCD sejam encaminhados para reutilização ou reciclagem.

A regulação dos resíduos de construção e demolição foi instituída pelo Decreto-Lei n.º 178/2006 até março de 2008. Nessa data o Decreto-Lei n.º 46/2008 entra em vigor, estabelecendo um regime específico aos resíduos de construção e demolição. Esse Decreto posteriormente sofreu algumas alterações, estabelecidas pelo Decreto-Lei n.º 73/2011.

O regime das operações de gestão de RCD foi visto como necessário, pois foram encontradas “[...] dificuldades ao nível da aplicação das disposições do regime geral a este fluxo de resíduos atendendo às questões muito específicas que lhe estão associadas” (PORTUGAL,2008, p.1567).

A regulação específica para os RCD determina obrigações diferentes para obras públicas e obras particulares. A primeira é responsável por um plano de prevenção e gestão de RCD, enquanto a segunda apenas por obrigações referentes a gestão dos resíduos produzidos. Desta forma mesmo afirmando em seu enunciado a necessidade de gestões que “[...] privilegiem a prevenção da produção [...]” (PORTUGAL,2008, p.1568) apenas exige tal característica das obras públicas.

O Artigo 21º do Decreto-Lei n.º 73/2011 apresentou uma mudança para o transporte de resíduos em Portugal, uma vez que determina a substituição das guias impressas em papel pela Guia eletrônica de acompanhamento de resíduos (e-Gar). A implementação do disposto se deu pela Portaria n.º 145/2017 que define as “[...] regras aplicáveis ao transporte rodoviário, ferroviário, fluvial, marítimo e aéreo de resíduos em território nacional [...]” (PORTUGAL, 2017).

A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) avalia a criação da e-Gar como uma maneira de reduzir uso de recursos, folhas de papel, e aprimorar planos de gestão de resíduos com acesso a dados mais precisos.

### 3.3 COMPARAÇÃO ENTRE LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA PARA RCD BRASILEIRA E PORTUGUESA

A necessidade de uma legislação que melhor atendesse às características dos resíduos provenientes de atividades do setor da construção civil levou tanto o Brasil, quanto Portugal a desenvolver um conjunto de regras específicas para os RCD.

As legislações direcionadas à gestão de resíduos da construção e demolição foram instituídas de acordo com a característica e necessidade do país. As características distintas entre Brasil e Portugal proporcionam algumas diferenças entre a Resolução CONAMA n.º 307/2002 brasileira e o Decreto-Lei n.º 46/2008 português que estão retratadas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Comparação entre Resolução CONAMA n.º 307 e o Decreto-Lei n.º 46/2008

	<b>BRASIL</b> (Resolução CONAMA n.º 307 e 469)	<b>PORTUGAL</b> (Decreto-Lei n.º 46/2008 e alterações realizadas pelo Decreto-Lei 73/2011)
Objetivo	Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.	Estabelecer o regime das operações de gestão de RCD.
Classificação dos RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Classe A:</b> resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.</li> <li>– <b>Classe B:</b> resíduos recicláveis para outras destinações.</li> <li>– <b>Classe C:</b> resíduos sem tecnologias viáveis para reciclagem/recuperação.</li> <li>– <b>Classe D:</b> resíduos perigosos.</li> </ul>	O Decreto-Lei não estabelece classificação para os resíduos da construção e demolição.
Hierarquia da gestão de RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Não geração de resíduos</li> <li>– Redução</li> <li>– Reutilização</li> <li>– Reciclagem</li> <li>– Destinação final</li> </ul>	Adota a hierarquia dos resíduos definida pelo Regime Geral da gestão de resíduos: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prevenção e redução</li> <li>– Preparação para a reutilização</li> <li>– Reciclagem</li> <li>– Outros tipos de valorização</li> <li>– Eliminação</li> </ul>
Deposição em aterro	Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em	A deposição de RCD em aterro só é permitida após a submissão a triagem

	<b>BRASIL</b> (Resolução CONAMA nº307 e 469)	<b>PORTUGAL</b> (Decreto-Lei nº 46/2008 e alterações realizadas pelo Decreto-Lei 73/2011)
	encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.	
Instrumento para implementação da gestão de RCD	Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil: elaborados e implementados pelos municípios com foco nos <b>pequenos geradores</b> .	Plano de prevenção e gestão de RCD: elaborado pelo gerador de empreitadas e concessões de <b>obras públicas</b> .
	Projetos de Gerenciamento de resíduos da Construção Civil: elaborado e implementado pelos geradores que <b>não são considerados pequenos geradores</b> .	O Decreto-Lei não determina que as <b>obras particulares</b> sujeitas a licenciamento ou comunicação prévia elaborem um plano de prevenção de RCD, mas indica as obrigações que devem exercer (reutilização, incorporação, acondicionamento adequado, triagem e registro de dados dos RCD)
Destinação	<ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Classe A:</b> reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhado para área de armazenamento temporário.</li> <li>– <b>Classe B:</b> reutilizado, reciclado ou encaminhado para área de armazenamento temporário.</li> <li>– <b>Classe C:</b> destinados de acordo com norma técnica específica.</li> <li>– <b>Classe D:</b> destinados de acordo com norma técnica específica.</li> </ul>	Com exceção da destinação dos solos e rochas que não contenham substâncias perigosas, que devem ser reutilizados na obra de origem ou outra obra sujeita à licenciamento ou comunicação prévia, o Decreto-Lei não define a destinação dos RCD.
Triagem RCD	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.	RCD que não podem ser reutilizados devem obrigatoriamente ser objeto de triagem em obra e caso não seja possível deve ser encaminhado para operador de gestão licenciado.

	<b>BRASIL</b> (Resolução CONAMA nº307 e 469)	<b>PORTUGAL</b> (Decreto-Lei nº 46/2008 e alterações realizadas pelo Decreto-Lei 73/2011)
Transporte	O transporte dos RCD deve estar de acordo com as normas técnicas vigentes do município e deve ser acompanhado por uma guia de acompanhamento.	O transporte de RCD deve ser acompanhado de uma guia eletrônica.
Licenciamento	Todas as áreas de beneficiamento e de disposição final de resíduos necessitam de licenciamento. O Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil é responsável por estabelecer processo de licenciamento.	As operações de armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de RCD estão sujeitas ao regime de licenciamento. Para simplificar a gestão de RCD as operações da mesma realizadas em obra não necessitam de licenciamento.
Dever de informação	A Resolução não estabelece dever de informação sobre resíduos provenientes do setor da construção, mas as normas ABNT 15112, 15113 e 15114 definem as guias de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) como obrigatórias para os grandes geradores. Sendo essas guias as ferramentas de monitoramento e informação.	Os produtores e operadores de gestão de RCD são obrigados prestar informações no SIRER.
Fiscalização	Resolução não define como deve ser realizada a fiscalização.	A fiscalização é exercida pela Inspeção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território, pelas comissões de coordenação e desenvolvimento regional, pelos Municípios e pelas autoridades policiais.

Fonte: A autora, com base na Resolução CONAMA n.º 307 e 469 (BRASIL,2002;2015) e no Decreto-Lei n.º 46/2008 (PORTUGAL,2008).

Analisando o Quadro 3.1 é possível perceber que a regulamentação brasileira possui maior preocupação na destinação correta dos resíduos provenientes do setor da construção, uma vez que determina a classificação dos RCD com foco na sua destinação e apresenta a destinação ideal para cada classe. Portugal não apresenta essa preocupação, pois apenas determina a destinação correta para os solos e rochas que não contenham substâncias perigosas.

### *CAPÍTULO 3*

O Decreto-Lei n.º 46/2008 também possui alguns pontos mais aprofundados que a legislação brasileira. Essas características são a determinação da fiscalização e o dever de informação sobre as características dos RCD gerados ou transportados, pois o mesmo apresenta regras para esses assuntos que sequer são mencionados na Resolução n.º 307/2002 do CONAMA.

As normas para transporte dos RCD possuem características diferentes, pois em Portugal há um regime nacional, enquanto no Brasil cada município é responsável por suas diretrizes. Isso ocorre devido à diferença territorial dos países, pois Portugal possui aproximadamente 1% do território brasileiro.

## CAPÍTULO 4

### CLASSIFICAÇÃO DOS RCD

Os resíduos provenientes da construção civil são heterogêneos, com granulometrias variadas e diferentes níveis de periculosidade. Essas características estão relacionadas a origem dos mesmos, pois são provenientes de um setor que inclui diversos tipos de materiais e técnicas de trabalho. Dessa maneira para facilitar a gestão, possíveis reutilizações e destinações é importante que os mesmos sejam classificados para auxiliar nesses processos.

#### 4.1 CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DOS RCD

A heterogeneidade dos Resíduos de Construção e Demolição dificulta a adoção de um único critério de classificação, considerando essa dificuldade e a necessidade da classificação para melhor identificação e reutilização, estes resíduos podem ser classificados de diferentes maneiras (De acordo com o seu tipo de material, tipo de obra de origem e destinação). A determinação dessas metodologias de classificação é importante para a normatização da gestão de resíduos, pois ao subdividir os RCD é possível estabelecer medidas específicas as características do grupo e assim garantir melhor gestão e adequada destinação.

##### 4.1.1 Classificação dos RCD de acordo com o tipo de material

Os resíduos provenientes do setor da construção civil são caracterizados pela composição heterogênea. Essa característica de acordo Pais (2011, p.12) permite que sejam classificados de acordo com a sua constituição aliada ao potencial de reciclagem. Essa classificação pode ser observada no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Classificação dos RCD de acordo com o tipo de material

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
INERTES	Resíduos que não sofrem transformações físicas, químicas ou biológicas importantes e, em consequência, não podem ser solúveis nem inflamáveis, nem ter qualquer outro tipo de reação física ou química, e não podem ser biodegradáveis, nem afetar negativamente outras substâncias com	Alvenarias, areia e argamassas.

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
	as quais entrem em contato de forma susceptível de aumentar a poluição do ambiente ou prejudicar a saúde humana, e cujos lixiviabilidade total, conteúdo poluente e ecotoxicidade do lixiviado são insignificantes e, em especial, não põem em perigo a qualidade das águas superficiais e ou subterrâneas.	
NÃO INERTES	São aqueles que não apresentam periculosidade direta para a saúde ou para o ambiente, mas podem sofrer transformações físicas, químicas ou biológicas importantes.	Telhas de cimento amianto, madeira tratada e carpete de vedação.
PERIGOSOS	São aqueles que apresentam, pelo menos, uma característica de periculosidade para a saúde pública ou para o ambiente.	Solos e rochas contaminados, telhas de fibrocimento e misturas contaminadas.

Fonte: A autora, com base no Decreto-Lei n.º 73/2011(PORTUGAL, 2011, p.3251), PAIS (2011, p.12) e CASTRO (2010, p.8).

#### 4.1.2 Classificação dos RCD de acordo com o tipo de obra

A origem dos resíduos da construção e demolição é um dos fatores determinantes na característica dos mesmos. De acordo com Teodoro (2011, p.19) essa relação pode ser observada na composição e volume dos resíduos gerados. Uma vez que as construções costumam gerar resíduos pelo uso inadequado da matéria-prima e por embalagens, enquanto as reformas, remodelações, reabilitação, renovação e demolições têm a característica dos resíduos diretamente relacionada à área de intervenção.

Mesmo com características semelhantes, o volume de resíduos gerado pelas demolições supera ao das reformas, remodelações, reabilitações e renovações.

O Quadro 4.2 a seguir aborda a classificação dos resíduos de acordo com a sua origem.

Quadro 4.2 - Classificação dos RCD de acordo com o tipo de obra

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
CONSTRUÇÃO	Resíduos gerados durante os trabalhos de construção e provêm na sua grande maioria de restos e perdas de materiais usados na obra. O mau dimensionamento/aprovisionamento da quantidade de matérias-primas necessárias é um dos principais responsáveis pela geração desses resíduos.	Agregados, revestimento cerâmico e embalagens.

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
REPARAÇÃO / REMODELAÇÃO	Resíduos resultantes de obras ou reparos de pequena ou grande dimensão. Estes possuem baixo valor quantitativo, mas elevada heterogeneidade (que depende da área que está a ser intervencionada). De uma forma geral, são mais semelhantes com os resíduos de demolição do que com os de construção.	Material inerte.
DEMOLIÇÃO	Resíduos provenientes de trabalhos de demolição e por isso apresentam grandes quantidades, sendo a maior parte constituída por material inerte e solos. As características dependem da obra em causa e igualmente da seletividade da demolição.	Material inerte e solo.

Fonte: A autora, com base PAIS (2011, p.12) e TEODORO (2011, p.19).

#### 4.1.3 Classificação dos RCD de acordo com o destino final

A característica do resíduo proveniente do setor da construção civil proporciona diferentes destinações a esses. O potencial reciclável e a periculosidade são características que interferem na decisão do destino dos RCD. Pais (2011, p.13) em seu trabalho define uma classificação de acordo com a destinação e a mesma está apresentada no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Classificação dos RCD de acordo com o destino final

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
REUTILIZÁVEIS	Resíduos que podem ser novamente utilizados dentro do seu ciclo de produção sem que tenham qualquer tipo de alteração para tal.	Solo, componente cerâmico e concreto.
RECICLÁVEIS	Resíduos cuja reutilização já não é possível, mas que, de acordo com as suas características têm elevado valor para serem reciclados.	Plástico, papel, papelão, metais e madeiras.
RECICLÁVEIS, MAS SEM TECNOLOGIA OU VIABILIDADE ECONÔMICA	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	Lixa, massa corrida e massa de vidro.
NÃO RECICLÁVEIS	Resíduos que não pertencem aos dois grupos anteriores	Materiais perigosos sem tecnologia para tratamento.

Fonte: A autora, com base em PAIS (2011, p.13).

## 4.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RCD ADOTADA NO BRASIL

Embora a classificação dos resíduos seja difícil, quando considerado mais de um parâmetro, a Resolução CONAMA n.º 307 de 5 de julho de 2002, alterada pela Resolução CONAMA n.º 469, de 29 de julho de 2015, apresenta a classificação dos resíduos da construção e demolição adotada no Brasil.

A mesma relaciona os fatores de classificação mencionados anteriormente, mas dá preferência à classificação que foca no destino final do resíduo, uma vez que apontar a destinação correta para cada classe é o foco da resolução.

Essa característica pode ser observada no Quadro 4.4 que apresenta a classificação definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente.

Quadro 4.4 - Classificação dos RCD adotada no Brasil

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	EXEMPLO
CLASSE A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	Solos provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos, argamassa, concreto.
CLASSE B	Resíduos recicláveis para outras destinações.	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso.
CLASSE C	Resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação.	Lixa, massa corrida e massa de vidro.
CLASSE D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, telhas e materiais que contenham amianto.

Fonte: A autora, com base Resolução CONAMA n.º 307 (BRASIL, 2002, p.572).

Embora a classificação com enfoque na destinação dos resíduos de construção e demolição seja a abordagem atual da legislação brasileira, esse cenário já foi diferente quando não havia classificação específica para os RCD e a legislação responsável por essa denominação era a NBR10004, ABNT (2004a). Isso porque a mesma segregava os resíduos sólidos de acordo com o grau de periculosidade, sendo duas categorias de classificação: Classe I – Perigosos e Classe II – Não Perigoso, sendo os não perigosos divididos entre inertes e não inertes.

A viabilidade da reciclagem de alguns resíduos provenientes da construção civil e a incorreta deposição dos mesmos, foram fatores que influenciaram a Resolução nº 307/2002 do CONAMA a estabelecer classificação específica para os RCD, com enfoque na destinação dos mesmos.

### 4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RCD ADOTADA EM PORTUGAL

Portugal é um dos países membros da União Europeia e dessa forma a classificação dos resíduos oriundos do setor da construção civil adotado no país é o apresentado pela Lista Europeia de Resíduos (LER).

Essa lista apresenta para cada resíduo um código de seis dígitos que estão divididos por capítulos, responsável pelos dois primeiros dígitos do código. E no caso dos resíduos perigosos, o código de seis dígitos é acrescentado por um asterisco. De acordo com Pinto (2013, p.9) a LER é importante para a identificação dos resíduos da construção e demolição, uma vez que garante a harmonização ao definir os códigos que classificam os resíduos gerados e permitem a identificação dos resíduos perigosos.

O capítulo 17 é o destinado aos resíduos de construção e de demolição, incluindo solos escavados de locais contaminados. O Quadro 4.5 apresenta esse capítulo.

Quadro 4.5 - Capítulo 17 da Lista Europeia de Resíduos

CÓDIGO	RESÍDUO
17	RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DE DEMOLIÇÃO (INCLUINDO SOLOS ESCAVADOS DE LOCAIS CONTAMINADOS)
17 01	Betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
17 01 01	Betão
17 01 02	Tijolos
17 01 03	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos
17 01 06*	Misturas ou frações separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, contendo substâncias perigosas
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos, não abrangidas em 17 01 06
17 02	Madeira, vidro e plástico
17 02 01	Madeira
17 02 02	Vidro
17 02 03	Plástico
17 02 04*	Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas
17 03	Misturas betuminosas, alcatrão e produtos de alcatrão

<b>CÓDIGO</b>	<b>RESÍDUO</b>
17 03 01*	Misturas betuminosas contendo alcatrão
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01
17 03 03*	Alcatrão e produtos de alcatrão
17 04	Metais (incluindo ligas metálicas)
17 04 01	Cobre, bronze e latão
17 04 02	Alumínio
17 04 03	Chumbo
17 04 04	Zinco
17 04 05	Ferro e aço
17 04 06	Estanho
17 04 07	Misturas de metais
17 04 09*	Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas
17 04 10*	Cabos contendo hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas
17 04 11	Cabos não abrangidos em 17 04 10
17 05	Solos (incluindo solos escavados de locais contaminados), rochas e lamas de dragagem
17 05 03*	Solos e rochas, contendo substâncias perigosas
17 05 04	Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03
17 05 05*	Lamas de dragagem contendo substâncias perigosas
17 05 06	Lamas de dragagem não abrangidas em 17 05 05
17 05 07*	Balastros de linhas de caminho-de-ferro, contendo substâncias perigosas
17 05 08	Balastros de linhas de caminho-de-ferro não abrangidos em 17 05 07
17 06	Materiais de isolamento e materiais de construção, contendo amianto
17 06 01*	Materiais de isolamento, contendo amianto
17 06 03*	Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas
17 06 04	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03
17 06 05*	Materiais de construção contendo amianto
17 08	Materiais de construção à base de gesso
17 08 01*	Materiais de construção à base de gesso contaminados com substâncias perigosas
17 08 02	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01
17 09	Outros resíduos de construção e demolição
17 09 01*	Resíduos de construção e demolição contendo mercúrio

CÓDIGO	RESÍDUO
17 09 02*	Resíduos de construção e demolição contendo PCB (por exemplo vedantes com PCB, revestimentos de piso à base de resinas com PCB, envidraçados vedados contendo PCB, condensadores com PCB)
17 09 03*	Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas
17 09 04	Misturas de resíduos de construção e demolição não abrangidas em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

Fonte: A autora, com base na Lista Europeia de Resíduos (UE, 2014, p.78).

#### 4.4 COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÃO ADOTA NO BRASIL E EM PORTUGAL

A legislação brasileira na Resolução CONAMA n.º 307 de 5 de julho de 2002 apresenta a classificação dos resíduos da construção e demolição com o objetivo de segregar os mesmos de acordo com a destinação final. A destinação adequada para cada classe dos RCD é a apresentada no décimo artigo da mesma Resolução que os classifica.

Desta forma, a Resolução CONAMA mencionada além de facilitar a reciclagem dos materiais que possuem tecnologias desenvolvidas ou economicamente viáveis ao facilitar a segregação desses ao definir quais são os pertencem a cada classe, também evita a destinação incorreta por falta de informação ao definir a destinação dos RCD por classe.

Diferente do que acontece no Brasil, Portugal não possui legislação que defina a classificação específica dos resíduos provenientes de atividades da construção civil. O que o país utiliza para classificar os resíduos é a Lista europeia de resíduos que apenas segrega os resíduos sólidos de acordo com sua proveniência e determina a periculosidade. A situação atual de Portugal assemelha à brasileira antes da Resolução nº 307/2002 do CONAMA, pois quem determinava a classificação dos RCD no Brasil era a norma NBR 10004 e essa era destinada a todos os tipos de resíduos sólidos e os classificava de acordo com o grau de periculosidade como acontece com lista europeia de resíduos.

A necessidade de diretrizes que incentivassem a reciclagem ou reuso dos resíduos com tecnologias viáveis e estímulos para correta destinação foram essenciais para o desenvolvimento de classificação específica para os resíduos provenientes do setor da construção civil no Brasil.

Dessa forma é possível afirmar que os resíduos da construção e demolição são melhores classificados pela legislação brasileira do que a portuguesa, pois não só determina quais são os resíduos perigosos da construção, mas também os agrupa de acordo com suas características e destaca qual a destinação adequada.



## CAPÍTULO 5

### FLUXO DOS RCD

As normas específicas para gestão dos RCD apresentam algumas possibilidades para o tratamento e direcionamento dos mesmos, considerando-se todas as etapas entre a geração e disposição final. O fluxograma das etapas contempladas é ilustrado na Figura 5.1, a seguir.

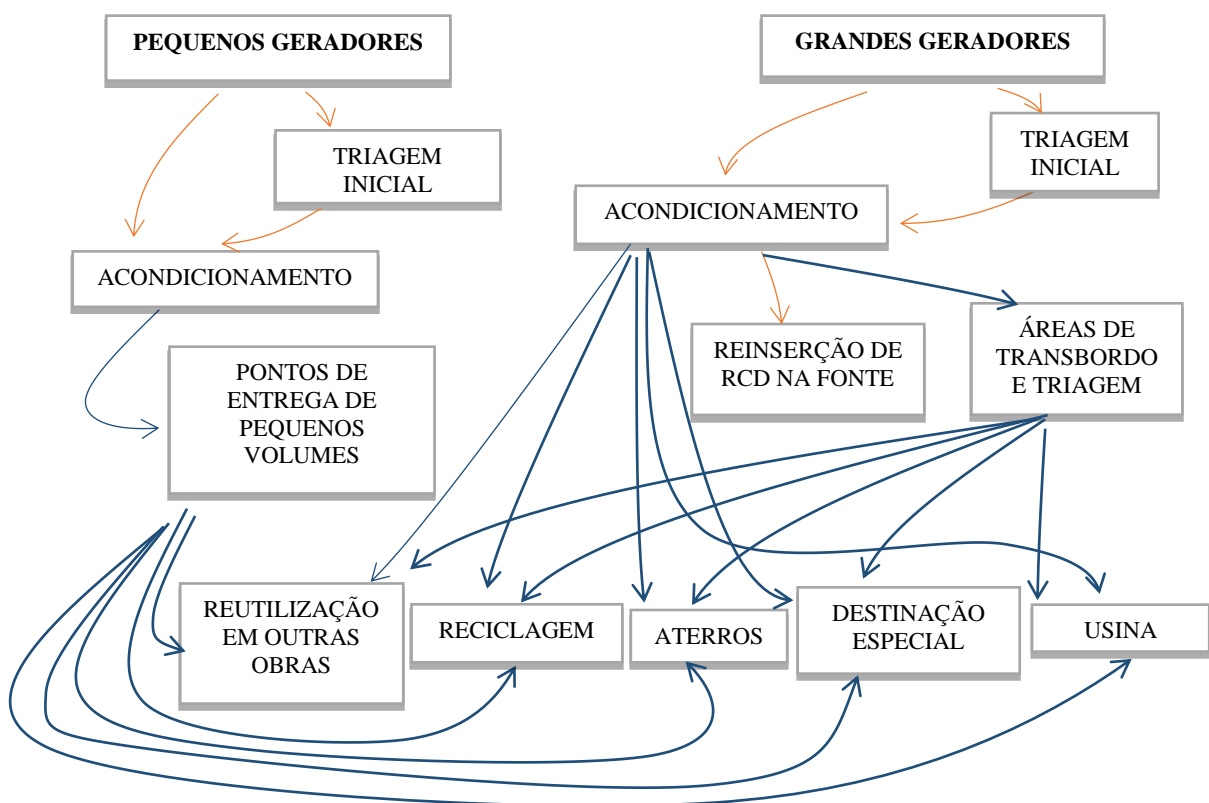


Figura 5.1 - Fluxograma dos RCD

Fonte: A autora (2018).

Essas etapas devem ser contempladas em um Plano de Gestão, de maneira a permitir o atendimento do disposto nas regulamentações específicas adotadas no Brasil e em Portugal. Essas etapas são apresentadas e analisadas a seguir.

## 5.1 TRIAGEM INICIAL

A triagem inicial, realizada no canteiro de obras, é uma das exigências tanto da Resolução Conama nº 307/2002 (BRASIL, 2002. p.573), quanto do Decreto-lei 46/2008 (PORTUGAL, 2008, p.1569). Essas legislações determinam que a triagem ocorra sempre que possível no canteiro de obras, caso contrário os resíduos devem ser encaminhados, pelo gerador, às áreas de destinação licenciadas, locais onde a triagem será realizada.

Assim, a triagem dos resíduos é um exemplo de etapa que permite mais de uma alternativa, pois tanto a legislação brasileira, quanto a portuguesa indicam que o processo aconteça preferencialmente no local de geração, mas também permitem que o mesmo ocorra em um local de destinação licenciado.

As legislações destinadas aos resíduos provenientes do setor da construção civil indicam preferência pela triagem na fonte geradora, porque é mais fácil segregar os resíduos de acordo com suas características, sem contaminação com outros resíduos. Quando os resíduos são dispostos em caçambas mistas para serem separados nos locais licenciados para a sua triagem, há a possibilidade de contaminações. A contaminação dos resíduos pode dificultar ou até inviabilizar a reutilização dos mesmos. Para evitar que isso ocorra, Cabral e Moreira (2011 *apud* SILVA *et al.*, 2016, p. 4077) destacam a importância do treinamento dos funcionários responsáveis pela geração dos resíduos, pois além de segregarem corretamente os resíduos, também passam a conhecer a importância ambiental da triagem, o que aumenta seu compromisso com o processo de gestão desses resíduos.

O papel dos funcionários responsáveis pela produção dos resíduos, de acordo com Lima e Lima (2012, p. 24), é inicialmente coletar e armazenar os RCD no local gerado, logo após a sua geração, e ao final do serviço destiná-los aos locais de acondicionamento previamente determinados e identificados pela equipe responsável pela gestão dos resíduos. É importante selecionar um espaço próximo ao local de geração para acondicionamento dos resíduos provenientes de atividades da construção civil, para evitar contaminação com outras categorias de resíduos do setor. O trabalho realizado por Pinto (2005, p. 21) além de salientar essa importância, também ressalta que os locais de acondicionamento devem ser previstos de acordo com o volume gerado.

## 5.2 TRANSPORTE INTERNO

O transporte interno é o que ocorre no trecho entre o local de geração dos resíduos e o ponto de acondicionamento dos mesmos na obra.

Os meios de transporte para os resíduos no interior da obra, de acordo com Pinto (2005, p.23), estão divididos em dois grupos: transporte vertical e transporte horizontal, sendo esses:

- a) Transporte horizontal: realizados por meio de carrinhos, giricas e transporte manual;
- b) Transporte vertical: realizados por elevador de carga, grua e condutor de entulho.

O Quadro 5.1 apresenta o transporte indicado para alguns tipos de resíduos gerados no canteiro de obras. Essas informações são importantes para o planejamento do layout do canteiro, que deve contemplar as rotas de transporte interno, uma vez que a movimentação dos resíduos faz parte das atividades dos canteiros de obra.

Quadro 5.1 – Recomendações para transporte interno de cada tipo de resíduos

TIPOS DE RESÍDUO	TRANSPORTE INTERNO
Blocos de concreto, blocos cerâmicos, argamassas, outros componentes cerâmicos, concreto, tijolos e assemelhados.	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e condutor de entulho, elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Madeira	Grandes volumes; transporte manual (em fardos) com auxílio de giricas ou carrinhos associados a elevador de carga ou grua. Pequenos volumes: deslocamento horizontal manual (dentro dos sacos de ráfia) e vertical com auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Plástico, papelão, papéis, metal, serragem e EPS (poliestireno expandido, por exemplo isopor)	Transporte dos resíduos contidos em sacos, bags ou em fardos com o auxílio de elevador de carga ou grua, quando necessário.
Gesso de revestimento, placas acartonadas e artefatos	Carrinhos ou giricas para deslocamento horizontal e elevador de carga ou grua para transporte vertical.
Solos	Equipamentos disponíveis para escavação e transporte (pá-carregadeira, “Bobcat” e etc.). Para pequenos volumes: carrinhos e giricas.

Fonte: Pinto (2005, p.23).

### 5.3 TRANSPORTE EXTERNO

O transporte externo é o que ocorre entre a fonte geradora e as áreas de destinação. De acordo com Cabral (2007, p.62), o transporte é realizado por empresas contratadas pelo gerador, por meio de caçambas metálicas depositadas previamente na obra. Essas caçambas são retiradas do canteiro de obras por caminhões que possuem equipamento poliguindaste. Mas, como aponta Buselli (2012, p.45), as caçambas metálicas não são o único meio de transporte de resíduos provenientes do setor da construção

civil, uma vez que também podem ser empregados caminhões caçambas, caminhonetas e carroças de tração animal.

Lima e Lima (2012, p.39) ressaltam que os geradores de resíduos do setor da construção civil devem contratar apenas transportadores licenciados. Essa cautela deve ser adotada porque, de acordo com Cabral (2007, p.62), é comum que as empresas transportadoras depositem os RCD em locais clandestinos para reduzir os custos. Essa prática pode causar maiores problemas ao gerador, uma vez que de acordo com as legislações é de responsabilidade dos mesmos a destinação correta dos resíduos.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010, p.22) atribui aos municípios a responsabilidade pelas regras de transporte de resíduos, que devem ser contempladas em seus Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Isso faz com que cada município tenha uma regra específica, que melhor atenda a sua região. Esse cenário é diferente de Portugal, que possui dimensão territorial menor que a brasileira, e assim a Portaria n.º 145/2017(PORTUGAL,2017) é a responsável pelas regras de transporte em todo território português.

A definição de regras de transporte é necessária para um melhor controle do fluxo dos RCD. Uma estratégia de controle adotada tanto no Brasil, quanto em Portugal é o uso de guias de acompanhamento de resíduos. As normas brasileiras NBR 15112, 15113 e 15114 (ABNT, 2004b; 2004c; 2004d), definem as guias de Controle de Transporte de Resíduos (CTR) como a ferramenta de monitoramento no Brasil. Essas guias são emitidas pelo transportador e possibilitam monitorar o descarte dos RCD, já que possuem informações sobre gerador, transportador e destinatário.

Entre os municípios brasileiros existem algumas divergências no controle do transporte dos resíduos provenientes da construção civil. A implantação das CTR eletrônicas no município de São Paulo, no portal Coletas online, é um exemplo das diferenças encontradas entre os municípios no controle do transporte dos RCD. O pioneirismo do sistema eletrônico é um reflexo do alto potencial econômico da cidade de São Paulo, uma vez que a mesma representa a região com maior Produto Interno Bruto do país, de acordo com o IBGE (2017). De acordo com a prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO,2017) o controle eletrônico facilita a fiscalização, pois é possível rastrear os elementos envolvidos no processo entre geração e captação.

Esse cenário é divergente em outras regiões do país, uma vez que de acordo com Godoy (2012, p.9) ainda há municípios com dificuldades para implementar o Plano Municipal de Resíduos Sólidos devido a disparidades socioeconômicas e carência de recursos administrativos. Algumas regiões sequer possuem regras definidas para o transporte de resíduos.

Guia de Acompanhamento de Resíduos (GAR) é o nome que essas guias recebem em Portugal. As mesmas eram impressas em papel e não possuíam um suporte eletrônico, cenário que foi transformado após a

Portaria n. º 145/2017 que instituiu as Guias Eletrônicas de Acompanhamento de Resíduos (e-GAR) e permitiu a “[...] integração, de forma automática, dos dados anuais no Mapa Integrado de Registro de Resíduos (MIRR) e do registro de Emissões e Transferência de Poluentes (PRTR) ” (PORTUGAL,2017, P.2052).

As e-GAR são de responsabilidade do gerador, mas a Portaria n. º 145/2017 (PORTUGAL, 2017) permite que sejam preenchidas pelo transportador ou operador de tratamento de resíduos desde que antes do início do transporte tenha sido validada pelo gerador na plataforma ou assinada em via física e posteriormente validada no sistema.

#### **5.4 ÁREAS DE TRANSBORDO E TRIAGEM**

As Área de Transbordo e Triagem são locais de destinação licenciados para a triagem dos resíduos, caso essa atividade não tenha acontecido na fonte geradora. Essas áreas são legitimadas no ordenamento jurídico brasileiro através da NBR 15112 como “área destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior destinação adequada, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente” (ABNT, 2004a, p.1).

No Brasil, a NBR 15112 é a norma responsável por regulamentar a implantação das áreas de transbordo e triagem, já em Portugal o anexo I do Decreto-Lei n. º 46/2008 é o responsável por essa função. Essas regulamentações definem os requisitos mínimos para implementação e funcionamento dessas áreas com o objetivo de evitar impactos ambientais e sociais.

Embora a triagem e segregação dos resíduos seja mais efetiva se realizada no canteiro de obras, pois reduz a chance de contaminação dos mesmos e assim facilita o tratamento ou destinação, a triagem em locais diferentes ao de produção também proporcionam incentivo à valorização do entulho através da reciclagem e reutilização e correto descarte dos RCD, segundo Fukurozaki e Seo (2004, p.4756).

Após o recebimento dos resíduos nas áreas de triagem, esses são separados e enviados para a destinação adequada, de acordo com a sua classe, conforme estabelecido pela Resolução nº 307/2002, do CONAMA.

Eventualmente depois da separação é feita a compactação dos resíduos. A etapa de compactação proporciona redução do volume dos resíduos provenientes do setor da construção civil. Isso, segundo Silva (2004, p. 14), gera diminuição do custo da destinação das frações não recicláveis ou reutilizáveis, e aumento da vida útil dos aterros, ao reduzir o volume destinado a esses. A destinação é realizada assim que o volume obtido é economicamente viável para destinação.

## 5.5 PONTO DE ENTREGA VOLUNTÁRIA

O ponto de entrega voluntária é definido na norma NBR 15112 como “área de transbordo e triagem de pequeno porte, destinada à entrega voluntária de pequenas quantidades de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, integrante do sistema público de limpeza urbana” (ABNT, 2004b, p.1). Locais com a mesma função em Portugal, recebem o nome de Ecocentros.

Os pontos de entrega voluntária, segundo a Resolução n.º 307/2002 do Conama (2002, p.573) são de responsabilidade dos municípios, a fim de garantir a destinação dos resíduos provenientes de pequenos geradores às áreas de beneficiamento. A responsabilização dos municípios pelos resíduos provenientes de pequenos geradores também acontece em Portugal, uma vez que o 5º artigo do Decreto-Lei n.º 73/2011 de Portugal (2011, p. 3278) atribui aos mesmos a gestão dos resíduos urbanos com produção diária inferior a 1100 litros.

Os pontos de entrega voluntária devem estabelecer limite de volume máximo por entrega, sendo esse valor determinado pelo próprio município. O valor adotado por diversos deles é o de apenas um metro cúbico por entrega. Em Portugal, os Ecocentros têm o limite de um metro cúbico por mês. Essas limitações são impostas a fim de coibir que grandes geradores descartem seus resíduos nessas áreas.

Além dos resíduos provenientes dos pequenos geradores do setor da construção civil, essas áreas recebem móveis, equipamentos domésticos, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, pneus, sobras de podas e óleos de cozinha.

Os pontos de entrega voluntário no Brasil e os Ecocentros em Portugal além de garantirem a recolha, triagem e armazenamento temporário, também permitem que os RCD provenientes de pequenos geradores sejam destinados às áreas de beneficiamento.

## 5.6 DESTINO DOS RCD

A destinação dos resíduos da construção e demolição é definida na Resolução n.º 307/2002 do Conama como “[...] áreas destinadas ao beneficiamento ou à disposição final dos resíduos” (CONAMA, 2002, p.572).

As áreas de beneficiamento compreendem as áreas de reutilização e reciclagem, enquanto que a disposição final deve ser feita em aterros próprios para os resíduos Classe A.

### 5.6.1 Reutilização dos RCD

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos brasileira define reutilização como “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química [...]” (BRASIL, 2010, p.2).

Para que o aproveitamento de materiais presentes no canteiro de obras seja possível são necessárias algumas precauções para evitar que sejam contaminados ou danificados. Para Pais (2011, p.16), um plano de gestão de resíduos da obra, treinamento da mão e obra, estudo do transporte interno e definição do local de armazenamento são algumas das medidas necessárias para viabilizar a reutilização.

A reutilização pode acontecer tanto dentro da obra, como ser destinada a outros locais. O Quadro 5.2 apresenta alguns dos elementos que permitem a reinserção na cadeia produtiva e distingue os usos internos e externos.

Quadro 5.2 - Reutilização dos resíduos por fases da obra

<b>FASES DA OBRA</b>	<b>TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS</b>	<b>POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO</b>	<b>POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO</b>
Limpeza do terreno	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas, vegetações, galhos	-	-
Montagem do canteiro	Blocos cerâmicos, concreto (areia; brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeiras	Formas, escoras, travamentos (gravatas)	Lenha
Fundações	Solos	Reaterros	Aterros
	Rochas	Jardinagem, muros de arrimo	-
Superestrutura	Concreto (areia; brita)	Base de piso, enchimentos	Fabricação de agregados
	Madeira	Cercas, portões	Lenha
	Sucata de ferro, fôrmas plásticas	Reforço para contrapisos	Reciclagem
Alvenaria	Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa	Base de piso, enchimentos, argamassas	Fabricação de agregados
	Papel, plástico	-	Reciclagem

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO NO CANTEIRO	POSSÍVEL REUTILIZAÇÃO FORA DO CANTEIRO
Instalações hidrossanitárias	Blocos cerâmicos	Base de piso, enchimentos, argamassas	Fabricação de agregados
	PVC, PPR	-	Reciclagem
Instalações elétricas	Conduites, mangueira, fio de cobre	-	Reciclagem
Reboco interno/ externo	Argamassa	Argamassa	Fabricação de agregados
Revestimentos	Pisos e azulejos cerâmicos	-	Fabricação de agregados
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico	-	Reciclagem
Forro de gesso	Placas de gesso acartonado	Readequação em áreas comuns	-
Pinturas	Tintas, seladoras, vernizes, textura	-	Reciclagem
Coberturas	Madeiras	-	Reciclagem
	Cacos de telhas de fibrocimento	-	Lenha

Fonte: Valotto (2007 *apud* LIMA e LIMA, 2012, p.30).

O processo de aproveitamento dos materiais provenientes de atividades da construção civil além de proporcionar aumento no ciclo de vida dos mesmos, como menciona Pais (2011, p.3.37) em seu trabalho, também diminui a extração de novas matérias-primas. Esse benefício ocorre uma vez que ao invés de serem encaminhados para destinação final, os materiais são reinsertidos na cadeia produtiva, evitando emprego de novos materiais e, conseqüentemente, reduzindo a demanda de extração de matérias-primas.

### 5.6.2 Reciclagem

A reciclagem é definida na lei brasileira de número 12.305 como “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos [...]” (BRASIL, 2010, p.2).

Essa técnica, assim como a reutilização, permite a reinserção dos resíduos provenientes de atividades da construção civil no setor produtivo. Embora haja semelhança no objetivo dos processos, de acordo com Silva (2010, p. 21), a reciclagem é evitada quando a reutilização é viável, pois o procedimento de transformação requer custos que não são necessários na reutilização.

Assim como acontece na reutilização, o processo de transformação presente na reciclagem também deve preocupar-se com a não contaminação dos resíduos. Essa preocupação, de acordo com Teodoro (2011, p.27), está relacionada ao valor dos produtos reciclados, pois reduz os custos de produção referentes à descontaminação, que não se fará necessária, e assim os torna economicamente mais competitivos.

Os resíduos provenientes da construção civil possuem alto potencial de reciclagem. Pais (2011, p.15) confirma essa capacidade em seu trabalho ao afirmar que cerca de 90% dos RCD permitem ser reciclados. Mesmo com esse cenário, apenas materiais como concreto, alvenaria e tijolos dominam a reciclagem, pois além de mais volumosos que os demais, proporcionam a produção de agregados reciclados. O agregado proveniente da reciclagem, de acordo com Silva (2010, p.21), é empregado como agregado de concreto para fundações não estruturais, base de pavimentos e fabricação de cimento.

A reciclagem por ser um processo que permite a reinserção dos materiais na cadeia produtiva, proporciona uma solução para o grande volume de RCD gerado. Castro (2010, p.53) ressalta que o benefício da reciclagem não se limita à redução do volume de resíduos, pois também acarreta em menor demanda de recursos naturais, áreas para aterro e consumo de energia na cadeia produtiva de novos materiais.

As vantagens ambientais desencadeadas pela reciclagem alinhadas ao grande volume de RCD gerados refletiram nas metas tanto do Plano Nacional de Resíduos Sólidos brasileiro, quanto do português.

O plano brasileiro, considerando o potencial ambiental do processo, implantou como uma de suas diretrizes o incremento da reciclagem de RCD por meio do incentivo a pesquisas, agilidade no licenciamento de áreas destinadas à reciclagem e incentivos ao emprego de tecnologias para a sua prática.

Em Portugal, o estímulo à reciclagem foi definido pela meta de se atingir o percentual de 70% de reciclagem dos resíduos provenientes de atividades do setor da construção civil, até 2020.

### **5.6.3 Aterros**

O aterro de resíduos da construção civil é definido na Resolução n.º 307/2002 do CONAMA (2002, p.572) como:

[...]área onde serão empregadas técnicas de disposição de resíduos da construção civil Classe "A" no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro e/ou futura utilização da área, utilizando princípios de engenharia para

confina-los ao menor volume possível, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

O Brasil, por meio dessa Resolução, além de proibir a disposição dos RCD em aterros domiciliares e em “bota-fora”, estabelece que apenas os resíduos de Classe A devem ser destinados aos aterros de resíduos da construção civil, o que resulta na necessidade do controle dos resíduos recebidos nessas áreas.

A triagem prévia dos resíduos também é uma exigência da norma brasileira e a mesma pode acontecer na fonte geradora, em áreas de transbordo e triagem, ponto de entrega voluntária ou área destinada a essa função no próprio aterro. Da mesma forma, Portugal, através do Decreto-Lei n.º 46/2008, definiu que os resíduos provenientes do setor da construção civil apenas devem ser encaminhados para aterros após a triagem. Essa medida pode ser um incentivo à reciclagem ou valorização dos resíduos, contribuindo, ainda, para a diminuição do volume dos RCD depositados em aterros.

A disposição dos resíduos provenientes do setor da construção civil em aterros apenas é considerada uma destinação ambientalmente correta quando atende aos requisitos estabelecidos por essas regulamentações.

#### **5.6.4 Destinação especial**

Os resíduos perigosos provenientes de atividades do setor da construção civil não devem seguir o fluxo comum dos RCD, pois podem proporcionar danos ao meio ambiente e à saúde da população, se não manuseados e tratados de forma adequada.

Para evitar que ocorra manejo inadequado desses materiais, o artigo 10 da Resolução n.º 307 do Conama (2002) definiu que todos os resíduos Classe D, perigosos, devem seguir as leis específicas de armazenagem, transporte, reciclagem e destinação.

O mesmo acontece em Portugal, pois o artigo 14º do Decreto-Lei 46/2008 de Portugal (2008) define que os fluxos específicos devem respeitar as portarias do Governo referentes ao meio ambiente, saúde e trabalho destinadas aos mesmos.

O amianto que está presente em caixas d'água e telhas é um exemplo de resíduo proveniente do setor da construção civil classificado como perigoso. Os resíduos que detêm essa fibra possuem tanto no Brasil, quanto em Portugal, regulamentação específica. No Brasil, a Resolução n.º 308/2002 do Conama, ao definir os RCD contendo Amianto como resíduos perigosos, estabelece que esses devem ser destinados a Aterros Industriais. Em Portugal, a Portaria n.º 40/2014 é responsável por definir as regras para resíduos da construção civil que contêm amianto, determinando que esse tipo de resíduo deve ser destinado a aterros para resíduos perigosos.

## CAPÍTULO 6

### PRODUÇÃO MAIS LIMPA

#### 6.1 EVOLUÇÃO DA QUESTÃO AMBIENTAL

Em 1968, conforme Krunger (2001 *apud* VASCONCELOS, 2011, p.16), especialistas de várias áreas do conhecimento humano, preocupados com os problemas ambientais, reuniram-se na Itália para discutir o futuro da humanidade. Alguns anos depois, em 1972, esse grupo, conhecido como Clube de Roma, publicou o relatório “Os limites do Crescimento”, alertando para a inviabilidade do modelo econômico baseado no consumo sem limites.

Outro marco histórico do início da mudança de mentalidade em relação às questões ambientais aconteceu em 1972, na Suécia, com a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, conhecida como Conferência de Estocolmo, onde se estabeleceu a necessidade de procurar maior equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e redução da degradação ambiental. De acordo com Montibeller Filho (2001 *apud* ARAUJO, 2002, p.19), durante esse encontro surgiu o conceito de eco desenvolvimento, que alguns anos depois evoluiria para o de desenvolvimento sustentável.

Ao longo dos anos de 1970 se seguiram várias iniciativas em todo o mundo que contribuíram para a evolução do tratamento ambiental, como o Registro Mundial de Programas em Educação Ambiental nos Estados Unidos; o Seminário de Educação Ambiental ocorrido na Finlândia que reconheceu a Educação Ambiental como educação integral e permanente; a Carta de Belgrado estabelecendo metas e princípios da Educação Ambiental; a criação do Programa Internacional de Educação Ambiental; o Congresso de Educação Ambiental de Brasarville, na África, reconhecendo a pobreza como parte do problema ambiental; a Conferência de Tbilisi, na ainda então URSS, que determinou princípios orientadores da Educação Ambiental e reforçou seu caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador.

Conforme Baroni (1992 *apud* ARAUJO, 2002, p.19), a expressão “desenvolvimento sustentável” passou a ser usada globalmente ao longo da década de 1980, quando a *International Union for Conservation of Nature* (IUCN), organização civil fundada em 1948, apresentou o documento Estratégia de Conservação Ambiental, que propunha alcançar o “desenvolvimento sustentável” por meio da conservação dos recursos vivos.

Apesar das críticas por seu caráter restritivo ao limitar a abrangência da conservação aos “recursos vivos”, o relatório da IUCN recebeu o apoio do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Em 1983, em decisão plenária da Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, foi criada a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD).

Durante o processo preparatório para a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que seria realizada no Brasil, a CMMAD, por meio da Comissão Brundtland, assim denominada por ter sido presidida pela primeira ministra da Noruega, Gro Haalen Brundtland, desenvolveu o relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum). Esse, foi resultado do trabalho de captação de informações, pesquisa e análise realizado ao longo de três anos, onde se define desenvolvimento sustentável como “[...] aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (CMMAD, 1988, p.46 *apud* ARAUJO, 2002, p.20).

Assim, no início da década de 1990, foi realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO 92 ou RIO 92. Na ocasião, o conceito de desenvolvimento sustentável e outras recomendações da Comissão Brundtland foram aprovados e integrados ao que se denominou Agenda 21, contendo 21 Compromissos para Ações Futuras que tinham como objetivo o desenvolvimento prático dos compromissos acordados durante a Conferência. Entre esses, estão “[...] a redução da quantidade de energia e de material utilizados na produção de bens e serviços, a disseminação de tecnologias ambientais e a promoção de pesquisas que visem o desenvolvimento de novas fontes de energia e de recursos naturais renováveis” (ARAUJO, 2002, p.21).

Importante observar também que, após a ECO 92, o uso do termo “desenvolvimento sustentável” se consolidou definitivamente, passando a integrar argumentações técnicas e os mais diversos discursos políticos e sociais.

Nos anos seguintes a esses primeiros grandes encontros, as conferências promovidas dentro do âmbito da ONU seguiram como fórum para a discussão da questão ambiental, que passaram a ocorrer praticamente em todos os anos seguintes, em cidades de todo o mundo, traçando uma linha de evolução histórica do debate.

Nessas conferências vêm sendo estabelecidos ao longo do tempo acordos e metas de redução de emissão de gases causadores do efeito estufa, como o emblemático Protocolo de Kyoto, primeiro acordo internacional com o objetivo de reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa, assinado em 1997; a criação de Mecanismos como o de Desenvolvimento Limpo (MDL); planos de Mudança de Uso da Terra e Florestas; a implementação de mecanismos de obtenção de créditos de carbono por meio de

projetos de proteção ambiental; a discussão das responsabilidades de países desenvolvidos e em desenvolvimento, além da vulnerabilidade de países mais pobres; a apresentação de estudos e relatórios sobre aquecimento global e outros efeitos da atividade humana sobre a natureza; e criação de fundos destinados a financiar ações efetivas de proteção ao planeta, entre muitas outras iniciativas.

Na convenção da ONU realizada em dezembro de 2015, na França, foi fechado o chamado Acordo de Paris, que se segue ao Protocolo de Kyoto, assinado por representantes de 195 países que entrará em vigor a partir de 2020 com o objetivo de limitar o aumento de temperatura no planeta. O tratado determina que cada país deverá, compulsoriamente, estabelecer metas de redução de emissão de gases, apesar de seu cumprimento ser voluntário. Além disso, também foi acordado que os países ricos garantirão financiamentos de, no mínimo, US\$ 100 bilhões por ano, a partir de 2020 e no mínimo até 2025, destinados a projetos ambientais nos países em desenvolvimento.

Assim, em paralelo à globalização dos problemas ambientais, conforme Chehebe (1998 *apud* ARAUJO, 2002, p.14), houve uma evolução do debate e da conscientização das populações sobre os efeitos dos danos ambientais. Entre esses, o aquecimento do planeta, a redução da camada de ozônio, a diminuição da biodiversidade por redução de habitats, o acúmulo de resíduos, a poluição da terra, do ar e da água, a redução de recursos naturais, problemas muitas vezes interligados e multiplicados pelas crescentes taxas de crescimento populacional.

Todos esses fatores, independente até mesmo de uma efetiva preocupação ambiental por parte das indústrias, passaram a ser componentes de crescente importância nas decisões empresariais. De acordo com Campos (1996 *apud* ARAUJO, 2002, p.27), a indústria começou a sofrer inúmeras pressões de diversas frentes: opinião pública, clientes, legislações, competidores e até fornecedores.

Ainda segundo Campos, um componente a ser destacado é a grande evolução da tecnologia da informação observada no período, tanto no que diz respeito a soluções dirigidas aos processos produtivos, quanto às comunicações instantâneas, que faz com que desastres ecológicos, situações de pobreza extrema e outros assuntos ligados ao tema tenham grande repercussão mundial.

Segundo Cajazeira (1997 *apud* ARAUJO, 2002, p.28), é possível resumir a postura da indústria em relação às questões ambientais em três fases: negra, reativa e pró-ativa.

A primeira fase, chamada de fase negra, durou até cerca da metade dos anos de 1970 e se caracterizou por considerar a degradação ambiental apenas uma consequência, sem importância, da necessidade maior de atender as crescentes necessidades do homem. Nesse período, os defensores do meio ambiente eram vistos como pessoas radicais, ou excêntricas, ou ainda meros exibicionistas em busca de atenção.

A segunda fase seria a fase reativa, em que as empresas, para evitar penalizações, começam a atender as legislações ambientais. Entretanto, segundo Leonardo (2001 *apud* ARAUJO, 2002, p.29), esse movimento foi motivado apenas por pressões externas, ainda sem correspondência na efetiva mudança de processos.

Na terceira fase, denominada pró-ativa, a questão ambiental passa a estar no centro das estratégias de negócios, sendo considerada fundamental para a própria permanência das empresas no mercado. Há uma mudança de cultura empresarial, que se volta para o crescimento de forma sustentável e para busca de soluções efetivas não só para a diminuição de impactos, mas até mesmo para a prevenção de danos ambientais. Ainda conforme Leonardo (2001 *apud* ARAUJO, 2002, p.29), é nesta fase que ocorre, gradativamente, uma verdadeira mudança de paradigmas nas empresas, com valores e práticas orientados para a preservação do meio ambiente na forma de prevenção contra a poluição, redução da produção de resíduos nos processos e proteção das fontes de recursos naturais.

A partir o início dessa fase, os próprios instrumentos de avaliação das empresas passam a incorporar, além do desempenho econômico, o conceito de excelência ambiental, em sintonia com a evolução das expectativas das sociedades – que são, em última instância, na medida em que também são formadas por consumidores, a base de sustentação das empresas.

Cajazeira (1997 *apud* ARAUJO, 2002, p.30) traça um paralelo entre o que chama de “velhos paradigmas” e o “ambientalmente correto” no mundo empresarial: no conceito antigo, a proteção ao meio ambiente prejudicaria a competitividade, a gestão ambiental seria viável apenas para grandes corporações, a abrangência de iniciativas nesse sentido estariam restritas às áreas produtivas e os movimentos de proteção ambiental, fora da realidade; já na visão ambientalmente correta, a visão “ecoestratégica” cria oportunidades de negócios, pequenas empresas são ambientes mais flexíveis para a adoção de programas ambientais, a responsabilidade em relação à gestão ambiental é da empresa como um todo e os movimentos de proteção ambiental se fortalecem e exercem influência tecnicamente fundamentada na orientação de decisões.

## **6.2 ORIGEM DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

A evolução da questão ambiental através de discussões sobre temas ambientais levou o setor industrial a repensar o seu modelo de produção. Esse fator deu origem ao conceito básico da Produção Mais Limpa, que se baseia no programa *Pollution Preventions Pay*, ou simplesmente *3P-program*, de 1975, da iniciativa privada, mais exatamente da empresa norte-americana conhecida como 3M, a *Minnesota Mining and Manufacturing Company*.

Na época, o Programa, partindo do princípio de que toda geração de resíduos seria consequência do aproveitamento incorreto de matérias-primas, recompensava funcionários que apresentassem propostas de redução de desperdícios. Segundo Dieleman (2007 *apud* ECKHARD, 2014, p.33), o *3P-program* obteve sucesso ao conciliar a redução de geração de resíduos com expressiva redução de custos de produção.

Conforme relata Baas (2005 *apud* ECKHARD, 2014, p.33), a experiência bem-sucedida da 3M serviu de base e motivou iniciativas semelhantes em outras empresas, como as indústrias químicas de grande porte Dupont e Dow, e órgão estatais dos Estados Unidos, como o *United States Environmental Protection Agency* (US EPA), que elaborou um manual de instruções dessas práticas, o *Waste Minimization Opportunity Assessment Manual*.

De acordo com Lerípio (2001 *apud* MATTOSINHO; PIONÓRIO, 2009, p.4), os princípios da Produção Limpa, que propunha uma real mudança de mentalidade no comportamento da indústria, evoluiu ao longo dos anos de 1980: o Greenpeace, organização não governamental voltada para a proteção ambiental, descreveu as características que definiriam a empresa “limpa”, que contemplasse a preservação ambiental em todos os seus processos produtivos. Conforme a Fundação Vanzolini (1998 *apud* MATTOSINHO; PIONÓRIO, 2009, p.4) esses preceitos são:

- a) auto sustentabilidade de fontes renováveis de matéria-prima;
- b) redução no consumo de água e energia;
- c) prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- d) reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia eficiente;
- e) geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e meio ambiente, cujos restos (incluindo embalagens) tenham reaproveitamento atóxico;
- f) reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica como alternativa para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejo em aterros.

Em 1989, a ONU, por meio de seu programa para o meio ambiente, *United Nations Environmental Program* (UNEP), introduziu o conceito de Produção Mais Limpa (P+L), que definia a “[...] aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integrada que envolvesse processos, produtos e serviços, de maneira que se prevíssem ou reduzissem os riscos de curto ou longo prazo para o ser humano e o meio ambiente”(UNEP,1990 *apud* FERNANDES *et al.*, 2009, p.57).

Segundo Seiffert (2009 *apud* FERNANDES *et al.*, 2009, p.54), no Brasil, o P+L foi introduzido por meio de suporte financeiro da agência das Nações Unidas através da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (ONUDI), dentro do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Essa ação foi implementada no Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL), no Rio Grande do Sul, em 1995.

O CNTL, com o objetivo de disseminar informações e técnicas responsáveis pela minimização de resíduos do setor da construção civil, divulgou medidas para a racionalização do uso insumos ambientais nos canteiros de obras. Algumas dessas medidas divulgadas pelo Centro são (PIMENTEL, 2010): técnicas para minimizar o uso de madeiras em formas estruturais, consumo consciente de tijolos em alvenarias, importância da paginação dos ambientes com revestimento cerâmico e relação de interferência feitas pelos clientes sobre o projeto original com o custo e resíduos gerados. As publicações mencionadas além de apresentar as medidas necessárias para obtenção do objetivo principal, redução de resíduos, abordaram também os benefícios econômicos e ambientais das práticas construtivas.

Após a criação do CNTL, o Conselho Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável, em 1997, realizou esforços para formar a Rede Brasileira de Produção Mais Limpa, com núcleos de P+L em todos os estados do país. Porém, tanto essas iniciativas quanto as do setor estatal, por meio da realização de fóruns de P+L organizadas pelo Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia, foram tímidas.

Em 2011, o governo federal retomou o tema com o Plano de Ação para a Produção e Consumo Sustentáveis (PPCS), sob a responsabilidade do Departamento de Cidadania e Responsabilidade Socioambiental da Secretaria de Articulação Institucional e Cidadania Ambiental. Esse plano tem como objetivo incentivar o consumo consciente para que o mesmo deixe de ser um segmento de mercado e passe à regra geral. Dentre as prioridades do plano está a construção sustentável e para a mesma esse busca atribuir responsabilidades aos construtores, apoiar desenvolvimento da indústria de reciclagem de RCD, fomentar etiquetas para construção sustentável, elaborar manuais que abordem os impactos das escolhas construtivas e incentivar projetos habitações de interesses sociais que incorporam energias renováveis.

No Brasil, conforme Ribeiro e Pacheco (2011 *apud* PEREIRA; SANT'ANNA, 2012, p.18), o estado que mais avançou nos conceitos do P+L foi São Paulo. Congregando o maior número de indústrias do país, traçou de forma independente sua rota de adesão à Produção Mais Limpa, com iniciativas próprias como as discussões sobre o conceito de Prevenção da Poluição - P2, realizadas ainda em 1992.

Em Portugal, a Associação Empresarial de Portugal (AEP) apresentou em 1991 o Projeto *Benchmarking Ambiental e Energético (BenchMark A+E)*, com o objetivo de incentivar a adoção de práticas sustentáveis de gestão ambiental e energética. Dentro da abrangência do Projeto, a AEP também desenvolveu o "Manual de Gestão Ambiental de Obras de Construção Civil", dirigido especificamente às atividades do setor, considerado um dos mais importantes para o desenvolvimento econômico e social e, ao mesmo tempo, gerador de impactos ambientais expressivos que vão do consumo de recursos naturais até a geração de resíduos, passando pela modificação da paisagem natural.

O Manual de Gestão Ambiental de Obras de Construção Civil aborda questões como os diferentes aspectos e as ferramentas de gestão ambiental na construção civil e seu controle, estudos de impactos e fiscalização das medidas adotadas, do ponto de vista prático da realidade portuguesa.

### **6.3 DEFINIÇÃO DA METODOLOGIA PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

A metodologia Produção Mais Limpa contempla estratégias que integram os processos de produção, produtos e serviços, para determinar procedimentos que possam reduzir os impactos ambientais relacionados ao consumo de matérias-primas e geração de resíduos. Eckhard (2014, p.34) destaca que a metodologia de P+L para os processos de produção recomenda a conservação e a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, eliminação das que são tóxicas e redução da quantidade e da toxicidade de todas as emissões e resíduos; em relação aos produtos, a redução dos impactos negativos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração das matérias-primas até a deposição final; e, nos serviços, a incorporação das preocupações ambientais no projeto e no fornecimento.

Uma das principais características diferenciais da P+L está na prioridade dada à prevenção: em vez de tratar os resíduos, a ideia é não produzir, ou reduzir ao mínimo possível a sua geração. Essa característica, como afirma Pimentel (2009, p.21), reflete a precaução com os problemas ambientais que poderiam ser gerados com o processo produtivo.

Dentro dos conceitos do P+L, as propostas são: identificar onde os resíduos estão sendo produzidos; entender porque se transformaram em resíduos; viabilizar meios para deixar de gerar ou reduzir os resíduos. A busca pelo ideal de redução ou eliminação da produção de resíduos representa, como aponta o CNTL (2003a, p. 9), uma inversão em relação ao pensamento até então vigente, que considera apenas a destinação dos resíduos gerados.

Ainda dentro dessas propostas, no caso da inviabilidade da eliminação total dos resíduos, a P+L busca soluções para reintegrá-los ao processo de produção. E, se a reciclagem interna não for possível, o foco se volta para soluções de reciclagem externa. A Figura 6.1 representa o fluxograma de prioridade das opções da Produção Mais Limpa que ilustra essas soluções.

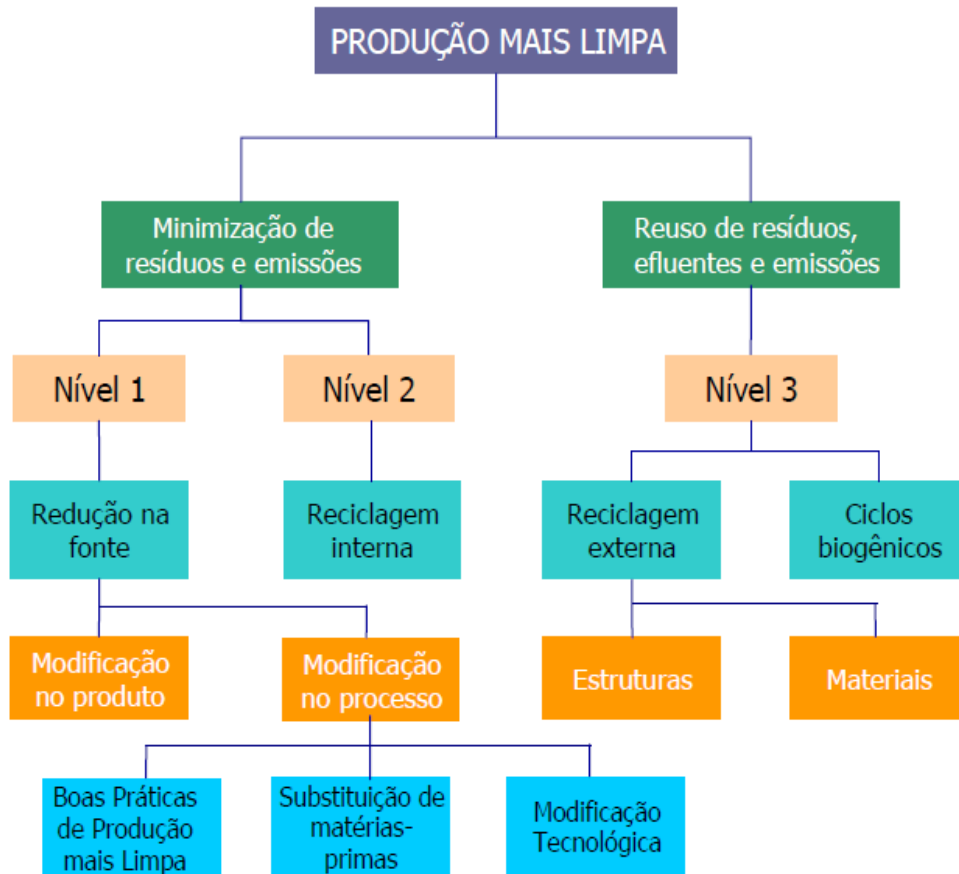


Figura 6.1 - Fluxograma da geração de opções de Produção Mais Limpa

Fonte: CNTL (2003a, p. 23).

Como na Produção Mais Limpa a prioridade são as medidas que buscam eliminar a geração de resíduos, o Nível 1 apresentado no fluxograma da Figura 6.1 é a prioridade da metodologia. Os níveis 2 e 3, nessa sequência, são as próximas alternativas da mesma, já que são estratégias de minimização de resíduos.

#### 6.4 COMPARAÇÃO ENTRE A PRODUÇÃO MAIS LIMPA E AS TECNOLOGIAS DE FIM DE TUBO

A abordagem convencional conhecida como fim de tubo é um processo que tem como preocupação a disposição dos resíduos na natureza sem questionar o motivo da geração do mesmo. Conforme aponta Araujo (2002, p.34), esse processo atenua o impacto desses dejetos no ambiente, mas não combate as causas de sua geração.

Essa característica implica no aumento de despesas com o gerenciamento do resíduo, que para Pimentel (2009, p.23) é justificado pela inclusão das etapas de disposição ou tratamento dos dejetos ao processo produtivo, acarretando em novos custos como transporte do resíduo e taxa para triagem, entre outros custos.

A metodologia Produção Mais Limpa destoa dessas práticas de fim de tubo, pois favorece mudanças nos produtos e processos produtivos com a intenção de eliminar a geração de resíduos. E dessa maneira “[...] permite a obtenção de soluções que venham a contribuir para a solução definitiva dos problemas ambientais, já que a prioridade da metodologia está baseada na identificação de opções de não geração dos resíduos” (PIMENTEL, 2009, p.24).

Considerando as características mencionadas, pode-se concluir que a maior diferença entre essas abordagens consiste no fato de a Produção Mais Limpa se preocupar não só com as consequências, mas também com a fonte do problema, postura oposta à dos processos de fim de tubo.

O Quadro 6.1 ilustra as diferenças entre as duas metodologias, evidenciando suas características.

Quadro 6.1 - Diferenças entre tecnologia fim de tubo e Produção Mais Limpa

ASPECTO	FIM DE TUBO	P+L
Iniciativa	Reativa	Proativa
Responsabilidade	De especialistas	De toda a equipe
Planejamento ambiental	Após a definição dos produtos e processos	Integra a definição dos produtos e processos
Uso eficiente dos recursos naturais	Não considera	Considera
Intervenção	Após a geração dos poluentes	Antes da ocorrência dos poluentes
Abrangência	Limita-se às exigências legais	Ampla cobrindo todo o ciclo de vida dos produtos
Tecnologia	Basicamente adquirida de terceiros	Basicamente desenvolvida internamente
Impacto econômico	Custos adicionais	Redução de custos

Fonte: Eckhard (2014, p.42).

As Resolução nº 307/2002 do CONAMA, CONAMA (2002), e o Decreto-Lei 46/2008, Portugal (2008), são, respectivamente, as regulamentações brasileiras e portuguesas específicas para os resíduos provenientes de atividades do setor da construção civil que indicam que a prioridade para a gestão de resíduos devem ser as práticas que buscam a não geração de resíduos, portanto a metodologia de Produção Mais Limpa. Embora existam essas indicações, essas regulamentações também permitem que medidas paliativas sejam adotadas. Esse cenário, aliado à necessidade de mudanças e investimentos para a aplicação de medidas “limpas”, resulta em adoção de medidas apenas corretivas na gestão dos RCD.

## 6.5 FASES DA METODOLOGIA DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A metodologia de Produção Mais Limpa está dividida em seis etapas, sendo uma inicial de pré-sensibilização, a saber:

- a) Pré-sensibilização;
- b) ETAPA 1: Planejamento e organização;
- c) ETAPA 2: Pré-avaliação;
- d) ETAPA 3: Avaliação;
- e) ETAPA 4: Estudo de viabilidade;
- f) ETAPA 5: Implementação.

### 6.5.1 Pré-sensibilização

A primeira tarefa a ser realizada antes da implementação de um Programa de Produção Mais Limpa se dá a partir de uma Visita Técnica, de modo a sensibilizar o público-alvo (empresários e gestores). Nessa etapa, devem ser apresentados os benefícios econômicos e ambientais do Programa, com o intuito de engajar os participantes para que a implementação possa ocorrer com sucesso. Essa etapa, conforme CNTL (2003a, p.18), consiste em criar um entendimento sobre as vantagens da P+L salientando o reconhecimento da prevenção como etapa anterior as ações fim de tubo, as pressões que os órgãos ambientais exercem para o cumprimento dos padrões e normas e o custo na aquisição e manutenção dos equipamentos fim-de-tubo.

A fase de pré-sensibilização é de vital importância, pois visa garantir o sucesso da implementação do projeto. Como aponta Araujo (2002, p.50), essa etapa visa atender três objetivos fundamentais conforme a definição do escopo de avaliação: definir se a P+L será implantada em toda a indústria ou em processos previamente selecionados; estabelecer uma estratégia para o cumprimento do projeto, tempo de aplicação, metodologia, capacitação e sensibilização dos funcionários; elaborar um fluxograma de produção, visando identificar as etapas que compõe os serviços a serem analisados.

O alvo dessa pré-sensibilização no setor da construção civil são os responsáveis pelo gerenciamento das construtoras, pois esses estão relacionados tanto ao custo e lucro dos projetos, quanto à imagem da empresa no mercado. Esses fatores são beneficiados pelo emprego da metodologia de Produção Mais Limpa, pois essa, além de possibilitar a redução dos gastos com o uso consciente dos insumos ambientais, também permite disseminação do *marketing* ambiental e certificações verdes pela construtora.

## 6.5.2 Etapa 1: Planejamento e organização

A Etapa 1 tem como objetivo planejar e organizar a implementação da metodologia de Produção Mais Limpa na empresa, devendo formar o Ecotime e estabelecer metas para o mesmo.

### 6.5.2.1 Ecotime

Segundo o CNTL (2003a, p.16) faz-se necessário a formação de uma equipe de trabalho, ou força tarefa, composta por profissionais da empresa em que será implantada a P+L. "Essa equipe deve ser capacitada e sensibilizada de forma a disseminar os fundamentos da P+L para os demais funcionários da empresa" (ARAUJO, 2002, p.50).

Esse grupo composto por profissionais da empresa formará o Ecotime. Sua composição dependerá da complexidade das atividades realizadas pela empresa. Deve-se buscar integrar todos os setores da mesma.

O Quadro 6.2 apresenta os possíveis membros para o Ecotime e quais responsabilidades podem assumir. Ressalta-se que a os membros citados no Quadro 6.2 são apenas possibilidades e que a formação do Ecotime varia de acordo com a estrutura da empresa. Um exemplo de possibilidade de Ecotime é o de microempresas que, de acordo com Araujo (2002, p.51), pode ser composto por apenas um colaborador.

Quadro 6.2 - Possíveis membros de um Ecotime e responsabilidades que podem vir a assumir

MEMBRO DA EQUIPE	RESPONSABILIDADES
Gerência	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Demonstrar o comprometimento da corporação;</li> <li>– Estabelecer e reforçar objetivos de longo prazo.</li> <li>– Ter autoridade para implementar mudanças.</li> </ul>
Engenharia e design	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oferecer informações sobre os processos atuais.</li> <li>– Contribuir com ideias para mudança dos processos.</li> <li>– Avaliar a viabilidade técnica das propostas.</li> <li>– Identificar parâmetros mais favoráveis para operação.</li> </ul>
Qualidade ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calcular os custos com tratamento e disposição.</li> <li>– Determinar os efeitos ambientais das propostas.</li> <li>– Assegurar conformidade com a regulamentação.</li> </ul>
Finanças/ Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Calcular os custos de operações atuais.</li> <li>– Calcular os custos e economias das propostas.</li> <li>– Localizar custos e economias das propostas.</li> <li>– Localizar custos e benefícios das mudanças reais.</li> <li>– Implementar mudanças no controle de estoques.</li> </ul>
Vendas e marketing	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ter discernimento sobre necessidades do cliente.</li> </ul>

MEMBRO DA EQUIPE	RESPONSABILIDADES
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instruir os clientes sobre as mudanças da Produção Mais Limpa.</li> <li>– Comercializar os produtos como ambientalmente responsáveis.</li> <li>– Monitorar as reações do cliente às mudanças do produto.</li> </ul>
Operários da Produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Oferecer descrições exatas das práticas de produção.</li> <li>– Sugerir ideias sobre novas abordagens.</li> <li>– Determinar a compatibilidades das mudanças com as práticas do trabalho.</li> <li>– Fornecer feedback sobre os efeitos das mudanças de vanguarda.</li> <li>– Aumentar o apoio dos operários às mudanças na linha de produção.</li> </ul>

Fonte: CNTL (2003c, p.15).

Na construção civil o Ecotime deve abranger desde pessoas ligadas à fase de planejamento e execução de projetos, até os funcionários envolvidos com o gerenciamento do projeto no canteiro de obras. Isso porque o sucesso da Produção Mais Limpa nesse setor depende de estratégias da mesma em todas as etapas, já que o comportamento de todos os funcionários reflete no processo construtivo dos projetos e consequentemente no aproveitamento de insumos ambientais e geração de resíduos.

Estão entre as funções do Ecotime, segundo CNLT (2003a, p.20), a realização do diagnóstico dos processos de produção, a implementação da P+L, a identificação de oportunidades para implantação de medidas da P+L, o monitoramento do programa e sua perpetuação dentro do ambiente de produção.

### 6.5.2.2 Estabelecer metas

Para que seja garantida a clareza da implementação da metodologia na empresa é necessário que metas sejam estabelecidas. De acordo com o CNTL (2003c, p. 16), é necessário atenção no momento de estabelecer essas metas, pois embora tenham que ser ambiciosas para garantir esforços significativos, também devem ser realistas ao cenário da empresa para evitar desinteresse dos colaboradores envolvidos.

As metas devem ser baseadas nos procedimentos da empresa. Dessa maneira, os seguintes fatores devem ser considerados para determinação das mesmas (CNTL, 2003c, p. 18):

- a) Padrões internos de produtividade;
- b) Legislação ambiental;
- c) Benchmarking e tecnologia (pontos de referência que servem como padrão da tecnologia);
- d) Dados históricos de produção.

As metas além de determinarem o objetivo do emprego da P+L, permitem a avaliação do emprego da metodologia e assim verificar a efetividade das medidas adotadas pelo Ecotime.

### **6.5.3 Etapa 2: Pré-avaliação**

A Etapa 2 da implementação da Produção Mais Limpa tem como função estabelecer foco para a etapa de avaliação. Dessa maneira, a mesma é responsável por desenvolver um fluxograma do processo produtivo, avaliar as entradas e saídas e selecionar o foco da avaliação de Produção Mais Limpa.

#### **6.5.3.1 Análise de fluxograma do processo produtivo**

A análise qualitativa do fluxograma do processo produtivo é de fundamental importância, pois “[...] são determinadas as estratégias para identificação e quantificação dos fluxos de massa e energia nas diversas etapas deste processo” (CNTL, 2003a, p.21).

Assim, essa ferramenta é fundamental para a implementação da P+L pois permite uma visão geral do processo. A partir do fluxograma é possível definir estratégias que minimizem a geração de resíduos, efluentes e emissões.

As áreas do processo industrial que serão avaliadas se enquadram em dois polos, as entradas e as saídas. “[...] as entradas são constituídas pelas matérias-primas, produtos auxiliares, água e energia. As saídas são os produtos acabados e semiacabados” (ARAUJO, 2002, p.53). Dentro dos polos apresentados, existem duas perguntas que a P+L integrada ao processo deve responder:

- a) Onde se originam as emissões e resíduos?
- b) Por qual motivo se transformaram em resíduos?

A resposta desses questionamentos possibilita “[...] identificar os pontos críticos da geração de resíduos, bem como as informações sobre a sua causa” (ARAUJO, 2002, p.54).

A análise do fluxograma para projetos da construção civil difere do setor industrial, pois não há padronização do processo produtivo nesse setor devido à singularidade dos projetos. Cada obra possui um fluxo de execução que melhor se adapte às suas características e necessidades, o que impede que o estudo realizado em um projeto seja totalmente considerado para obras futuras.

#### **6.5.3.2 Realização do diagnóstico ambiental e de processo**

Essa etapa consiste, primeiramente, na utilização do fluxograma da empresa complementado com dados quantitativos de produção e ambientais existentes. Alguns dos instrumentos que devem ser utilizados

para análise são: “[...] hidrômetro (água), balanças industriais (resíduos), medidores de tensão elétrica [...] relatórios de compras e outros documentos internos da organização” (ARAUJO, 2002, p.53).

Essa documentação, que servirá de base para a análise, de acordo com o CNTL (2003a, p.21), deverá focar nos seguintes aspectos: quantificação da entrada de insumos e matérias-primas; quantificação de saídas de resíduos, produtos e subprodutos; dados referentes ao armazenamento e estocagem; dados sobre a situação ambiental da empresa. Os dados são lançados em planilhas, para a efetuação de análise posterior.

### **6.5.3.3 Seleção do foco**

Munido do fluxograma do processo de produção e da planilha com os dados quantitativos a respeito dos aspectos ambientais, deverá ser selecionada a área, ou as áreas, da empresa na qual serão voltados os esforços da implementação da P+L.

Essas informações, segundo CNTL (2003a, p. 22), serão analisadas com base na quantidade de resíduos gerada, a toxicidade dos mesmos, os gastos envolvidos e a regulamentação a respeito.

Como há particularidades na execução dos projetos do setor da construção civil, é necessário que as análises do fluxograma de produção, insumos, produtos e resíduos sejam realizadas em diversos projetos, para que se tenha bagagem de conhecimento sobre as consequências proporcionadas por cada característica do empreendimento. Essa experiência, associada ao planejamento prévio da execução de uma obra, proporciona estratégias responsáveis pela implantação da P+L em novos projetos.

## **6.5.4 Etapa 3: Avaliação**

A etapa de avaliação dentro do ciclo de implantação da metodologia de Produção Mais Limpa tem como objetivo determinar oportunidades que podem ser implementadas diante de uma análise mais apurada do processo produtivo. Dessa maneira, contempla a mesma as seguintes funções: originar um balanço de material, conduzir uma avaliação de causas e identificar opções de oportunidades.

### **6.5.4.1 Análise quantitativa de entrada e saída e estabelecimento de indicadores**

Essa fase da Etapa 3 tem como objetivo o maior detalhamento dos dados quantitativos, efetuados em momento prévio na realização de diagnóstico ambiental e de processo, para comparação qualitativa “[...] entre os dados existentes antes da implementação do Programa de Produção Mais Limpa e aqueles levantados pelo Programa” (CNTL, 2003a, p.19), como pode ser observado na Figura 6.2. O intuito dessa etapa é elaborar indicadores que possam ser analisados de maneira comparativa acompanhando o desenvolvimento das medidas de P+L implantadas. Assim “[...] será possível comparar os mesmos com os

indicadores determinados após a etapa de implementação das opções de Produção Mais Limpa” (CNTL, 2003a, p.19).



Figura 6.2 - Indicadores ambientais e econômicos

Fonte: CNTL (2003a, p. 20).

É possível observar na Figura 6.2, que durante todo o processo de implementação da P+L são levantados dados que possam proporcionar um escopo de informações aprofundadas para efeitos comparativos durante as diversas fases de implementação.

#### 6.5.4.2 Identificação dos motivos da geração de resíduos

Com os dados quantitativos compilados na etapa prévia, o Ecotime deve identificar as causas da geração de resíduos no processo para que na fase seguinte possam ser oferecidas alternativas que visem o sucesso da implementação da P+L. Os principais fatores de resíduos e emissões estão apresentados no Quadro 6.3.

Quadro 6.3 - Principais fatores de resíduos e emissões

PROCESSO	FATORES DOS RESÍDUOS E EMISSÕES
Operacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– consumo de água e energia não conferidos;</li> <li>– acionamento desnecessário ou sobrecargas de equipamentos;</li> <li>– falta de manutenção preventiva;</li> <li>– etapas desnecessárias no processo;</li> <li>– falta de informações de ordem técnica e tecnológica.</li> </ul>

PROCESSO	FATORES DOS RESÍDUOS E EMISSÕES
Matérias-Primas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– uso de matérias-primas de menor custo,</li> <li>– abaixo do padrão de qualidade;</li> <li>– falta de especificação de qualidade;</li> <li>– deficiência no suprimento;</li> <li>– sistema inadequado de gerência de compras;</li> <li>– armazenagem inadequada.</li> </ul>
Produtos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– proporção inadequada entre resíduos e produtos;</li> <li>– design impraticável do produto;</li> <li>– embalagens inadequadas;</li> <li>– produto composto por matérias-primas perigosas;</li> <li>– produto de difícil desmontagem e reciclagem.</li> </ul>
Capital	<ul style="list-style-type: none"> <li>– escassez de capital para investimentos em mudanças tecnológicas e de processo;</li> <li>– foco exagerado no lucro, sem preocupações na geração de resíduos e emissões;</li> <li>– baixo capital de giro.</li> </ul>
Causas relacionadas aos resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– inexistência de separação de resíduos;</li> <li>– desconsideração pelo potencial de reuso de determinados resíduos;</li> <li>– não há recuperação de energia nos produtos resíduos e emissões;</li> <li>– manuseio inadequado.</li> </ul>
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– falta de segurança no trabalho;</li> <li>– exigência de qualidade</li> <li>– treinamento inexistente ou inadequado;</li> <li>– trabalho sob pressão;</li> <li>– dependência crescente de trabalho eventual e terceirizado.</li> </ul>
Fornecedores/ parceiros comerciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– compra de matérias-primas de fornecedores sem padronização;</li> <li>– falta de intercâmbio com os parceiros comerciais;</li> <li>– busca somente do lucro na negociação, sem preocupação com o produto final.</li> </ul>
Know-how/ processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– má utilização dos parâmetros de processo;</li> <li>– uso de tecnologias de processo ultrapassadas.</li> </ul>

Fonte: A autora com base em CNTL (2003a, p.21).

#### 6.5.4.3 Identificação de opções de P+L

Com base nas coletas de dados do processo produtivo e a avaliação dos fatores que geram resíduos e emissões é possível traçar e aplicar estratégias que visem a implementação com êxito da P+L.

A prioridade do Ecotime deverá concentrar-se no Nível 1, havendo impossibilidade de implementação nesse nível deve-se passar ao próximo e assim sucessivamente. O Nível 1 caracteriza-se como a geração e resíduo na fonte, o Nível 2 visa a reciclagem interna de resíduos produzidos e o terceiro visa o reaproveitamento de resíduos e emissões fora da empresa.

A hierarquia adotada pela metodologia de Produção Mais Limpa corresponde à apresentada pelas normas específicas de gestão de resíduos do setor da construção civil brasileira e portuguesa. Dessa forma, atender o foco da metodologia corresponde a atender aos requisitos da norma.

De acordo com Araujo (2002, p.57), a alta gerência das empresas é quem determina o planejamento estratégico e a disponibilidade financeira e tecnológica para mudanças. Dessa forma, ressalta-se a importância em definir junto aos responsáveis da empresa as prioridades da mesma para que o foco do Ecotime esteja alinhado com os interesses e verba disponibilizada para inovações, e assim evitar estratégias discrepantes à realidade da instituição.

#### 6.5.5 Etapa 4: Estudo de viabilidade

A Etapa 4 do emprego da metodologia de Produção Mais Limpa tem como objetivo selecionar as oportunidades mais viáveis diante das análises técnicas, ambientais e econômicas. Dessa forma, está dividida em duas fases, uma focada na avaliação e outra na seleção das oportunidades.

##### 6.5.5.1 Avaliação técnica, ambiental e econômica

Nessa etapa, são levantadas opções de P+L que contribuam para a redução de emissões e resíduos nas etapas avaliadas previamente e selecionadas como foco da implementação do projeto. Busca-se, nessa etapa, aumentar a eficiência do aproveitamento das matérias-primas, água, energia e insumos, conforme observado na etapa anterior.

Segundo o CNTL (2003a, p. 29) as características técnicas econômicas e ambientais podem ser analisadas a partir de diferentes critérios, como apresentado no Quadro 6.4.

Quadro 6.4 - Avaliação técnica, econômica e ambiental

CARACTERÍSTICA	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO
Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>– impacto da medida proposta sobre o processo, produtividade, segurança, etc.;</li> <li>– testes de laboratório ou ensaios quando a opção estiver mudando significativamente o processo existente;</li> <li>– experiências de outras companhias com a opção que está sendo estudada;</li> </ul>

CARACTERÍSTICA	CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– todos os funcionários e departamentos atingidos pela implementação das opções;</li> <li>– necessidades de mudanças de pessoal, operações adicionais e pessoal de manutenção, além do treinamento adicional dos técnicos e de outras pessoas envolvidas.</li> </ul>
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> <li>– os investimentos necessários;</li> <li>– os custos operacionais e receitas do processo existente e os custos operacionais e receitas projetadas das ações a serem implantadas;</li> <li>– a economia da empresa com a redução/eliminação de multas.</li> </ul>
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>– a quantidade de resíduos, efluentes e emissões que será reduzida;</li> <li>– a qualidade dos resíduos, efluentes e emissões que tenham sido eliminados - verificar se estes contêm menos substâncias tóxicas e componentes reutilizáveis;</li> <li>– a redução na utilização de recursos naturais.</li> </ul>

Fonte: A autora com base em CNTL (2003a, p.29).

A partir dos resultados coletados pela avaliação econômica, técnica e ambiental o Ecotime irá elaborar propostas e medidas de intervenção que permitam a solução das emissões e resíduos através da implementação da P+L.

#### 6.5.5.2 Seleção de oportunidades viáveis

As avaliações técnicas, ambientais e econômicas desenvolvidas servirão de critério para determinação da viabilidade das oportunidades selecionadas na etapa de avaliação. De acordo com o CNTL (2003c, p. 74) é importante esse estudo prévio das oportunidades, pois o mesmo será responsável por apresentar quais mudanças serão necessários para o emprego da estratégia e se essas são viáveis perante o cenário da empresa.

Diante das observações, torna-se possível selecionar as oportunidades que melhor atendem as metas do Ecotime e são viáveis diante as características da instituição.

#### 6.5.6 Etapa 5: Implementação

A última etapa do emprego da Produção Mais Limpa tem como objetivo além de implementar as oportunidades selecionadas, assegurar que as mesmas sejam mantidas. Dessa forma, possui planos de implementação, monitoramento e continuidade das atividades.

### **6.5.6.1 Plano de implementação e monitoramento**

A implementação da P+L dentro do processo desejado deve se ater a alguns critérios básicos para que seu êxito seja completo. Segundo Araujo (2002, p.59) o debate entre o Ecotime, o corpo gestor e trabalhadores operacionais é de extrema importância para manter o padrão desejado, a antecipação de problemas, execução de serviços de suporte e o fácil entendimento que provém de um projeto simples em que fique claro que os resultados positivos desejados colaboram para uma implementação otimizada da P+L. Além disso, Araujo (2002, p.59) também ressalta a necessidade do acompanhamento das novas tecnologias de prevenção de resíduos atentando a possíveis adaptações e atualizações do equipamento dentro do processo avaliado.

Conjuntamente com o plano de implementação um plano de monitoramento deve ser implantado para assegurar a correta implementação da P+L, além de identificar possíveis falhas e mudanças no padrão do processo avaliado. As metas implementadas anteriormente e a análise de entrada e saída de recursos servirão de base para esse monitoramento, pois possibilitam a percepção de mudanças e se essa atende ao esperado pelo Ecotime.

Para o CNTL (2003c, p. 90), a eficácia da Produção Mais Limpa pode ser avaliada a partir de três fatores: mudanças na geração de resíduos, mudança no consumo de recursos e mudança na lucratividade. Essas características podem ser observadas com a comparação do balanço de materiais antes e após o emprego da P+L, ressaltando a importância da avaliação prévia e do monitoramento após o emprego da metodologia.

### **6.5.6.2 Plano de continuidade**

A continuidade do projeto é de grande importância devendo ser criados mecanismos que permitam sua manutenção como “[...] aplicação da metodologia de trabalho e da criação de ferramentas que possibilitem a manutenção da cultura estabelecida, bem como sua evolução em conjunto com as atividades futuras da empresa” (CNTL, 2003a, p.31).

A continuidade da implantação da metodologia na construção civil é um fator importante para o sucesso da mesma, pois as experiências adquiridas ao longo dos projetos são as responsáveis pelo aprimoramento das soluções apresentadas pelo Ecotime, visto que os mesmos são singulares e cada nova obra possui uma rotina e procedimento próprio.

## 6.6 BENEFÍCIOS DO EMPREGO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Os procedimentos da Produção Mais Limpa permitem que as empresas tenham “[...] melhor conhecimento do seu processo industrial através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema e coeficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processos” (CNTL, 2003a, p. 11). Essas características proporcionam melhor aproveitamento dos materiais e redução ou não geração de resíduos.

Esse melhor aproveitamento dos materiais “[...] faz com que produzir de forma mais limpa seja, basicamente, uma ação econômica e lucrativa, um instrumento importante para conquistar o Desenvolvimento Sustentável e manter-se compatível com a vigente Legislação Ambiental” (KUNKEL, 2009, p. 80).

### 6.6.1 Benefícios ambientais do emprego da Produção Mais Limpa

Ao romper o paradigma de que a abordagem ambiental deveria ser voltada para o controle dos resíduos gerados, a Produção Mais Limpa passa a evitar os impactos ambientais, destacando seu desempenho com relação às medidas voltadas ao controle. O Quadro 6.5 apresenta as principais metas ambientais da Produção Mais Limpa e as ações que as tornam possíveis.

Quadro 6.5 - Metas ambientais da Produção Mais Limpa

<b>METAS</b>	<b>MEDIDAS NECESSÁRIAS</b>
Eliminação ou redução de resíduos	Prioridade para as medidas que buscam a não geração de resíduos.
Produção sem poluição	Uso de recursos naturais com a máxima eficiência possível.
Eficiência energética	Maior razão possível entre a energia consumida e o produto gerado.
Saúde e segurança no trabalho	Ambiente de trabalho mais limpo, mais seguro e mais saudável.
Produtos ambientalmente adequados	Prioridade aos fatores relacionados à saúde e meio ambiente nos estágios iniciais de planejamento do produto e ao longo de todo o ciclo de vida do mesmo, da produção à disposição, passando pelo uso.
Embalagens ambientalmente adequadas	Eliminação ou minimização da embalagem do produto sempre que possível.

Fonte: A autora com base em Pimentel (2009, p.26).

## 6.6.2 Benefícios econômicos do emprego da Produção Mais Limpa

Além das vantagens ambientais, a Produção Mais Limpa oferece vários outros benefícios paralelamente. Entre eles, destacam-se: a eliminação de custos associados às correções dos impactos ambientais; redução de custos de produção pelo melhor aproveitamento de matérias-primas, com consequente aumento da competitividade; melhoria das condições de saúde e de segurança de trabalhadores; ganhos de imagem de mercado; maior facilidade de adequação a legislações ambientais; e até mesmo a criação de novos negócios, gerados a partir dos tratamentos dos resíduos.

O CNTL (2003a, p.13) apresenta um estudo comparativo entre empresas com investimento em Produção Mais Limpa e sem o mesmo. Essa comparação, ilustrada na Figura 6.3, destaca a importância econômica da eficiência nos processos, do uso eficiente de matérias-primas, água e energia e da redução de resíduos e emissões gerados.

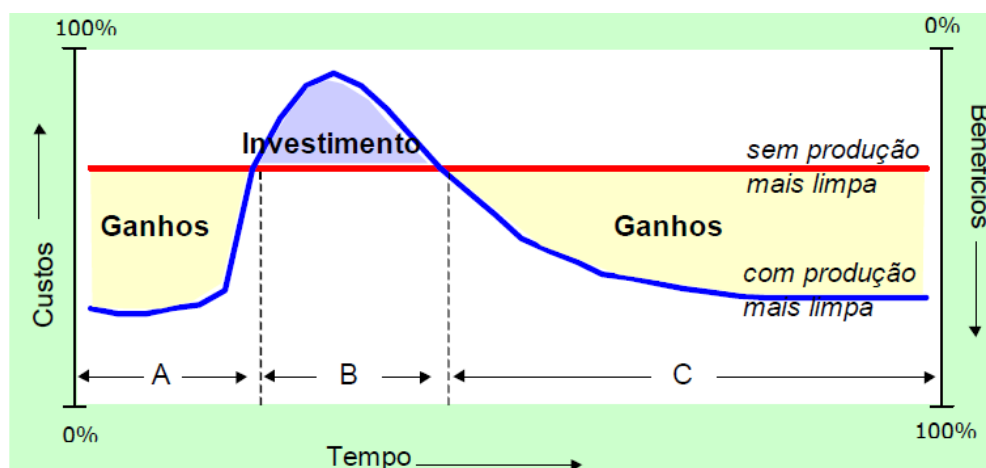


Figura 6.3 - Custos e benefícios com implementação de medidas de Produção Mais Limpa

Fonte: CNTL (2003a, p.13).

A relação entre o emprego e o não emprego da Produção Mais Limpa ilustrada na Figura 6.3 está dividida em três etapas: segmento A, representa o momento no qual as primeiras alterações são empregadas e ainda não ocorreram investimentos financeiros; segmento B, fase em que os investimentos para adequação a metodologia acontecem; e segmento C, etapa em que os investimentos surtem efeitos e pode-se observar redução nos custos totais e uma melhor eficiência no processo.

Embora o segmento B apresente um menor desempenho econômico das empresas com Produção Mais Limpa, após “[...] a entrada em ação dos processos otimizados e novas tecnologias, ocorre uma redução nos custos totais que permite a recuperação do investimento inicial e, com o passar do tempo, os ganhos com a maior eficiência permitem uma redução permanente nos custos totais” (CNTL, 2003a, p.14).

## 6.7 BARREIRAS À IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Apesar de todos os seus benefícios a implementação da Produção Mais Limpa encontra dificuldades. Para Pimenta e Gouvinhas (2011 *apud* PEREIRA; SANT'ANNA, 2012, p.20), isso se deve basicamente por falta de informações que levem à adoção do Programa, à ausência de políticas de divulgação, de incentivo à adesão e de apoio à sua manutenção e à baixa interatividade entre o setor produtivo e os centros de pesquisa e universidades.

Para Dieleman (2007 *apud* ECKHARD, 2014, p.45), esses fatores não são a questão central da barreira para a implementação, mas sim o fato de a metodologia representar a quebra de paradigmas firmemente estabelecidos, que necessitam de um processo de aprendizagem, mudança e inovação tecnológica para serem rompidos. O Quadro 6.6 apresenta as barreiras que podem “[...] impedir ou retardar a adoção de Produção Mais Limpa em empresas” (CNTL, 2003a, p.32).

Quadro 6.6 - Barreiras potenciais que podem impedir ou retardar a adoção da Produção Mais Limpa

BARREIRAS	SUBCATEGORIAS
CONCEITUAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Indiferença: falta de percepção do potencial papel positivo da empresa na solução dos problemas ambientais</li> <li>– Interpretação limitada ou incorreta do conceito de Produção Mais Limpa</li> <li>– Resistência à mudança</li> </ul>
ORGANIZACIONAIS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Falta de liderança interna para questões ambientais</li> <li>– Percepção pelos gerentes do esforço e risco relacionados à implementação de um programa de Produção Mais Limpa (falta de incentivos para participação no programa e possibilidade de revelação dos erros operacionais existentes)</li> <li>– Abrangência limitada das ações ambientais dentro da empresa</li> <li>– Estrutura organizacional inadequada e sistema de informação incompleto</li> <li>– Experiência limitada com o envolvimento dos empregados em projetos da empresa</li> </ul>
TÉCNICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ausência de uma base operacional sólida (com práticas de produção bem estabelecidas, manutenção preventiva, etc.)</li> <li>– Complexidade da Produção Mais Limpa (necessidade de empreender uma avaliação extensa e profunda para identificação de oportunidades de Produção Mais Limpa)</li> <li>– Acesso limitado à informação técnica mais adequada à empresa bem como desconhecimento da capacidade de assimilação destas técnicas pela empresa</li> </ul>
ECONÔMICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Investimentos em Produção Mais Limpa não são sentáveis quando comparados a outras alternativas de investimento</li> </ul>

BARREIRAS	SUBCATEGORIAS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Desconhecimento do montante real dos custos ambientais da empresa</li> <li>– Alocação incorreta dos custos ambientais aos setores onde são gerados</li> </ul>
FINANCEIRAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alto custo do capital externo para investimentos em tecnologias</li> <li>– Falta de linhas de financiamento e mecanismos específicos de incentivo para investimentos em Produção Mais Limpa</li> <li>– Percepção incorreta de que investimentos em Produção Mais Limpa representam um risco financeiro alto devido à natureza inovadora destes projetos</li> </ul>
POLÍTICAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Foco insuficiente em Produção Mais Limpa nas estratégias ambiental, tecnológica, comercial e de desenvolvimento industrial</li> <li>– Desenvolvimento insuficiente da estrutura de política ambiental, incluindo a falta de aplicação das políticas existentes</li> </ul>

Fonte: CNTL (2003a, p.32).



## CAPÍTULO 7

### **REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**

A metodologia Produção Mais Limpa, diferente das convencionais que se preocupam em como tratar ou descartar os resíduos, questiona o motivo da geração dos mesmos. Esse questionamento de acordo a CNTL (2003b, p.115), é reflexo da hierarquia de gestão que a P+L segue.

A hierarquia da metodologia P+L está dividida em três níveis conforme apresentado na Figura 6.1, sendo o Nível 1 que determina como prioridade a não geração de resíduos, efluentes e emissões. Dessa forma, prioriza a valorização da não geração de resíduos ao invés de medidas paliativas que apenas reduzem o impacto ambiental dos resíduos já gerados.

Essa mesma estrutura é seguida pelas regulamentações específicas para os resíduos provenientes de atividades da construção civil no Brasil e em Portugal. Tanto a Resolução n.º 307/2002 do CONAMA, brasileira, quanto o Decreto-Lei n.º 46/2008, português, determinam que o foco da gestão de RCD deve ser a não geração dos mesmos.

A importância da não geração apresentada pelas regulamentações não é refletida nas ações de gestão de resíduos, uma vez que de acordo com a CNTL (2003b, p.19) a mesma é pouco expressiva perto das atividades de tratamento de resíduos, encaradas como as únicas opções pelos geradores.

A pouca expressividade de medidas de não geração é um reflexo do paradigma que acompanha o setor da construção, pois o histórico de geração de volumes expressivos fez com que a ideia de que o desperdício é uma característica inevitável da construção civil acompanhasse o setor. Mattosinho e Pionório (2009, p.8) além de afirmarem a necessidade em romper esse paradigma para que medidas de não geração se tornem mais expressivas, também alertam a indispensabilidade de que técnicas de reciclagem externa deixem de serem vistas como a única solução para segregação ambiental.

A baixa qualidade da mão de obra envolvida no processo produtivo também é vista como uma barreira para a não geração de resíduos, pois serviços realizados de maneira incorreta e não capacitação para o manuseio de materiais e equipamentos são fatores responsáveis pela geração de resíduos no canteiro de

obras. De acordo com Nunes e Alvarenga (2018, p.46), a presença de profissionais não qualificados responsáveis por decisões importantes no processo produtivo é um agravante deste cenário.

As dificuldades de emprego de estratégias para a redução de resíduos variam de acordo com o ciclo de vida da construção. Esse, como aponta Baldasso (2005, p. 87), compreende três fases: demolição, construção e manutenção. Para cada uma dessas fases são necessárias abordagens diferentes para a redução da geração de resíduos, pois essas devem de adaptar às realidades do ciclo.

## **7.1 REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM DEMOLIÇÕES: DEMOLIÇÃO TRADICIONAL X DESCONSTRUÇÃO**

A infraestrutura inadequada de certos edifícios que não propiciam as mínimas condições de segurança seja por fim da vida útil da construção ou devido a danos causados por desastres naturais associado à própria dinâmica da cidade, despertam a necessidade de um melhor aproveitamento do solo.

Dessa forma, questões “[...] arqueológica, estrutural, patrimonial, ambiental ou urbanística, em que se pretende garantir a segurança dos utentes e segurança pública” (GOMES, 2010, p.12) são motivos para a demolição de edifícios. Essas, ao serem executadas de maneira tradicional, resumem-se em uma “[...] simples destruição do ‘tecido’ do edifício e a remoção dos detritos misturados para um local de deposição [...]” (GOMES, 2010, p.6).

De acordo com Esteves (2010, p.11), essa técnica ao acontecer de maneira indiferenciada proporciona um volume expressivo de resíduos, o que significa a não adequação às regulamentações de hierarquia de gestão de resíduos.

Buscando adequar-se à hierarquia de resíduos, John e Agopyan (2000, p.7) afirmam que são necessárias três medidas para que a redução da geração de resíduos na fase de demolição seja possível:

- a) Prolongamento da vida útil dos edifícios e seus componentes, que depende tanto da tecnologia do projeto quanto de materiais;
- b) Existência de incentivos para que os proprietários realizem modernização e não demolições;
- c) Tecnologia de projeto e demolição ou desmontagem que permita a reutilização dos componentes.

A demolição que permite a reutilização dos componentes do edifício recebe o nome de desconstrução. A mesma é um processo de desmantelamento cuidadoso que possibilita a “[...] valorização e a reutilização de elementos e materiais de construção que de outra forma seriam tratados como resíduos sem qualquer valor e removidos para locais de depósitos por vezes não autorizados para esse fim” (COUTO; COUTO; TEIXEIRA, 2006, p.1). A desconstrução necessita que a segregação dos materiais ocorra de forma

criterosa para garantir a reutilização. Para AEP (2011, p.66) é necessário dividir a atividade por etapas para garantir essa exigência. O Quadro 7.1 ilustra as etapas necessárias para a desconstrução.

Quadro 7.1 - Etapas da desconstrução

ETAPAS	MATERIAIS
Remoção seletiva dos materiais com valor comercial	Materiais arquitetônicos com elevado valor (e.g.: lareiras, madeira trabalhada, algum ferro batido e azulejos com funções decorativas, etc.), alguns tipos de telhas, vidraças, portas envidraçadas, encaixes elétricos, alguns metais (como tubos e cobre, etc.).
Remoção de outros materiais acessíveis	Vãos exteriores e interiores, com respectivas guarnições, e todo o tipo de divisórias leves e acabamentos removíveis, como sejam tetos falsos, soalhos ou alcatifas. Seguem-se, com limpezas intermédias, as instalações especiais como sejam elevadores, redes de ar condicionado e outras. Removem-se então as coberturas, aparelhos e rede elétrica, tubagens de águas, gás e esgotos.
Remoção de materiais acessíveis que se não forem retirados diminuem o valor do RCD após trituração	Materiais de madeira, plásticos acessíveis e volume de vidro excessivos. Por vezes, o gesso também pode ser retirado nesta fase.
Remoção de materiais acessíveis que se não forem retirados transformam os RCD em resíduos perigosos	Amianto e outros materiais perigosos.
Tratamento químico in situ de partes do edifício que foram contaminadas ao longo da sua vida e remoção apropriada	Materiais superficiais (paredes, soalhos e coberturas de telhados).

Fonte: Verlag Dashofer (2010 *apud* AEP, 2011. p.66).

O Quadro 7.1, ao apresentar as etapas para a desconstrução, alerta a importância da não contaminação dos materiais presentes nos edifícios que serão demolidos, para garantir a reutilização e assim a diminuição do volume de resíduos gerados.

## 7.2 REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM OBRAS NA FASE DE CONSTRUÇÃO

O manejo incorreto dos materiais, técnicas construtivas de baixa eficiência, falta de planejamento e falhas nos projetos e na execução são os principais responsáveis pelo mau uso dos recursos e consequentemente geração de resíduos na fase de construção.

A relação entre a geração de resíduos e as práticas envolvidas no processo alertam a necessidade de reavaliação das mesmas. De acordo com Andrade (2011, p.26), pequenas mudanças nos processos construtivos são suficientes para resultar em expressiva diminuição da quantidade de resíduos gerados. O Quadro 7.2 apresenta medidas que contribuem para a redução da geração de resíduos por fase da construção.

Quadro 7.2 - Medidas para redução da geração de resíduos em construções

<b>FASE DA CONSTRUÇÃO</b>	<b>MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS</b>
Contrato	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Cláusulas específicas que tragam orientações quanto à redução da geração de resíduos;</li> <li>– Documentação bem definida e completa no início do contrato de construção.</li> </ul>
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Projetos bem definidos e alinhados a fim de evitar futuras alterações;</li> <li>– Desenhos e detalhes completos e de fácil entendimento;</li> <li>– Compatibilização dos projetos;</li> <li>– Projetar espaços flexíveis que permitam a mudança de usos;</li> <li>– Projetar para a aplicação de elementos pré-fabricados;</li> <li>– Projetar com tamanhos padrão para os materiais de construção;</li> <li>– Especificar materiais e elementos que podem ser facilmente desmontados e reutilizados no fim da sua vida útil;</li> <li>– Considerar a reutilização de materiais existentes no local ou provenientes de fora;</li> <li>– Escolher materiais não tóxicos e duráveis.</li> </ul>
Gestão RCD	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definir as medidas de prevenção em um plano de gestão integrada de RCD;</li> <li>– Nomear quem irá assumir a responsabilidade pela gestão de resíduos no local;</li> <li>– Definir práticas construtivas para a prevenção dos RCD;</li> <li>– Divulgar o plano de gestão em reunião, incentivar a sua aplicação e promover a melhoria dos resultados;</li> <li>– Conscientização dos clientes sobre os benefícios da redução da geração de resíduos;</li> <li>– Recuperação dos resíduos para serem utilizados como matéria-prima ou para produção de energia.</li> </ul>
Planejamento do canteiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definir layout do canteiro a fim de reduzir transporte dos materiais;</li> <li>– Definir layout da central de concreto de forma a reduzir o caminho percorrido pelo operário dos materiais até a betoneira;</li> <li>– Nomear responsável pelo controle e recebimento do material no canteiro de obras;</li> </ul>

FASE DA CONSTRUÇÃO	MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manter o canteiro de obras limpo e organizado, pois influenciará o trabalhador a ser mais cauteloso no manuseio dos materiais.</li> </ul>
Aquisição de materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ter uma lista precisa das medidas e quantidades para não haver desperdício de produto;</li> <li>– Aquisição somente do material necessário para a obra;</li> <li>– Programar as entregas de material para minimizar o tempo em que estão no local de aplicação e para reduzir a possibilidade de dano;</li> <li>– Assegurar que a quantidade de cada material é devidamente entregue no local que lhe é destinado;</li> <li>– Cuidado no recebimento para evitar quebras ou perdas ao descarregar o produto;</li> <li>– Comprar materiais e elementos reaproveitados e reciclados;</li> <li>– Melhoria na qualidade de materiais empregados;</li> <li>– Privilegiar materiais não tóxicos para reduzir os resíduos devido às embalagens perigosas;</li> <li>– Escolher materiais com mínimo ou nenhum empacotamento;</li> <li>– Solicitar aos fornecedores a entrega de materiais em paletes ou em recipientes rígidos e a sua respectiva recolha;</li> <li>– Negociar com fornecedores a recolha de materiais rejeitados e não utilizados.</li> </ul>
Armazenamento dos materiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Definir local de armazenamento dos materiais;</li> <li>– Proteger os materiais da chuva e intempéries;</li> <li>– Proteger os materiais das máquinas;</li> <li>– Manter os materiais embalados até serem usados.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Evitar deslocamento dos materiais dentro do canteiro de obras.</li> </ul>
Práticas construtivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Privilegiar a utilização de elementos pré-fabricados;</li> <li>– Privilegiar a utilização de elementos de fácil montagem e desmontagem;</li> <li>– Padronização para a realização de determinadas tarefas reduzindo as improvisações que são responsáveis por grande parte da quantidade de resíduos gerados;</li> <li>– Utilização de novas tecnologias em cada etapa de construção;</li> <li>– Falar com os fornecedores os métodos mais recentes para instalação e utilização de produtos, de modo que possa reduzir “sobras”, erros e danos que criam resíduos durante a construção;</li> <li>– Incentivar a reutilização de “sobras”, restos, etc. Manter em um local acessível até o final do projeto.</li> </ul>
Gerenciamento de processos construtivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Aperfeiçoamento no controle dos serviços executados;</li> <li>– Domínio completo sobre o processo construtivo utilizado na execução dos serviços;</li> </ul>

FASE DA CONSTRUÇÃO	MEDIDAS PARA REDUÇÃO DE RESÍDUOS
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Indicadores quanto à utilização dos diversos tipos de materiais para que intervenções rápidas sejam feitas, quando necessárias, nas etapas executivas da obra;</li> <li>– Elaboração de manuais de boas práticas operacionais.</li> </ul>
Mão de obra	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Formação de um novo perfil de arquitetos, designers e engenheiros, para a concepção de um novo modelo de projeto;</li> <li>– Melhoria na qualificação da mão de obra;</li> <li>– Treinamento da mão de obra para realização sistemática e padronizada dos serviços;</li> <li>– Sensibilização e formação para a prevenção de RCD a todos os intervenientes na obra (projetistas, cliente, empreiteiros, subempreiteiros, trabalhadores e etc.).</li> </ul>
Armazenagem dos resíduos gerados	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manter os resíduos para reciclagem e reutilização separados;</li> <li>– Configurar uma única área de armazenamento de resíduos para evitar que distanciamento cause mistura de diferentes tipos de resíduos.</li> </ul>

Fonte: A autora com base em Silva (2008, p. 19), Andrade (2011, p.26) e AEP (2011, p.65).

O Quadro 7.2 ressalta que a redução da geração de resíduos em construções depende de uma mudança na filosofia da construção civil, uma vez que são necessárias novas posturas desde a fase de projeto até a conclusão do empreendimento. Para AEP (2011, p.65), essa mudança não depende de uma consciência ambiental só dos projetistas e pessoas relacionadas ao gerenciamento do projeto, mas sim de todos os envolvidos na construção.

### 7.3 REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS EM OBRAS NA FASE DE MANUTENÇÃO

A fase de manutenção dos edifícios, que engloba atividades como remodelação, requalificação, reabilitação e renovação, também é responsável pela geração de resíduos. Essa geração, de acordo John e Agopyan (2000, p.183), está associada aos seguintes fatores:

- a) Correção de defeitos (patologias);
- b) Reformas ou modernização do edifício ou partes do mesmo, que normalmente exigem demolições parciais;
- c) Descarte de componentes que tenham degradado e atingido o final da vida útil e por isso necessitam ser substituídos.

A redução da geração de resíduos nessa fase exige que os cuidados adotados nas etapas de demolição e construção sejam empregados. Isso ocorre devido às atividades de manutenção contemplarem aspectos inerentes às fases de demolição e construção.

Dessa maneira, para a redução da geração de resíduos na fase de manutenção é necessário o planejamento da demolição, para que essa ocorra de forma seletiva, gestão dos resíduos, projetos bem definidos, que consideram o emprego dos materiais já existentes, treinamento e conscientização de todos os envolvidos no projeto, além da preocupação na escolha e no acompanhamento das técnicas construtivas.



## CAPÍTULO 8

### ESTUDO DE CASO

#### 8.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O elemento de estudo do presente capítulo é a obra de requalificação de um edifício localizado na região centro-leste de São Paulo, cidade brasileira. As alterações realizadas no imóvel foram despertadas pelo objetivo de readequá-lo ao seu novo uso, de maneira a transformar o prédio de uma antiga central de atendimento em um local destinado ao armazenamento e guarda de bens móveis. O edifício mencionado está em um terreno com 2.418,18 metros quadrados e possui 9.216,62 metros quadrados de área construída, que está dividida em sete pavimentos, sendo um deles subterrâneo.

A requalificação realizada não alterou a área construída, sendo mantida a estrutura e a alvenaria de vedação do edifício. Foram realizadas apenas modificações em seu interior e na estética da fachada. O Quadro 8.1 além de determinar a porção de área construída pertencente a cada pavimento, também apresenta a metragem das áreas que passaram por reforma.

Quadro 8.1 - Área construída por pavimento e porção reformada

PAVIMENTOS	ÁREA CONSTRUÍDA (m <sup>2</sup> )	ÁREA REFORMADA (m <sup>2</sup> )	
		COMPUTÁVEL	NÃO COMPUTÁVEL
Subsolo	479,00	479,00	-
Térreo	1.787,26	1.622,63	164,63
1° Pavimento	1.641,00	1.520,49	120,51
2° Pavimento	1.641,00	1.558,30	82,70
3° Pavimento	1.280,70	1.174,19	106,51
4° Pavimento	1.280,70	1.201,74	78,96
5° Pavimento	1.057,00	976,01	80,99
Casa de máquinas	49,96	-	49,96
Subtotal	9.216,62	8.532,36	684,26
<b>TOTAL</b>	<b>9.216,62</b>	<b>9.216,62</b>	

Fonte: A autora (2018).

Para se adequar à nova utilização, a obra passou pelas seguintes etapas: demolição; execução de paredes internas em alvenaria; execução de paredes em gesso acartonado; readequação das instalações elétricas, hidráulicas, de sistemas e de incêndio; readequação do forro mineral; pintura interna; instalação de divisórias e portas metálicas; revestimento Epóxi nos pisos; limpeza; textura na fachada; troca parcial de caixilhos e estrutura em ACM na fachada.

## **8.2 METODOLOGIA DO ESTUDO DE CASO**

A requalificação do edifício mencionado é utilizada como objeto de estudo do presente trabalho para atingir os objetivos de analisar a efetividade de medidas que focam na redução da geração de resíduos, ponderar o volume de resíduos gerado pela requalificação e examinar a destinação dos resíduos.

Para cumprir os objetivos esperados foram utilizados os seguintes métodos: observação *in loco* da execução da obra por um período de seis meses; análise documental relacionada aos contratos de serviços de demolição, notas de compra de materiais e guias de controle de transporte de resíduos; análise dos projetos de arquitetura, de elétrica e incêndio, e suas revisões; contato com transportadores de resíduos e identificação da destinação final dos resíduos.

## **8.3 PONTOS ANALISADOS**

### **8.3.1 Demolição com remoção seletiva dos materiais com valor comercial**

A fase de demolição, etapa inicial da requalificação analisada, foi responsável pela retirada das divisórias internas de MDF, alvenarias de divisão, paredes em gesso acartonado, portas de madeira com revestimento de melanina, rodapés cerâmicos, instalações hidrossanitárias, infraestrutura de elétrica e sistemas, tubos hidráulicos e parte dos caixilhos e brises da fachada.

A demolição descrita foi executada por uma empresa subcontratada da Construtora responsável pela gestão da obra. A proposta de serviço da demolidora exigiu que os resíduos com valor comercial originados durante a execução de seus trabalhos pertenceriam a ela. Materiais como perfis em aço galvanizado para parede de gesso acartonado, bacias sanitárias, cubas cerâmicas, bancadas de granito, soleiras de granito, metais dos banheiros demolidos, espelhos, portas de madeira com revestimento em melanina que não foram destinadas para reutilização na própria obra, brises metálicos, caixilhos e portas em aço de enrolar são exemplos dos resíduos com valor comercial que foram destinados para reutilização ou reciclagem pela demolidora.

As Figuras 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5 e 8.6 ilustram parte dos materiais considerados com valor comercial pela empresa responsável pela demolição.



Figura 8.1 - Perfis em aço galvanizado para paredes em gesso acartonado

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.2 - Portas em madeira com revestimento em melanina

Fonte: A autora (2018).

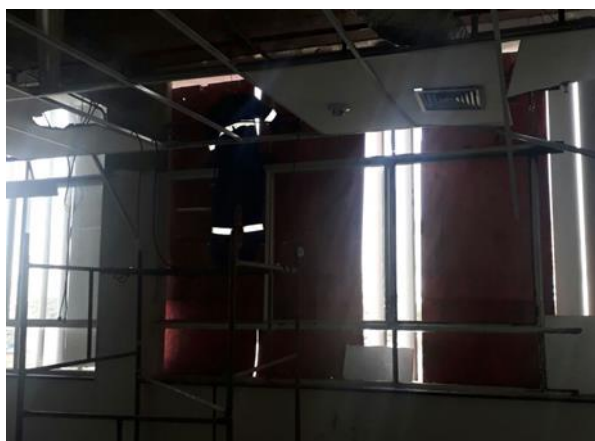


Figura 8.3 – Caixilhos de ferro

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.4 – Brises metálicos

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.5 – Bacias e cubas cerâmicas

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.6 – Bancada de granito, cubas cerâmicas e torneiras metálicas

Fonte: A autora (2018).

O acordo comercial estabelecido entre as partes garantiu vantagens econômicas tanto para a demolidora, quanto para a Construtora. Isso uma vez que ao considerar a venda dos materiais para reciclagem ou reutilização, a empresa garantiu um preço competitivo com relação a outras que não empregavam a demolição seletiva.

Além do valor competitivo, a reutilização ou reciclagem dos materiais originados pela demolição seletiva proporciona um volume menor de resíduos enviados para aterros, além da redução da exploração de novas matérias-primas, devido à reinserção dos materiais no ciclo produtivo.

Embora a preocupação em selecionar os materiais com valor competitivo durante a demolição tenha proporcionado vantagens econômicas e ambientais, a não remoção de outros materiais acessíveis como divisórias em MDF, gesso acartonado e tubagens de água e esgoto e a não triagem por tipo de resíduos proporcionaram pilhas com RCD misturados, como ilustram as Figuras 8.7 e 8.8.



Figura 8.7 – Resíduos gerados pela demolição

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.8 - Resíduos gerados pela demolição

Fonte: A autora (2018).

O aglomerado de diferentes tipos de RCD dificulta ou até inviabiliza o tratamento dos mesmos, uma vez que resíduos perigosos ou sem tecnologias desenvolvidas para sua reciclagem ou recuperação podem contaminar os resíduos recicláveis ou reutilizáveis.

A preocupação em separar os elementos que possuem interesse comercial aconteceu devido ao viés econômico, uma vez que tanto a empresa que foi responsável pela demolição, como a Construtora que gerenciou o projeto não possuem princípios ambientais.

Dessa maneira, a ausência de parcerias com companhias que realizam reciclagem de resíduos Classe A e a não lucratividade com a triagem dos resíduos proporcionaram o descaso ilustrado nas Figuras 8.7 e 8.8 que apresentam os RCD misturados.

O fato de a Resolução nº 307/2002 do CONAMA indicar que caso a triagem não ocorra no ponto de geração essa pode ser realizada nos pontos de destinação licenciados, incentiva a despreocupação na separação dos resíduos no canteiro de obras.

### **8.3.2 Relação entre as definições de projetos e a geração de resíduos**

O presente capítulo aborda a relação das definições de projeto com a geração de resíduos que foram analisadas na requalificação estudada. Os pontos analisados foram:

- a) Falta de compatibilização, detalhes e clareza nos projetos;
- b) Adaptação do layout dos pavimentos para manter sanitários existentes;
- c) Revestimento de piso cerâmico com resina Epóxi;
- d) Reconstituição do forro mineral existente;
- e) Reutilização de luminárias existentes;
- f) Reutilização de portas de madeira existentes.

#### **8.3.2.1 Falta de compatibilização, detalhes e clareza nos projetos**

A requalificação estudada teve sua fase de planejamento dividida por três empresas, sendo uma delas responsável pelos projetos de elétrica, hidráulica e sistemas, outra pelos projetos de bombeiro e a terceira pelos projetos arquitetônicos e compatibilização dos projetos.

A função desses projetos executivos no canteiro de obras é determinar e guiar todas as ações que devem ser executadas. Dessa maneira, a fácil compreensão dos mesmos, clareza dos detalhes, especificação dos materiais a serem utilizados, compatibilização entre os projetos e ausência de imprecisões ou erros a fim de evitar revisões futuras são medidas que estão diretamente relacionadas ao desempenho da obra.

Quando executados de maneira minuciosa e abrangente, os projetos influenciam na redução de resíduos, porque além de evitar retrabalhos ao precaver problemas, evitar dificuldades construtivas, eliminar incompatibilidades de materiais com as definições do projeto e tornar mais assertiva a execução dos projetos, eles também são responsáveis por empregar medidas com foco na Produção Mais Limpa ao especificar a reutilização de materiais existentes, adequar *layout* a fim de reduzir demolições e empregar técnicas construtivas limpas.

Embora os projetos da obra estudada indiquem reutilização interna de alguns materiais e apresentem medidas de adaptação do *layout* com finalidade de reduzir demolições, esses também carecem de características responsáveis pela redução da geração. Entre essas, destacam-se o levantamento arquitetônico minucioso a fim de evitar alterações nos projetos e retrabalhos, compatibilização entre todos os projetos, paginação das áreas com revestimentos cerâmicos e detalhes construtivos.

Ao longo da execução da reforma do edifício foram encontradas algumas incompatibilidades e essas foram notificadas ao arquiteto responsável pelo projeto. A Figura 8.9 ilustra um caso de não compatibilidade do projeto com o cenário da obra que foi informado ao arquiteto através de e-mail, ferramenta de comunicação utilizada pela Construtora responsável pela gestão da obra.

O projeto pede recuo de 1,26 m da parede do gerador no térreo, mas o mesmo desconsidera a presença do quadro de transferência cuja largura é de 56 cm o que torna inviável o deslocamento da parede.

Abaixo destaque dos projetos ARQ-020-LAYO-R01 e ARQ-030-ARQU-R01 e imagem do local para ilustrar:

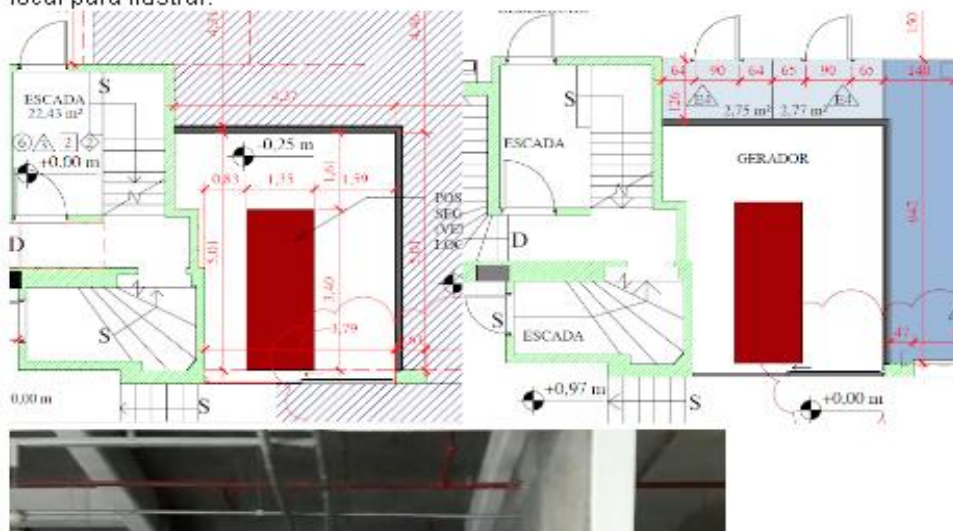


Figura 8.9 - Notificação de incompatibilidade do projeto com cenário da obra

Fonte: A autora (2018).

Assim como o problema apresentado, a maioria das dificuldades encontradas ao executar o requisitado em projeto deve-se à falta de levantamento arquitetônico preciso, pois foram desconsiderados detalhes presentes que interferiram diretamente na execução do projeto. Essa característica resultou em demolições incorretas de paredes de alvenaria, retrabalhos, uso equivocado de materiais e geração de resíduos.

Os projetos foram distribuídos aos envolvidos na requalificação em uma plataforma *on-line*, a fim de garantir acesso à última versão por todos, uma vez que essa ferramenta notifica a inclusão ou revisões de projetos. A Figura 8.10 ilustra essa plataforma e permite observar a revisão em que os projetos estão.

Painel da obra		Ações	Alterar Status	Lista mestra	Log	Xpress	Mais Opções
Arquitetura		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Diligência Técnica		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Documentos Recebidos		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Fotos		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Projeto de Prefeitura		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Projetos		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Ar condicionado		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Arquitetura		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Projeto Executivo		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
DWG		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
PDF		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Projeto Preliminar		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Bombeiro		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Coordenação		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Elétrico		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Estrutura		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Fundação		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Hidráulica		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Terraplenagem		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				

Figura 8.10 - Plataforma *on-line* que garante acesso as últimas versões dos projetos

Fonte: A autora (2018).

Observando a Figura 8.10, nota-se a quantidade excessiva de revisões nos projetos de arquitetura. Tal fato destaca a relação entre a fase de planejamento prévio e o momento de execução, pois se o levantamento arquitetônico tivesse ocorrido de forma minuciosa as revisões não teriam acontecido e, conseqüentemente, as medidas de correção no canteiro de obras que resultaram na geração de resíduos e aumento do consumo de materiais.

Um outro fator responsável pelas alterações foi a falta de compatibilização entre os projetos de iluminação e os projetos de segurança contra incêndio, o que proporcionou conflito na locação entre as luminárias e os bicos de Sprinkler. A Figura 8.11 ilustra a notificação da incompatibilidade dos projetos ao arquiteto responsável pela compatibilização dos projetos.

Identificamos nos pavimentos tipo locais em que os pontos de descida de Sprinkler e luminárias coincidem em sua posição na placa de forro. Pela dimensão da luminária, não é possível alocá-la na mesma placa que o Sprinkler, uma vez que a mesma ocupa metade da placa de gesso.

Sobrepos os dois projetos, de iluminação e de Sprinkler, para sua visualização. Os projetos são do 1º pavimento, mas o mesmo ocorre em mais de um ponto nos demais pavimentos tipo.

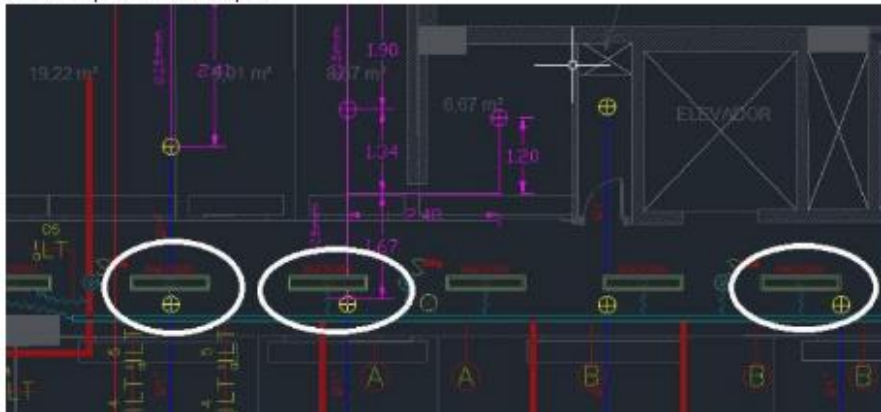


Figura 8.11 - Notificação sobre falta de compatibilização entre os projetos de iluminação e os de segurança contra incêndios

Fonte: A autora (2018).

A não compatibilização dos projetos mencionados proporcionou geração de resíduos de placas de forro mineral e necessidade de reposição desse material, pois o problema só foi detectado quando todos os bicos de *Sprinkler* já estavam locados e instalados nas placas. O Quadro 8.2 ilustra a quantidade de placas descartadas e o valor gasto na reposição das mesmas.

Quadro 8.2 - Placas de forro mineral repostas devido ao conflito entre luminárias e bicos de *Sprinklers*

PAVIMENTO	QUANTIDADE DE PLACAS DE FORRO MINERAL DESCARTADAS	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1º Pavimento	42	R\$ 15,31	R\$ 643,02
2º Pavimento	43	R\$ 15,31	R\$ 658,33
3º Pavimento	42	R\$ 15,31	R\$ 643,02
4º Pavimento	41	R\$ 15,31	R\$ 627,71
5º Pavimento	33	R\$ 15,31	R\$ 505,23
<b>TOTAL</b>	<b>201</b>	-	<b>R\$ 3.077,31</b>

Fonte: A autora (2018).

Uma outra característica do projeto que influenciou na geração de resíduos no canteiro de obras foi a falta de paginação das áreas com revestimento cerâmico, pois o não planejamento desse serviço refletiu

em cortes desnecessários nas cerâmicas e baixo aproveitamento do material. As Figuras 8.12 e 8.13 ilustram a não especificação no projeto e a consequente geração de resíduos pelo excesso de recortes nas peças.

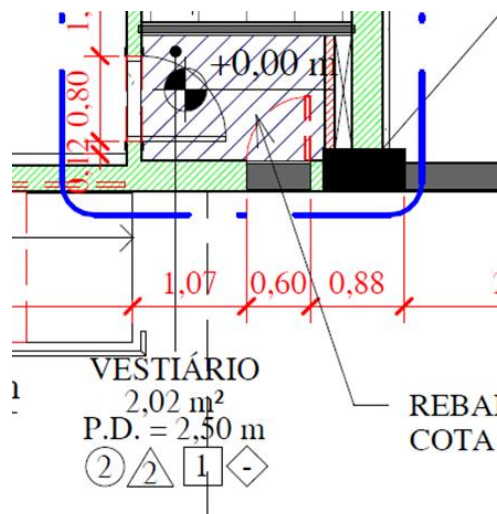


Figura 8.12 - Projeto sem paginação da área com revestimento cerâmico

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.13 - Geração de resíduos de cerâmica devido à falta de planejamento

Fonte: A autora (2018).

O problema de geração de resíduos pela falta de planejamento da paginação do revestimento cerâmico seria facilmente resolvido, caso o projeto determinasse a saída do mesmo e a paginação que melhor aproveitasse o material.

As relações enunciadas entre os projetos executivos da requalificação e os resíduos gerados mostram que a qualidade do projeto e a consciência ambiental do projetista são fatores determinantes para a redução de resíduos no canteiro de obras.

### 8.3.2.2 Adaptação do *layout* dos pavimentos para manter sanitários existentes

O fluxo diário de pessoas em uma central de atendimentos é bem expressivo, particularidade que exige quantidade de sanitários suficiente para a demanda. Isso justifica cerca de 70 m<sup>2</sup> destinados a sanitários em cada pavimento tipo.

O novo uso do edifício, contrário ao anterior, possui uma demanda de sanitários extremamente baixa, já que se espera um fluxo pequeno de pessoas com rápida permanência no local.

Assim, a mudança no uso do edifício mencionada levou a alterações na área de sanitários, transformando os dois sanitários maiores (destacados em amarelo na Figura 8.14) em área para armazenamento, como

ilustra a Figura 8.15, sendo mantidos os sanitários menores que são adaptados para pessoas com necessidades especiais.

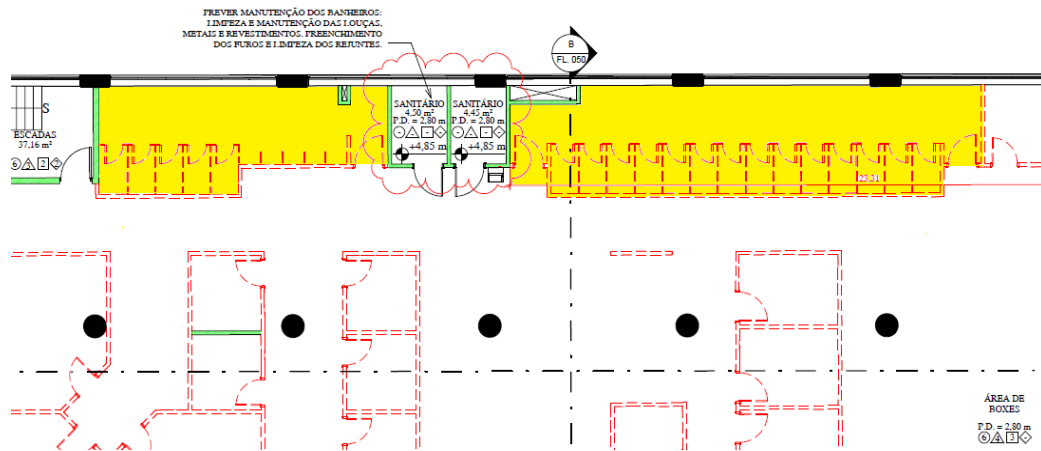


Figura 8.14 - Parte do projeto de arquitetura do primeiro pavimento que ilustra as áreas de sanitários demolidos e as que foram mantidas

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.15 – Parte do projeto de *layout* do primeiro pavimento que ilustra as áreas de sanitários demolidos que foram convertidas em áreas de armazenamento

Fonte: A autora (2018).

A opção do projetista em manter parte dos sanitários existentes ao invés de indicar um novo local para esses permitiu a diminuição do volume de resíduos gerados pela demolição e dispensou emprego de novos materiais. Entre esses destacam-se os materiais cerâmicos, tubos para readaptação dos pontos de água e esgoto, instalações hidrossanitárias e revestimento para o forro na execução de novos banheiros.

Essa opção demonstra ser possível readaptar ambientes de maneira que seja evitada, ao menos, parte da geração de resíduos. Para isso, bastam apenas cuidados e planejamento no momento da execução do projeto.

### 8.3.2.3 Revestimento de piso cerâmico com resina Epóxi

A reestruturação do edifício transformou áreas antes destinadas a sanitários ou copa para alimentação dos funcionários em locais para armazenamento de materiais.

A mudança no uso desses ambientes gerou incompatibilidade no revestimento do piso, pois o piso cerâmico antes necessário por se tratar de áreas molhadas deixou de ser adequado para a área de armazenamento de materiais. Considerando a não adequação do revestimento à nova tipologia do ambiente e o objetivo de redução de custos e praticidade da atividade, a Construtora responsável pela gestão do projeto optou por revestir os pisos cerâmicos com resina epóxi.

O Quadro 8.3 apresenta as áreas que receberam resina epóxi sobre revestimento cerâmico, os valores para execução da cobertura da cerâmica com resina epóxi e os valores para demolição do piso cerâmico e execução de contrapiso com acabamento queimado.

Quadro 8.3 - Comparação entre valores para execução da resina epóxi e demolição mais execução de contrapiso

LOCAL	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	REVESTIMENTO COM RESINA EPÓXI		DEMOLIÇÃO DO PISO CERÂMICO E EXECUÇÃO DE CONTRAPISO	
		VALOR UNITÁRIO [R\$/m <sup>2</sup> ]	TOTAL [R\$]	VALOR UNITÁRIO [R\$/m <sup>2</sup> ]	TOTAL [R\$]
Subsolo	205,08	40,00	8.203,20	41,30	8.469,80
Estacionamento da loja	97,10	40,00	3.884,00	41,30	4.010,23
Área de boxes no térreo	333,65	40,00	13.346,00	41,30	13.779,74
Antigos sanitários no 1º pav.	79,47	40,00	3.178,80	41,30	3.282,11
Antigos sanitários no 2º pav.	54,80	40,00	2.192,00	41,30	2.263,24
Antiga copa no 2º pav.	165,94	40,00	6.637,60	41,30	6.853,32
Antigos sanitários no 3º pav.	38,98	40,00	1.559,20	41,30	1.609,87
Antigos sanitários no 4º pav.	38,98	40,00	6.637,60	41,30	1.609,87

LOCAL	ÁREA [m <sup>2</sup> ]	REVESTIMENTO COM RESINA EPÓXI		DEMOLIÇÃO DO PISO CERÂMICO E EXECUÇÃO DE CONTRAPISO	
		VALOR UNITÁRIO [R\$/m <sup>2</sup> ]	TOTAL [R\$]	VALOR UNITÁRIO [R\$/m <sup>2</sup> ]	TOTAL [R\$]
Antiga copa no 4º pav.	165,94	40,00	1.559,20	41,30	6.853,32
Antigos sanitários no 5º pav.	38,98	40,00	1.559,20	41,30	1.609,87
		<b>TOTAL</b>	<b>48.756,80</b>	<b>TOTAL</b>	<b>50.341,37</b>

Fonte: A autora (2018).

Embora com preços unitários próximos, o revestimento do piso cerâmico com resina epóxi é economicamente mais vantajoso do que a demolição do piso cerâmico somado à execução de contrapiso. Essa vantagem aliada à praticidade de execução do serviço foram decisivos para escolha do revestimento em epóxi pela Construtora.

A decisão em optar pela alternativa de revestimento com resina epóxi garantiu também vantagens ambientais, pois a demolição do piso cerâmico proporcionaria a geração de aproximadamente 12 m<sup>3</sup> de resíduos Classe A. Isso representaria um gasto de R\$ 810,00 para descarte do resíduo.

Analisando os custos pode-se concluir que a escolha do revestimento epóxi ao invés de demolição do piso para execução de contrapiso representou uma economia de R\$2.994,57, além dos benefícios inerentes à não geração de 12m<sup>3</sup> de resíduos.

#### 8.3.2.4 Reconstituição do forro mineral existente

Para viabilizar a retirada de instalações obsoletas, readequação das infraestruturas de elétrica e sistema de telefonia e internet, execução de novo cabeamento elétrico, readequação da rede de sprinklers e hidrantes e reestruturação do *layout* das luminárias foi necessária a retirada das placas de forro mineral existentes no edifício. As Figuras 8.16, 8.17, 8.18 e 8.19, ilustram os serviços realizados e destacam a impossibilidade de realizá-los sem a retirada das placas de forro mineral.



Figura 8.16 – Readequação da rede de *Sprinklers*

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.17 – Readequação do *layout* das luminárias

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.18 – Retirada de instalações obsoletas

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.19 – Cabeamento elétrico

Fonte: A autora (2018).

Focando na redução do custo da reforma, visto que o revestimento de tetos é um acabamento com alto valor vinculado, o projeto de arquitetura indicou que nas áreas em que o forro mineral já era presente esse fosse recuperado após adequação das infraestruturas. O Quadro 8.4 apresenta a quantificação dessas áreas por pavimentos.

Quadro 8.4 - Relação de área de forro mineral

PAVIMENTO	ÁREA DE FORRO MINERAL [M <sup>2</sup> ]
Térreo	358,42
1° Pavimento	1.370,85
2° Pavimento	1.404,01
3° Pavimento	1.024,71
4° Pavimento	1.052,94
5° Pavimento	857,41
<b>TOTAL</b>	<b>6.068,34</b>

Fonte: A autora (2018).

A especificação do projeto em adequar o forro mineral existente tem como objetivo proporcionar a reutilização de materiais na própria obra, resultando em benefícios como: menor exploração de matérias-primas; redução no custo da obra; redução na geração de resíduos.

A cultura do desperdício e não preocupação com a taxa de aproveitamento dos materiais é muito presente nos canteiros de obra, o que revela que a simples indicação de reaproveitamento no projeto não é suficiente para romper essa barreira ambiental, sendo necessário o reforço da indicação através de medidas auxiliares.

A presença de um Ecotime responsável pela gestão dos materiais poderia apontar medidas para a redução da geração dos resíduos. Entre elas, destacam-se: armazenamento adequado com foco em evitar danos às peças; planejamento do local para armazenagem para redução do transporte interno; conscientização de todas as pessoas envolvidas no projeto sobre a necessidade de preservar os materiais; mão de obra especializada e treinamento da mão de obra para melhor manuseio e aproveitamento dos materiais.

Nenhuma dessas ações fizeram parte do cenário da obra estudada. A ausência das mesmas colaborou para o baixo reaproveitamento das placas de forro mineral, gerando volume expressivo de resíduos e evidenciando a impotência das definições de projeto quando desacompanhadas de medidas auxiliares.

As Figuras 8.20, 8.21, 8.22 e 8.23 ilustram a perda das placas de forro mineral, fruto da falta de planejamento para o seu correto reuso.



Figura 8.20 – Pilha com resíduos de placas de forro mineral

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.21 – Placas de forro mineral danificadas

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.22 – Placas de forro mineral danificadas durante armazenamento inadequado

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.23 – Placas de forro mineral danificadas durante armazenamento inadequado

Fonte: A autora (2018).

Com base na metragem de placas repostas, estima-se perda de 3.357,75 m<sup>2</sup> de placa de forro mineral. Valor que representa um reaproveitamento aproximado de apenas 45% do material presente na obra.

O baixo reaproveitamento das placas de forro mineral proporcionou gastos não previstos no início do projeto, uma vez que foi necessário a compra de peças de reposição e descarte de um volume maior de resíduos.

O Quadro 8.5 apresenta os gastos inesperados gerados pela reutilização malsucedida e expressa a importância econômica das medidas ambientais. Isso, uma vez que essas despesas não seriam necessárias se houvesse conscientização da importância da reutilização nos envolvidos no processo.

Quadro 8.5 - Gastos gerados pela não reutilização dos materiais conforme determinado em projeto

DESPESA	UNID.	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Compra de novas placas de gesso mineral	m <sup>2</sup>	3.357,75	R\$ 19,80	R\$ 66.483,45
Descarte dos resíduos	m <sup>3</sup>	43,65	R\$ 67,50	R\$ 2.970,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 69.453,45</b>

Fonte: A autora (2018).

A análise do Quadro 8.5 permite observar que a ausência de medidas que proporcionassem real reaproveitamento das placas de forro mineral provocou um gasto de R\$69.453,45 e a geração de aproximadamente 44m<sup>3</sup> de resíduos.

Um outro problema de geração de resíduos foi desencadeado pelo baixo reaproveitamento do revestimento de teto existente, pois as novas placas de forro vieram embaladas. Dessa maneira, além dos resíduos proporcionados pelas placas danificadas, foi gerado um volume maior de resíduos de embalagens, como ilustram as Figuras 8.24 e 8.25.



Figura 8.24 – Embalagem das novas placas de forro mineral

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.25 – Resíduo gerado pelas embalagens das novas placas de forro mineral

Fonte: A autora (2018).

Alternativas de logística reversa, em que há parceria com o fornecedor do material para que o resíduo gerado pela embalagem volte ao produtor, seria uma alternativa para solução do problema enfrentado.

Embora a falta de gestão no canteiro de obras tenha impossibilitado o perfeito emprego da reutilização do forro mineral existente, a definição da reutilização no projeto permitiu que 45% dos materiais tenham sido reaproveitados. O Quadro 8.6 apresenta o levantamento financeiro e o volume de resíduos gerados para um cenário em que ao invés de definir reutilização do material existente, o projeto tivesse definido troca do forro.

Quadro 8.6 - Gastos gerados pela troca do forro mineral ao invés de reutilização

DESPESA	UNID.	QUANTIDADE	PREÇO UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Compra de novas placas de gesso mineral	m <sup>2</sup>	6.068,34	R\$ 19,80	R\$ 120.153,13
Descarte dos resíduos	m <sup>3</sup>	78,89	R\$ 67,50	R\$ 5.400,00
			<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 125.553,13</b>

Fonte: A autora (2018).

O Quadro 8.6 destaca que mesmo não sendo empregada de forma efetiva, a definição da estratégia ambientalmente correta no projeto proporcionou uma vantagem econômica e diminuição na geração de resíduos, pois ao invés de ter sido gasto R\$125.553,13, foram gastos R\$69.453,45; e ao invés de ter sido gerado 78,89 m<sup>3</sup> de RCD, foram gerados 43,65 m<sup>3</sup>. Isso representou uma vantagem econômica de R\$56.099,68 e uma não geração de 35,24m<sup>3</sup> de RCD.

### 8.3.2.5 Reutilização de luminárias existentes

A mudança no uso do edifício proporcionou alteração no *layout* interno do mesmo e assim alterações na disposição e quantidade dos pontos de iluminação.

O projeto de iluminação dos pavimentos indica não só a posição e quantidade de luminárias, mas também o modelo a ser empregado a fim de garantir a luminosidade necessária ao ambiente.

Para atingir as características necessárias e ainda reduzir os custos da requalificação do edifício, o projeto adotou a reutilização das luminárias existentes e com as características dessas determinou a quantidade de luminárias necessárias para cada pavimento. A Figura 8.26 ilustra a indicação de reutilização das luminárias existentes no projeto.




	LUMINÁRIA DE EMBUTIR EXISTENTE. INSTALAÇÃO EM FORRO. 02 LAMPADAS TUBELIGHT LED HIGH END 20W (tll he)
	LUMINÁRIA DE EMBUTIR EXISTENTE. INSTALAÇÃO EM FORRO. 01 LAMPADA LED 20W.
	LUMINÁRIA EXISTENTE. INSTALAÇÃO EM PERFILADO ATRAVÉS DE 02 SUSPENSÕES, GANCHO TIPO I 45. 02 LAMPADAS TUBELIGHT LED HIGH END 20W (tll he)

Figura 8.26 – Indicação de reutilização de luminárias existentes pelo projeto de iluminação

Fonte: A autora (2018).

O emprego de luminárias já existentes evita o gasto com novos materiais, reduz a exploração matérias-primas no ambiente e ainda reduz a quantidade de resíduos gerados. O Quadro 8.7 ilustra a quantidade de luminárias reutilizadas no edifício e a economia média na reutilização das mesmas.

Quadro 8.7 - Provável gasto com a compra de luminárias novas para o edifício

PAVIMENTO	QUANTIDADE DE LUMINÁRIAS	PREÇO UNITÁRIO MÉDIO DE LUMINÁRIA NOVA	TOTAL
Subsolo	23	R\$ 75,00	R\$ 1.725,00
Térreo	108	R\$ 75,00	R\$ 8.100,00
1° Pavimento	115	R\$ 75,00	R\$ 8.625,00
2° Pavimento	116	R\$ 75,00	R\$ 8.700,00
3° Pavimento	92	R\$ 75,00	R\$ 6.900,00
4° Pavimento	99	R\$ 75,00	R\$ 7.425,00
5° Pavimento	87	R\$ 75,00	R\$ 6.525,00
Descarte dos resíduos	640 (7,5 m <sup>3</sup> )	R\$ 270,00	R\$540,00
<b>TOTAL</b>	<b>640</b>	-	<b>R\$ 48.540,00</b>

Fonte: A autora (2018).

O reaproveitamento das luminárias existentes no prédio proporcionou uma economia de R\$48.540,00 e a não geração de 7,5 m<sup>3</sup> de RCD, como pode ser observado no Quadro 8.7. Essa situação destaca a vantagem econômica do emprego de medidas que evitem a geração de resíduos e incentivem o uso consciente dos recursos naturais.

Como o edifício ficou desocupado por um período antes do início da reforma, as luminárias acumularam sujeira e não apresentavam uma estética agradável, o que despertou a necessidade de manutenção e

limpeza das mesmas antes da reutilização. As Figuras 8.27, 8.28, 8.29 e 8.30 ilustram o armazenamento das mesmas, a fim de evitar danos, e a manutenção e limpeza das peças.



Figura 8.27- Armazenamento de luminárias

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.28 – Armazenamento de luminárias

Fonte: A autora (2018).

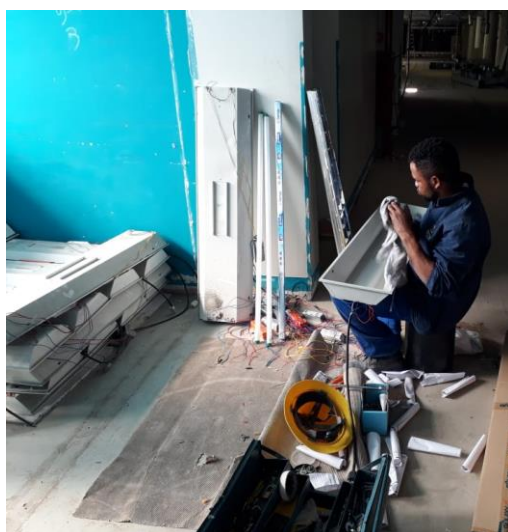


Figura 8.29 – Limpeza e manutenção das luminárias

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.30 – Limpeza e manutenção das luminárias

Fonte: A autora (2018).

Embora a reutilização das luminárias tenha sido possível, o mesmo não aconteceu com as lâmpadas presentes nas mesmas, pois a maioria já não mais funcionava.

A troca das lâmpadas proporcionou a geração de resíduos que não teve correta atenção no descarte, pois foram destinados a caçambas misturados com os demais materiais. As Figuras 8.31, 8.32, 8.33 e 8.34 ilustram a troca das lâmpadas e o resíduo gerado.



Figura 8.31 – Troca das lâmpadas em luminárias existentes

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.32 – Resíduo gerado por lâmpadas antigas das luminárias reutilizadas

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.33 – Luminárias descartadas junto aos demais resíduos

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.34 – Luminárias descartadas junto aos demais resíduos nas caçambas

Fonte: A autora (2018).

Estima-se que cerca de 1.280 lâmpadas fluorescentes foram descartadas nas caçambas junto com os demais resíduos gerados na requalificação do edifício. Isso, além de gerar dificuldades para reaproveitamento devido à contaminação dos resíduos recicláveis, pode gerar problemas ambientais, pois os gases presentes nas mesmas são nocivos.

Uma solução para o problema levantado seria a triagem desse material no canteiro de obras e descarte especial do material para um centro especializado no descarte de lâmpadas fluorescentes.

### 8.3.2.6 Reutilização de portas madeira existentes

Um dos materiais com valor comercial originado pela demolição das divisões internas do edifício foram as portas de madeira com revestimento em melanina. Esse material, conforme citado no item 8.3.1 sobre demolição, foi destinado à reutilização ou reciclagem pela demolidora.

Sete dessas peças não foram encaminhadas pela demolidora, mas sim reutilizadas na própria obra. As Figuras 8.35 e 8.36 ilustram a reutilização dessas portas para atender às novas necessidades do edifício.



Figura 8.35 – Reutilização das portas de madeira

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.36 – Reutilização interna das portas de madeira

Fonte: A autora (2018).

O reuso interno desse material proporcionou redução nos gastos para requalificação do edifício, uma vez que o emprego dessas evitou a necessidade da compra de portas novas. O Quadro 8.8 apresenta o local de reuso, quantidade de portas reutilizadas, preço unitário médio desse material no mercado e o custo total que a compra de portas, semelhantes às reutilizadas, demandaria.

Quadro 8.8 - - Provável gasto com a compra de portas de madeira com revestimento em melanina para o edifício

PAVIMENTO	QUANTIDADE DE PORTAS DE MADEIRA	PREÇO UNITÁRIO MÉDIO DE PORTA DE MADEIRA COM ACABAMENTO EM MELANINA NOVA	TOTAL
Subsolo	0	R\$ 2.500,00	R\$ 0,00

PAVIMENTO	QUANTIDADE DE PORTAS DE MADEIRA	PREÇO UNITÁRIO MÉDIO DE PORTA DE MADEIRA COM ACABAMENTO EM MELANINA NOVA	TOTAL
Térreo	2	R\$ 2.500,00	R\$ 5.000,00
1° Pavimento	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
2° Pavimento	2	R\$ 2.500,00	R\$ 5.000,00
3° Pavimento	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
4° Pavimento	1	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00
5° Pavimento	0	R\$ 2.500,00	R\$ 0,00
Descarte dos resíduos	7 (0,5 m <sup>3</sup> )	R\$ 270,00	R\$ 33,75
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	-	<b>R\$ 17.533,75</b>

Fonte: A autora (2018).

A reutilização das portas de madeira proporcionou uma economia de R\$17.533,75 e a não geração de 0,5m<sup>3</sup> de RCD, ressaltando a relação entre medidas de gestão de resíduos gerados e o custo de produção dos projetos do setor da construção civil e geração de RCD.

### 8.3.3 Gestão e planejamento do canteiro

#### 8.3.3.1 Falta de controle e correto armazenamento dos materiais no canteiro de obras

A gestão dos materiais no canteiro de obras é importante para reduzir perdas e aumentar produtividade nos serviços. Essa gestão inclui controle dos materiais desde o recebimento até seu emprego na obra, definição do local de armazenagem e planejamento do *layout* do canteiro a fim de reduzir o transporte interno dos materiais.

O controle de recebimento é importante para garantir que os materiais recebidos estão em condições de uso, que as embalagens não possuem rasgos ou furos que podem resultar em perdas no deslocamento, que os materiais recebidos correspondem ao pedido e as especificações dos projetos e orientação do local correto de armazenagem.

A equipe responsável pela gestão da requalificação estudada não possuía um almoxarife no seu quadro de funcionários, não tinha processo de recebimento de materiais padronizado e nem orientação de como proceder nessas ocasiões. Essas características levaram o colaborador mais próximo a entrada do canteiro de obras, local de recebimento, a conferir as entregas, resultando em falta de padrão na conferência, recebimento de materiais diferentes do pedido e destinação a locais inadequados de armazenagem.

A destinação incorreta da armazenagem foi agravada pela falta de planejamento do *layout* do canteiro de obras e assim ausência de local definido para armazenamento dos materiais. Esse fator proporcionou mudanças frequentes desses para liberar novas frentes de trabalho.

As Figuras 8.37, 8.38, 8.39 e 8.40 ilustram as mudanças frequentes dos materiais no canteiro de obras, situações que proporcionaram perdas e assim geração de resíduos de matérias-primas que sequer fizeram parte da cadeia produtiva.



Figura 8.37 – Local A de armazenagem dos blocos

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.38 – Local B de armazenagem dos blocos

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.39 – Local C de armazenagem dos blocos

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.40 – Local D de armazenagem dos blocos

Fonte: A autora (2018).

Atitudes simples como o planejamento prévio do local de armazenamento de acordo com o cronograma da obra para evitar mudanças e proximidade do mesmo aos locais de utilização e responsabilização de

um funcionário treinado para o recebimento dos pedidos na obra seriam suficientes para mudar o cenário de perdas dos materiais antes de entrarem na cadeia produtiva.

### **8.3.3.2 Falta de acompanhamento ambiental em obra com supervisão e controle da gestão de resíduos**

A Resolução Conama nº307/2002 indica que o foco dos geradores de RCD deve ser a não geração de resíduos. Para que esse objetivo seja atendido são necessárias medidas que rompam com o estereótipo de que a geração de resíduos faz parte da rotina da obra e sejam instauradas estratégias responsáveis por mudanças.

A presença de um Ecotime no quadro de funcionários, regulamentação de um controle ambiental nas atividades, gestão de materiais e estudo inicial prevendo futuras gerações de resíduos são exemplos de medidas que podem ser utilizados para atingir meta da Resolução CONAMA.

Considerando a influência dos estudos preliminares na geração de resíduos, o CONAMA (2002) definiu que todo grande gerador deveria executar um Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). O interesse dessa determinação é incentivar o emprego de procedimentos ambientalmente adequados na fase de projetos e que esses perdurassem na fase de execução da obra.

Embora a requalificação estudada seja um grande gerador, pois gerou um volume de resíduos que superou 1m<sup>3</sup> e essa geração já era esperada antes da sua execução, essa não atendeu a determinação da Resolução nº. 307/2002 do CONAMA de elaborar um PGRCC. Além da ausência desse Projeto, nem a Construtora responsável pela gestão da requalificação estudada, nem o contratante da reforma possuíam em seus regimentos internos metas para atingir características ambientalmente positivas. Dessa forma, além de não elaborarem o PGRCC, não houve planejamento de redução dos impactos ambientais do projeto de reforma, acompanhamento do mesmo com objetivo em reduzir resíduos e sequer controle e gestão de resíduos por parte deles.

Essa característica promoveu geração de resíduos que poderiam ser evitados, desperdício de matérias-primas e contaminação de resíduos por falta de triagem dos mesmos no canteiro de obras.

### **8.3.3.3 Instalações provisórias**

Instalações provisórias como sala para equipe de engenharia, refeitório para alimentação dos funcionários e vestiários são itens essenciais de um canteiro de obras. Esses locais, embora importantes para gestão da obra e bem-estar dos funcionários, requerem vida útil muito baixa por se tratarem de instalações temporárias.

Considerando a característica temporária dessas instalações e a não necessidade de emprego de materiais mais elaborados em sua execução, a equipe responsável pela requalificação estudada utilizou elementos originados na demolição dos sanitários para executar o escritório de engenharia, copa e sala de reuniões.

As divisórias de MDF e as portas presentes nas cabines dos sanitários foram os principais materiais reutilizados. Além desses foram reinseridos alguns perfis metálicos das paredes de gesso acartonado demolidas para estruturar as divisórias. As Figuras 8.41 e 8.42 ilustram as instalações provisórias executadas.

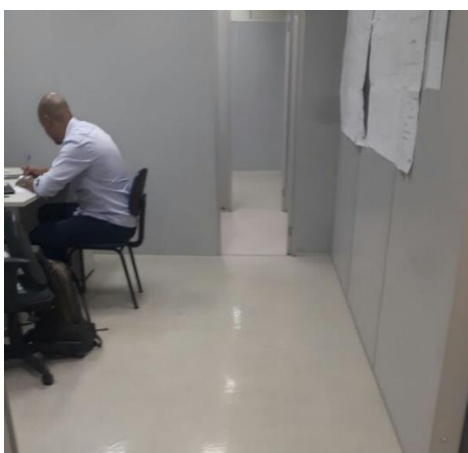


Figura 8.41 – Escritório equipe de engenharia executado com divisórias dos sanitários

Fonte: A autora (2018).

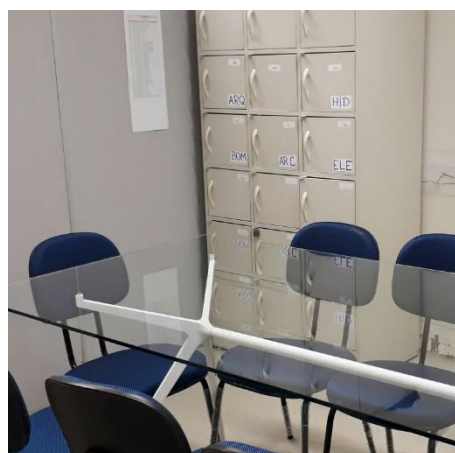


Figura 8.42 – Sala de reuniões executada com divisórias dos sanitários

Fonte: A autora (2018).

O reuso do material originado na demolição além de reduzir o custo das instalações provisórias, pois não houve necessidade da compra de chapas de madeirite e caibros de madeira, também representou uma vantagem ambiental. A não necessidade de empregar novas matérias-primas e consecutivamente a não geração de mais resíduos na demolição garantiram o benefício ambiental da reutilização mencionada.

A opção utilizada no tapume foi uma outra solução ambientalmente favorável adotada pela equipe de gestão da obra, pois ao invés de executá-lo com chapas de madeirite e pontaletes de madeira, foram adotadas estruturas metálicas locadas. As Figuras 8.43 e 8.44 a seguir ilustram a solução adotada.



Figura 8.43 – Tapume metálico

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.44 – Tapume metálico

Fonte: A autora (2018).

O Quadro 8.9 ilustra o gasto previsto do tapume executado em madeirite, valor superior aos R\$ 7.000,00 gastos com a locação da estrutura metálica. Essa vantagem econômica incentivou a locação ao invés de executar o fechamento com madeirite.

Quadro 8.9 - Custos da execução do tapume em madeirite

LOCAL	MATERIAL	QUANTIDADE (UNID.)	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
Fachada frontal	Madeirite	24	R\$ 75,90	R\$ 1.821,60
Fachada frontal	Pontalete	39	R\$ 6,39	R\$ 249,21
Fachada lateral	Madeirite	42	R\$ 75,90	R\$ 3.187,80
Fachada lateral	Pontalete	63	R\$ 6,39	R\$ 402,57
Fachada posterior	Madeirite	21	R\$ 75,90	R\$ 1.593,90
Fachada posterior	Pontalete	31	R\$ 6,39	R\$ 198,09
Fachada	Instalação	1	R\$ 3.500,00	R\$ 3.500,00
Fachada	Descarte	5,5 m <sup>3</sup>	R\$ 270,00	R\$ 303,75
<b>TOTAL</b>				<b>R\$ 11.256,92</b>

Fonte: A autora (2018).

A decisão de prosseguir com fechamento metálico foi exclusivamente financeiro por parte da equipe de gestão de obras, pois houve uma economia de R\$ 4.256,92 ao adotar o tapume metálico locado ao invés do executado em madeirite. Mesmo não intencionalmente, a adoção dessa medida também garantiu vantagens ambientais ao evitar exploração de matéria-prima e não geração de aproximadamente 5,5 m<sup>3</sup> de resíduos.

### 8.3.4 Volume de resíduos gerados

A obra analisada pertence ao município de São Paulo, primeira cidade brasileira a implantar sistema eletrônico de controle de resíduos, característica que permite o acompanhamento dos resíduos gerados na obra através do portal Coleta online da prefeitura.

Esse acompanhamento inclui desde o controle do volume e classificação dos resíduos gerados até conhecimento da destinação do resíduo. O acesso a essas informações permite que o gerador tenha conhecimento da destinação dos seus resíduos e da quantificação dos resíduos gerados pela obra no final do processo.

O Quadro 8.10 apresenta os dados presentes no portal Coleta online para a requalificação estudada, apresentando o código do documento de transporte, a data de envio e retirada da caçamba na obra, a classe dos resíduos e o volume de RCD gerado.

Quadro 8.10 - Relação de resíduos gerados

	CTR	DATA ENVIO	DATA RETIRADA	CLASSE MATERIAL GERADO	VOLUME [m³]
1	GG-17670164	02/03/2018	03/03/2018	Classe A/B	4
2	GG-17673608	03/03/2018	05/03/2018	Classe A/B	4
3	GG-17673609	03/03/2018	05/03/2018	Classe A/B	4
4	GG-17673610	03/03/2018	05/03/2018	Classe A/B	4
5	GG-17674583	05/03/2018	07/03/2018	Classe A/B	4
6	GG-17674589	05/03/2018	07/03/2018	Classe A/B	4
7	GG-17681586	07/03/2018	09/03/2018	Classe B2	4
8	GG-17681587	07/03/2018	09/03/2018	Classe B2	4
9	GG-17673611	03/03/2018	09/03/2018	Classe A/B	4
10	GG-17686982	09/03/2018	12/03/2018	Classe B2	4
11	GG-17686983	09/03/2018	12/03/2018	Classe B2	4
12	GG-17686984	09/03/2018	12/03/2018	Classe B2	4
13	GG-17686985	09/03/2018	12/03/2018	Classe B2	4
14	GG-17691332	12/03/2018	20/03/2018	Classe A/B	4
15	GG-17691333	12/03/2018	20/03/2018	Classe B2	4
16	GG-17691334	12/03/2018	20/03/2018	Classe B2	4
17	GG-17691338	12/03/2018	20/03/2018	Classe A/B	4
18	GG-17718533	21/03/2018	22/03/2018	Classe B2	4
19	GG-17718534	21/03/2018	22/03/2018	Classe B2	4

	<b>CTR</b>	<b>DATA ENVIO</b>	<b>DATA RETIRADA</b>	<b>CLASSE MATERIAL GERADO</b>	<b>VOLUME [m<sup>3</sup>]</b>
20	GG-17718535	21/03/2018	22/03/2018	Classe A/B	4
21	GG-17718536	21/03/2018	22/03/2018	Classe A/B	4
22	GG-17721238	23/03/2018	23/03/2018	Classe A	4
23	GG-17721239	23/03/2018	23/03/2018	Classe B2	4
24	GG-17721240	23/03/2018	23/03/2018	Classe A/B	4
25	GG-17721241	23/03/2018	23/03/2018	Classe A/B	4
26	GG-17724297	23/03/2018	26/03/2018	Classe B	4
27	GG-17724298	23/03/2018	26/03/2018	Classe B	4
28	GG-17724299	23/03/2018	26/03/2018	Classe B	4
29	GG-17724300	23/03/2018	26/03/2018	Classe B	4
30	GG-17735614	28/03/2018	29/03/2018	Classe A	4
31	GG-17735615	28/03/2018	31/03/2018	Classe A/B	4
32	GG-17735616	28/03/2018	31/03/2018	Classe A/B	4
33	GG-17735617	28/03/2018	31/03/2018	Classe A/B	4
34	GG-17741179	31/03/2018	03/04/2018	Classe A	4
35	GG-17741180	31/03/2018	03/04/2018	Classe A	4
36	GG-17741181	31/03/2018	03/04/2018	Classe A	4
37	GG-17745334	03/04/2018	04/04/2018	Classe A/B	4
38	GG-17745335	03/04/2018	04/04/2018	Classe A	4
39	GG-17745336	03/04/2018	04/04/2018	Classe A	4
40	GG-17748411	04/04/2018	05/04/2018	Classe A	4
41	GG-17748412	04/04/2018	05/04/2018	Classe A/B	4
42	GG-17748413	04/04/2018	05/04/2018	Classe A/B	4
43	GG-17748414	04/04/2018	05/04/2018	Classe A/B	4
44	GG-17725827	24/03/2018	05/04/2018	Classe B2	4
45	GG-17756187	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
46	GG-17756188	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
47	GG-17756189	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
48	GG-17756190	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
49	GG-17756191	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
50	GG-17756192	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4
51	GG-17756193	06/04/2018	06/04/2018	Classe A/B	4
52	GG-17756194	06/04/2018	06/04/2018	Classe A	4

	CTR	DATA ENVIO	DATA RETIRADA	CLASSE MATERIAL GERADO	VOLUME [m <sup>3</sup> ]
53	GG-17759672	09/04/2018	10/04/2018	Classe A/B	4
54	GG-17759673	09/04/2018	10/04/2018	Classe A	4
55	GG-17759674	09/04/2018	10/04/2018	Classe A	4
56	GG-17759675	09/04/2018	10/04/2018	Classe A	4
57	GG-17763630	10/04/2018	25/04/2018	Classe A/B	4
58	GG-17763631	10/04/2018	25/04/2018	Classe A	4
59	GG-17763632	10/04/2018	25/04/2018	Classe A	4
60	GG-17763633	10/04/2018	25/04/2018	Classe A	4
61	GG-17939507	18/06/2018	18/06/2018	Classe B2	17
62	GG-17941514	19/06/2018	19/06/2018	Rejeitos	17
63	GG-17950782	21/06/2018	22/06/2018	Classe A/B	4
64	GG-17950783	21/06/2018	29/06/2018	Classe A	4
65	GG-17950784	21/06/2018	29/06/2018	Classe A/B	4
66	GG-17950785	21/06/2018	29/06/2018	Classe A	4
67	GG-17950781	21/06/2018	04/07/2018	Classe A/B	4
68	GG-17992550	04/07/2018	11/07/2018	Classe A	4
69	GG-17992551	04/07/2018	11/07/2018	Classe A	4
70	GG-18076542	06/08/2018	09/08/2018	Classe A/B	4
71	GG-18076560	06/08/2018	09/08/2018	Classe A/B	4
72	GG-18076541	06/08/2018	09/08/2018	Classe A/B	4
73	GG-18086224	09/08/2018	10/08/2018	Classe B1	4
74	GG-18086225	09/08/2018	10/08/2018	Classe A/B	4
75	GG-18086226	09/08/2018	10/08/2018	Classe B1	4
76	GG-18094362	13/08/2018	13/08/2018	Classe A/B	4
77	GG-18099744	14/08/2018	16/08/2018	Classe A/B	4
78	GG-18094361	13/08/2018	16/08/2018	Classe A/B	4
79	GG-18107824	16/08/2018	20/08/2018	Classe A/B	4
80	GG-18107825	16/08/2018	20/08/2018	Classe A/B	4
81	GG-18128560	23/08/2018	01/09/2018	Classe A/B	4
82	GG-18209701	25/09/2018	26/09/2018	Classe A/B	4
83	GG-18209702	25/09/2018	26/09/2018	Classe A/B	4
				<b>TOTAL</b>	<b>358</b>

Fonte: A autora (2018).

Analisando os dados apresentados no Quadro 8.10, conclui-se que a requalificação gerou 358 m<sup>2</sup> de resíduos, o que representa aproximadamente 0,04m<sup>3</sup> de RCD para cada 1 m<sup>2</sup> de área reformada. Além de quantificar os resíduos gerados e a taxa por metro quadrado reformado, também é possível encontrar a porcentagem de resíduos de cada classe de resíduos. O Quadro 8.11 apresenta essa análise, ilustrando o volume gerado para cada classe e a porcentagem que o mesmo representa.

Quadro 8.11 - Porcentagem dos resíduos gerados para cada classe de resíduos

CLASSIFICAÇÃO	DEFINIÇÃO	VOLUME [M <sup>3</sup> ]	%
Classe A	Concreto, argamassa, alvenaria, cerâmicos	100	27,93%
Classe A/B	Entulho, argamassa, cerâmicos, plástico, papel, metal	152	42,46%
Classe B	Emb. lata de tinta, plástico, papel, papelão, metal, vidro, massa verde, emb. lata de solvente, poda de árvores, cobre, alumínio, aço, ferro	16	4,47%
Classe B1	Madeira	8	2,23%
Classe B2	Gesso	65	18,16%
Rejeitos	Rejeitos	17	4,75%

Fonte: A autora (2018).

A análise do Quadro 8.11 revela que aproximadamente 48% dos resíduos gerados foram destinados sem segregação de acordo com classificação definida pela Resolução n° 307/2002 do CONAMA para a destinação final. A ausência de triagem e segregação dos resíduos no canteiro de obras alertam a possibilidade de essa porcentagem ser ainda maior, pois a grande maioria das caçambas destinadas ao transporte externo eram mistas e assim não correspondem a informação presente no portal Coleta online.

A discrepância entre os dados do portal e a real situação da obra alertam para a necessidade de maior controle dos dados fornecidos pelo transportador no portal.

Embora as informações referentes à geração de resíduos estejam presentes no portal Coleta online, e esse permita que o gerador acesse as mesmas, não faz parte da rotina de trabalho da equipe responsável pela gestão da requalificação estudar acompanhar os dados inseridos pelo transportador no portal. Esse fator ressalta o desinteresse do gerador pela gestão dos resíduos gerados, característica que possibilita que possíveis irregularidades por parte da empresa responsável pelo transporte e destinação dos resíduos sequer sejam detectadas pelo mesmo.

### 8.3.5 Destinação dos resíduos

Por estar localizada na cidade de São Paulo a requalificação estudada deve seguir tanto as indicações da Resolução CONAMA referente aos resíduos da construção civil, quanto o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil da cidade de São Paulo.

Esses documentos além de indicarem que a responsabilidade pela triagem, segregação e destinação dos resíduos provenientes de atividades no canteiro de obras é do gerador, também apresentam a possibilidade de transferir essas obrigações à uma empresa subcontratada. Essa solução foi adotada pela Construtora responsável pela gestão do canteiro de obras estudado.

A empresa subcontratada foi quem forneceu caçambas de tamanho de 4m<sup>3</sup> para acondicionamento dos RCD, transportou os resíduos da obra até o ponto de destinação final, contratou os créditos para deposição dos resíduos na unidade de valorização e preencheu as guias de controle transporte de resíduos no portal *on-line* do Amlurb.

Os resíduos da requalificação estudada foram destinados a uma unidade de valorização de resíduos localizada na zona sul do município de São Paulo, unidade que dista cerca de 35 km do canteiro de obras estudado. Essa unidade pertence a uma empresa privada de saneamento básico e é a maior central de tratamento e disposição final da América Latina, tendo capacidade de receber cerca de duas mil toneladas de resíduos sólidos por dia.

Essa unidade de valorização de resíduos tem como objetivo principal a geração de agregados reciclados para utilização em obras, que são provenientes dos RCD de Classe A. Aos demais tipos de resíduos, essa se responsabiliza pela destinação adequada após serem segregados no local. Silva (2017, p.65) afirma que nessa unidade de valorização de resíduos os RCD que não pertencem a Classe A, como madeiras, plásticos e entre outros, são removidos durante uma pré-triagem e acondicionados em caçambas. A Figura 8.45 ilustra essa unidade de valorização, permitindo visualização dos equipamentos responsáveis pela produção dos agregados reciclados.

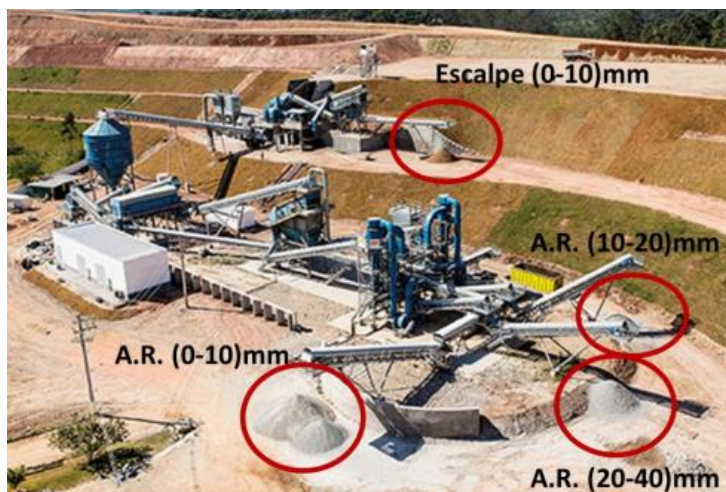


Figura 8.45 - Esquema ilustrativo da unidade de valorização de resíduos que recebe os RCD provenientes da requalificação estudada

Fonte: UVR Grajaú (2014 *apud* SILVA, 2017, p. 65).

A falta de triagem e segregação no canteiro de obras proporcionaram aglomerados de resíduos constituídos desde componentes cerâmicos até embalagens de tintas e lâmpadas fluorescentes. Essa situação não só dificultou a reciclagem ou reutilização dos mesmos, mas também permitiu a contaminação de alguns resíduos. Um exemplo de contaminação proporcionada pela falta de triagem foi o despejo de latas e baldes com sobras de tintas e texturas, considerados resíduos perigosos, sobre materiais recicláveis que já estavam nas caçambas.

As Figuras 8.46, 8.47, 8.48 e 8.49 ilustram os resíduos acondicionados em caçambas no canteiro de obras e destaca a mistura dos resíduos mencionada.



Figura 8.46 – Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem



Figura 8.47 - Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem

Fonte: A autora (2018).

Fone: A autora (2018).



Figura 8.48 - Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem

Fonte: A autora (2018).



Figura 8.49- Caçamba com RCD depositados sem algum critério de triagem

Fonte: A autora (2018).

A situação apresentada pelas Figuras 8.46, 8.47, 8.48 e 8.49 tornaram-se possíveis devido à falta de rigor da legislação específica para resíduos do setor da construção civil, a Resolução CONAMA nº 307/2002, pois embora a mesma indique que o melhor cenário de triagem e segregação dos resíduos seja no canteiro de obras, também possibilita que essas atividades aconteçam em locais licenciados.

Um outro fator que estimulou a não segregação dos resíduos no canteiro de obras foi a não diferença de valor para transporte e destinação entre caçambas com resíduos segregados ou não, pois independente do resíduo contido na caçamba a empresa subcontratada para se responsabilizar pelo transporte e destinação dos resíduos cobrou o valor de R\$ 270,00 para cada 4m<sup>3</sup> de RCD. E conforme informações fornecidas pela mesma, essa não diferenciação de valores relacionada aos RCD recebidos se repete na unidade de valorização de resíduos para onde os resíduos foram destinados.

Considerando o cenário dos resíduos armazenados no canteiro de obras e posteriormente destinados à unidade de valorização de resíduos, pode-se concluir que embora a unidade tenha tecnologia para segregar os RCD a falta de segregação e até mesmo contaminação dos RCD dificulta ou impossibilita a reciclagem dos materiais recicláveis. Isso faz com que o aglomerado de diferentes tipos de materiais tenha apenas uma destinação possível: aterro destinado a resíduos provenientes da construção civil.



## CAPÍTULO 9

### DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A obra estudada no presente trabalho trata-se de uma requalificação que teve como objetivo a readequação de um edifício ao seu novo uso. Esse tipo de gerador, conforme mencionado na revisão da literatura, tem características de geração de RCD semelhantes tanto as obras de demolição, quanto as construções. Essas semelhanças acontecem, porque as obras de requalificação costumam incluir em seu escopo tanto atividades de demolição, quanto construção de novas estruturas para garantir adequação do edifício ao novo uso.

A característica mencionada foi um aspecto da requalificação estudada, uma vez que a geração de RCD na mesma esteve relacionada desde demolições para a reestrutura de ambientes, até fatores da etapa produtiva e de planejamento. Esses motivos originaram no total 358 m<sup>3</sup> de RCD e devido à falta de gestão dos mesmos, por parte da Construtora responsável, não é possível caracterizá-los de forma precisa.

Os dados presentes no portal Coleta online, permitem concluir que a requalificação originou resíduos das Classes A e B e que os mesmos foram enviados ao destino final misturados. Embora esses sejam os dados fornecidos pelo transportador ao portal do Amlurb, a observação da geração de resíduos ao longo da análise permite concluir que a informação não está completa, pois resíduos perigosos (Classe D) e resíduos sem tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem (Classe C) também foram originados na obra e encaminhados junto aos demais para à unidade de valorização de resíduos. Essa discrepância na informação demonstra que embora tecnologias relacionadas ao rastreamento dos RCD sejam importantes para o controle da gestão dos mesmos e levantamento de dados, a baixa precisão das informações fornecidas pelos transportadores diminuem a efetividade da ferramenta.

A relação entre os projetos e a geração de resíduos foi um outro ponto observado ao longo do estudo de caso do presente trabalho. Por serem responsáveis por determinar e guiar todas as atividades que devem ser realizadas no canteiro de obras é necessário que os projetos sejam executados de maneira minuciosa e abrangente para que seja possível precaver problemas, evitar dificuldades construtivas e tornar mais

assertiva a execução dos mesmos, pois assim evita-se o retrabalho e consecutivamente a geração de resíduos e gasto indevido de recursos naturais.

Embora seja conhecida a relação da qualidade do projeto com o sucesso da execução da obra é pouco comum que os mesmos sejam desenvolvidos da maneira necessária, fato que acontece devido à falta de valorização da etapa de planejamento pelo setor da construção civil, pressa pelo início da execução do projeto e prazos curtos para o lançamento do edifício. Esses fatores influenciaram na qualidade dos projetos da obra em estudo e assim proporcionaram problemas como a falta de compatibilização entre os projetos de incêndio e os de iluminação, definições impossíveis de serem executadas e incompatibilidades do projetado com o local de execução.

Falhas como as mencionadas foram responsáveis por gerar custos inesperados à obra de requalificação estudada e impactos ambientais, pois para readaptar a definição inicial as revisões do projeto foram consumidos novos materiais e gerados resíduos.

Além das falhas encontradas no projeto, foram abordadas ao longo da análise da obra as medidas implementadas na fase de planejamento que influenciaram na redução da geração de resíduos. Embora essas medidas tenham proporcionado resultados ambientalmente positivos, essas foram adotadas devido aos interesses econômicos dos responsáveis pela gestão da requalificação e não por preocupação com impactos ambientais.

Adaptação do *layout* do edifício para manter instalações presentes, definição de revestimento com resina epóxi ao invés de demolição para execução de contrapiso em áreas com revestimento cerâmico, reconstituição do forro mineral existente, reutilização de luminárias e reutilização de portas de madeira são algumas das características definidas na etapa de projeto que influenciaram na redução do volume de resíduos gerados e proporcionaram vantagens econômicas. Estima-se uma economia de aproximadamente R\$81.482,00 e redução de 55,24 m<sup>3</sup> de RCD com o emprego das mesmas.

Mesmo tendo proporcionado vantagens ambientais e econômicas, ressalta-se que a ausência de um programa que integre os demais envolvidos no processo de produção as medidas ambientais estabelecidas na fase de planejamento enfraqueceram as mesmas. Essa característica foi principalmente constatada no tópico 8.3.2.4 do presente trabalho que aborda a reutilização das placas de forro mineral, pois a ausência da gestão de materiais, o desinteresse por parte da equipe responsável pela gestão da obra à não geração de resíduos e ausência de metodologia limpa na cultura das empresas envolvidas na requalificação fizeram com que a taxa de reaproveitamento das placas de forro mineral não superasse 45%.

A ausência de *layout* do canteiro e principalmente de uma área destinada ao depósito dos materiais foi um dos fatores responsáveis pelo baixo aproveitamento das placas de forro mineral, pois a ausência de

local adequado para estocagem levou a perda de uma parte considerável do material existente. A perda mencionada não se restringiu às placas de forro mineral, pois a não definição de local para armazenamento levou a perdas dos demais materiais tanto no transporte interno, quanto na estocagem em locais inadequados.

Cenários semelhantes ao mencionado acontecem devido ao desinteresse e falta de capacitação técnica da equipe responsável pela gestão de obras em assuntos relacionados à redução de impactos ambientais pelo setor da construção civil, pois além de pouco incentivado no Brasil, o órgão que regulamenta as matérias necessárias para o curso superior no Brasil não exige disciplinas voltadas à construção sustentável no curso superior de engenharia civil. Esse fator leva os gestores de obras a desconhecerem a legislação local sobre gestão e destinação dos resíduos gerados pelo setor.

O desconhecimento do processo de gestão dos RCD gerados adotado após a retirada dos mesmos do canteiro de obras e ausência de cuidado em verificar se o transportador contratado é licenciado pelo órgão responsável do município é um outro fator desencadeado pelo desinteresse a assuntos ambientais por parte da equipe responsável pela gestão da obra. Isso pode proporcionar problemas ao mesmo, uma vez que a responsabilidade pela gestão e destinação dos resíduos pertence ao gerador.

Visto que o desinteresse por medidas ambientalmente corretas acarretam em geração de RCD, é necessário conscientizar os gestores de empresas da construção civil que além de evitar problemas jurídicos atendendo as normas locais sobre resíduos da construção civil, metodologias limpas também proporcionam vantagens financeiras, já que se percebe ser esse fator importante nas decisões adotadas pela construção civil. Essa vantagem econômica foi destacada na requalificação em estudo tanto na redução de gastos com gestão de resíduos, como na redução da compra de materiais.



# CAPÍTULO 10

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 10.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor da construção civil é responsável por gerar impactos ao meio ambiente, pois além de ser o responsável por cerca de 30% dos resíduos gerados no Brasil e 34,7% dos resíduos gerados na União Europeia, também consome uma parcela considerável dos insumos ambientais explorados. Esse cenário revela que há problemas durante o processo produtivo do setor com relação à eficiência no consumo dos materiais.

Embora essa não eficiência no uso dos materiais e geração de resíduos aconteça na etapa de execução da obra, diversos fatores estão relacionados a essa situação, o que inclui estratégias decididas desde a etapa de planejamento. As decisões de gestão de projetos e as características dos mesmos, por exemplo, quando não definidos de maneira minuciosa, ou quando apresentam falhas nas definições ou mesmo quando não são compatibilizados, podem levar a erros e retrabalhos, que refletem em perdas de insumos naturais e geração de resíduos.

Não são apenas as medidas adotadas na etapa de planejamento que interferem na geração de RCD, pois a ausência de um plano de gestão dos materiais no canteiro de obras, não fiscalização dos serviços em execução, mão de obra não qualificada e manuseio inadequado de materiais e equipamentos também são exemplos de causas da geração dos Resíduos de Construção e Demolição durante a fase de execução das obras. Esses resíduos gerados são caracterizados por uma composição heterogênea, com dimensões variáveis e com diferentes níveis de periculosidade. A composição dos mesmos dificulta a sua gestão e dessa maneira é comum que sejam adotadas medidas incorretas, como deposição inadequada, pelos geradores.

Para evitar soluções inadequadas aos resíduos gerados e incentivar que a gestão dos mesmos aconteça, tanto o Brasil, como Portugal definiram respectivamente as seguintes regulamentações: Resolução nº. 307/2002 do Conama e o Decreto-Lei nº. 46/2008. Essas regulamentações são específicas para a gestão dos Resíduos de Construção e Demolição e têm como objetivo estabelecer procedimentos a fim de garantir a prevenção da geração de RCD e minimizar os impactos ambientais.

Mesmo com as regulamentações indicando que o foco da gestão dos RCD deve ser a não geração é comum que os geradores adotem medidas paliativas, mais conhecidas como medidas de “fim de tubo”. Essa situação acontece devido ao pouco estímulo à etapa de planejamento no setor, o que proporciona não precedência dos problemas e assim a necessidade de encontrar solução quando o mesmo já foi gerado. Esse cenário alerta a necessidade de incentivos para a metodologia de Produção Mais Limpa, que foca na não geração de resíduos através da sensibilização dos responsáveis das empresas, do entendimento da geração de resíduos, estudo de viabilidade de alterações no processo produtivo, acompanhamento da implementação e plano de continuidade das mudanças na busca do aumento de resultados ambientalmente positivos.

Embora o emprego da metodologia de Produção Mais Limpa possa possibilitar à construção civil benefícios ambientais (Não geração de resíduos e consumo consciente dos insumos ambientais) e econômicos (Redução dos custos com transporte e deposição dos resíduos, redução dos gastos na compra de matérias-primas e vantagens no mercado devido ao marketing verde), essa encontra barreiras devido às características do setor.

A singularidade dos projetos é uma dessas particularidades, uma vez que a mesma não permite que apenas a análise de um único projeto, como acontece no setor industrial, seja suficiente para o Ecotime entender a geração dos resíduos em todos os projetos de uma Construtora. Esse entendimento é necessário para que o grupo de funcionários responsáveis pelos interesses ambientais desenvolvam estratégias para amenizar a geração de resíduos e melhorar e eficiência no consumo das matérias-primas. Essa dificuldade demonstra que para que a metodologia de P+L seja efetiva no setor são necessárias diretrizes que determinem práticas para facilitar a adoção da mesma. E essas apenas são viáveis se forem desenvolvidas pesquisas envolvendo parcerias entre empresas do setor da construção com a academia e órgãos de pesquisa, de maneira a desenvolverem métodos construtivos sustentáveis que possam abranger uma grande gama de processos produtivos.

Levando em consideração as questões abordadas ao longo do trabalho, é possível concluir que para a implantação da metodologia Produção Mais Limpa em canteiros de obra ser efetiva são necessárias observações prévias de alguns aspectos. Algumas dessas medidas necessárias são: conhecimento das causas e impactos da geração de RCD nos canteiros de obra; conscientização dos gestores responsáveis sobre a importância e benefícios da metodologia P+L na construção civil; valorização da etapa de planejamento e destinação de tempo maior para a mesma; treinamento dos funcionários envolvidos nos projetos, principalmente dos que farão parte do Ecotime; diretrizes para métodos construtivos sustentáveis; integração entre as medidas de planejamento com a etapa de produção; constante avaliação das medidas empregadas.

## **10.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

A singularidade dos projetos é uma das barreiras para a aplicação da metodologia de Produção Mais Limpa em empresas do setor da construção civil, uma vez que esta busca a padronização do processo de execução através do entendimento da geração, estudo das possibilidades e oportunidades a serem empregadas e avaliação das medidas adotadas para possíveis aprimoramentos. Como cada projeto possui um conjunto próprio de definições, escopo de trabalho, tipo de ambiente, metodologias empregadas, técnicas construtivas e materiais envolvidos, é inviável que a partir da avaliação de um único processo produtivo seja possível implantar em uma Construtora diretrizes de trabalho que atendam a todos os projetos.

Esse cenário faz com que trabalhos que foquem no entendimento da geração de resíduos em canteiro de obras para cada tipo de serviço e assim produzam diretrizes de execução dos mesmos com aplicações que garantam a não geração de resíduos sejam importantes para viabilizar o emprego da Produção Mais Limpa na construção civil.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Relatório do Estado do Ambiente 2017**. Portugal, 2017. 81 p.

ALVES, Jefferson C.; DREUX, Virginia Paiva. Resíduos da construção civil em obras novas. **Interfaces Científicas: Exatas e Tecnológicas**, Aracaju, SE, Brasil, v. 1, n. 1, p.53-65, fev. 2015.

ANDRADE, Ana Patricia Martins de Matos. **Optimização da Gestão de Resíduos de construção e demolição em obras de grande dimensão**. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Escola Superior de Biotecnologia, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal, 2011.

ARAUJO, Alexandre Feller de. **A aplicação da metodologia de produção mais limpa**: Estudo em uma empresa do setor de construção civil. 2002. 120 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil, 2002.

ARCE, Gustavo. A economia mundial no século XXI. **Universitas Relações Internacionais**, Brasília, DF, Brasil, v. 12, n. 2, p.1-35, jan./jun. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: ABNT, 2004a. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15112**: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: ABNT, 2004b. 7 p.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15113**: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes - Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: ABNT, 2004c. 12 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15114**: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, RJ, Brasil: ABNT, 2004d. 7 p.

ASSOCIAÇÃO EMPRESARIAL DE PORTUGAL. **Manual de Gestão Ambiental de Obras de Construção Civil**. Portugal, 2011. 239 p.

BALDASSO, Paulo César Pérez. **Procedimento para desconstrução de edificação verticalizada**: Estudo de caso. 2005. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2005.

BERTOL, Alessandra Cardoso; RAFFLER, Andréia; SANTOS, Jaqueline Pimentel dos. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil, 2013.

BRASIL. **Lei nº 12305**, de 02 de agosto de 2010. Brasília, DF, Brasil, 02 ago. 2010. p. 1-21.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos 2010-2016**. Brasília, 2010a-2016a. 188 p.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010 – 2016**. Brasil, 2010b-2016b. 202 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Linha do Tempo**. 2018. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/politica-nacional-de-residuos-solidos/linha-do-tempo>>. Acesso em: 01 mar. 2018.

BURNS, Edward Mcnall. **História da Civilização Ocidental**: Do homem das cavernas até a bomba atômica. 2. ed. Brasil: Globo, 1964. 717 p.

BUSELLI, Ana Amélia Paulino Tinôco. **Proposta de gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Viçosa, MG**. 2012. 171 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Mg, Brasil, 2012.

CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. **Modelagem de propriedades mecânicas e de durabilidade de concretos produzidos com agregados reciclados, considerando-se a variabilidade da composição do RCD**. 2007. 280 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, 2007.

CALDAS, Ana Helena Mousinho. **Análise da disposição final dos resíduos de construção e demolição na cidade de João Pessoa**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil, 2016.

CASTRO, Wesley Pinheiro de. **Separação, reutilização e reciclagem de resíduos da demolição de edifícios**. 2010. 114 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010.

CNTL. **Implementação de Programas de Produção mais limpa**. Porto Alegre, RS, Brasil, 2003a. 42 p.

CNTL. **Série Manuais de Produção Mais Limpa**: Questões Ambientais e Produção mais Limpa. Porto Alegre, RS, Brasil, 2003b. 126 p.

CNTL. **Série Manuais de Produção Mais Limpa**: Cinco Fases da Implantação de Técnicas de Produção mais Limpa. Porto Alegre, RS, Brasil, 2003c. 102 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO N° 307**. Brasil, 2002. 4 p.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **RESOLUÇÃO N° 469**. Brasil, 2015. 1 p.

COUTO, Armanda Bastos; COUTO, João Pedro; TEIXEIRA, José Cardoso. Desconstrução: Uma ferramenta para sustentabilidade da construção. **Nutau**: inovações tecnológicas e sustentabilidade, São Paulo, SP, Brasil, p.1-9, 2006.

ECKHARD, Claudio Luis. **Aplicação do método de produção mais limpa**: Estudo de caso em uma indústria de candies. 2014. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente e Desenvolvimento, Tecnologia e Ambiente, Centro Universitário Univates, Lajeado, Brasil, 2014.

ESTEVES, Ana Cristina Pereira. **Reabilitação versus Desconstrução em redes de abastecimento e distribuição de água**. 2010. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2010.

FERNANDES, José Luiz et al. Um estudo da produção mais limpa na gestão ambiental. **Augustus**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, v. 20, n. 39, p.52-64, jan./jun. 2015.

FERRÃO, Paulo Manuel Cadete (Portugal). Coordenador. **Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014-2020**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2014. 140 p.

FUKUOZAKI, Sandra Harumi; SEO, Emília Satoshi Miyamaru. Desafios para a destinação de resíduos da construção civil: A implantação das áreas de transbordo e triagem no município de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM RESÍDUOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL,

1., 2004, Florianópolis, SC, Brasil. **Ciclo de Conferências sobre Política e Gestão Ambiental**. Florianópolis, SC, Brasil: ICTR, 2004. p. 4750 - 4759.

GLOBO CIÊNCIA (Brasil). **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta**: Mão de obra e novas tecnologias podem reduzir o consumo de materiais. 2014. Disponível em: <<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>>. Acesso em: 23 set. 2018

GODOY, Manuel Rolando Berríos. Dificuldades para aplicar a lei da Política Nacional de resíduos Sólidos. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, Mg, Brasil, v. 39, n. 23, p.1-12, 2013. Trimestral.

GOMES, Givalder Martins. **Medidas Preventivas na Execução de Trabalhos de Demolição e Reabilitação de Edifícios Antigos**: Técnicas e Equipamentos de Demolição. 2010. 257 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Trás-os-montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno bruto dos Municípios**: PIB a preços correntes. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sao-paulo/pesquisa/38/47001?tipo=ranking>>. Acesso em: 14 maio 2018.

JOHN, Vanderley M.; AGOPYAN, Vahan. Reciclagem de resíduos da construção. In: SEMINÁRIO - RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES, 1., 2000, São Paulo, SP, Brasil. **Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares**. São Paulo, SP, Brasil: Cetesb, 2000. p. 2 - 13.

KUNKEL, Neidi. **Resíduos da construção civil aliados a produção mais limpa (P+L)**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Construção Civil e Preservação Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil, 2009.

LIMA, Rosimeire Suzuki; LIMA, Ruy Reynaldo Rosa. **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Paraná, Brasil: CREA-PR, 2012. 58 p.

MATTOSINHO, C.; PIONÓRIO, P. Aplicação da Produção Mais Limpa na Construção Civil: Uma Proposta de Minimização de Resíduos na Fonte. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2., 2009, São Paulo, SP, Brasil. **Key elements for a sustainable world: Energy, water and climate change**. São Paulo, SP, Brasil: 2009. p. 1 - 9.

Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, Brasil, 2012. 103 p.

MORETTINI, Renato. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios**: Tomada de decisão para uma reabilitação sustentável. 2012. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de São Paulo, São Paulo, Sp, Brasil, 2012.

NUNES, Jônatas da Silva; ALVARENGA, Maria Cláudia Sousa. Avaliação da qualidade de mão de obra, projetos e fiscalização em obras de construção civil. **Construindo**, Belo Horizonte, MG, Brasil, n. 01, p.28-49, Jan-Jun, 2018. Semestral.

PAIS, Emanuel da Silva. **Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção em Saneamento Básico**. 2011. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal, 2011.

PASA, Carine Cristiane Machado Urbim. **Utilização de modelo de referência para a melhoria dos processos construtivos de edificações buscando a redução da geração de resíduos no setor de construções residenciais**. 2012. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Pesquisa e Pós Graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, PR, Brasil, 2012.

PEREIRA, Graciane Regina; SANT'ANNA, Fernando Soares Pinto. Uma análise da produção mais limpa no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, n. 24, p.17-26, jun. 2012.

PIMENTEL, Scheila Henrich. **Produção Mais Limpa Aplicada À Construção Civil**. 2009. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil, 2009.

PIMENTEL, Ubiratan Henrique Oliveira. **Análise da Geração de Resíduos da Construção Civil da Cidade de João Pessoa/PB**. 2013. 188 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 2013.

PINTO, T. P. (Coord.). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Sinduscon, 2005. 48p.

PINTO, Vânia Filipa dos Santos. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição: Parque Tecnológico de Negócios e de Ourivesaria de Gondomar**. 2013. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências e Tecnologia do Ambiente, Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2013.

PORTUGAL. Decreto-lei nº 46, de 12 de março de 2008. **Decreto-lei N° 46/2008**. Portugal, 12 mar. 2008. p. 1567-1574.

PORTUGAL. Decreto-lei nº 73, de 17 de junho de 2011. **Decreto-lei N° 73/2011**. Portugal, 17 jun. 2011. p. 3251-3300.

PORTUGAL. Portaria nº 145, de 26 de abril de 2017. **Portaria N° 145/2017**. Portugal, 26 abr. 2017. p. 2052-2056.

ROTH, Caroline de Graças; GARCÍAS, Carlos Mello. Construção Civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, Ijuí, RS, Brasil, v. 7, n. 13, p.111-128, jan./jun. 2009. Semestral.

RUIVO, João; VEIGA, João. **Resíduos de Construção e Demolição: Estratégia para um Modelo de Gestão**. 2004. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal, 2004.

SANTOS, Eder Carlos dos. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. 2007. 168 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Geotecnia, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil, 2007.

SANTOS, Almai do Nascimento dos. **Diagnóstico da situação dos resíduos de construção e demolição (RCD) no município de Petrolina (PE)**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Tecnologia das Construções, Universidade Católica de Pernambuco, Recife, PE, Brasil, 2008.

SÃO PAULO. PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Controle de Transporte de Resíduos Eletrônico**: Conheça as funcionalidades da ferramenta e como acessá-la. 2017. Disponível em: <<http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/amlurb/index.php?p=>>>. Acesso em: 08 maio 2018.

SILVA, Catarina Raquel da. **A Problemática dos resíduos de Construção e Demolição: Custos e Benefícios da Triagem**. 06. ed. Lisboa, Portugal: CEIFA, 2004. 34 p.

SILVA, Pedro Diogo Reis. **Reutilização de elementos construtivos na construção**. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

SILVA, Márcia Marina Fonseca da. **Aproveitamento de Materiais resultantes de uma Demolição Seletiva**. 2010. 98 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

SILVA, Klênnia. Análise das Dificuldades da Prática de gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil em Obras de Pequeno Porte. **Especialize On-line Ipog**, Goiânia, Go, Brasil, v. 01, n. 10, p.1-18, dez. 2015.

SILVA, Daniela et al. Análise do gerenciamento de resíduos de construção civil em condomínios residenciais unifamiliares. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo, SP, Brasil. **Desafios e perspectivas da Internacionalização da Construção**. São Paulo, SP, Brasil: Entac, 2016. p. 4075 - 4085.

SILVA, Guilherme Augusto de Oliveira e. **Avaliação da durabilidade de concretos contendo agregados reciclados de resíduos de construção civil (RCC)**.2017. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 2017.

TEODORO, Nuno Filipe Godinho. **Contribuição para a Sustentabilidade na Construção Civil: Reciclagem e Reutilização de Materiais**. 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, Portugal, 2011.

UNIÃO EUROPÉIA. **2014/955/UE**: Lista de resíduos. Bruxelas, Bélgica, 2014. 43 p.

UNIÃO EUROPEIA. EUROPEAN STATISTICS. **Estatísticas dos resíduos**. 2017. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics/pt#undefined](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pt#undefined)>. Acesso em: 8 set. 2018.

VASCONCELOS, Cleiton Rodrigues de. Estratégia e Sustentabilidade: Um estudo dos indicadores social, econômico e ambiental em uma organização hospitalar. **FSA**, Teresina, PI, Brasil, n. 8, p.13-28, 2011.

WAMBUCO. **Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios**: Volume I. Dresden, Saxônia, Alemanha, 2002. 15 p.