UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM CANTEIRO DE OBRA NO DISTRITO FEDERAL

LARISSA PASSOS BRAGA

THAIS DA COSTA VEIGA

ORIENTADORA: CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE ALVES

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA CIVIL

BRASÍLIA/DF: DEZEMBRO / 2017

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO EM CANTEIRO DE OBRA NO DISTRITO FEDERAL

LARISSA PASSOS BRAGA

THAIS DA COSTA VEIGA

MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL.

APROVADA POR:

_____

PROF. CONCEIÇÃO DE MARIA ALBUQUERQUE, PhD. (ENC-UnB)

(ORIENTADORA)

_____

PROF. FRANCISCO JAVIER CONTRERAS PINEDA, PhD Universidade de Tóquio

(ENC – UnB) (EXAMINADOR INTERNO)

_____

PROF. ARTHUR TAVARES SCHLEIDER , MSc Universidade de Brasília

(ENC – UnB) (EXAMINADOR INTERNO)

BRASÍLIA/DF, 07 DE DEZEMBRO DE 2017.

FICHA CATALOGRÁFICA

BRAGA, LARISSA PASSOS

VEIGA, THAIS DA COSTA

Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição em canteiros de obra no Distrito Federal. [Distrito Federal] 2017.

xi, 92 p., 210x297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Gerenciamento de Resíduos da Construção e Demolição 2. Geração

3. Sustentabilidade 4. Distrito Federal

I. ENC/FT/UnB II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRAGA, L. P., VEIGA, T. C. (2017). Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição em canteiros de obras no Distrito Federal. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 92 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Larissa Passos Braga, Thais da Costa Veiga.
TÍTULO: Análise do gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição em canteiro de obra no Distrito Federal.
GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2017

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia de Projeto Final e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de Projeto Final pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

_____

Larissa Passos Braga
SQS 414 Bloco O Apartamento 205, Asa Sul
CEP: 70297-150 - Brasília/DF - Brasil

_____

Thais da Costa Veiga
SQS 303 Bloco K Apartamento 108, Asa Sul
CEP: 70336-110 - Brasília/DF - Brasil

RESUMO

A geração de resíduos é inevitável dentro de qualquer processo de produção de bens de consumo. Na construção civil, o grande volume de resíduos gerados e sua destinação inadequada são responsáveis por sérios impactos para a sociedade, tais como desperdícios de materiais, elevação de custos de obras, problemas para drenagem urbana e para saúde pública, e degradação ambiental (assoreamento de córregos, etc). Diante do cenário das cidades brasileiras, da falta de controle dos Estados, da escassez de recursos naturais e da preocupação cada vez maior com a sustentabilidade, a questão da grande geração de resíduos nos canteiros de obra precisa ser revista. Com isso, o objetivo dessa pesquisa é analisar e avaliar a sustentabilidade ambiental do gerenciamento de resíduos da construção e demolição em um canteiro de obra no Distrito Federal com foco na etapa de geração. Para isso, esse trabalho foi dividido em três etapas, sendo a primeira baseada no levantamento de melhores práticas para gerenciamento de resíduos de construção e demolição em canteiros de obra, com foco na etapa de geração. As práticas foram divididas nas cinco fases da cadeia produtiva que contemplam todo o ciclo de vida do empreendimento. A segunda etapa do trabalho foi baseada na elaboração de um guia prático para avaliação da sustentabilidade ambiental no gerenciamento de resíduos de construção e demolição em canteiro de obra. O guia conta com um check list e classifica a sustentabilidade em baixa, média e elevada de forma global e em cada uma das cinco fases da cadeia produtiva de forma a facilitar a identificação das fases de maiores deficiências. Por fim, a terceira etapa baseou-se na análise e avaliação de um canteiro de obra no Distrito Federal. Os resultados alcançados retratam uma deficiência principalmente nas fases de planejamento e projeto, obtendo-se as pontuações mais baixas. A fase de execução foi responsável por elevar o grau de classificação da obra, o que já era esperado já que a obra realiza alguns procedimentos considerados de elevada dificuldade. Se tratando de uma obra de médio porte e institucional, mesmo diante da realidade precária do gerenciamento de resíduos de construção e demolição nos canteiros de obra, a classificação assim como as práticas executadas pela mesma apresentaram-se aquém das condições tecnológicas existentes.

Palavras-chave: Gerenciamento, Resíduos da Construção e Demolição, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The generation of waste is inevitable within any process of production of consumer goods. In civil construction, the large volume of waste generated and its inadequate disposal are responsible for serious impacts to society, such as material waste, cost of construction, problems for urban drainage and public health, and environmental degradation (sedimentation of streams, etc.). Given the scenario of Brazilian cities, lack of state control, the scarcity of natural resources and the growing concern about sustainability, the issue of large generation of waste at construction sites needs to be reviewed. Therewith, the objective of this research is to analyze and evaluate the environmental sustainability of construction and demolition waste management in construction sites in the Federal District focused on the generation stage. For this, this research was divided in three stages, the first one being based on the survey of best practices for management of CDW in construction sites, focusing on the generation stage. The practices were divided into five phases of the production chain that encompass the entire life cycle of the enterprise. The second stage of the research was based on the elaboration of a practical guide to evaluate the environmental sustainability of CDW management in construction sites. The guide has a check list and classifies sustainability in low, medium and high in a global way and in each of the five phases of the production chain in order to facilitate the identification of the phases of major deficiencies. Finally, the third stage was based on the analysis and evaluation of a construction site in the Federal District. The obtained results portray a deficiency mainly in the phases of planning and project that where had lower score. The execution phase was responsible for raising the degree of classification of the work, which was already expected since the work performs some procedures considered of high difficulty. Being about a medium-sized and institutional work, even in the face of the precarious reality of the management of CDW in the construction sites, the classification as well as the practices executed by the same presented below the existing technological conditions.

Keywords: Management, Construction and Demolition Waste, Sustainability.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 1
2. OBJETIVOS 4
2.1. OBJETIVO GERAL 4
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4
3. REVISÃO TEÓRICA 5
3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) 5
3.1.1. GERENCIAMENTO DOS RCD 12
3.1.1.1. GERENCIAMENTO PELA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS 14
3.2 FORMAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS 15
3.2.1. ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RCD 21
3.3 ARCABOUÇO LEGAL 23
3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS 26
3.5 PANORAMA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO DISTRITO FEDERAL 29
3.5.1 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RCD NO DISTRITO FEDERAL 31
3.5.2 ÁREAS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD 33
3.6 A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM DE RCD 34
3.6.1 EMPRESAS DE RECICLAGEM NO DF 50
3.6.2. APLICABILIDADE DO RCD RECICLADO 53
3.7 CONSTRUÇÃO RACIONALIZADA E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS 55
3.7.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS 56
3.7.2 *LEAN CONSTRUCTION* 57
3.8 NORMAS E CERTIFICAÇÕES 60
4. METODOLOGIA 62
4.1. PROPOSTA DE MELHORES PRÁTICAS PARA GERENCIAMENTO DE RCD 63
4.2. PROPOSTA DE GUIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO GERENCIAMENTO DE RCD NOS CANTEIROS DE OBRA 63
4.3 ESTUDO DE CASO 66
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 67

5.1 PROPOSTA DE MELHORES PRÁTICAS PARA GERENCIAMENTO DE RCD EM CANTEIROS DE OBRA COM FOCO NA ETAPA DE GERAÇÃO 67
5.1.1. FASE DE PLANEJAMENTO 67
5.1.2. FASE DE PROJETO 68
5.1.3. FASE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUÇÃO 68
5.1.4. FASE DE UTILIZAÇÃO (MANUTENÇÃO E REFORMA) 70
5.1.5. FASE DE DEMOLIÇÃO 70
5.2 - PROPOSTA DE GUIA PRÁTICO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO GERENCIAMENTO DE RCD EM CANTEIROS DE OBRA 70
5.3 ESTUDO DE CASO 72
5.3.1. CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA 73
5.3.1.1. CANTEIRO DE OBRA 73
5.3.1.2. ESTOCAGEM/ARMAZENAGEM DOS MATERIAIS NO CANTEIRO 74
5.3.1.3. PERDAS NO CANTEIRO 77
5.3.1.4 GERENCIAMENTO DE RCD NO CANTEIRO 78
5.3.1.5 PRINCIPAIS DIFICULDADES APONTADAS PARA A ADEQUAÇÃO AOS PADRÕES DE SUSTENTABILIDADE 80
5.3.2. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO CANTEIRO DE OBRA VISITADO UTILIZANDO O GUIA DE MELHORES PRÁTICAS 80
6. CONCLUSÃO 85
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA 87

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Composição dos RCD de acordo com sua classificação. 8
Tabela 3.2 - Tipos de resíduos gerados por etapa construtiva 10
Tabela 3.3 - Impactos das atividades da cadeia produtiva da indústria da construção civil..... 29
Tabela 3.4 - Estimativa de porcentagem de RCD reciclado no país..... 38
Tabela 3.5 - Resumo dos usos do material produzido conforme o RCD..... 55
Tabela 3.6 - Diferenças entre produção em massa e produção enxuta 58
Tabela 4.1 - Grau de sustentabilidade do gerenciamento de RCD por fase da cadeia produtiva . 64
Tabela 4.2 - Grau de sustentabilidade global do gerenciamento de RCD por tipo de obra..... 65
Tabela 5.1 - Grau de sustentabilidade do gerenciamento de RCD por fase da cadeia produtiva . 71
Tabela 5.2 - Grau de sustentabilidade global do gerenciamento de RCD por tipo de obra..... 72
Tabela 5.3 - Respostas afirmativas da fase de planejamento..... 81
Tabela 5.4 - Respostas afirmativas da fase de projeto. 82
Tabela 5.5 - Respostas afirmativas da fase de execução. 83
Tabela 5.6 - Classificação da sustentabilidade do canteiro..... 84

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à sua origem. 7

Figura 3.2 - Classificação da quantidade gerada de resíduos segundo a etapa da obra 11

Figura 3.3 - Composição dos resíduos de construção. 11

Figura 3.4 - Visão esquemática da gestão de RCD 12

Figura 3.5 - Porcentagens de geração de RCD por tipo de empreendimento. 17

Figura 3.6 - Fontes de perdas na construção civil. 20

Figura 3.7 - Vista aérea do Aterro Controlado do Jóquei - Brasília/DF 32

Figura 3.8 - Concentração de usinas por Estado brasileiro 35

Figura 3.9- Percentual de usinas públicas e privadas 36

Figura 3.10 - Capacidade nominal de produção das usinas. 37

Figura 3.11 - Volume médio de agregado reciclado produzido por mês. 37

Figura 3.12 - Número de funcionários das usinas brasileiras. 39

Figura 3.13 - Percentual de usinas que pertencem a algum grupo de empresa 40

Figura 3.14 - Distribuição das usinas em função do número de habitantes nos municípios 40

Figura 3.15 - Existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção nos municípios com atividade de reciclagem 41

Figura 3.16 - Previsão de uso preferencial de agregados reciclados em obras públicas de pavimentação (base e sub-base) no PGRCC 42

Figura 3.17 - Divisão por Estado brasileiro da presença de PGRCC em municípios que possuem atividades de reciclagem de RCD, aterro ou ATT (área de transbordo e triagem). 42

Figura 3.18 - Avaliação da presença PGRCC nos municípios brasileiros em função do número de habitantes 43

Figura 3.19 - Qualidade do RCD que chega às usinas. 44

Figura 3.20 - Percentual de rejeito presente nos RCD que chegam às usinas 45

Figura 3.21 - Composição dos RCD que chegam às usinas 45

Figura 3.22 - Frequência de realização de ensaios técnicos nos produtos. 46

Figura 3.23 - Controle tecnológico mensal ou semanal dos agregados x capacidade de produção da usina 47

Figura 3.24 - Principais clientes de agregados reciclados 47

Figura 3.25 - Valor cobrado para recebimento de RCD nas usinas 48

Figura 3.26 - Preço de venda dos agregados reciclados 49

Figura 3.27 - Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclados 50
Figura 4.1 - Esquema metodológico para o trabalho. 62
Figura 5.1 – Armazenagem de agregados no canteiro 74
Figura 5.2 - Armazenagem de agregados no canteiro..... 75
Figura 5.3 - Armazenagem de blocos cerâmicos 75
Figura 5.4 - Armazenagem de cimento e argamassa no canteiro 76
Figura 5.5 - Armazenagem de materiais de instalação no canteiro 77
Figura 5.6 - Armazenagem de materiais de instalação no canteiro 77
Figura 5.7 - Baias de armazenamento de RCD..... 79
Figura 5.8 - Baias de armazenamento de RCD..... 79
Figura 5.9 - Baias de armazenamento de RCD..... 79

LISTA DE SIGLAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição
AGEFIS – Agência de Fiscalização do Distrito Federal
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CORC/DF – Comitê Gestor do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Volumosos do Distrito Federal
CTR – Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis
DF – Distrito Federal
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PGRCV – Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos
PGRS – Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos
QAE – Qualidade Ambiental do Edifício
RCD – Resíduos de Construção e Demolição
RSU – Resíduos Sólidos Urbanos
SENAI – Serviço Nacional de Apredizagem Industrial
SGE – Sistema de Gestão do Empreendimento
SINDUSCON – Sindicato das Indústrias de Construção
SINESP – Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos
SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLU – Serviço de Limpeza Urbana
UnB – Universidade de Brasília

1. INTRODUÇÃO

A construção civil promove o processo de urbanização sendo responsável por parte do crescimento econômico e da geração de empregos e renda no país. Apesar da recente crise econômica, a indústria da construção civil ainda gera uma grande relevância na economia do país, tendo contribuído com 6,2% do PIB em 2015 (SINDUSCON, 2017) empregando cerca de 2,4 milhões de pessoas no mesmo ano (IBGE, 2016).

Por outro lado, o setor de construção civil também é responsável por grandes impactos ambientais decorrentes da má gestão de suas atividades (PIMENTEL, 2013), isso ocorre pois dentre suas principais características estão o elevado desperdício, o grande impacto do volume de resíduos gerados e de matéria-prima consumida.

Tendo isso em vista, o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição (RCD) nos canteiros de obra de pequeno, médio e grande porte é indispensável para a qualidade da gestão ambiental nos centros urbanos, visto que reduz custos sociais, financeiros e ambientais ao Estado e consequentemente à sociedade.

As estimativas são de que somente entre 30% e 40% das empresas, representada por grandes corporações, tenham grandes preocupações e ações concretas em relação as três dimensões do desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA, 2008). No Brasil, 82% dos profissionais e empresas do setor construtivo dispõem de conhecimentos sobre as questões da sustentabilidade, entretanto estima-se que apenas 9% realmente já o colocaram em prática (WBCSD, 2007).

Para que essa porcentagem aumente e uma postura sustentável seja de fato uma escolha consciente de toda a sociedade, é necessário que haja mecanismos do governo que promovam a internalização das externalidades geradas pelo setor de construção civil e também que empreendedores encontrem soluções tecnológicas e de logística possíveis de serem implmentadas e viáveis economicamente.

Com a aprovação da Resolução 307 do Conama de 05/07/2002 que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos de construção e demolição, aos poucos se percebe um avanço na busca da minimização dos impactos causados pelos resíduos sólidos gerados em canteiros de obra. A não geração de resíduos deve ser o objetivo prioritário dos geradores e em caráter secundário, a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.

A redução de resíduos está ligada às perdas que podem ocorrer ao longo das etapas de produção de um edifício, que iniciam-se pelo planejamento e a análise de viabilidade do empreendimento; passa para a elaboração de projeto; construção; utilização (que implica na utilização da edificação e na realização de manutenção e reformas); e finalizam-se pela demolição, que em geral ocorre quando acaba a vida útil da edificação (BLUMENSCHEIN, 2007).

Em todas as fases, medidas devem ser tomadas para a minimização de perdas. O engenheiro da obra tem grande importância na introdução desse conceito para os clientes ou usuários na fase inicial de elaboração do projeto, dando preferência a componentes padronizados ou semi-fabricados, bem como o uso de peças moduladas. Na fase de planejamento, a preocupação se inicia analisando a qualidade das equipes que fornecerão os projetos e a construção do empreendimento. Os materiais a serem empregados e a capacidade dos colaboradores em usar novas tecnologias também devem ser considerados, visto que o desempenho de ambos pode potencializar ou minimizar a geração de resíduos nos canteiros (BLUMENSCHEIN, 2007).

Na construção, segundo Blumenschein (2007) é necessário o controle da qualidade dos componentes padronizados, do uso adequado de equipamentos, do emprego de mão-de-obra capacitada para cada tipo de serviço e da gestão adequada de materiais no canteiro (compra, transporte e armazenamento).

Apesar da queda do ritmo de crescimento populacional nas últimas décadas, o número de habitantes do DF ainda aumenta, cerca de 2,3% a cada ano, gerando portanto uma grande demanda por habitações (CORREIO BRASILIENSE, 2016).

A renovação e expansão da infraestrutura da cidade, principalmente das cidades satélites em que muitas foram estabelecidas sem planejamento, também são responsáveis pelo aquecimento do mercado e consequente geração de RCD. Além disso, o DF tem gerado muito RCD devido às demolições relativas às ocupações indevidas, que são muito recorrentes na região, como as que ocorreram recentemente na Região Administrativa (RA) Vicente Pires (CORREIO BRASILIENSE, 2017).

Portanto, mesmo diante de um mercado desestimulado pela crise econômica que assola o país, as construções no DF ainda geram um grande volume de resíduos. Segundo o SLU (2017), aproximadamente 6.000 toneladas de RCD chegam por dia no Aterro Controlado do Jóquei, única área oficial para recebimento desses resíduos no DF.

Pela construção civil ser uma das indústrias que mais explora recursos naturais e, além disso, a maior geradora de resíduos, essa pesquisa tem como principal objetivo analisar e avaliar a sustentabilidade do gerenciamento de RCD no DF com foco na etapa de geração, propondo um guia prático de avaliação e práticas que possibilitem a melhoria desse gerenciamento nos canteiros de obra, minimizando a quantidade de resíduos gerados.

Esse documento foi estruturado em seis capítulos. Após a introdução, serão apresentados os objetivos, em que são estabelecidas as metas do trabalho. Em seguida, a revisão teórica em que são apresentados os conceitos, legislação, impactos, entre outras informações relacionadas aos RCD. Logo depois, na metodologia são apresentados os métodos utilizados para realização do trabalho. Nos resultados e discussões são apresentadas melhores práticas para gerenciamento de RCD, um guia prático para avaliação de canteiros de obras e um estudo de caso. Por fim, a conclusão resume os resultados obtidos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo contribuir com a sustentabilidade ambiental do gerenciamento de resíduos de construção e demolição no Distrito Federal com foco na etapa de geração.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos têm-se:

- Realizar levantamento de práticas que possibilitem a melhoria do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição, visando à implantação de canteiros de obra mais sustentáveis e que gerem menor quantidade de resíduos.
- Realizar visitas e análises em um canteiro de obra no Distrito Federal escolhido como estudo de caso, visando a caracterizar e avaliar o gerenciamento de RCD no canteiro.
- Elaborar um guia prático para avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD em canteiros de obra e aplicá-lo ao estudo de caso.

3. REVISÃO TEÓRICA

3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD)

A gestão e manejo de resíduos da construção e demolição estão disciplinados, desde 2002, pela Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. As legislações recentes, como a Lei nº 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), incorporam as diretrizes gerais desta resolução.

Segundo a Lei nº 12.305 de 2010 (Brasil, 2010), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à sua origem, como:

a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
b) Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
c) Resíduos sólidos urbanos: os englobados nas alíneas “a” e “b”;
d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nas alíneas “b”, “e”, “g”, “h” e “j”;
e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades, excetuados os referidos na alínea “c”;
f) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
g) Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
i) Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
j) Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
k) Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

O artigo segundo do CONAMA apresenta a seguinte definição de resíduos de construção civil:

> [...] são os provenientes de construções, reforma, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (Brasil, 2002, art 2º, inciso I).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente- SISNAMA, que foi instituído pela Lei 6.938/81 e dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90. E através da Resolução 307/2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, e para isso classifica os resíduos da construção civil como:

- Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
    - de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infra-estrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
    - de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
    - de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).
- Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução n°431/11).

- Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução n° 348/04).

Segue abaixo a Figura 3.1 que engloba as classificações de ambas as legislações citadas anteriormente e a Tabela 3.1 que apresenta resíduos de diversos materiais conforme a sua classe.

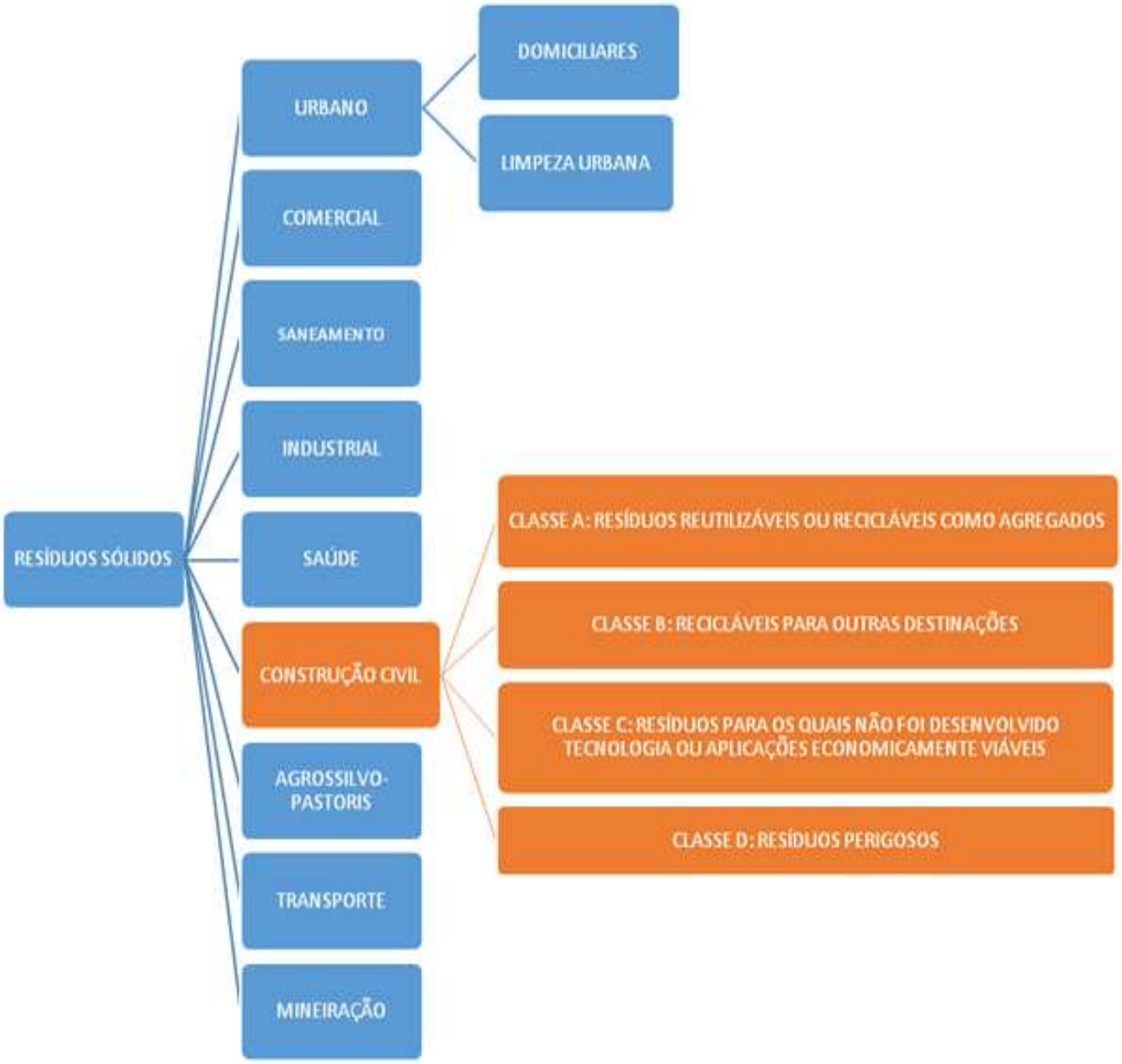

Figura 3.1 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à sua origem.

Tabela 3.1 - Composição dos RCD de acordo com sua classificação (CRUVINEL (2016) apud SIGOR).

RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL				
CLASSE A	CLASSE B	CLASSE C	CLASSE D	DIVERSOS
Resíduos de cimento; Tijolos; Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos; Solos e rochas não contendo substâncias perigosas; Lama bentonítica não contendo susbtâncias perigosas; Lodo de dragagem não contendo sustâncias perigosas; Misturas de cimento, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos; Areia e brita; Resíduos de reforma e reparos de pavimentação.	Cobre, bronze e latão; Alumínio; Chumbo; Zinco; Ferro e aço; Estanho; Mistura de sucatas metálicas; Cabos que não contenham hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas; Magnésio; Níquel; Madeira serrada sem tratamento; Madeira; Plásticos; Embalagens de papel e cartão; Embalagens de plástico; Embalagens de madeira; Embalagens de metal (ferroso); Embalagens de metal (não-ferroso); Mistura de embalagens; Embalagens de vidro; Embalagens têxteis; Vidro; Materiais de construção a base de gesso; Mistura betuminosas não contendo alcatrão (asfalto modificado, emulsão asfáltica e mantas asfálticas); Misturas de RCD e demolição não contendo mercúrio e substâncias perigosas; Materiais de isolamento não contendo amianto ou substâncias perigosas; e Resíduos de borracha exceto pneus.	Plásticos; Resíduos de colas e vedantes; Resíduos de tintas e vernizes; Mistura de RCD e demolição não contendo mercúrio; e Embalagens de papel e cartão.	Tintas, produtos adesivos, colas e resinas contendo substâncias perigosas; Embalagens de qualquer tipo contaminadas ou contendo substâncias perigosas; Resíduos de soldura (eletrodos); Misturas de cimento, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos contendo substâncias perigosas; Vidro, plástico e madeira contaminados com substância perigosas; Misturas betuminosas contendo alcatrão; Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas; Asfalto e produtos de alcatrão; Resíduos metálicos contaminados; Cabos contendo hidrocarbonetos e outras substâncias perigosas; Solos e rochas contaminados com bifenilas policloradas; Solos e rochas contaminados com substâncias perigosas; Lama bentonítica; Britas de linhas ferroviárias contendo substâncias perigosas; Materiais de isolamento contendo amianto; Materiais de construção contendo amianto; Materiais de construção a base ou contaminados com gesso; RCD e demolição contendo mercúrio;e Resíduos contendo PCB.	Produtos eletroeletrônicos e seus componentes fora de uso; Pneus inservíveis / usados; Resíduos biodegradáveis de cozinha e cantinas; Lodos de dragagem e fosse sépticas contendo substâncias perigosas; Mistura de gorduras e óleos; Óleo de motores, transmissões e lubrificação usados ou contaminados; Absorventes, materiais filtrantes contaminados por substâncias perigosas; Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; Produtos eletroeletrônicos que contém clorofluorcabonetos; Óleos e gorduras alimentares; Pilhas; Resíduos com possível presença de agentes biológicos; Resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente; e materiais perfurocortantes ou escarificantes; Resíduos de varrição

Os RCD são basicamente compostos de materiais finos, argamassas, concreto e materiais cerâmicos. De acordo com Bernardes (2006), na composição dos RCD predomina a fração mineral, porém, é importante ressaltar que este conjunto apresenta uma grande diversidade de matérias-primas, técnicas e metodologias empregadas na construção civil que afetam as características dos resíduos gerados e influenciam sua composição química. A variabilidade na sua composição apresenta ainda características diferentes entre países, estados, cidades e até mesmo entre os bairros de uma mesma cidade (LIMA E SILVA, 2014).

As características e composição dos RCD são influenciadas por uma série de fatores, tais como (INOJOSA, 2010): Tipo de obra; Nível de desenvolvimento técnico da indústria local; Qualidade e nível de treinamento da equipe de funcionários; Técnicas de construção e demolição empregadas; Programas de qualidade e redução de perdas empregados; Processos de reciclagem e reutilização utilizados nos canteiros de obras; Disponibilidade de materiais na região; Desenvolvimento econômico local; Panorama político; Condições topográficas; Métodos utilizados para coleta, processo e local da amostragem. O certo é que as diversas atividades de uma construção geram resíduos, em quantidades e composição diferentes, segundo a etapa ou fase da obra (PINTO, 1999). A tabela 3.2 mostra os diversos tipos de resíduos gerados nas diferentes etapas construtivas.

Tabela 3.2 - Tipos de resíduos gerados por etapa construtiva (Adaptado de Rocha, 2006).

Tipos de resíduos produzidos	Etapa Construtiva					
	Instalação do canteiro	Fundação	Estrutura	Alvenaria	Instalações prediais	Acabamento
CLASSE A						
Resíduos de alvenaria						
Brita						
Resíduos de argamassa						
Solo escavado						
Manta asfáltica						
CLASSE B						
Alumínio						
Aço						
Ferro						
Fio de cobre revestido						
Madeira						
Chapas de compensado						
Papel						
Papelão						
Perfis metálicos						
Plásticos						
Tubo de PVC						
Tubo de ferro galvanizado						
Vidro						
Gesso						
CLASSE C						
Poliestireno expandido						
Lixas						
CLASSE D						
Tintas e sobras de material de pintura						
Latas e sobras de aditivos						

	Ocorrência Baixa		Ocorrência Média		Ocorrencia Alta

Segundo Marques, Oliveira e Picanço (2013), a fase de superestrutura e revestimento são as fases com maior destaque para geração de RCD. De acordo com o estudo as duas fases corresponderam a 81% do total de resíduos gerados durante a construção, como mostra a figura 3.2.

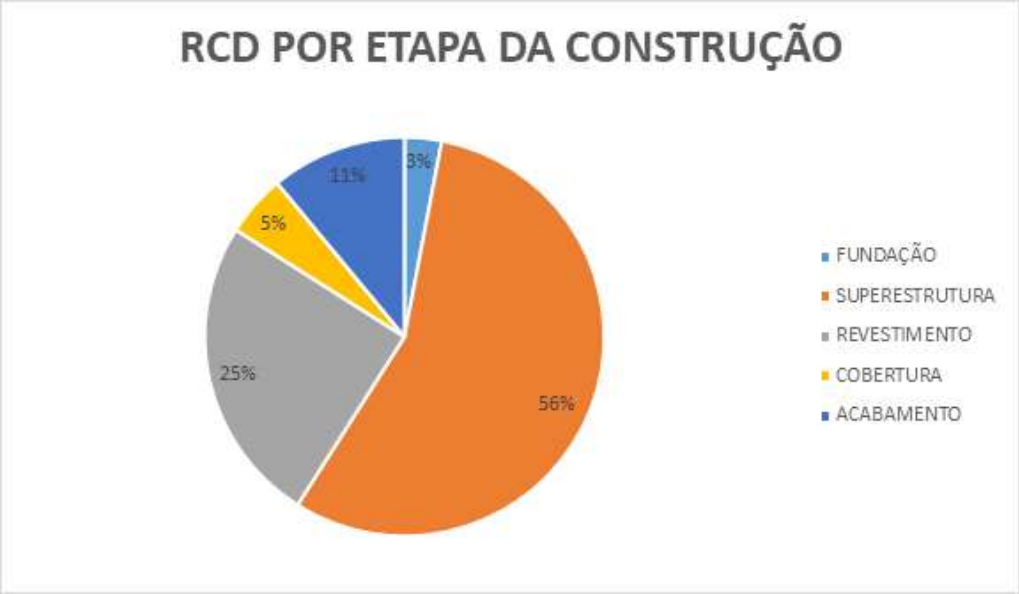

Figura 3.2 - Classificação da quantidade gerada de resíduos segundo a etapa da obra (Marques, Oliveira e Picanço, 2013).

Com relação a composição dos resíduos, Marques, Oliveira e Picanço (2013) destacaram em seu estudo que a maior parte dos resíduos gerados correspondiam a argamassa e cerâmica, como mostra a figura 3.3.

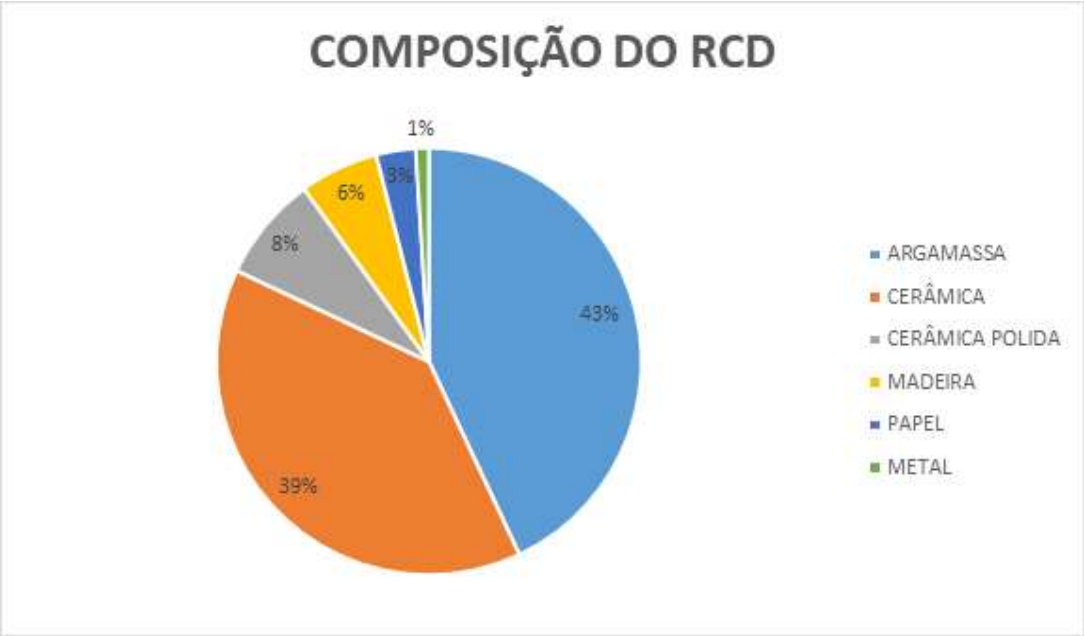

Figura 3.3 - Composição dos resíduos de construção. (Marques, Oliveira e Picanço, 2013).

3.1.1. GERENCIAMENTO DOS RCD

O gerenciamento de resíduos é um sistema de gestão que visa reduzir, reutilizar ou reciclar resíduos, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos (Brasil, 2010).

Segundo Blumenschein (2007), o encarregado pela construção tem a responsabilidade de preparar os projetos de gerenciamento de resíduos, os quais abrangem um Plano de Redução de Resíduos, um plano de Reutilização de Resíduos e um Plano de Gerenciamento de Resíduos nos Canteiros de Obras. Este último depende e influencia diretamente na qualidade do processo de reciclagem dos resíduos de construção.

A figura 3.4 apresenta uma visão esquemática da gestão de RCD e atividades interferentes.

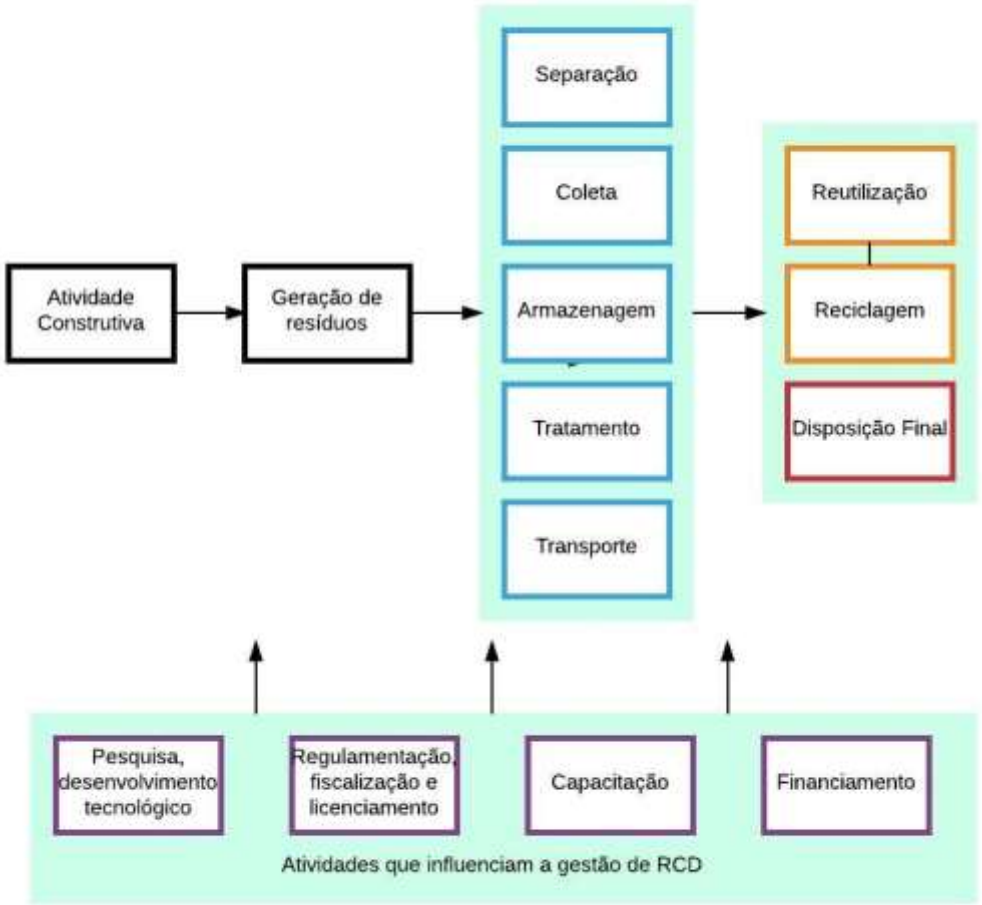

Figura 3.4 - Visão esquemática da gestão de RCD (INOJOSA, 2010).

O sistema de gestão de resíduos de uma obra estabelece um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os RCD, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de reduzir os custos e minimizar os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil. Para isso, a não geração de resíduos deve ser o objetivo prioritário dos geradores e em caráter secundário, a redução, a reutilização, a reciclagem e a correta destinação final. No entanto, essa hierarquia entre a não geração e a redução é meramente conceitual. Qualquer atividade praticada pelo ser humano gera resíduo, e mesmo que esse resíduo não tenha origem através dos materiais propriamente ditos, a embalagem dos mesmos inevitavelmente um resíduo será.

- Não Geração: A busca da não geração, que na verdade leva a redução da geração de resíduos é sempre uma ação necessária, contudo, está sujeita ao projeto e aos critérios norteadores na tomada de decisão sobre sistemas construtivos e tecnologias construtivas. A não geração pode parecer uma ação impraticável, no entanto, ela é real. Como exemplo podemos citar a compra de uma laje pré-moldada ou a fabricação da mesma laje pré-fabricada no canteiro, adquirindo a laje pré-moldada não se gerou resíduo no canteiro e fabricando a mesma os resíduos ainda são gerados.
- Redução: A redução pode ser definida como o resultado de medidas de controle durante o planejamento, projeto e execução que visam o aumento da produtividade e do lucro.
- Reutilização: é o processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo (Brasil, 2002, art 2º, inciso VI), ou seja, aproveitar a areia que sobrou da elaboração do concreto para produzir argamassa; reutilizar formas e escoramentos; utilizar o solo da escavação para o aterro.
- Reciclagem: é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação (Brasil, 2002, art 2º, inciso VII). Segundo Castro (2012), a reciclagem se fundamenta em princípios de sustentabilidade, e sua aplicação promove a redução do uso de recursos naturais (fontes de energia e matéria-prima primária) e da manutenção da matéria-prima no processo de produção, minimizando, desta maneira, a necessidade de extração de mais matérias-primas primárias.

Muitas matérias primas podem ser re-inseridas ao ciclo produtivo diversas vezes e em diversas etapas, no entanto, isso vai depender do beneficiamento industrial a que esse produto foi

submetido. Materiais em seu estado natural, ou mais bruto possível, até por terem como característica uma utilização mais genérica, apresentam um aproveitamento maior devido a sua ampla utilização, como exemplos podemos citar a areia, a brita, o cimento e algumas madeiras. Esses materiais portanto podem ser reutilizados e reciclados. Já produtos tratados como tubulações e telhas apresentam empregos específicos devendo seus resíduos serem encaminhados especificamente para a reciclagem, pois o seu emprego no estado físico atual não permite outra forma de utilização.

Os resíduos de construção possuem em sua composição um volume considerável de embalagens, plásticos e vidros que em seu estado atual não apresentam nenhuma outra utilidade de forma a serem inseridos no ciclo produtivo deste empreendimento novamente, devendo portanto, serem separados e acondicionados para posterior reciclagem ou destinação adequada.

A indústria da construção civil é um grande reciclador de resíduos de outras indústrias e de sua própria atividade. A reciclagem significa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócios, pois se devidamente realizada, o resíduo apresenta propriedades físicas e químicas apropriadas para o seu emprego como material de construção (LIMA E SILVA, 2014).

3.1.1.1. GERENCIAMENTO PELA REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Para entender o mecanismo de redução de resíduos, é necessária a análise do processo construtivo que passa por uma cadeia produtiva que possui cinco fases (GUEDES e FERNANDES, 2012):

- Iniciativa, planejamento e análise da viabilidade do empreendimento: impacto dessa fase concentra-se sobre os meios tecnológicos que serão utilizados e no quanto estes podem afetar o meio ambiente. Nessa fase, é preciso pensar em mecanismos de racionalização, de padronização e de utilização de reciclagem;
- Definição do projeto; nesta fase, há uma tendência no investimento em materiais pré-fabricados, oriundos de reciclagem ou que possam ser reciclados. A melhor forma de utilizá-los deve ser indicada pelos projetistas de modo a garantir um manuseio flexível com visão em modificações futuras;
- Execução da construção: a maior preocupação dessa fase são as perdas, deve-se analisar se elas poderão ser reincorporadas, ou se de fato serão descartadas e como serão. É essencial

a verificação da qualidade da mão de obra, já que esta influencia significativamente no aumento ou redução das perdas.

- Utilização dos insumos: nesta fase o foco é na qualidade da construção civil, “minimização de defeitos e a redução de gastos”. Deve-se levar em consideração os seguintes pontos: quanto mais melhorias forem empregadas no que refere-se à qualidade da construção, menos manutenções corretivas serão necessárias; quanto mais flexíveis forem os projetos, mais eles permitirão modificações por meio de reutilização de componentes; e quanto maior for a vida útil física dos diferentes componentes e da estrutura dos edifícios, menos resíduos serão gerados.
- Demolição, fim da vida útil de uma construção: fase em que se torna necessário pensar em prolongamento da vida útil das construções e dos componentes que a agregam; pensar em fornecer incentivos para que sejam realizadas modernizações e não demolição; e para que as tecnologias de projeto, e de demolição, garantam uma desmontagem que providencie a reutilização dos componentes.

No DF, o gerenciamento pela redução da geração de resíduos sólidos segue a metodologia da responsabilidade compartilhada de Hendrix (GUEDES e FERNANDES, 2012, *apud* SINDUSCON-DF, 2004), em que várias instituições integram-se para que as fases do processo construtivo sejam ações interdependentes.

Dessa maneira, pode-se dizer que ao empregar o sistema integrado de gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, que envolve a redução, reutilização, reciclagem na fonte geradora e a eventual disposição final desses resíduos, influencia diretamente para a redução dos custos de produção, organização e limpeza dos canteiros de obras, diminuição da quantidade de recursos naturais empregados no processo produtivo, cumprimento às normativas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, entre outros (GUEDES e FERNANDES, 2012).

3.2 FORMAS DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A geração de resíduos em canteiros de obra tem como principal causa as perdas de materiais na execução que são resultados de retrabalhos, falta de planejamento, projetos não compatibilizados ou mal executados, entre outros. Essas perdas resultam nas sobras de materiais inutilizáveis ou

também nas “perdas incorporadas” que são resultantes de materiais utilizados sem necessidade ou para sanar erros de execução (BLUMENSCHEIN, 2004, *apud* GEHLEN, 2008).

Pinto (2000) relata que pesquisas brasileiras sobre a perda de materiais em processos construtivos apontam números significativos de cimento, cal, areia, concreto, argamassa, ferro, componentes de vedação e madeira. Sendo possível estimar que, a cada metro quadrado construído, 150 kg de resíduos sejam gerados, levando à remoção de dez caçambas de resíduos em qualquer construção de 250 m².

Segundo Angulo (2005), os RCD possuem duas fontes típicas de geração: a construção e a demolição. Sendo a manutenção, segundo Santos (2007), uma possível fonte de geração e suas perdas estão associadas a (INOJOSA, 2010):

- Correção de defeitos ou patologias;
- Substituição de componentes no fim da vida útil;
- Reformas ou modernização do edifício.

No Brasil, segundo Inojosa (2010), os maiores índices de geração de RCD estão na construção, o que é bem razoável já que a dimensão de uma obra de manutenção geralmente é bem menor que uma construção e quando o número de novos empreendimentos é bem maior que o de empreendimentos demolidos. Essa proporção reflete a realidade das construções do momento, porém, não foram encontrados dados mais recentes que os mencionados.

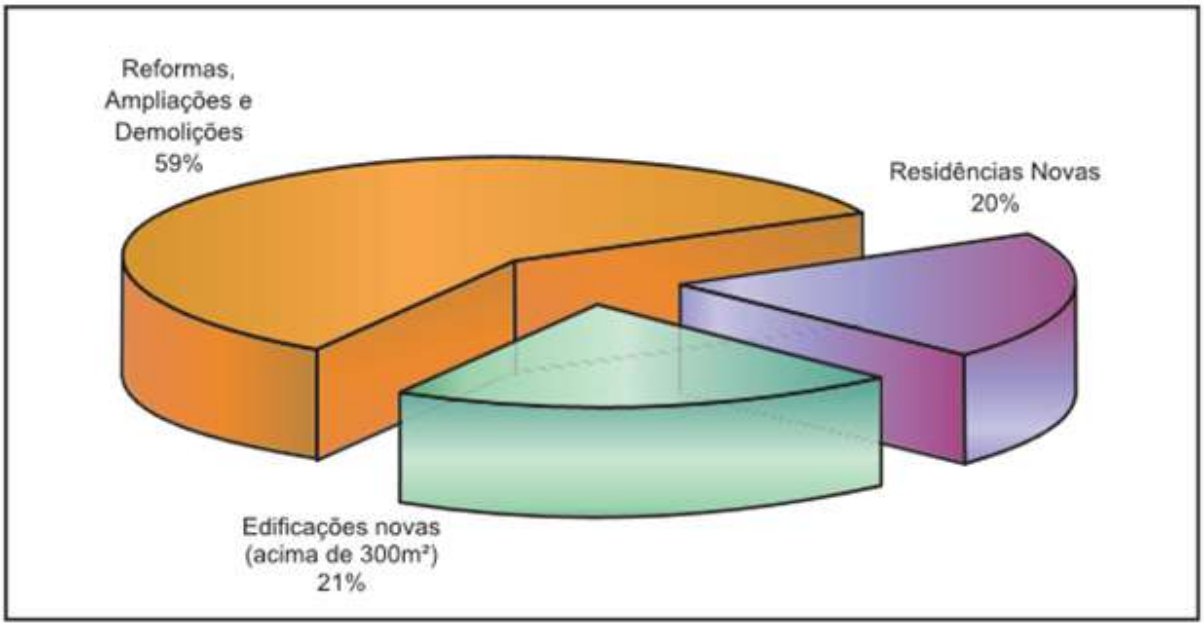

Figura 3.5 - Porcentagens de geração de RCD por tipo de empreendimento. (SENAI et al., 2005)

As perdas na etapa de construção podem estar relacionadas a diversos fatores como: falhas ou omissões na elaboração dos projetos; má qualidade dos materiais; acondicionamento impróprio dos materiais; má qualificação da equipe de funcionários; falta de técnica e equipamentos adequados; má administração do canteiro de obras; falta de acompanhamento técnico na produção; carência de informações e garantias em relação aos produtos e serviços do setor; ausência de textos com procedimentos e sistematização dos conhecimentos; falta de cultura de reutilização e reciclagem (INOJOSA, 2010, ROCHA, 2006).

As perdas, segundo sua natureza, podem ocorrer por superprodução, substituição, espera, transporte, ou no processamento em si, nos estoques, nos movimentos, pela elaboração de produtos defeituosos e outros, como roubo, vandalismo e acidentes. Segundo sua origem, devido ao próprio processo produtivo, assim como nos que o antecedem, como na fabricação de materiais, na preparação dos recursos humanos, nos projetos, no planejamento e suprimentos (KARPINSK *et al.*, 2009).

É considerada como perda a quantidade de material utilizada excessivamente em relação às especificações técnicas ou às especificações de projeto, podendo ficar incorporada ao serviço ou transformar-se em resíduo (KARPINSK *et al.*, 2009), ou ainda, todas as tarefas desnecessárias que elevam os custos sem adicionar valor ao produto, podendo ser eliminadas sem prejudicar o trabalho efetivo (SENAI *et al.*, 2005).

Seguem abaixo, dois segmentos de análise de perdas diferentes :

De acordo com Serpell (1993), os fatores que influenciam a produtividade e consequentemente acarretam desperdícios na execução são:

a) Deficiências de projeto e planejamento que dificultam a construtibilidade da obra e que, normalmente, são causados pela falta de detalhamento no projeto;
b) Ineficiência da gestão administrativa que enfatiza a correção dos problemas ao invés da prevenção dos mesmos. Isto ocorre devido ao pouco envolvimento dos administradores com o processo produtivo;
c) Métodos ultrapassados e/ou inadequados de trabalho que não observam as experiências advindas de projetos anteriores, o que ocasiona a repetição dos erros;
d) Pouca vinculação da obra com as atividades denominadas de apoio, como: compras, estoques e manutenção;
e) Problemas com os recursos humanos decorrentes da pouca especialização da mão-de-obra e alta taxa de turnover do setor;
f) Problemas com a segurança dos trabalhadores gerados, principalmente, pelo não fornecimento e/ou uso dos equipamentos de proteção individual ou coletivo;
g) Deficiências dos métodos utilizados para o controle de custos projetados e executados.

O conceito das sete perdas de Shingo (1981) adaptado para a construção civil, define as perdas como: perdas por superprodução, perdas por espera, perdas por transporte, perdas no processamento em si, perdas nos estoques, perdas no movimento e perdas pela elaboração de produtos defeituosos.

A geração de resíduos em uma obra não, necessariamente, se dá pelo desperdício ou má utilização de material, mas são em sua maioria consequência de um mau gerenciamento e planejamento. Alguns estudos desenvolvidos classificam as perdas em seis grupos (BLUMENSCHEIN, 2007):

- Perdas inevitáveis decorrentes de fatores climáticos;
- Perdas inerentes ao processo construtivo;
- Perdas agregadas resultantes de materiais aplicados para sanar incorreções ou incompatibilidade de projetos;
- Perdas de produtividade referentes ao uso indevido do tempo de trabalho;

- Perdas evitáveis decorrentes de desperdício.

O desperdício e a perda, a princípio, podem ser confundidos visto que parecem representar o mesmo produto, no entanto, um deriva do outro, e a perda só se concretiza realmente em desperdício quando não é absorvida durante a construção.

Logo, ao contrário do que a maioria das pessoas acredita, os desperdícios da Construção Civil não ocorrem apenas no momento da execução de uma obra e sim em decorrência de um processo formado de várias etapas e composto de diferentes empresas e pessoas. Escolhas mais apropriadas na fase de projeto podem facilitar a execução possivelmente diminuindo a geração. Diante disso, é necessário identificar e analisar as possíveis fontes de perda e a qual etapa do projeto ela pertence.

Para melhor compreensão, foi elaborado um fluxograma das formas de geração considerando todos os segmentos de análise anteriormente mencionados na figura 3.6.

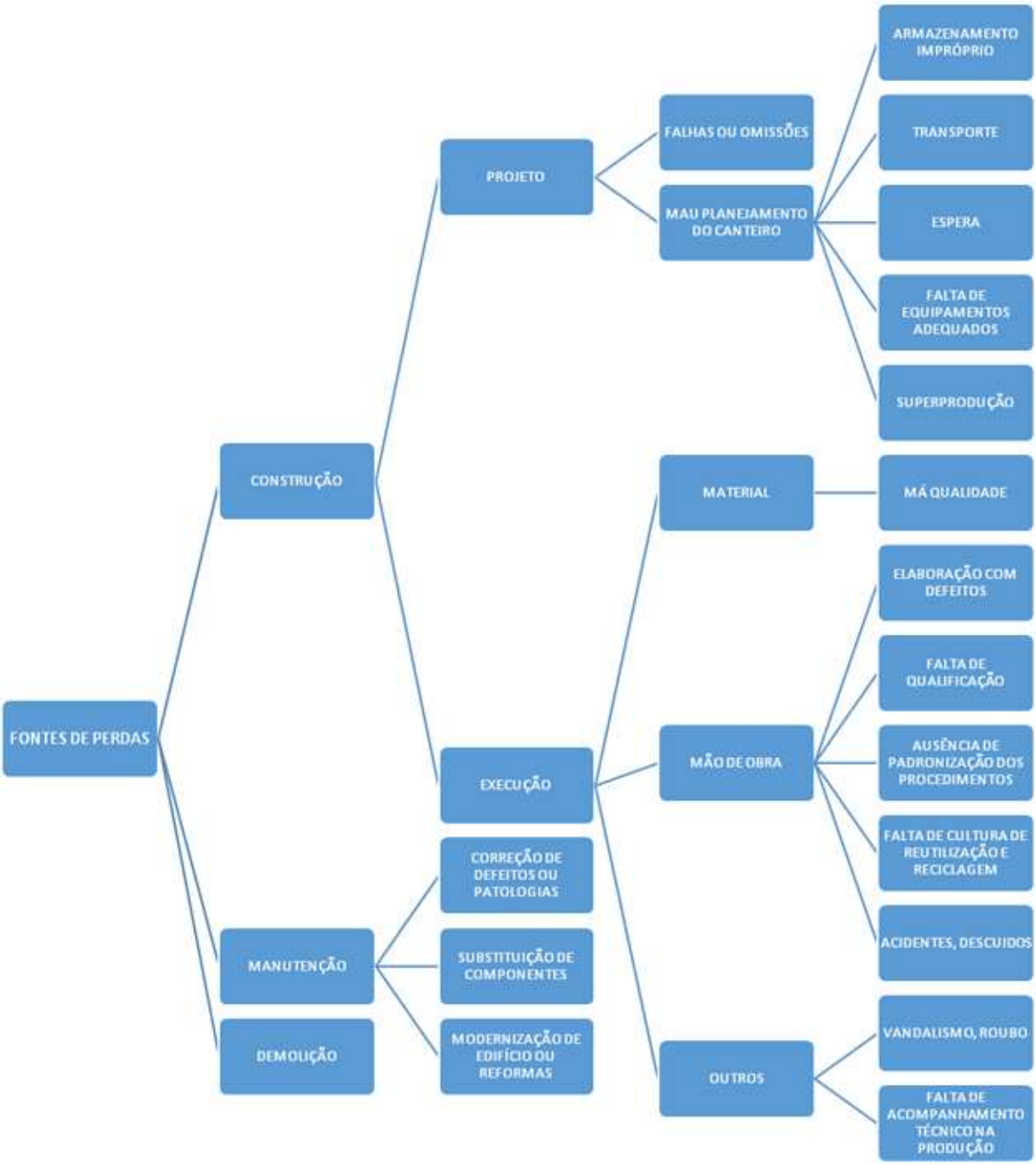

Figura 3.6 - Fontes de perdas na construção civil.

3.2.1. ANÁLISE DA GERAÇÃO DE RCD

Os RCD's apresentam diferentes composições conforme a sua origem: construção, manutenção/reforma e demolição.

A demolição tem como característica uma maior homogeneidade que pode dificultar a separação dos componentes para a reciclagem. Essa homogeneidade depende de fatores como técnicas de demolição, elementos desmontáveis e sistema construtivo . Além disso, são resíduos menos limpos, pois já foram submetidos a pinturas ou outras substâncias.

A reforma normalmente é composta pela demolição e construção, logo seus resíduos são parte homogêneos e parte heterogêneos. A heterogeneidade é característica das novas construções, pois a matéria prima ainda se encontra separada, ou seja, não foi manipulada para produzir nenhum produto, por isso o processo de separação se torna mais fácil e rápido.

É importante o conhecimento dos resíduos mais gerados segundo todas as origens da forma mais detalhada possível, isso proporciona uma visão macro facilitando a identificação dos pontos críticos de geração.

Não foi possível encontrar dados atuais referentes à porcentagem de resíduos correspondente a cada origem para o DF. Essa porcentagem apresenta alta variabilidade entre os estados e até entre cidades de um mesmo estado, isso ocorre devido a fatores específicos de cada área como idade das construções, área disponível para novas construções e renda da população.

No DF, especificamente, podemos observar áreas com todos os perfis, a Asa Sul é um exemplo do predomínio de reformas devido a sua idade, a falta de espaço para a construção de novos empreendimentos e ao poder aquisitivo da população que, de maneira geral, busca realizar as manutenções e modificações que desejam.

Já o Noroeste é o exemplo mais atual de um verdadeiro canteiro de obras, pois apresenta muito espaço disponível para diversas categorias de empreendimentos. É muito comum no DF a ocorrência de ocupações irregulares, elas são responsáveis pelas demolições que podemos observar mais frequentemente na Região Administrativa (RA) Vicente Pires.

- **Demolição**

As demolições devem ser seletivas, utilizando técnicas de beneficiamento para obter resíduos mais heterogêneos. A demolição seletiva consiste na desmontagem de componentes que serão diretamente reutilizados (telhas, esquadrias de portas e janelas, madeiramento de telhado, forro em placas, entre outros), sucedendo-se a demolição da obra por etapas: fundação, estrutura, alvenaria, etc.; concreto, metais, ferro, madeira, plásticos e gesso devem ser separados o máximo possível. Esse processo reduz contaminantes presentes nas frações a serem obtidas, contribuindo para uma melhor reciclagem dos RCD.

Existem empresas especializadas em realizar a demolição de maneira sustentável, procurando reciclar ao máximo e enviando os rejeitos para a destinação adequada. A facilidade na remoção e segregação dos materiais; e dos elementos estruturais e construtivos está diretamente ligada a construção e como ele foi realizada, ou seja, ao seu sistema construtivo e tecnologia implantados.

- **Reforma**

O resíduo decorre de vários fatores, especialmente ampliação ou modernização parcial ou total do edifício. Nas reformas, a redução da geração de resíduos depende da facilidade de desmontagem dos componentes do prédio, sendo isso função da concepção de projeto. Nas edificações comerciais, mais do que nos residenciais, é conveniente que os projetos sejam flexíveis para atender ampliações, remodelações, remanejamento interno do layout do ambiente e trânsito de equipamentos pesados ou volumosos a serem substituídos.

- **Construção**

O resíduo gerado durante a fase de construção é todo aquele material que não se incorpora à obra. O material que se incorpora à obra em excesso é um desperdício sem haver resíduo; por exemplo, um revestimento feito com espessura maior do que a prevista para corrigir defeitos de execução (alinhamento, prumo, etc.) de paredes de alvenaria.

É possível combater essas perdas sem grandes mudanças tecnológicas, bastando, adotar medidas práticas: elaborar projetos modulados para assentamento de alvenarias e colocação de elementos cerâmicos evitando corte das peças; supervisionar as modificações de projetos; utilizar materiais cujos resíduos sejam recicláveis; treinar a mão de obra; utilizar ferramentas e equipamentos apropriados, inclusive os de segurança; melhorar as condições de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro; aperfeiçoar mecanismos de controle de execução dos serviços; utilizar

elementos pré-fabricados de concreto e outros materiais; empregar concreto pré-misturado, de armadura pronta, de sistemas de formas metálicas ou mistas e escoramentos tubulares; prever passagem para instalação de dutos e tubulações embutidos; entre outras.

A redução de resíduos nas fases de manutenção e demolição será tanto maior quanto menor for o desperdício de material resultante do excesso de sua incorporação à obra na fase de construção.

3.3 ARCABOUÇO LEGAL

Visando auxiliar a compreensão da gestão de RCD no DF, as legislações relacionadas ao tema serão apresentadas abaixo.

- **Resolução do CONAMA 307/2002 (Brasil, 2002):** estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCD, disciplinando as ações necessárias de modo a minimizar os impactos ambientais.

De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 (Brasil, 2002), os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos oriundos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas e estradas, além dos resíduos resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos. Além disso, os geradores devem ter como objetivo principal a não geração, e secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Essa resolução tem como princípio a gestão baseada nos Municípios e no Distrito Federal. O gerenciamento deve ocorrer de forma integrada, por meio do Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

No Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil deverão constar as diretrizes técnicas e procedimentos para exercício das responsabilidades dos pequenos geradores e para os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil a serem elaborados pelos grandes geradores. Essas diretrizes e procedimentos devem estar em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza local.

A Resolução CONAMA 307/2002 (Brasil, 2002) não diferencia os pequenos e grandes geradores. Essa definição fica a cargo das administrações municipais e do Distrito Federal. No DF essa diferenciação foi estabelecida na Lei nº 4.704 de 2011 sendo considerado volumes até 1m³, pequenos geradores, e volumes superiores a 1m³, grandes geradores (CRUVINEL, 2016).

De acordo com a Resolução, o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deve ser realizado pelos grandes geradores com objetivo de estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos. Os planos devem considerar as seguintes etapas:

a) caracterização: etapa em que o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;
b) triagem: deve ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou nas áreas de destinação licenciadas, respeitando as classes de resíduos estabelecidas;
c) acondicionamento: o gerador deve garantir o armazenamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando condições de reutilização e de reciclagem;
d) transporte: deverá ser realizado de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
e) destinação: deverá ser feita de forma adequada para os diferentes tipos de classe de resíduos da construção civil.

- **Decreto nº 29.399, de 14 de Agosto de 2008 (Distrito Federal, 2008):** regulamenta a Lei nº 3.232, de 03 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a Política Distrital de Resíduos Sólidos. Por meio desse decreto foi aprovado o Plano Diretor de Resíduos Sólidos do Distrito Federal que deve ser implantado pelo órgão gestor de resíduos sólidos do DF.

O Plano Diretor de Resíduos Sólidos do Distrito Federal conta com certas diretrizes para sua implementação. Para resíduos da construção civil, é estabelecida a gestão por meio de uma rede de equipamentos adequados visando à reciclagem e o reaproveitamento destes materiais.

- **Decreto Nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010 (Brasil, 2008):** regulamenta a Lei nº 12,305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos reúne o conjunto de princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes, metas e ações adotados pelo Governo Federal com o intuito de promover a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos.

- **Lei nº 4.704, de 20 de Dezembro de 2011 (Distrito Federal, 2011):** dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos no DF. Estabelece critérios, procedimentos, ações, diretrizes para a gestão integrada de RCD no Distrito Federal.

A lei determina a distinção entre pequenos e grandes geradores no DF sendo considerado volumes de RCD até 1m³ pequenos geradores, e volumes superiores a 1m³, grandes geradores. Fica estabelecido ainda que os grandes geradores devem apresentar o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil para a liberação do alvará de construção.

Outro ponto importante é que fica instituído o Comitê Gestor do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - CORC/DF.

- **Decreto nº 33.825, de 8 de Agosto de 2012 (Distrito Federal, 2012):** institui o Comitê Gestor do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Volumosos do Distrito Federal – CORC/DF, conforme previsto na Lei 4.704 de 20 de dezembro de 2011.

O CORC/DF foi instituído dentro da estrutura organizacional da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Serviços Públicos - SINESP e possui as seguintes atribuições: aprovar seu regimento interno; aprovar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos - PGRCV depois de submetido a consultas e audiências públicas; monitorar, avaliar e coordenar os programas e ações previstas no PGRCV; regulamentar os procedimentos administrativos de licenciamento e cadastramento de transportadores; regulamentar o uso preferencial de agregados reciclados de RCD; fomentar pesquisas para o uso desses agregados; supervisionar o Sistema de Informações sobre a Gestão dos Resíduos da Construção Civil no DF, entre outras atribuições.

- **Resolução CONAM/DF nº 2, de 16 de outubro de 2012 (Distrito Federal, 2012):** institui o Licenciamento Ambiental Simplificado para as atividades de Áreas de Transbordo, Triagem e Reciclagem de RCD; Área para Aterro de Resíduos de Construção Civil (Inertes) e Centros de Triagem de Resíduos para Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis – CTR.

O licenciamento ambiental dessas áreas será concedido em uma licença única englobando a análise locacional, a fase de implantação e a fase de operação, sendo que o prazo da licença será de até cinco anos.

- **Lei nº 5.605, de 07 de Janeiro de 2016 (Distrito Federal, 2016):** dispõe sobre a utilização de agregados provenientes de resíduos reciclados nas obras de pavimentação ou com sistemas construtivos em concreto ou argamassa executadas ou contratadas pelo Poder Público no Distrito Federal.

De acordo com a lei, nessas obras devem ser utilizados, sempre que possível, agregados provenientes de resíduos reciclados, nas proporções tecnicamente adequadas. E a não utilização dos agregados deve ser justificada por parecer de engenheiro ou arquiteto habilitado que aponte a inviabilidade técnica ou econômica.

- **Lei nº 5.610, de 16 de Fevereiro de 2016 (Distrito Federal, 2016):** dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos e dá outras providências.

A lei disciplina o gerenciamento dos resíduos sólidos não perigosos e não inertes produzidos por grandes geradores. São considerados grande geradores pessoas físicas ou jurídicas que produzam resíduos em estabelecimentos de uso não residencial, cuja natureza ou composição sejam similares àquelas dos resíduos domiciliares e cujo volume diário de resíduos sólidos indiferenciados, por unidade autônoma, seja superior a 120 litros. A Lei também prevê o cadastramento dos grandes geradores junto ao SLU.

3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS

A indústria da construção impulsiona a economia devido a sua grande demanda de mão de obra, recursos naturais, matéria prima, recursos energéticos e outros, sendo reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social (PINTO e GONZÁLES, 2005).

A indústria da construção causa impactos ambientais através de todos os componentes da sua cadeia, desde a extração da matéria prima até a demolição. Os impactos não se restringem somente a geração de RCD, mas também ao consumo de água e energia, efluentes gerados das atividades

inerentes aos canteiros de obras, como a água da lavagem das betoneiras e sanitários, poluição sonora, contaminação dos solos, geração de poeira e poluição atmosférica (GEHLEN, 2008).

Dentre todos os danos causados, os RCD inspiram especial preocupação devido ao seu grande volume. A falta de locais adequados para destinação e a pequena porcentagem utilizada para reúso e reciclagem são reflexo da má administração dos governos que não oferecem opções e ferramentas para que a sociedade evolua nesse sentido e possa cumprir o que a legislação prevê.

De acordo com a Resolução CONAMA 307/2002 os geradores de resíduos da construção civil são os responsáveis pela retirada dos mesmos de dentro da obra e pela destinação adequada desses materiais. Na prática, segundo Cruvinel (2016), os geradores não possuem controle da destinação dos RCD após sua coleta, na maioria das empresas o serviço de coleta é terceirizado, ou seja, são contratadas empresas coletoras que, normalmente, disponibilizam caçambas para armazenamento e coleta. Mesmo assim, não é raro encontrar RCD despejados em terrenos baldios ou outros locais inadequados.

Segundo o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição de João Pessoa (2007, p.36) os problemas causados pelos RCD podem ser classificados em:

I. Problemas Ambientais:
   - Degradação, por aterramento, de correções hídricas como: rios, riachos, lagos e mananciais;
   - Desvios de rios, riachos, causando alagamentos e cheias;
   - Destruição de fauna e flora: poluição do ar, ocasionada por poeiras, deslizamentos de encostas e barreiras provocados por entulhos.

II. Problemas no trânsito:
   - Entulhos colocados de forma aleatória em estradas;
   - Acidentes com transeuntes e veículos por falta de sinalização adequada em obras públicas, onde os resíduos são colocados de forma irregular.

III. Problemas de drenagem Urbana:
   - Provocação de alagamentos em ruas e logradouros públicos por obstruções nas redes de drenagem e bocas de lobo;
   - Obstruções ou assoreamento em canais abertos.

IV. Problemas de Saúde Humana:

- Habitat para escorpiões, roedores e insetos, principalmente se misturados com lixo doméstico, causando sérias doenças ao ser humano;
- A poeira que pode desprender desses resíduos causa doenças pulmonares como gripes, resfriados, pneumonias, e doenças alérgicas como alergias, rinites, sinusites e outras.

V. Problemas Econômicos:

- Considerando o elevado peso específico do RCD, os custos de limpeza pública desse resíduo tornam-se bem maior do que o lixo doméstico;
- Considerando também que os custos de horas de máquinas "pesadas" são elevados, a Prefeitura Municipal gasta muito mais quando da limpeza de terrenos baldios;
- O desperdício na indústria da construção civil e demolição é muito grande;
- Aumento do custeio na fiscalização pelo município, com crescimento destes resíduos de forma desordenada;
- Aumento nos custo de operação no aterro sanitário;
- Diminuição da vida útil dos aterros sanitários;
- Consequências diretas no fluxo turístico e no bem estar da população pela agressão visual e estética na cidade;
- No Brasil, onde o déficit habitacional é elevado, dá-se o luxo de não aproveitar os materiais de construção para utilização de novas edificações (VIANA, 2009).

Segundo Blumenschein (2004), as diferentes etapas da cadeia produtiva da indústria da construção civil geram diferentes impactos ambientais e em diferentes intensidades, como pode ser visto na tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Impactos das atividades da cadeia produtiva da indústria da construção civil. (Adaptado de Blumenschein, 2004).

Atividades	Impactos Ambientais							
	Solo e lençol freático	Água superficial	Ar	Flora e Fauna	Paisagens	Barulho	Clima	Energia
Ocupação de terras								
Extração da matéria prima								
Processamento da matéria prima								
Transporte								
Processo construtivo								
Disposição de resíduos								

	Intensidade Baixa		Intensidade Média		Intensidade Alta

Levando em consideração a importância dos impactos causados, a industria da construção civil deve contribuir na busca de um desenvolvimento sustentável, considerando como relevante não só o tripé tempo, custo e qualidade, mas também os aspectos ambientais (BLUMENSCHEIN, 2004).

3.5 PANORAMA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO DISTRITO FEDERAL

O Distrito Federal é uma das 27 unidades federativas do Brasil, e atualmente, segundo dados do IBGE do censo 2010, sua população é estimada em 2.570.160 habitantes, sendo 2.482.210 vivendo em área urbana e apenas 87.950 em área rural.

O grande crescimento populacional do DF nas ultimas décadas vem gerando uma alta demanda por bens de consumo e moradias e, consequentemente, uma grande quantidade de resíduos que, em sua maioria, são depositados em locais impróprios sem licença ambiental ou irregulares. Portanto, a implementação de medidas que visem ao gerenciamento ambientalmente adequado desses resíduos é de suma importância para reduzir os impactos causados pelos resíduos sólidos urbanos no DF.

No Distrito Federal, o gerenciamento de RCD é realizado e acompanhado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil (SINDUSCON-DF) que assume um Plano Integrado de Gerenciamento de RCD com um conjunto de ações direcionadas aos seguintes objetivos: Destinação adequada dos grandes volumes; Preservação e controle das opções de aterro;

Disposição facilitada de pequenos volumes; Melhoria da limpeza e da paisagem urbana; Preservação ambiental; Incentivo às parcerias; Incentivo à presença de novos agentes de limpeza; Incentivo à redução de resíduos na fonte; Redução dos custos municipais (PINTO e GONZÁLES, 2005).

Segundo Blumenschein (2007), um Sistema Integrado de Gerenciamento de RCD envolve questões complexas no processo construtivo. Dentre essas questões podem-se citar: a necessidade de assegurar o cumprimento das legislações específicas, que definem e organizam as responsabilidades relativas à geração, coleta, transporte, acondicionamento e disposição final; dificuldades relativas ao processo construtivo, que envolve e depende de um grande número de agentes, conferem ao processo de produção características físicas e organizacionais intrínsecas que intensificam a geração de resíduos. E também pela cultura vigente que não se preocupa com a gestão de resíduos sólidos, seu destino e com a sua reutilização; dificuldades e complexidades inerentes à implantação de um Sistema Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que requerem a integração de diversos fatores. A falta de dados como: tipologia e quantidade de resíduos gerados, caracterização dos resíduos por regiões urbanas, identificação de agentes recicladores, entre outros, é mais um obstáculo a ser superado pelos responsáveis pelo gerenciamento de RCD.

De acordo com Pinto e Gonzáles (2005), as ações propostas devem seguir estas diretrizes básicas a fim de melhorar sua aplicação:

- Facilitar a ação correta dos agentes: criar instrumentos para que possam exercer suas responsabilidades dando aos resíduos gerados a destinação adequada;
- Disciplinar a ação dos agentes e os fluxos dos materiais: estabelecer normas que definam as responsabilidades e os fluxos de todos eles e dos materiais envolvidos;
- Incentivar a adoção dos novos procedimentos: adotar medidas que tornem ambiental, econômica e socialmente vantajosa a adoção de novas formas de gestão e de destinação por parte do conjunto dos agentes. São resultados desses incentivos a minimização da geração de resíduos, a reutilização e reciclagem dos materiais.

3.5.1 DISPOSIÇÃO FINAL DOS RCD NO DISTRITO FEDERAL

No Distrito Federal, desde a década de 60, os resíduos sólidos gerados são encaminhados para o Aterro Controlado do Jóquei, única área oficial para recebimento de RCD no DF (SLU, 2016). Apesar de ser caracterizado como um aterro controlado pelo SLU, as características da área ainda são de um lixão, e os resíduos são depositados diretamente no solo onde são compactados, sem nenhum tipo de impermeabilização do terreno (CRUVINEL, 2016). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017) essa área foi apontada pela Associação Internacional de Resíduos Sólidos (ISWA) como o maior lixão da América Latina e segundo maior do mundo.

O Aterro Controlado do Jóquei possui uma área de cerca de 200 hectares e tem sido considerado um grande foco de degradação ambiental principalmente pela sua localização limítrofe ao Parque Nacional de Brasília, importante área de preservação ambiental, e pelos impactos sobre os corpos hídricos, diante da possibilidade de contaminação das águas subterrâneas pelo chorume já que o aterro não possui impermeabilização do solo (SLU, 2016).

A área destinada à operação do Aterro Controlado do Jóquei é de propriedade da Terracap em processo de transição para o SLU. A oeste do aterro está o córrego Cabeceira do Valo e uma região de chácaras com pequenos produtores hortifrutigranjeiros. A norte e a leste, o aterro faz divisa com o Parque Nacional de Brasília (SLU, 2016).

Figura 3.7 - Vista aérea do Aterro Controlado do Jóquei - Brasília/DF (Google earth, 2017)

Atualmente, são despejados no aterro cerca de 1.800 toneladas/dia de resíduos sólidos urbanos (RSU) e 6.000 toneladas / dia de RCD (SLU, 2017). Assim, estes resíduos representam aproximadamente 77% dos resíduos sólidos recebidos diariamente no aterro, o que torna extremamente importante a preocupação com construções mais sustentáveis e com o gerenciamento adequado dos RCD.

Em janeiro de 2017 foi inaugurada a primeira etapa do Aterro Sanitário de Brasília, localizado entre Ceilândia e Samambaia. O aterro foi projetado com previsão de vida útil de 13 anos, podendo ser ampliada para 25, caso haja redução da geração de resíduos, melhoria da coleta seletiva e aumento da compostagem de orgânicos. A área conta com 760 mil m², das quais 320 mil m² são área de aterramento (Ministério do Meio Ambiente, 2017).

Com a inauguração do Aterro Sanitário de Brasília, o fechamento do Aterro Controlado do Jóquei encontra-se cada vez mais próximo. Porém a desativação completa só será feita após a inauguração de centros de triagem, e a implementação, pela iniciativa privada, de espaços para acomodar resíduos da construção civil.

O fechamento do aterro estava previsto para outubro de 2017, entretanto devido a falta de acordo com as cooperativas e associação de catadores que atuam na área, o fechamento foi adiado para 20 de janeiro de 2018. Após essa data, o Aterro Controlado do Jóquei servirá apenas como ponto de descarte de RCD, até que sejam licitadas empresas para o processamento desses resíduos (AGÊNCIA BRASILIA, 2017).

3.5.2 ÁREAS DE DEPOSIÇÃO IRREGULAR DE RCD

Estima-se que 50% dos resíduos sólidos de construção e demolição no Brasil são dispostos em locais irregulares na maioria dos centros urbanos de médio a grande porte (BLUMENSCHEIN, 2007).

Segundo Neto (2005), a deposição irregular de RCD ocorre por diversos motivos como a falta de fiscalização e controle do poder público, custo elevado devido à distância entre os locais de geração e depósito, falta de incentivo à triagem e beneficiamento dos RCD e falta de mercado para os RCD.

No Distrito Federal, a deposição irregular de RCD vem aumentando. Em 2008, a consultora I&T identificou cerca de 600 pontos de deposição irregular de resíduos. Já em 2015, segundo SLU, a AGEFIS identificou cerca de mil pontos de deposição irregular de resíduos, dos quais boa parte dos resíduos encontrados eram procedentes da construção civil (CRUVINEL, 2016).

A deposição irregular de RCD gera problemas como a proliferação de insetos e roedores, obstrução do sistema de drenagem urbana, contaminação do solo e de águas subterrâneas, desperdício de materiais recicláveis e consequentemente prejuízo a população e aos municípios (BLUMENSCHEIN, 2007).

3.6 A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM DE RCD

Com a elaboração de novas legislações a indústria da reciclagem de RCD no Brasil, que até então não tinha nenhum incentivo político ou financeiro, passou a ter uma iminente necessidade de organização em que fossem estabelecidas diretrizes e controle mínimos das poucas usinas existentes no país, pois a tendência é de crescimento.

Diante disso, foi idealizada a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), que iniciou suas operações no dia 09 de fevereiro de 2011 na cidade de São Paulo com a ideia de introduzir a questão no debate público e criar unidade das empresas recicladoras de entulho no país. A criação dessa associação veio a calhar, pois independente dos seus interesses financeiros ela traz referências, pesquisas e estudos que ajudam a consolidar esse novo ramo da reciclagem.

Segundo a mesma, a associação representa o que há de mais avançado e inteligente na gestão dos RCD no Brasil e se posiciona como representante do setor de reciclagem de entulho, no aperfeiçoamento de projetos, leis e programas visando reutilizar e reciclar o resíduo gerado.

Mais do que reciclar entulho, a motivação da empresa vem da possibilidade de trabalhar em consonâncias com as questões ambientais, de reduzir o impacto ambiental de produtos extraídos da natureza e de poder gerar mais postos de trabalho para a população carente.

A associação possui 32 associados, representa 7 estados, tendo mapeadas 350 usinas de reciclagem no país e mais de 1000 alunos formados em seus cursos de Gestão integrada de RCD e operação de usina de reciclagem de entulho.

Em parceria com a consultoria Obra Limpa, foi desenvolvido o Programa de Qualidade que tem como objetivo melhorar o desempenho das usinas de reciclagem de resíduos de construção do país que são associadas à ABRECON. Ele surgiu em função da necessidade que as usinas de reciclagem possuem de melhorar a qualidade dos produtos comercializados, de aumentar as alternativas de aplicação de agregados reciclados, ser reconhecidas pelo mercado e a elevação da produtividade de suas instalações, tornando-as assim mais eficientes. Como resultados, espera-se diminuir os custos de produção, melhorar a qualidade e aumentar as vendas.

Para avaliar o cenário real dessas usinas, a ABRECON realizou em 2013 e em 2014/2015 pesquisas setoriais com mais de 100 empresas do ramo revelando dados importantes desse setor, identificando ou não a presença de legislação nas regiões onde atuam as usinas, bem como a capacidade instalada, qualidade do resíduo, tipos de produtos fabricados, dificuldades e principais gargalos enfrentados pelo setor.

Essa pesquisa foi realizada por meio de um questionário e de acordo com a mesma, esse setor vai crescer nos próximos anos, o que gera boas oportunidades para as empresas prestadoras de serviço da área de equipamentos. “Hoje os Estados Unidos reciclam 140 milhões de toneladas dos resíduos de concreto, enquanto o Brasil sequer chega a 5% disso”, ressalta o presidente da ABRECON, Hewerton Bartoli. “Ou seja, o potencial de crescimento é enorme”, avalia.

Abaixo seguem alguns resultados da pesquisa:

- **Distribuição geográfica das usinas no país**

A figura 3.8 apresenta um panorama da concentração de usinas nos estados brasileiros. Ele foi feito segundo as 105 usinas que responderam ao questionário, todavia a ABRECON possui 350 usinas mapeadas e é de conhecimento que existem usinas na região norte e que não foram representadas aqui.

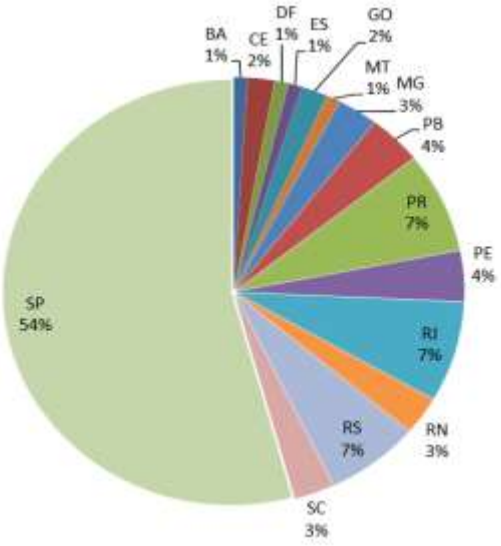

Figura 3.8 - Concentração de usinas por Estado brasileiro (ABRECON, 2016)

Como se pode observar, o Estado de São Paulo possui o maior número de usinas instaladas. Segundo Miranda et al. (2016) citado por ABRECON (2016), isso pode ser devido a maior atividade de construção civil que gera maior volume de RCD ou por outros fatores, como o preço mais elevado dos agregados naturais ou maior fiscalização quanto à destinação do RCD. Todavia, a representatividade do estado de SP caiu de 58% para 54%, enquanto houve um aumento de 3% para 7% no Estado do Rio de Janeiro comparado aos resultados de 2013.

- **Proporção entre usinas públicas e privadas**

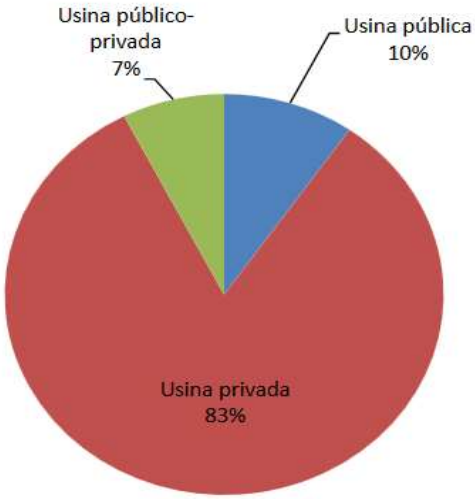

Figura 3.9- Percentual de usinas públicas e privadas (ABRECON, 2016)

A figura 3.9 evidencia a grande dificuldade que a administração pública tem em manter a atividade de suas usinas. Mesmo elas se mostrando atrativas devido à economia gerada em limpeza urbana e obtenção de agregados com preços reduzidos. Segundo Miranda *et al.* (2009) isso é consequência das dificuldades encontradas no gerenciamento e burocracia envolvidas nas verbas públicas, dificuldade de encontrar pessoal técnico preparado para operar a usina, demora na reposição de peças defeituosas ou desgastadas e possível perda de interesse da administração pública, principalmente quando há mudança de gestão.

- **Previsão de geração de RCD no país e estimativa de produção de agregados reciclados**

A figura 3.10 apresenta a distribuição das usinas em função de sua capacidade nominal de produção, onde se observa que a maioria das usinas brasileiras possui uma capacidade instalada de produção entre 5.000 e 10.000 m³/mês, ou seja, a maioria das usinas possuem britadores com capacidade nominal de produção entre 25 e 50 m³/h.

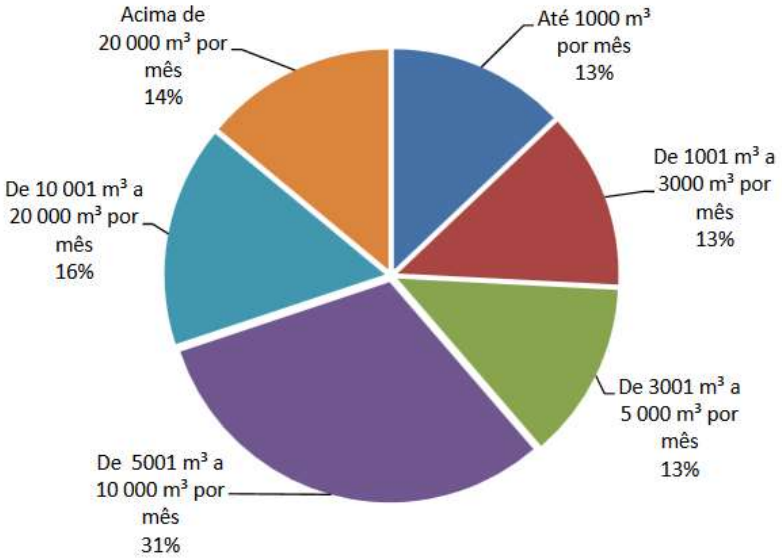

Figura 3.10 - Capacidade nominal de produção das usinas (ABRECON, 2016).

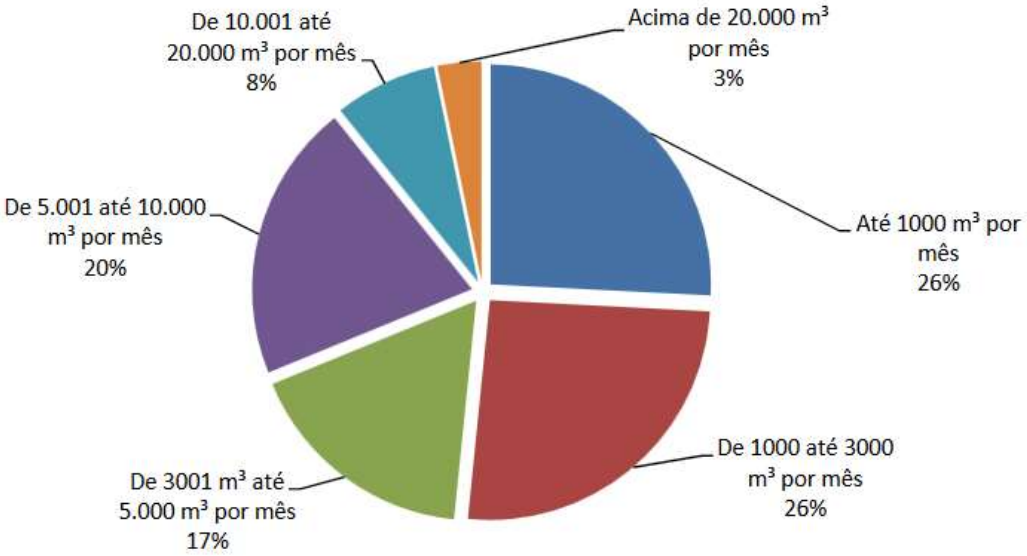

Figura 3.11 - Volume médio de agregado reciclado produzido por mês (ABRECON, 2016).

Mesmo com capacidade, com o gráfico acima é possível observar que o volume médio produzido por mês é bem inferior. Cerca de 52% das usinas do país produzem até 3000 m³/mês, 30% declararam ter capacidade nominal de produção superior a 10.000 m³/mês mas apenas 11% estão atingindo este nível de produção.

Segundo Miranda et al. (2016), isso ocorre por fatores como: paradas de produção (chuva, quebra de máquinas, pneu furado, etc.), falta de matéria-prima ou baixa saída de agregado reciclado. Além disso, algumas usinas são móveis e nem sempre estão em operação ou estão sendo utilizadas para produção de agregados reciclados. Podemos considerar ainda fatores como a desaceleração do mercado na região da usina, o cumprimento/descumprimento da lei pelas construtoras naquela região, o desconhecimento da usina por parte das mesmas, o custo do serviço, entre outros.

A porcentagem de RCD reciclado foi estimada considerando a produção média anual de RCD de 500 kg/hab, conforme Pinto (1999), um número de habitantes de 202.033.670 em 2014 conforme o IBGE e a massa unitária de RCD de 1200 kg/m³, chegando a uma previsão de geração anual de RCD seja de 84.180.696 m³.

Segundo ABRECON (2015), das 105 usinas entrevistadas, 93 apresentaram respostas relativas à produção atual e à capacidade máxima de produção (em função da capacidade de produção horária do britador). Os resultados indicam que estas 93 usinas juntas estão produzindo, em média, 431.500 m³ de agregados reciclados por mês, sendo que a capacidade máxima instalada é de 958.000 m³ por mês.

Com estes valores e considerando que eram conhecidas ao menos 310 usinas no país na época, a estimativa do percentual de RCD reciclado no país, considerando a produção atual e a produção em sua capacidade máxima segue na tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Estimativa de porcentagem de RCD reciclado no país (ABRECON, 2016)

	Produção atual		Capacidade máxima de produção	
Ano da pesquisa	2013	2014/2015	2013	2014/2015
Para 93 usinas	6%	6%	13%	14%
Proporcional para 310 usinas	19%	21%	42%	46%

- **Número de funcionários envolvidos na reciclagem de RCD**

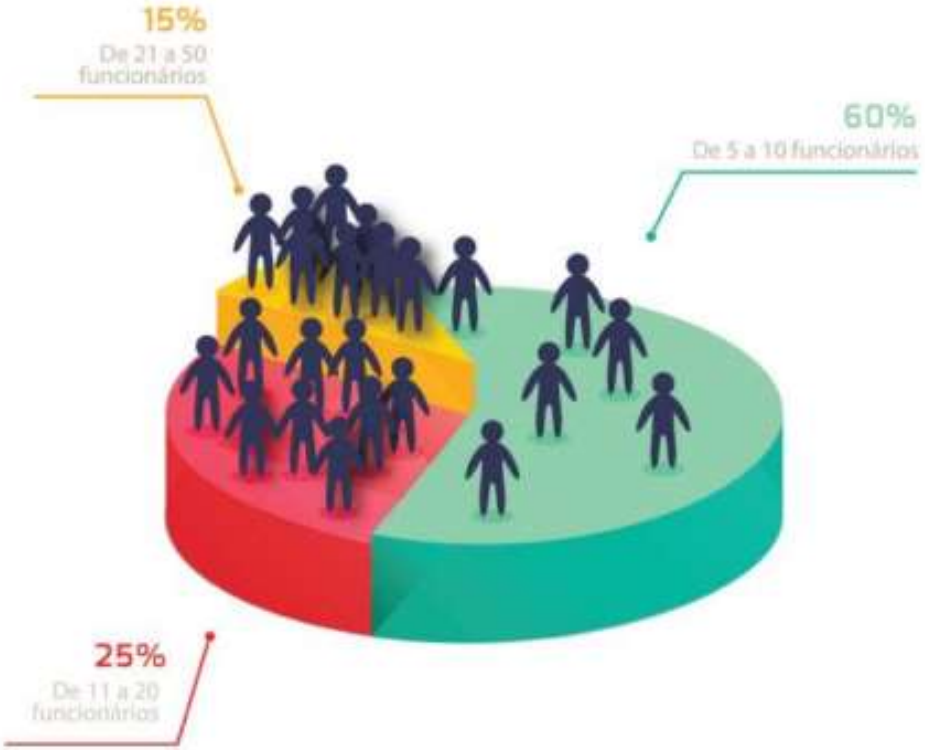

Figura 3.12 - Número de funcionários das usinas brasileiras (ABRECON, 2016).

Como pode-se observar, a grande maioria das empresas tem um número pequeno de funcionários demonstrando que não é necessária muita mão de obra para se manter o empreendimento. Normalmente as empresas com mais de 21 funcionários são oriundas de outras atividades e que resolveram expandir para essa área de reciclagem de RCD ou aterro de inertes como, por exemplo, pedreiras, transportadores de RCD, demolidoras, empresas de terraplenagem e construtoras (ABRECON, 2015).

Para empresas com atividades como as citadas acima, a expansão para a indústria de reciclagem de RCD, além de tratar do seu próprio resíduo evitando o gasto para que alguém o realizasse, ainda possibilita obter o retorno do investimento e posterior lucro com a prestação desse serviço para o público externo.

- Realização por parte das usinas de outras atividades correlatas à reciclagem (verticalização)

Figura 3.13 - Percentual de usinas que pertencem a algum grupo de empresa (ABRECON, 2016).

Mesmo podendo ser muito vantajoso esse tipo de investimento, a grande maioria das usinas não têm vínculo com nenhuma empresa. Uma alternativa para se manter a viabilidade operacional para esses casos seria a realização de parcerias entre as usinas e empresas com perfil de geração alto ou constante.

- **Número de habitantes no município**

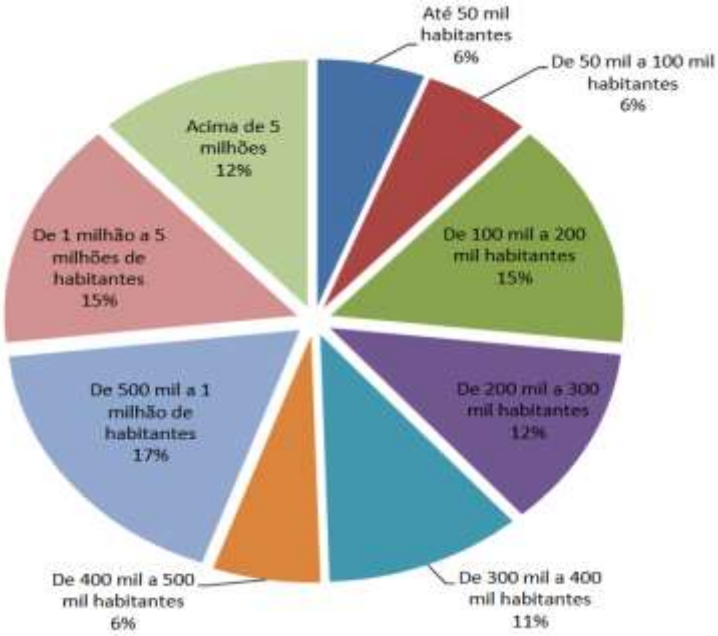

Figura 3.14 - Distribuição das usinas em função do número de habitantes nos municípios (ABRECON, 2016).

A pesquisa avaliou pela primeira vez a distribuição das usinas em função do número de habitantes do município. Pode-se observar que a maior parte das usinas está concentrada nas cidades de maior porte. Entretanto, a presença de 12% das usinas em cidades com menos de 100 mil habitantes indica que o negócio pode ser viável mesmo em cidades de pequeno porte (MIRANDA *et al*., 2016). Isso pode ocorrer pois em regiões de cidades pequenas, as mesmas são próximas e a usina consegue atender à região não sendo tão oneroso o custo do transporte a ponto de torná-la inviável.

- **Existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção no município e previsão de uso prioritário de agregados reciclados em obras de pavimentação**

Conforme apresentado na figura 3.15, somente 56% dos municípios possuem Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção implantado, o que pode ser considerado baixo considerando que tal exigência faz parte da Resolução CONAMA 307 desde 2002.

Figura 3.15 - Existência de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção nos municípios com atividade de reciclagem (ABRECON, 2016).

Por outro lado, dos municípios que implantaram o Plano de Gerenciamento de Resíduos, apenas 36% consideraram o uso prioritário de agregado reciclado em base e sub-base de pavimentos de obras públicas de pavimentação (base e sub-base) no PGRCC.

Figura 3.16 - Previsão de uso preferencial de agregados reciclados em obras públicas de pavimentação (base e sub-base) no PGRCC (ABRECON, 2016).

Pode-se observar na figura 3.16 que a maioria das empresas de reciclagem, aterro ou ATT estão instalados em municípios que possuem PGRCC, conforme Miranda *et al.* (2016), provando que medidas políticas eficientes aliadas ao incentivo do mercado são capazes de promover mudanças na sociedade.

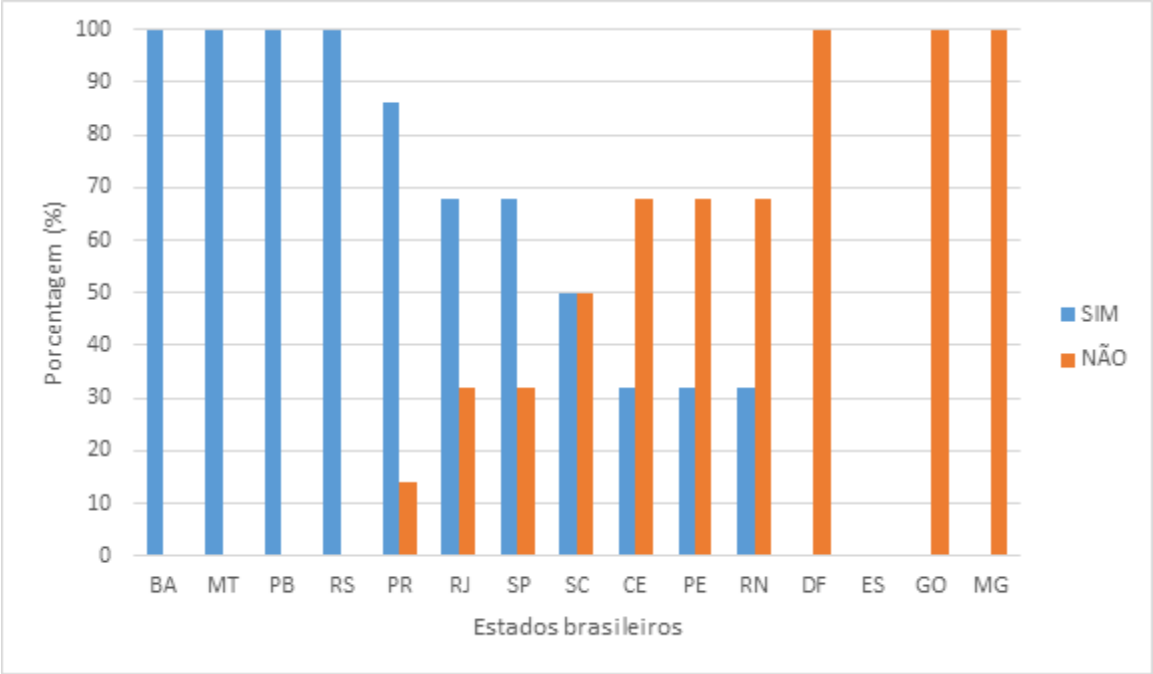

Figura 3.17 - Divisão por Estado brasileiro da presença de PGRCC em municípios que possuem atividades de reciclagem de RCD, aterro ou ATT (área de transbordo e triagem) (ABRECON, 2016).

Já a figura 3.18 demonstra a relação entre o número de habitantes dos municípios e a existência ou não de PGRCC dos mesmos, demonstrando que municípios maiores tendem a possuir PGRCC e os menores não, provavelmente devido a pouca infraestrutura dos mesmos.

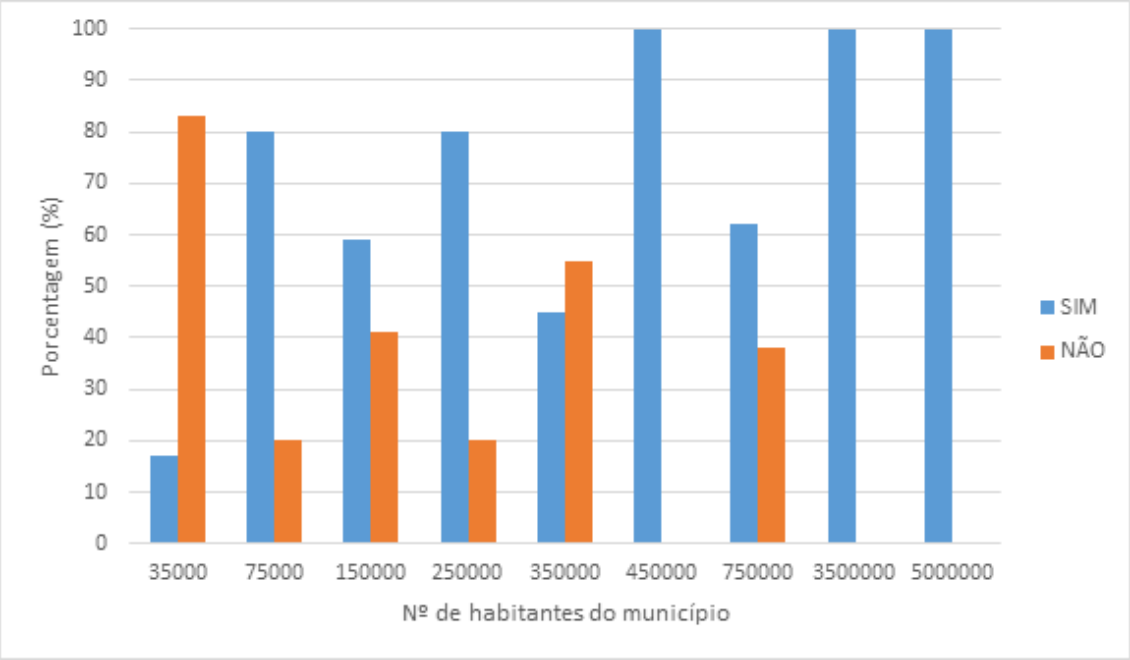

Figura 3.18 - Avaliação da presença PGRCC nos municípios brasileiros em função do número de habitantes (ABRECON, 2016).

- **Tipo de usina: Móvel ou Fixa**

As usinas de reciclagem são constituídas por equipamentos similares aos utilizados para produção de agregados naturais, normalmente derivados daqueles empregados na indústria mineradora. Essas usinas podem ser classificadas em função dos critérios e do rigor usados na eliminação dos contaminantes, podendo ser (GEHO *apud* CARNEIRO, A. P. *et al*., 2001):

- Usina de 1ª geração – necessita de elementos que possam eliminar metais (mais comuns no Brasil);
- Usina de 2ª geração – similar a anterior, mas contendo sistemas preliminares (mecânicosou manuais) de eliminação de contaminantes, como a limpeza e classificação do material, por via seca ou úmida;
- Usina de 3ª geração – visa à remoção praticamente integral de todos os materiais secundários, considerados como contaminantes do agregado reciclado.

As usinas podem ainda ser classificadas, segundo a possibilidade de movimentação, em fixas e móveis, sendo que as primeiras são mais indicadas quando se exige um maior controle do seu impacto ambiental, e as segundas são preferencialmente utilizadas em zonas onde a quantidade de material a reciclar, ainda que constante, não alcança grandes montantes. Elas ainda apresentam a flexibilidade de serem transportadas, de necessitarem de pouca mão de obra em campo e têm a vantagem de realizarem a reciclagem sem terem a obrigatoriedade de receber RCD e de conseguir mercado consumidor para o mesmo (MIRANDA *et al.*, 2016).

- **Qualidade do RCD que chega às usinas**

Foi avaliada a qualidade do RCD que chega às usinas, relativa à triagem no canteiro e a sua composição. Das 83 respostas obtidas na pesquisa, 52% consideram o material totalmente triado, enquanto 25% consideram parcialmente triado e 23% não triado (figura 3.19).

Figura 3.19 - Qualidade do RCD que chega às usinas (ABRECON, 2016).

Lembrando que os tipos de plantas de reciclagem e equipamentos a serem utilizados devem ser selecionados em função das características iniciais do entulho, do seu grau de processamento e do uso que se pretende dar ao material reciclado.

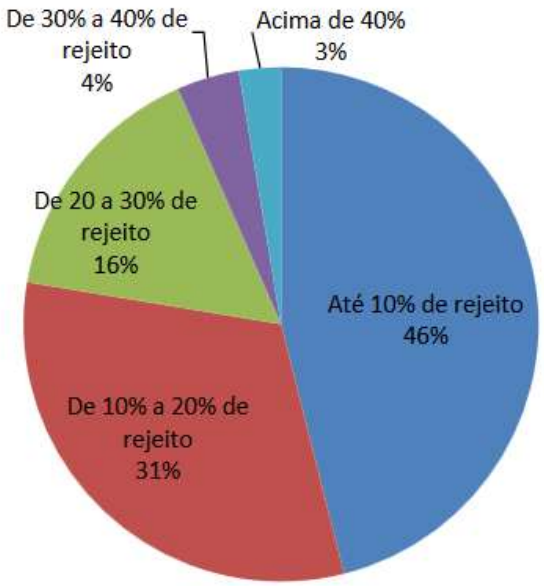

Figura 3.20 - Percentual de rejeito presente nos RCD que chegam às usinas (ABRECON, 2016).

Na figura 3.20 está o percentual de rejeito recebido pelas usinas. Os resultados tão expressivos indicam que ainda é possível e necessário melhorar muito esta etapa nos canteiros de obras.

Quanto à composição, a figura 3.21 indica que o material recebido pelas usinas é predominantemente misto, composto das frações cinza e vermelho misturadas (concreto, cerâmica, argamassas, etc.), mostrando a importância de serem desenvolvidas tecnologias e políticas públicas para uso prioritário deste material.

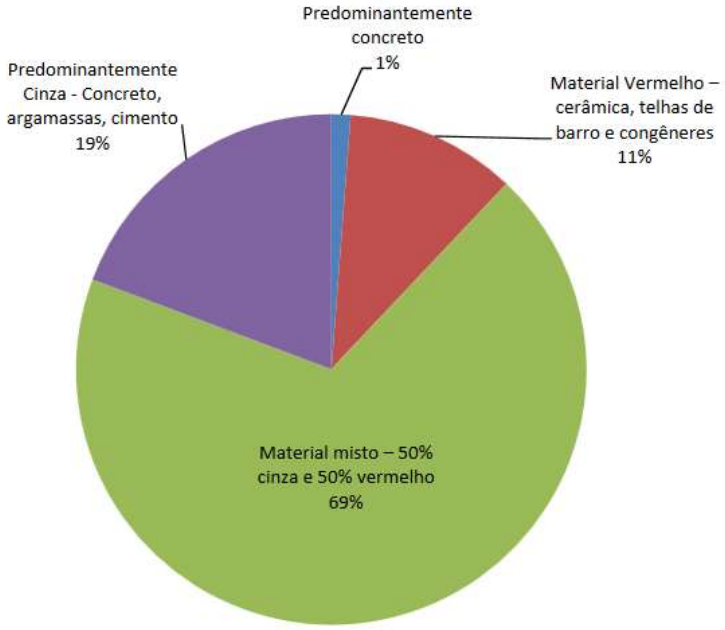

Figura 3.21 - Composição dos RCD que chegam às usinas (ABRECON, 2016).

- **Frequência de realização de ensaios técnicos dos produtos**

É importante que as usinas realizem ensaios técnicos, pois somente através deles se poder avaliar qualitativamente o material reciclado, definir corretamente a aplicabilidade do mesmo e garantir que sejam atendidas às exigências do consumidor. Assim sendo, se a pretensão for de usar o material reciclado na fabricação de concreto estrutural, o processo de reciclagem deverá ser mais rigoroso, para permitir a produção de um agregado com menor quantidade de contaminantes; caso se destine à execução de camadas de pavimentação, não haveria tanta preocupação com o rigor do processo de produção do mesmo, portanto o controle tecnológico e os ensaios são indispensáveis na cadeia produtiva.

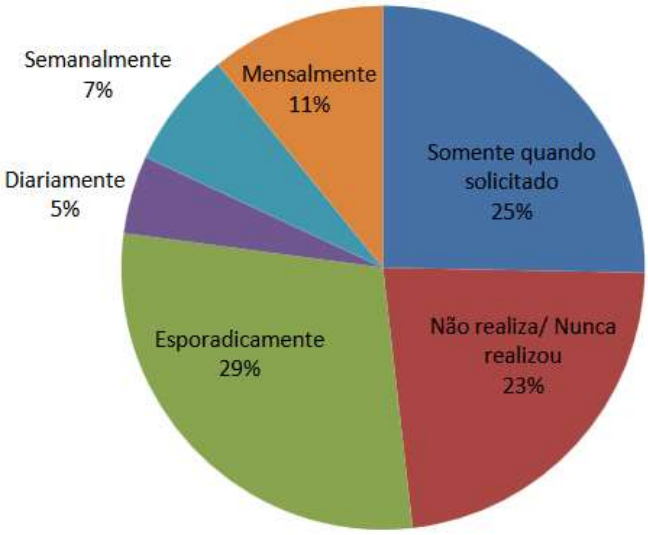

Figura 3.22 - Frequência de realização de ensaios técnicos nos produtos (ABRECON, 2016).

É possível observar que praticamente a metade das usinas nunca realizou ensaios ou o fez somente quando solicitado e que somente 25% fazem ensaios com certa frequência.

Segundo Miranda *et al.* (2016), comparando-se agora as usinas que fazem controle tecnológico mensal ou semanalmente (14 ao todo) com suas respectivas capacidades de produção de agregados reciclados, tem-se que a maioria delas são usinas com capacidade de produção superior a 5000 m³/mês (figura 3.22).

Um dos possíveis motivos para o percentual tão baixo de ensaios pode ser devido ao tamanho da usina, pois para usinas de menor porte um controle tecnológico rotineiro pode onerar seu faturamento, sendo necessário desenvolver meios para que o custo não seja motivo para que as mesmas deixem de controlar a qualidade de seus produtos.

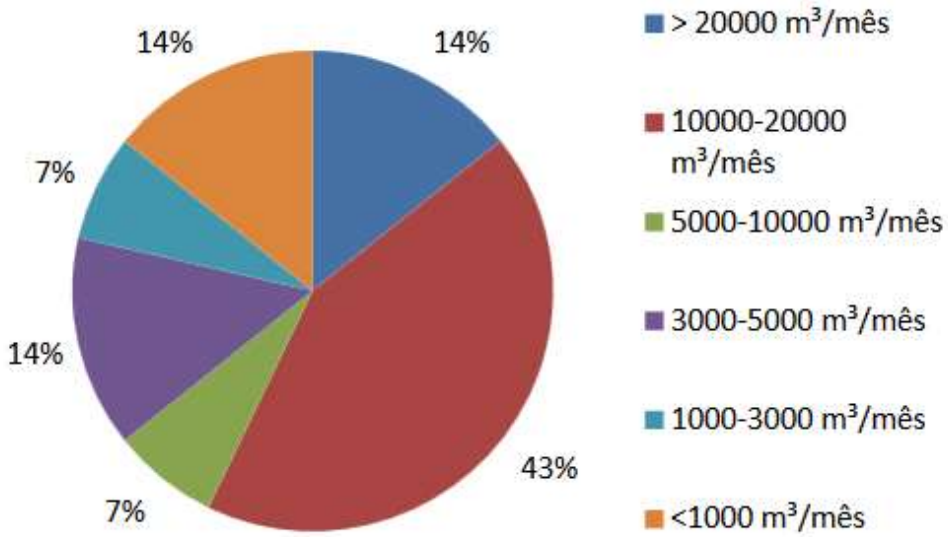

Figura 3.23 - Controle tecnológico mensal ou semanal dos agregados x capacidade de produção da usina (ABRECON, 2016).

- **Principais clientes consumidores de agregados reciclados**

A figura 3.24 indica a distribuição dos clientes de agregados reciclados, indicando que as construtoras e os órgãos públicos são os principais consumidores do material.

Figura 3.24 - Principais clientes de agregados reciclados (ABRECON, 2016).

- **Preço médio cobrado para recebimento de RCD e de venda dos agregados**

Na figura 3.25 abaixo está a distribuição percentual dos valores cobrados pelas usinas e aterros para receberem RCD. Segundo Miranda *et al.* (2016), em geral, o valor ainda é muito baixo, principalmente se comparado aos valores cobrados em usinas europeias. Cerca de 48% das usinas cobram valores inferiores a R$15,00/m³, sendo que o valor mais praticado está entre R$5,00 e R$10,00 por m³.

Valores tão baixos como esses refletem a desvalorização do mercado para com os reciclados de RCD. Um aumento do preço só desestimularia ainda mais os consumidores que poderiam preferir comprar o agregado natural. Portanto, é evidente a necessidade de se estabelecer metas mínimas de consumo para obras e garantir o cumprimento através de legislações pertinentes e até de incentivos fiscais de forma que a demanda aumente promovendo a elevação do preço por reduzir a oferta. Com um preço justo e incentivo do mercado os geradores que não cumpriam com o estabelecido terão motivação para fazê-lo aumentando também a oferta e assim o mercado se mantém equilibrado.

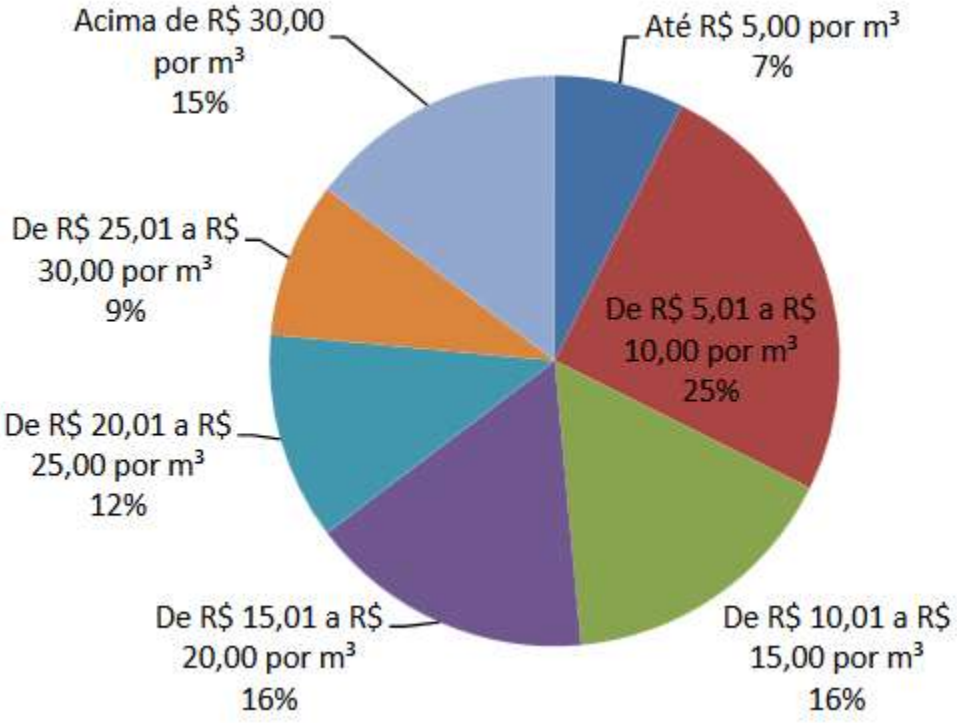

Figura 3.25 - Valor cobrado para recebimento de RCD nas usinas (ABRECON, 2016).

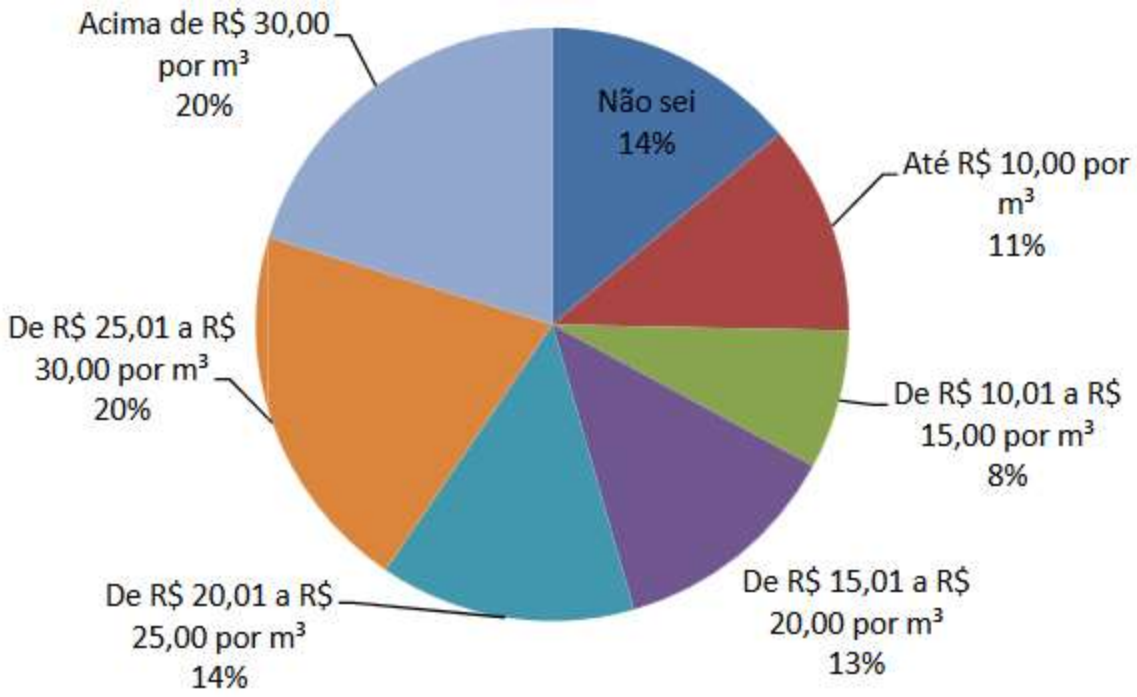

Figura 3.26 - Preço de venda dos agregados reciclados (ABRECON, 2016).

Os valores de venda dos resíduos reciclados se mostram muito vantajosos em relação ao custo do agregado natural.

- **Situação do setor**

A figura 3.27 indica as principais causas para a dificuldade de venda do agregado reciclado, dentre elas as mais citadas são a inexistência de legislação que incentive o consumo (31%), a elevada carga tributária (26%) e a falta de conhecimento do mercado (26%).

De fato, é possível e necessário melhorar muito estes aspectos. Como já citado anteriormente, como opções temos incentivos fiscais, determinação de consumo mínimo mais rígida através de decretos e leis, maior fiscalização do destino do RCD em pequenas e grandes obras. Existem decretos em vários municípios do país que especificam o uso prioritário de agregados reciclados. Porém, na maior parte das cidades tal decreto não tem sido respeitado.

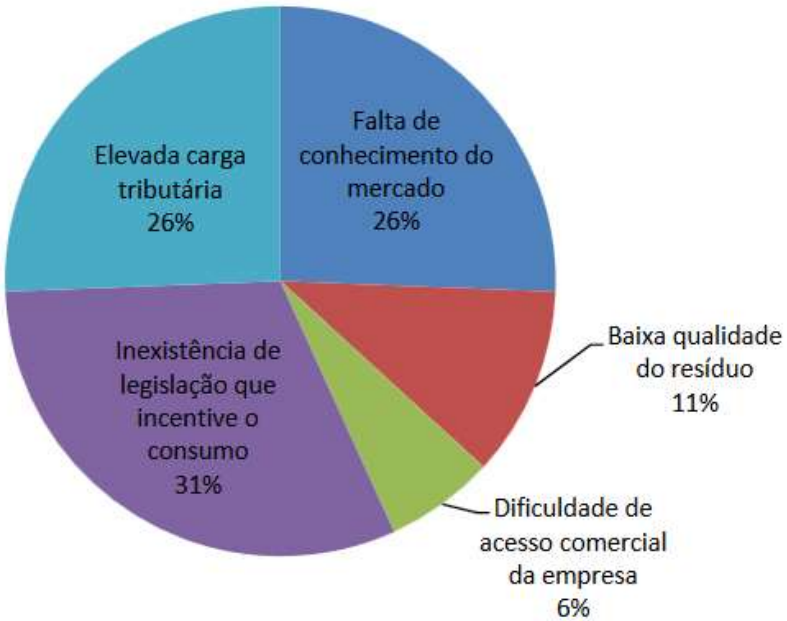

Figura 3.27 - Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclados (ABRECON, 2016).

3.6.1 EMPRESAS DE RECICLAGEM NO DF

- Aterro sanitário Ouro Verde

Segundo a mesma, o Aterro Sanitário Ouro Verde é uma empresa com capital 100% privado, que atua na região do Distrito Federal e Entorno, proporcionando o tratamento adequado dos resíduos sólidos de forma sustentável a fim de minimizar o impacto no meio ambiente e possibilitar a reutilização dos materiais recicláveis para outros fins. Seu compromisso é reaproveitar os resíduos e gerar desenvolvimento e renda com a destinação apropriada do resíduo.

Localizado na cidade de Padre Bernardo-GO, próximo à Brazlândia-DF, o empreendimento ocupa uma área de 380 mil metros quadrados e possui atualmente quatro células licenciadas com capacidade para atender 1.200 toneladas de resíduos por dia. A empresa se preocupa com a educação ambiental da população e desde o início do ano vem desenvolvendo o programa Portas Abertas, que leva estudantes das escolas e universidades para conhecerem a estrutura e modelo de operação sustentável do aterro sanitário.

Dentro do programa Portas Abertas foi desenvolvido o Espaço Cultural Sustentável Ouro Verde, que fica no próprio aterro. Com uma estrutura que tem capacidade para receber até 60 pessoas,

onde são oferecidas palestras para clientes e universitários; e para crianças são desenvolvidas atividades de educação interativa. Isso, com o objetivo de oferecer conhecimento e conscientização à respeito do assunto, além de também divulgar a estrutura e modelo de operação sustentável do aterro através da interação com o processo de reciclagem.

Como garantia de excelência de serviço prestado, a empresa fornece via e-mail uma cópia do ticket de serviços da pesagem dos resíduos, e acompanha na Nota Fiscal o relatório de pesagens e o Certificado de Destinação Final dos Resíduos. A empresa ainda realiza análises periódicas de solo, água e efluentes (chorume, entre outros) para garantir que não ocorra contaminação.

O Aterro Sanitário Ouro Verde trabalha para dar soluções ao gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelo comércio e indústria, gerando uma melhoria nos índices de saneamento e na preservação do meio ambiente. Desta forma contribui para a melhora efetiva da qualidade de vida da população do Distrito Federal e seu Entorno, bem como das futuras gerações.

- Lunardi Demolições

A Lunardi Demolição oferece os serviços de demolição, escavação, terraplanagem, compactação e demolição e compra. Segundo a mesma, seu compromisso em primeiro lugar é com o meio ambiente, onde são aproveitados por meio de revenda e fabricação de móveis 90% dos produtos da demolição, e o restante tem destino ecologicamente correto.

- Areia Bela Vista

Localizada em Sobradinho-DF, a empresa Areia Bela Vista, conforme informações próprias, tem como missão o fornecimento de areia e brita de alta qualidade e eficiência na entrega, executando os serviços com frota própria e profissionais capacitados. Ela oferece outros serviços também como demolições, terraplanagem e locação de maquinário.

Preocupada com a questão ambiental, se adaptou a necessidade da Sustentabilidade, atuando em Brasília, também no ramo de reciclagem de Resíduos Sólidos (Classe A). A partir do processo de Logística Reversa, a Fornecedora de Areia Bela Vista vem atendendo grandes construtoras preocupadas com a questão ambiental. A Logística Reversa seria o retorno do material inerte para obra em forma de agregado (areia e brita).

Segundo informações do site, os agregados produzidos de RCD são:

- Brita Nº 0 Reciclada: Utilização em concreto, base e sub-base de pavimentação e estacionamentos. (Para fins não estruturais);
- Brita Nº 1 Reciclada: Utilização em concreto, base e sub-base de pavimentação e estacionamentos. (Para fins não estruturais);
- Pedra Marroada Reciclada: Utilização em fabricação de concreto, enchimento de gabiões e construção de obras em pedras. (Para fins não estruturais).

São produzidas ainda Areia Lavada Reciclada Fina, Média e Grossa.

- Só Entulhos

A Só Entulhos é uma empresa de locação de caçamba para remoção de entulhos e resíduos de obra. Por questões ambientais e sociais buscou parcerias com cooperativas, associações, Sebrae-DF e construtoras existentes no Distrito Federal. Essas parcerias foram criadas com a finalidade de se adequar e melhorar os serviços prestados, buscando novos projetos para reciclagem de resíduos sólidos. A empresa investiu em rastreamento de frota, seguro contra terceiro, equipamentos diversos e veículos de ponta. Essa estrutura passa uma segurança para o cliente, o rastreamento possibilita a localização do descarte de resíduos coletados nos canteiros de obra, o seguro cobre danos materiais, corporais e morais.

A Só Entulhos, juntamente com Ascoles e Coopercoleta Ambiental, vem buscando ideais em comum, implantar no Distrito Federal, projetos de reciclagem de entulhos em canteiros de obras e de inclusão. O projeto visa garantir a correta e destinação de mais de 4.000 (Quatro mil) toneladas de entulhos coletados diariamente, essa quantidade de resíduos, se reciclados, gerariam um enorme volume de materiais, que empregados na construção civil, possibilitaria a cada dia de trabalho, material para construção de 400 (quatrocentas) casas populares, cada uma delas com 02 quartos, sala, cozinha, banheiro e área de serviço. Com essa perspectiva, podemos admitir que, ao longo dos últimos anos, desperdiçaram-se recursos naturais suficientes para construção de moradias para mais de 1.000.000 (um milhão) de famílias.

Buscando a concretização desse projeto de reciclagem de entulhos, foi adquirida em 2005, uma usina de reciclagem, instalada na região do Sobradinho. No entanto, para implantação do projeto de reciclagem de resíduos, seriam necessárias pelo menos 04 (quatro) ATTAS – Áreas de Transbordos e Triagem de Resíduos, as quais devem ser distribuídas ao longo da malha urbana do DF. Tais áreas já foram oficialmente requeridas ao GDF, desde 2005.

3.6.2. APLICABILIDADE DO RCD RECICLADO

O RCD serve de matéria-prima para agregados de ótima qualidade, que podem ser utilizados em diversos processos construtivos, podemos citar como exemplos a confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de assentamento e revestimento, camadas de base e sub-base, pavimentos, coberturas primárias de vias, fabricação de concretos, camadas drenantes, dentre tantos outros.

O grande problema se encontra no fato de não haver normas regularizadoras tanto para a produção do material reciclado quanto para sua utilização. Essa dificuldade se deve, em parte, pela grande variabilidade da composição e pela dificuldade de segregação de alguns resíduos contaminando o mesmo. Dessa forma muitos agregados, que são o maior volume de RCD reciclados, são muitas vezes subutilizados sendo empregados inadequadamente.

Segundo Brasileiro e Matos (2015), em algumas cidades brasileiras a reciclagem dos RCD já se tornou realidade. Na cidade de São Paulo desde a década de 1990 os RCD são reciclados; com uso do entulho para a pavimentação de ruas, e também agregados do concreto. Em Belo Horizonte os resíduos reciclados são utilizados como base de pavimentação e também na produção de argamassas.

A forma mais simples de reciclagem do entulho é a sua utilização em pavimentação (base, sub-base ou revestimento primário) na forma de brita corrida ou ainda em misturas do resíduo com solo. Isso porque (ABRECON, 2017):

- é forma de reciclagem que exige menor utilização de tecnologia o que implica menor custo do processo;
- permite a utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;

- maior eficiência do resíduo quando adicionado aos solos saprolíticos em relação a mesma adição feita com brita. Enquanto a adição de 20% de entulho reciclado ao solo saprolítico gera um aumento de 100% do CBR, nas adições de brita natural o aumento do CBR só é perceptível com dosagens a partir de 40%.

Ainda conforme a ABRECON (2017), existem as possibilidades de uso de agregado para argamassas e concretos que apresentam as seguintes características:

- Utilização como agregado para a confecção de argamassas

Após ser processado por equipamentos denominados "argamasseiras", que moem o entulho, na própria obra, em granulometrias semelhantes às da areia, ele pode ser utilizado como agregado para argamassas de assentamento e revestimento.

  - utilizado do resíduo no local gerador, o que elimina custos com transporte;
  - efeito pozolânico apresentado pelo entulho moído;
  - redução no consumo do cimento e da cal; e
  - ganho na resistência a compressão das argamassas.

- Utilização como agregado para a confecção de concretos

O entulho processado pelas usinas de reciclagem pode ser utilizado como agregado para concreto não estrutural, a partir da substituição dos agregados convencionais (areia e brita).

Vantagens

- utilização de todos os componentes minerais do entulho (tijolos, argamassas, materiais cerâmicos, areia, pedras, etc.), sem a necessidade de separação de nenhum deles;
- economia de energia no processo de moagem do entulho (em relação à sua utilização em argamassas), uma vez que, usando-o no concreto, parte do material permanece em granulometrias graúdas;
- possibilidade de utilização de uma maior parcela do entulho produzido, como o proveniente de demolições e de pequenas obras que não suportam o investimento em equipamentos de moagem/ trituração;
- possibilidade de melhorias no desempenho do concreto em relação aos agregados convencionais, quando se utiliza baixo consumo de cimento;

Tabela 3.5 - Resumo dos usos do material produzido conforme o RCD.

Produto	Resíduos	Uso
Agregado - Reciclado	Concreto	Cascalhamento de estradas
		Preenchimento de vazios em construções
		Preenchimento de valas de instalações
		Reforço de aterros (taludes)
Areia – Reciclada	RCD	Agregado para argamassas
		Concreto sem função estrutural
Brita - Reciclada	RCD	Base e sub-base ou revestimento primário
		Concreto sem função estrutural

3.7 CONSTRUÇÃO RACIONALIZADA E A GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A racionalização é uma ferramenta que minimiza os desperdícios e a geração de resíduos, pelo do cumprimento de procedimentos e métodos que otimizam a gestão de recursos materiais e humanos. É na concepção das idéias de um empreendimento que devemos dar início a racionalização, pois é nesta etapa que são feitos os planejamentos, desenvolvidos os projetos e definidas as especificações, sistemas construtivos e tecnologias utilizadas. Uma vez definidas estas variáveis, a racionalização deve continuar durante a construção, manutenção e uso do empreendimento para um bom resultado (CASTRO, 2012).

A racionalização é importante para a redução da geração de resíduos e deve partir do projeto, gerando uma economia efetiva na obra. Ela abrange não só processos, mas também a metodologia de construção, projetos, técnicas novas de edificação, a mecanização e a manutenção de padrão (GERAB e KEHDI, 2003).

Segundo Blumenschein (2007), a escolha adequada de tecnologias é fundamental no processo, já que influenciará na geração maior ou menor de perdas. Como, por exemplo, o uso de elementos pré-fabricados geram menor porcentagem de perdas que os blocos cerâmicos em alvenarias sem estudo de modulação, ou o embutimento de instalações na alvenaria após a execução do emboço, por meio de corte, que sem planejamento e projeto prévios propicia maior geração de perdas pela

passagem de instalações pelo interior de blocos projetados especialmente para este fim, ou mesmo, o projeto detalhado de alvenaria, onde se pode projetar o trecho que será cortado diferentemente dos demais proporcionará minimização das perdas.

Ainda segundo Blumenschein (2007), é recomendável a utilização de um sistema construtivo que permita ampliações e outras modificações em vez de soluções fechadas sem possibilidade de futuras intervenções ou como última alternativa de intervenção a demolição, visto que é muito frequente o usuário querer modificar a sua edificação.

É importante desmistificar a idéia que para que aconteça a racionalização dos processos é necessário um grande investimento financeiro por parte da organização, com a introdução de novas tecnologias construtivas ou implementação de novos equipamentos no canteiro. A racionalização muitas vezes acontece com ações simples, com pequenas alterações na rotina de trabalho dos operários que produzirão melhorias do processo construtivo, economia de tempo, material e mão-de-obra, além de se evitar muitas vezes, a geração de resíduos (SENAI *et al.*, 2005).

3.7.1 SISTEMAS CONSTRUTIVOS

Os sistemas construtivos estabelecem um sistema de produção com conjuntos de processos cujo produto final será a edificação. São formados por um conjunto de normas e especificações voltadas para a execução completa ou parcial de um determinado serviço, ou seja, são metodologias executivas.

A metodologia mais usada em um país, ou em uma região, é determinada por fatores como disponibilidade de matéria prima, mão de obra qualificada para execução, tecnologia da construção, fatores culturais dentre outros. Essa metodologia evolui com as inovações tecnológicas através do desenvolvimento de novas técnicas e materiais, dando origem a novos sistemas construtivos. A necessidade da criação de novas formas de construir tem origem na busca pelo maior lucro, ou seja, uma execução mais rápida e sem desperdícios de materiais e mão de obra. Os sistemas construtivos podem ser subdivididos basicamente em tradicionais, convencionais e racionalizados.

- Sistemas construtivos tradicionais: A execução é através de métodos e processos empíricos, intuitivos, com materiais locais, ex: alvenaria de taipa e solo-cimento e estrutura de madeira;
- Sistemas construtivos convencionais: A execução é por meio de métodos e processos parcialmente normalizados, com componentes padronizados como tijolos, blocos cerâmicos, caracterizam-se pela produção manual, ex: estrutura de concreto armado e de concreto;
- Sistemas racionalizados: A execução é por meio de métodos e processos sistemáticos de organização, visando eliminar o desperdício de material, diminuir o custo e o prazo de execução, simplificar as etapas construtivas e melhorar a qualidade do sistema, ex:pré-moldados, pré-fabricados, still frames, estrutura metálica.

O sistema predominante, principalmente nas obras no Brasil, é o convencional, contudo, é possível encontrar ainda os três sistemas. Por ser um país de grandes dimensões e com Estados que possuem desenvolvimento tecnológico e econômico totalmente distintos, não há uma propagação homogênea da tecnologia.

A diminuição da geração de resíduos está diretamente relacionada ao sistema construtivo utilizado, trazendo benefícios ambientais e econômicos. Contudo, independente do modelo adotado, todos os sistemas podem ser adaptados de maneira a serem o mais racionais e sustentáveis possível. Para isso, é necessário analisar individualmente esses três grandes sistemas e identificar suas peculiaridades construtivas e desperdícios. É lógico considerar o sistema racionalizado como o menor gerador de resíduos e menor desperdício, sendo portanto a melhor opção dentre os três grandes sistemas, porém há diversas possibilidades e níveis de racionalização e industrialização das etapas construtivas.

3.7.2 *LEAN CONSTRUCTION*

A *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, é uma filosofia que incorpora o pensamento enxuto idealizado pela Toyota. Os cinco princípios do pensamento enxuto são (CABRAL E ANDRADE, 1998):

- Especificar valor sob a ótica do cliente, no tempo, custo e necessidades específicas.

- Identificar todas as etapas no fluxo de valor, removendo desperdícios.
- Fazer as etapas que criam valor em uma sequência contínua, pensando em linhas de montagem.
- Produção puxada: produzir na quantidade certa, na hora certa e somente para atender a demanda exigida, não gerando estoques.
- Perseguir a perfeição: entregar um produto que se encaixe aos desejos do cliente.

A produção enxuta tem suas bases teóricas no *Just In Time* (JIT) e no *Total Quality Management* (TQM), baseando-se principalmente em melhorar a produtividade por meio da diminuição de perdas, seja de materiais, mão de obra, capital ou equipamentos (KOSKELA e HUOVILA, 1997).

A tabela 3.5 apresenta as principais diferenças entre a produção em massa e a produção enxuta.

Tabela 3.6 - Diferenças entre produção em massa e produção enxuta (FALCÃO, 2017)

Produção em massa	Produção enxuta
Processo sequencial	Processo simultâneo
Grandes lotes	Pequenos lotes
Produção empurrada	Produção puxada
Altos níveis de estoque	Somente o que é necessário
Somente alta gerência pode parar linha de montagem	Trabalhadores podem parar a linha para solução de problemas
Pouca flexibilidade	Baixo tempo de *set-up* e pequenos lotes - Flexibilidade

Koskela, em 1992, publicou o trabalho Application of the New Production Philosophy to Construction, onde adaptou os princípios do Sistema Toyota de Produção para a Construção Civil, estendendo o benefício da produção enxuta para esse setor (PET CIVIL UFC, 2012).

Visando implementar essas melhorias e possibilitar o aumento da eficiência dos fluxos de produção, KOSKELA (1992) apresentou 11 princípios que podem ser aplicados nos processos físicos de produção, nos processos gerenciais, no processo de projeto e no processo de planejamento e controle da produção. São eles (SOUZA, 2010):

1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor. Ex.: otimizar atividades auxiliares como transporte e inspeção.
2. Aumentar o valor do produto/serviço a partir das considerações dos clientes externos/internos. Considerar o conceito de valor sob a ótica do cliente. Ex.: realizar pesquisa de mercado.
3. Reduzir a variabilidade. Ex.: reduzir procedimentos não padronizados e uso de materiais defeituosos.
4. Reduzir o tempo de ciclo. Relacionado com a otimização dos tempos envolvidos na obra relacionados a transportes necessários, inspeção obrigatória, processamento com qualidade e redução dos tempos improdutivos. Ex.: padronizar processo produtivo, diminuindo atividades que não agregam valor.
5. Minimizar o número de passos e partes. Redução do número de atividades em um processo produtivo. Ex.: Uso de elementos pré-fabricados.
6. Aumentar a flexibilidade de saída. Ex.: possibilidade de personalização tardia dos produtos, uso de tecnologias que possibilitem a customização do produto sem grandes ônus para a produção.
7. Aumentar a transparência do processo. Ex.: utilizar ferramentas e controles visuais na obra, como kanban e andon, e programa 5S.
8. Focar o controle no processo global. Ex.: controlar o desempenho das células de produção nos diferentes pavimentos do edifício.
9. Introduzir melhorias contínuas no processo. Ex.: realizar treinamentos na obra, introduzir novos procedimentos e processos construtivos, introduzir novos equipamentos, motivar os trabalhadores a sugerir melhorias no processo.
10. Equilibrar melhorias de fluxo e conversão. Observar os processos e analisar o que pode ser melhorado. Ex.: utilizar mecanismos que diminuam o tempo para execução de uma tarefa.
11. *Benchmarking*. Comparar atividades realizadas entre as empresas, com intuito de identificar melhores práticas desenvolvidas pelo mercado. Ex.: utilizar equipamentos de processos construtivos inovadores utilizados por empresas líderes no mercado.

Para implementação da filosofia Lean Construction deve ocorrer uma mudança comportamental que vai desde os funcionários envolvidos no nível administrativo (isto incluindo a alta direção), aos operários com maior intensidade, ouvindo sugestões para melhoria e racionalização do

trabalho. A construção enxuta traz vários benefícios à Indústria da Construção e se dedica a eliminação de todas as etapas que não agregam valor. Esses benefícios vão além do lucro, podemos citar também a redução dos desperdícios com materiais, tempo e serviços desnecessários, melhor organização do local de trabalho, valorização do cliente, entre outros (SOUZA, 2010).

3.8 NORMAS E CERTIFICAÇÕES

Diversas são as ferramentas utilizadas para auxiliar o processo de desenvolvimento de práticas sustentáveis na Indústria da Construção Civil que podem ser de caráter ambiental, econômico, social, ou cultural. Cada abordagem atua tanto como avaliação de desempenho quanto como guia para empresas do setor por meio da seleção de valores e parâmetros.

Segundo Scharf (2004), num futuro próximo, empresas que não tiverem uma gestão mais sustentável poderão sofrer restrições de mercado, visto que os clientes e acionistas estão cada vez mais exigindo novas posturas das empresas. No entanto, essas transformações requerem uma mudança comportamental e cultural das organizações.

Existem basicamente três tipos de promover uma mudança no comportamento das empresas (GEHLEN 2008):

- Mecanismos de comando e controle: são utilizados pelos órgãos governamentais e visam determinar, através de normas e leis, como determinadas ações deverão ser realizadas. Visando controlar o desempenho dessas atividades, são realizadas vistorias e fiscalizações pelo órgão responsável.
- Instrumentos econômicos: também são ações do governo e tem como foco criar meios para induzir uma postura mais sustentável por parte das empresas.
- Auto-regulação: são iniciativas tomadas pelas próprias empresas para diminuir o impacto negativo de suas ações e monitorar seu desempenho. Dentre as iniciativas adotadas pode-se citar as que regulam os sistemas de gestão dos processos, as de certificação do produto e programas locais de gestão desenvolvidos em parceria com universidades.

Segundo Blumenschein (2007), a implantação dos programas e certificações é importante na obtenção de um sistema e processos construtivos mais sustentáveis, pois a gestão da qualidade dos

processos na construção civil implica na diminuição de erros, retrabalhos, menos desperdícios, mais qualidade, mais durabilidade e menos manutenção, resultando assim na menor utilização dos recursos naturais.

As certificações de edificações têm por objetivo atestar a qualidade e o desempenho ambiental de edificações e ao invés de certificar a empresa construtora em si, foca as ações no empreendimento. Assume-se que através da adoção das práticas por empreendimento as empresas serão capazes de induzir melhorias no desempenho ambiental das suas construções como um todo (DEGANI, 2005).

4. METODOLOGIA

O presente trabalho teve como objetivo contribuir com a sustentabilidade ambiental em canteiro de obra através do gerenciamento de resíduos de construção e demolição no Distrito Federal com foco na etapa de geração, realizando um levantamento de práticas que possibilitem a melhoria desse gerenciamento visando a implantação de canteiros de obra que gerem menor quantidade de resíduos e propondo um guia prático de avaliação.

Para obter os resultados esperados, diferentes métodos de pesquisa e técnicas fazem parte da metodologia desse trabalho, que foi desenvolvida em três etapas como pode ser observado na figura 4.1.

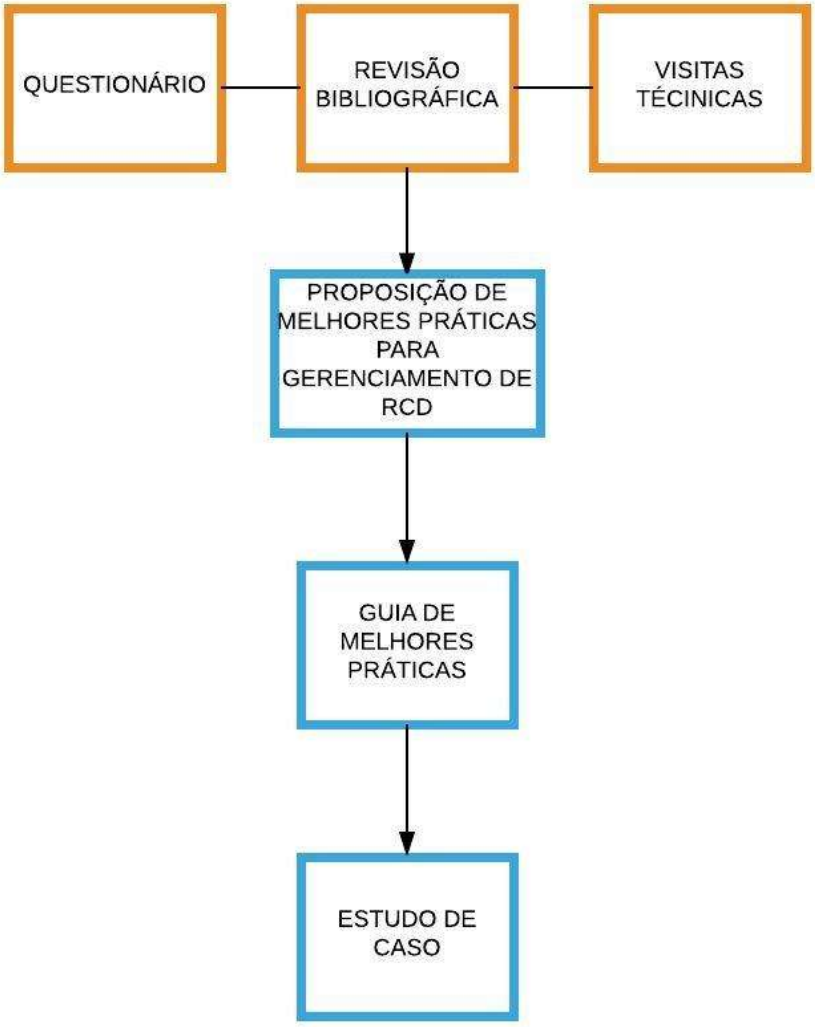

Figura 4.1 - Esquema metodológico para o trabalho.

4.1. PROPOSTA DE MELHORES PRÁTICAS PARA GERENCIAMENTO DE RCD

Essa etapa do trabalho tem caráter qualitativo, e tem como objetivo apresentar um conjunto de práticas viáveis que melhorem o gerenciamento de RCD em canteiros de obras, gerando menos resíduos.

Para isso foi feita uma pesquisa de caráter exploratório fundamentada em estudos teóricos baseados na revisão bibliográfica.

- Revisão Bibliográfica: A revisão inclui uma ampla pesquisa documental envolvendo teses, livros, manuais, dissertações, além de leis e normas que foram utilizadas como referencial técnico para auxiliar no entendimento sobre os principais temas relacionados ao gerenciamento de RCD e mapear as principais ações realizadas em canteiros de obra no Distrito Federal e no resto do país, com foco no gerenciamento de RCD.

As informações obtidas nessa etapa foram divididas nas cinco fases da cadeia produtiva que englobam todo o ciclo de vida do empreendimento. São elas: fase de planejamento, fase de projeto; fase de execução da construção, fase de utilização e fase de demolição.

Essa etapa do trabalho foi fundamental para a criação do guia de melhores práticas que será abordado no próximo item e para o estudo de caso.

4.2. PROPOSTA DE GUIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO GERENCIAMENTO DE RCD NOS CANTEIROS DE OBRA

Com base nas práticas propostas no item anterior, foi elaborado um guia para auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD nos canteiros obra, com foco na etapa de geração.

O mesmo foi pensado de forma a abordar aspectos gerais elencados em um *check list* organizado considerando as 5 fases da cadeia produtiva que engloba todo o ciclo de vida de um empreendimento. São elas: fase de planejamento, fase de projeto, fase de execução da obra, fase de utilização e fase de demolição.

Portanto, deve-se considerar que para obras novas apenas as três primeiras fases (planejamento, projeto e execução de obra) devem ser contempladas na avaliação. Para obras de reforma ou manutenção deve-se considerar as quatro primeiras fases (planejamento, projeto, execução de obra e utilização) e por fim, as demolições devem ser avaliadas considerando apenas a última fase.

Os itens do *check list* foram divididos por níveis de dificuldade de implantação em difícil, médio e fácil e foram ponderados com pesos 3, 2, e 1, respectivamente. Ou seja, para cada resposta afirmativa do nível difícil, deve-se somar 3 pontos, do nível médio, 2 pontos e do fácil, 1 ponto.

Foram definidos para a avaliação três graus de sustentabilidade: baixa, média e elevada, onde para ser classificado em cada é necessário alcançar as verificações conforme tabela abaixo.

Tabela 4.1 - Grau de sustentabilidade do gerenciamento de RCD por fase da cadeia produtiva

Fase/verificação	Baixa	Media	Elevada
Planejamento	Até 12 pontos	Entre 13 e 20 pontos	Acima de 20 pontos
Projeto	.Até 15 pontos	Entre 16 e 25 pontos	Acima de 25 pontos
Execução	Até 21 pontos	Entre 22 e 35 pontos	Acima de 35 pontos
Reforma	Até 6 pontos	Entre 7 e 10 pontos	Acima de 10 pontos
Demolição	Até 6 pontos	Entre 7 e 10 pontos	Acima de 10 pontos

Os intervalos foram divididos da seguinte maneira: a pontuação máxima foi subtraída em ordem inversa dos pontos fáceis, médios e difíceis, no exemplo do planejamento seria elevada sustentabilidade acima de 20 pois é subtraída da pontuação máxima de 24 os 4 pontos fáceis que têm peso 1, a média sustentabilidade seria de 13 a 20 pontos pois foi subtraído da elevada 8 pontos correspondentes a dificuldade média de implementação que possuem peso 2 e para baixa sustentabilidade seria até 12 pontos, que corresponde aos pontos das questões de difícil implementação que possuem peso 3. Essa escolha pareceu a mais adequada, pois mantém a hierarquia pré estabelecida entre elas e considera o fato de que muitas vezes pode-se fazer o mais difícil sem ter feito o fácil apresentando um resultado nessa situação que não superestima a análise e nem subestima também.

Esse método foi considerado mais rigoroso, pois exigi-se uma pontuação acima da mínima da categoria, ou seja, para obter média sustentabilidade é necessário não somente ter mais que 4 pontos das questões fáceis, mas também cumprir a maioria das questões médias para se atingir os 12 pontos.

A Sustentabilidade global da obra pode ser calculada apenas somando os pontos de cada fase, onde deve-se considerar que para obras novas apenas as três primeiras fases (planejamento, projeto e execução de obra) devem ser contempladas na avaliação. Para obras de reforma ou manutenção deve-se considerar as quatro primeiras fases (planejamento, projeto, execução de obra e utilização) e por fim, as demolições devem ser avaliadas considerando apenas a última fase. Um resumo com a respectiva pontuação máxima de cada grau de sustentabilidade conforme o tipo de obra segue na tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Grau de sustentabilidade global do gerenciamento de RCD por tipo de obra

Tipo de obra/verificação	Baixa	Media	Elevada
Obras novas	Até 48 pontos	Entre 49 e 80 pontos	Acima de 80 pontos
Reformas e manutenções	.Até 54 pontos	Entre 55 e 90 pontos	Acima de 90 pontos
Demolição	Até 6 pontos	Entre 6 e 10 pontos	Acima de 10 pontos

A classificação das questões conforme a dificuldade de implementação, a ponderação das mesmas e o intervalo de cada classe foram definidos a critério das autoras. A classificação de nível das questões é interpretativa e pode variar conforme a realidade da construtora ou da região da obra. Contudo, procurou-se abordar mais detalhadamente e com o maior número possível de questões para cada fase, de forma que a divisão em fácil, média e difícil implantação correspondesse a realidade da grande maioria dos empreendimentos no Brasil. A ponderação (pesos 1, 2 e 3) foi definida de forma a estabelecer diferença de nível entre as questões. Já o intervalo de cada grau de sustentabilidade no gerenciamento de RCD foi definido somando-se os pontos relativos conforme o número de questões, ou seja, a classificação em baixo na fase de planejamento foi devido à soma do número máximo de questões.

Essa etapa do trabalho foi de suma importância para a avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD no canteiro visitado no estudo de caso.

4.3 ESTUDO DE CASO

Essa etapa do trabalho foi classificada como exploratória e teve como objetivo caracterizar e avaliar o gerenciamento de RCD em um canteiro de obra no Distrito Federal.

Com o objetivo de analisar e caracterizar o canteiro de obra escolhido foram realizadas visitas técnicas e aplicação de questionário. Já para a avaliação de sustentabilidade ambiental do mesmo foi utilizado o guia criado na etapa anterior.

- Visitas Técnicas: Para facilitar a compreensão, obter informações e conhecer na prática como é feito o gerenciamento de RCD dentro do canteiro de obra escolhido, foram realizadas visitas técnicas semanais na obra durante um mês. Nessas visitas também foram feitas entrevistas com alguns funcionários como almoxarife, técnica de segurança do trabalho, e engenheiros civis.
- Questionário: Visando obter maiores informações sobre a empresa, a obra e sobre o gerenciamento de RCD no canteiro visitado, foi aplicado um questionário adaptado de Miranda (2014). O modelo do questionário encontra-se no Anexo A1.

A caracterização do canteiro foi o primeiro passo realizado nessa etapa, e as informações apresentadas englobam a instalação do canteiro, armazenamento e estocagem de materiais, principais fontes de perdas, gerenciamento de RCD no canteiro e principais dificuldades apontadas para adequação aos padrões de sustentabilidade.

Com essas informações obtidas, o gerenciamento de RCD no canteiro foi avaliado utilizando a guia criado na etapa anterior e a sustentabilidade do gerenciamento foi classificada como baixa, média ou elevada de forma global e por fases da cadeia produtiva.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PROPOSTA DE MELHORES PRÁTICAS PARA GERENCIAMENTO DE RCD EM CANTEIROS DE OBRA COM FOCO NA ETAPA DE GERAÇÃO

O sistema de gerenciamento de resíduos de uma obra estabelece um conjunto de ações voltadas na busca de soluções para os resíduos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável, com o objetivo de reduzir custos e minimizar os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil. Para isso, o principal objetivo dos geradores deve ser a não geração, seguido pela redução, reutilização, reciclagem e correta destinação final dos resíduos.

Partindo desse princípio e com foco na dimensão ambiental, as propostas foram elaboradas com base na revisão bibliográfica e separadas nas cinco fases da cadeia produtiva que englobam todo o ciclo de vida do empreendimento.

5.1.1. FASE DE PLANEJAMENTO

- Planejar a obra de forma que evite atividades e tarefas que não agregam valor ao produto;
- Pensar em sistemas construtivos mais racionais a fim de facilitar a construção, manutenção e demolição;
- Dar preferência a materiais primeiramente locados e portanto duráveis como contêineres e, em caso de indisponibilidade, materiais recicláveis ou que possam ser repassados posteriormente para a construção das instalações provisórias e demais utilizações;
- Planejar a compra dos materiais, evitando compras superdimensionadas e estoques exagerados;
- Planejar o cronograma mais detalhadamente possível, considerando todos os aspectos da obra, processo construtivos, materiais utilizados, transportes internos, inspeções, entre outros;
- Caracterizar os prováveis RCD a serem gerados no canteiro com base na etapa construtiva de forma a facilitar o planejamento para redução, reutilização, reciclagem e correta destinação final dos mesmos.

5.1.2. FASE DE PROJETO

- Elaboração do projeto do canteiro de forma que o layout do mesmo evite transportes desnecessários;
- Projeto de canteiro deve ter abordagem sistêmica, abrangendo todo ciclo de produção: transportes internos, armazenagem adequada de materiais e resíduos, localização de equipamentos, etc.;
- Especificar sinalizações no projeto de canteiro, obras sinalizadas reduzem tempo de espera de materiais, transportes desnecessários, acidentes e desperdício de materiais;
- Maior detalhamento dos projetos, como por exemplo considerar no projeto arquitetônico sistemas construtivos, materiais, modulação, proporcionando assim um conhecimento prévio da execução de forma a evitar a necessidade de cortes e desperdícios;
- Elaboração do maior número de projetos complementares possíveis como projeto de fôrmas e escoramentos que além de auxiliarem a execução ainda podem gerar economia;
- Elaborar projetos considerando elementos pré-moldados e/ou pré-fabricados sempre que possível;
- Realizar a compatibilização dos projetos;
- Realizar o projeto de gestão e gerenciamento dos resíduos no canteiro que promova triagem, transporte, armazenamento e destinação final adequados, e, se possível e conveniente, com uma usina móvel para reciclagem;

5.1.3. FASE DE EXECUÇÃO DA CONSTRUÇÃO

- Realizar treinamento dos funcionários visando melhorar a qualidade da mão de obra;
- Padronizar os procedimentos garantindo a qualidade do produto final e reduzindo superprodução e desperdícios;
- Uso de tapumes locados de metal (chapa metálica de aço galvanizado) ou ecológicos (produzido com material reciclável e anticorrosivo) que são mais duráveis e 100% reciclados, reutilizáveis e recicláveis;
- Execução do lastro com agregado reciclado;

- Utilização e montagem de formas e escoras metálicas ou recicláveis quando possível conforme especificação do projeto;
- Montagem das armaduras com espaçadores de empresas que realizam reciclagem;
- Realizar inspeção de materiais para evitar uso de materiais fora do padrão;
- Conferência: após a montagem, da locação e geometria – esquadro, dimensões, prumo, nível e a estabilidade da forma;
- Concretagem sempre recolhendo o concreto que porventura caia fora da forma impedindo o desperdício (quando os elementos não forem pré-moldados ou pré-fabricados);
- A desforma deve ser realizada de maneira cuidadosa para não danificar o material permitindo a reutilização;
- Manter a obra sempre limpa e organizada, visando diminuir desperdício de materiais e contaminação dos resíduos;
- Realizar controle de perdas no canteiro de forma a identificar e gerenciar as principais fontes;
- Realizar a triagem dos resíduos logo após o término do serviço de forma a assegurar a qualidade do resíduos para posterior reutilização ou reciclagem;
- Utilizar meio de transporte ou recipiente que fique próximo ao executante para triagem imediata do resíduo, armazenado-o temporariamente de forma correta;
- O armazenamento final dos resíduos na obra deve ser feito de acordo com as classes estabelecidas pela resolução 307 do CONAMA;
- Realizar a reciclagem dentro do canteiro ou enviar para uma usina que o faça;
- Encaminhar os resíduos de classe A que não forem reutilizados na própria obra para áreas de triagem e transbordo, para usinas de reciclagem ou aterros da construção civil;
- Encaminhar/vender os resíduos de classe B para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva;
- Adotar a logística reversa para os resíduos de classe C e D.
- Contratar empresas licenciadas para transporte e destinação final dos RCD;

5.1.4. FASE DE UTILIZAÇÃO (MANUTENÇÃO E REFORMA)

- O projeto da reforma assim como o da construção deve ser o mais racional possível;
- Procurar fazer a substituição por materiais e/ou produtos recicláveis e reciclados;
- Encaminhar os resíduos gerados para uma usina que realize a reciclagem e/ou dê a destinação adequada do que não pode ser aproveitado;
- Realizar as manutenções preventivas e substituições previstas no manual do usuário evitando assim maior ocorrência de manutenções corretivas.

5.1.5. FASE DE DEMOLIÇÃO

- Procurar uma empresa especializada em demolição sustentável e reciclagem de RCD;
- Realizar projeto para demolição;
- Caso não seja possível, procurar retirar o maior número de elementos e materiais antes da demolição, e após, encaminhar os resíduos para a usina de reciclagem. Lembrando que a mesma deve promover a destinação final ambientalmente adequada.

5.2 - PROPOSTA DE GUIA PRÁTICO PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO GERENCIAMENTO DE RCD EM CANTEIROS DE OBRA

A partir das práticas propostas no item 5.1 foi elaborado um guia para auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD em um canteiro de obra. O guia encontra-se no Anexo A2.

O Guia foi elaborado para ser uma ferramenta de auxílio na avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD em um canteiro de obra, portanto, mais do que dar um número ou uma classe de sustentabilidade de gerenciamento sua função prioritária é indicar e localizar deficiências e falhas. Algumas questões a respeito do mesmo devem ser consideradas como:

- Quem está habilitado a fazer uso do mesmo?

Este guia pode ser utilizado por engenheiros, arquitetos ou projetistas na elaboração de seus projetos e/ou empresas de auditoria. As questões devem ser respondidas por pessoas com o conhecimento técnico máximo ou suficiente a respeito do empreendimento.

- Como profissionais com diferentes níveis de formação podem influenciar nas respostas?

É imprescindível que as questões sejam respondidas com seriedade e comprometimento respeitando a realidade, pois de outra forma o guia não terá validade.

- O Guia é aplicável a qualquer obra? Como podem ser feitas adaptações?

Sim, levando-se em consideração que as obras devem ter projetos e serem gerenciadas por um profissional com conhecimento adequado de engenharia. Entretanto, para obras de pequeno porte, algumas adaptações nas questões são necessárias como as substituições de palavras de forma que expresse melhor a realidade do usuário ajudando a compreensão pelo mesmo.

- Podem ser estabelecidos outros intervalos de classificação para classes baixa, média e elevada?

Diferentes intervalos de classificação podem ser escolhidos de forma que a classificação seja mais ou menos rigorosa. Outra possibilidade considerada foi:

A pontuação máxima divida em 3 e os intervalos seriam iguais, no exemplo do planejamento seria até 8 como baixa sustentabilidade, de 9 a 17 média sustentabilidade e acima de 17 elevada sustentabilidade. Essa opção não foi escolhida, pois havia outra mais criteriosa. Contudo, é uma alternativa aplicável e mais simples pois divide igualmente os intervalos amenizando o rigor e consequentemente diminuindo a pontuação para todas as faixas. Segue nas tabelas 5.1 e 5.2 os intervalos para esse método.

Tabela 5.1 - Grau de sustentabilidade do gerenciamento de RCD por fase da cadeia produtiva

Fase/verificação	Baixa	Media	Elevada
Planejamento	Até 8 pontos	Entre 9 e 17 pontos	Acima de 17 pontos
Projeto	.Até 10 pontos	Entre 11 e 20 pontos	Acima de 20 pontos

Execução	Até 14 pontos	Entre 15 e 28 pontos	Acima de 28 pontos
Reforma	Até 4 pontos	Entre 5 e 8 pontos	Acima de 8 pontos
Demolição	Até 4 pontos	Entre 5 e 8 pontos	Acima de 8 pontos

Tabela 5.2 - Grau de sustentabilidade global do gerenciamento de RCD por tipo de obra

Tipo de obra/verificação	Baixa	Media	Elevada
Obras novas	Até 48 pontos	Entre 49 e 80 pontos	Acima de 80 pontos
Reformas e manutenções	.Até 54 pontos	Entre 55 e 90 pontos	Acima de 90 pontos
Demolição	Até 6 pontos	Entre 6 e 10 pontos	Acima de 10 pontos

Analisando o estudo de caso para esse método somente seria alterada a classificação da fase de projeto que passaria a ser média. A fase de planejamento se manteria baixa, a de execução média e a sustentabilidade global ainda seria média. Como já mencionado esse método pode ser aplicável contudo seu resultado pode ser superestimado passando uma ideia superior se comparado ao método escolhido.

- Como o mesmo pode ser aprimorado?

Acrescentando questões que englobem demais assuntos relacionados a sustentabilidade ambiental, estabelecendo questões imprescindíveis de cumprimento obrigatório, ponderando as questões dentro do mesmo nível de dificuldade de forma a considerar hierarquia entre as mesmas e considerar respostas intermediárias, ou seja, não apenas sim e não ou ainda analisar esclarecimentos e/ou explicações realizados que não foram abordados nas questões.

5.3 ESTUDO DE CASO

Para o estudo de caso foram realizadas visitas técnicas e aplicação de questionário em canteiro de obra com o objetivo de analisar e caracterizar o mesmo quanto ao gerenciamento de RCD. Essa é uma etapa exploratória do trabalho onde as visitas técnicas foram realizadas no intuito de se obter informações e verificar na prática os procedimentos e o questionário visando a obtenção de dados administrativos e mais específicos de projeto, controle e execução.

5.3.1. CARACTERIZAÇÃO DO CANTEIRO DE OBRA

Visando caracterizar o canteiro de obra selecionado foram realizadas visitas técnicas semanais ao canteiro durante um mês. Nessas visitas, foram observados fatores positivos e negativos dos processos construtivos, da logística e do layout do canteiro. Além disso, foram feitas entrevistas com operários da obra incluindo os engenheiros civis, técnica de segurança do trabalho e almoxarife. Por fim, na intenção de obter mais informações, foi aplicado um questionário adaptado de Miranda (2014), o modelo do mesmo encontra-se no Anexo A1.

A empresa construtora é de médio porte e possui certificações PBQP-H e ISO 9001. A obra é institucional, possui 4 pavimentos e área construída de 9.096,89 m². A estrutura está sendo construída em sua maioria de concreto armado, sendo algumas lajes em concreto protendido, com alvenaria de vedação externa e interna em blocos cerâmicos.

Durante o processo exploratório, a obra encontrava-se na etapa de alvenaria, e simultaneamente estavam sendo feitos outros processos como instalações hidráulicas, elétricas e complementares, reboco e contrapiso.

5.3.1.1. CANTEIRO DE OBRA

A instalação do canteiro foi feita seguindo um projeto de implantação que visava a uma melhor utilização do espaço disponível, com materiais e equipamentos sendo dispostos de maneira a tentar reduzir as distâncias e tempos de deslocamentos. Porém como o canteiro é do tipo amplo, onde a construção ocupa um percentual relativamente pequeno do terreno, deve-se ter um cuidado redobrado com as distâncias percorridas.

O canteiro conta com a área administrativa incluindo almoxarifado, guarita e salas para engenheiros, mestre de obras, técnico de segurança do trabalho e reuniões. Área de estocagem de materiais e resíduos. E por fim área de vivência que inclui vestiários, refeitório, alojamento e ambulatório.

5.3.1.2. ESTOCAGEM/ARMAZENAGEM DOS MATERIAIS NO CANTEIRO

A empresa possui um procedimento para estocagem dos materiais, embora alguns materiais não sejam estocados adequadamente.

Os agregados (areias e brita) são dispostos diretamente no solo em baias separadas próximas umas das outras (figuras 5.1 e 5.2) e ao lado da betoneira para diminuir distância de transporte. Os agregados, preferencialmente, deveriam estar sem contato com o solo para que todo o material estocado pudesse ser utilizado, evitando perdas.

Figura 5.1 – Armazenagem de agregados no canteiro

Figura 5.2 - Armazenagem de agregados no canteiro

Os blocos cerâmicos, como podem ser vistos na figura 5.3, são armazenados em área ao ar livre próxima à estocagem de cimento e argamassa. Eles encontram-se empilhados diretamente no chão sem considerar número de fiadas para empilhamento. Assim sendo, não são estocados de forma correta, visto que estão expostos às intempéries, podendo facilmente quebrar, gerando perdas desnecessárias. Os mesmos deveriam estar alocados em área coberta, plana, em cima de paletes para não haver contato direto com o solo e com altura máxima de empilhamento de 8 fiadas.

Figura 5.3 - Armazenagem de blocos cerâmicos

O cimento e a argamassa industrializada são armazenados próximos à betoneira em local fechado, sobre paletes sem critério de empilhamento, como mostra a figura 5.4. Para um correto armazenamento, não deveriam ser empilhados mais de 10 sacos e eles não deveriam estar em contato com a parede, visto que dificulta o transporte e pode passar umidade para os materiais, reduzindo sua vida útil.

Figura 5.4 - Armazenagem de cimento e argamassa no canteiro

Os materiais para instalações hidráulicas e elétricas são estocados no almoxarifado sem muita organização, como pode ser visto nas figuras 5.5 e 5.6. Para melhor armazenamento, eles deveriam estar alocados organizadamente e devidamente etiquetados.

Figura 5.5 - Armazenagem de materiais de instalação no canteiro

Figura 5.6 - Armazenagem de materiais de instalação no canteiro

5.3.1.3. PERDAS NO CANTEIRO

Durante as visitas pôde-se perceber que havia um grande interesse por parte do engenheiro civil de implantar medidas que diminuíssem as perdas e desperdícios no canteiro, como planejamento de um layout de canteiro que diminuísse as distâncias de transporte e uso de materiais industrializados e locados tais como argamassa industrializada e formas prontas que são locadas pela construtora. Entretanto, o grau de dificuldade para o gerenciamento de RCD na obra foi considerado pelo engenheiro da obra como médio e diversas dificuldades ainda são encontradas para a conformação de um canteiro mais sustentável.

As principais ocorrências de perdas e desperdícios no canteiro são, em ordem de maior ocorrência para a menor, o processamento em si, falta de projeto ou má qualidade do projeto, incompatibilidade entre projetos, alteração do projeto, falta de programação/controle de materiais, compras superdimensionadas, transporte no canteiro e estoque/armazenamento no canteiro.

Com relação aos materiais, os que geram maior índice de resíduos na obra, em ordem de maior geração para menor, são concreto, madeira, cimento, argamassa, agregados (areia e brita), material hidráulico e por fim, material elétrico.

A partir dos dados coletados, pode-se inferir que grande parte das perdas no canteiro resulta da falta planejamento. As atividades e tarefas não são organizadas de forma a evitar atividades desnecessárias, e faltam procedimentos padronizados que simplifiquem o serviço. A falta de conhecimento e conscientização dos funcionários também é um dos motivos para desperdícios gerados no canteiro. A fim de diminuir isso, seria interessante o investimento em planejamento da obra e em mais treinamentos para os funcionários, facilitando as tarefas e aumentando o conhecimento e a conscientização dos operários de modo que o serviço seja realizado com qualidade, em menos tempo e com menos perdas. Programas de bonificação ou premiação para funcionários que apresentem conduta que demonstrem cooperação e motivação para atitudes sustentáveis podem ser implementadas para mostrar que a redução de custos pode privilegiar a todos no canteiro de obras.

Outra grande causa para geração de perdas no canteiro vem da fase de projeto. A falta e/ou má qualidade dos projetos, a incompatibilidade e as alterações nos projetos são grandes responsáveis pelos desperdícios na obra. Tendo isso em vista, algumas das práticas mencionadas anteriormente devem ser tomadas, como elaborar o maior número de projetos possíveis, detalha-los de forma a não gerar dúvidas e/ou alterações desnecessárias, realizar a compatibilização dos projetos e fazer o planejamento adequado com base nos projetos e no cronograma para compras de materiais.

5.3.1.4 GERENCIAMENTO DE RCD NO CANTEIRO

A obra possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e existe a separação dos resíduos de classes A, B, C e D de acordo com a classificação do CONAMA, como pode ser visto nas figuras 5.7, 5.8, 5.9.

Figura 5.7 - Baias de armazenamento de RCD

Figura 5.8 - Baias de armazenamento de RCD

Figura 5.9 - Baias de armazenamento de RCD

Para implantação do PGRCC foi realizado um treinamento dos operários da obra preparando os mesmos para triagem dos resíduos, instalação adequada das baias de armazenagem dos resíduos, e redução da geração de resíduos no canteiro. Entretanto, não é feito o controle da quantidade de resíduos gerados no canteiro e os funcionários ainda encontram dificuldades na caracterização dos resíduos.

Na obra a madeira estocada é selecionada e destinada para reuso dentro do canteiro em outros serviços que necessitam desse material. A madeira não reutilizada na obra é doada para uma cooperativa e o aço é vendido. O restante dos materiais triados são estocados em baias separadas e semanalmente são transportados pela própria construtora para a destinação final.

5.3.1.5 PRINCIPAIS DIFICULDADES APONTADAS PARA A ADEQUAÇÃO AOS PADRÕES DE SUSTENTABILIDADE

As principais dificuldades apontadas estão ligadas a falsa ideia de que necessita-se de elevados custos para implantação de canteiros mais sustentáveis. Como visto no item 5.1, existem diferentes filosofias, técnicas e ações que podem ser implementadas sem que aumentem o custo interno da empresa, na verdade, em sua maioria, têm como proposta a diminuição do custos, perdas e desperdícios.

Outra dificuldade citada foi a falta de treinamento e conscientização da mão de obra contratada que, em sua maioria, não visa a redução e/ou não geração de resíduos, não controlam as perdas e desperdícios e tem pouco conhecimento para reuso, triagem e caracterização dos resíduos gerados.

Por fim, foi apontada também a dificuldade de encontrar cooperativas que tenham interesse nos resíduos para reutilização e reciclagem dos mesmos. Os resíduos citados como mais difíceis de descartar foram o gesso, vidro e o plástico, devido à falta de interesse de cooperativas e o alto custo para destinação final adequada desses resíduos.

5.3.2. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO CANTEIRO DE OBRA VISITADO UTILIZANDO O GUIA DE MELHORES PRÁTICAS

Com base no guia criado na etapa anterior, nas visitas técnicas e no questionário, foi feita uma avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD no canteiro visitado.

A avaliação foi feita considerando as fases do ciclo de vida do empreendimento, que no caso, por ser uma obra nova, contemplou as fases de planejamento, projeto e execução da obra.

Na fase de planejamento, a obra somou 8 pontos, considerando os itens do *check list*, e a sustentabilidade do gerenciamento foi avaliada como baixa. O total de 8 pontos foi obtido da seguinte forma:

4 pontos devido às 4 respostas afirmativas nas questões consideradas de fácil execução; 4 pontos devido à 2 respostas afirmativas do total de 4 questões consideradas de dificuldade média de execução; Por fim, não houve respostas afirmativas para questões consideradas de difícil execução, portanto não foram somados pontos. As respostas afirmativas encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 5.3 - Respostas afirmativas da fase de planejamento

Fácil	Médio	Difícil
A empresa já possui ou já estudou a possibilidade de montar uma usina de reciclagem?	A empresa possui listagem dos tipos de resíduos gerados na obra?	-
A empresa tem interesse em realizar algum tipo de parceria com usinas de reciclagem?	É feito o planejamento da obra de forma a evitar atividades que não agregam valor?	-
Existe a preferência por sistemas construtivos mais racionais?	-	-
É feita a caracterização dos prováveis RCD gerados na obra?	-	-

Na fase de projeto, a sustentabilidade do gerenciamento de RCD foi classificada como média e obteve 14 pontos no total onde:

4 pontos foram devido a 4 respostas afirmativas nas questões consideradas de fácil execução, de um total de 5 questões; 10 pontos devido às 5 respostas afirmativas nas questões de dificuldade média de execução; e nesta fase também não houve respostas afirmativas nas questões consideradas de difícil execução. As respostas afirmativas encontram-se na tabela 5.2.

Tabela 5.4 - Respostas afirmativas da fase de projeto.

Fácil	Médio	Difícil
O projeto de canteiro especifica as sinalizações que devem conter no canteiro?	O projeto arquitetônico elaborado leva em consideração os materiais utilizados?	-
Foi feita a compatibilização dos projetos?	São elaborados projetos complementares, como projeto de formas e de escoramento?	-
O projeto de canteiro foi elaborado de forma que o layout evite transportes desnecessários?	A obra possui projeto de controle da qualidade interna da construção?	-
O projeto de canteiro leva em consideração os transportes internos de pessoas e materiais?	A obra possui projeto de gestão e gerenciamento de resíduos no canteiro?	-
-	O projeto de canteiro estabelece a localização de equipamentos fixos como grua e elevadores?	-

Por fim, na fase de execução da construção, a soma foi de 27 pontos e a sustentabilidade do gerenciamento foi classificada como média. Esse resultado foi obtido da seguinte forma:

6 pontos devido a 6 respostas afirmativas nas questões consideradas de fácil execução, de um total de 7 questões; 12 pontos devido a 6 respostas afirmativas nas questões de dificuldade média de execução, de um total de 7 questões; e por ultimo, 9 pontos por 3 respostas afirmativas nas questões de difícil execução de um total de 7. As respostas afirmativas encontram-se na tabela 5.3.

Tabela 5.5 - Respostas afirmativas da fase de execução.

Fácil	Médio	Difícil
É realizada a inspeção dos materiais para verificação do padrão?	A obra é limpa e organizada?	É feito controle de perdas no canteiro?
Existe procedimento para transporte dos materiais?	É feito reutilização de materiais dentro do canteiro?	A triagem dos resíduos é feita de forma a assegurar a qualidade dos resíduos para posterior reutilização ou reciclagem?
Existe procedimento para armazenagem dos materiais?	O armazenamento final dos resíduos no canteiro é feito de acordo com as classes estabelecidas pela resolução 307 do CONAMA?	A destinação final dos resíduos é monitorada?
Os serviços são realizados de forma a evitar retrabalho?	O armazenamento final dos resíduos no canteiro é feito de forma adequada evitando a contaminação dos mesmos?	-
Os serviços são realizados de forma a evitar danos no material que pode ser reutilizado?	É adotada a logística reversa para os resíduos de classe C e D?	-
Os resíduos de classe B são vendidos ou encaminhados para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva?	Os resíduos de classe A não reutilizados no canteiro são enviados para áreas de triagem e transbordo, para usinas de reciclagem ou aterros da construção civil?	-

Considerando a sustentabilidade global do gerenciamento de RCD, classificação foi média com um total de 49 pontos.

Tabela 5.6 - Classificação da sustentabilidade do canteiro

	Fase de planejamento	Fase de projeto	Fase de execução de obra	Sustentabilidade global
Pontuação	8 pontos	14 pontos	27 pontos	49 pontos
Classificação	Baixa	Baixa	Média	Média

Analisando as classificações obtidas, foi observada uma grande deficiência nas fases de planejamento e projeto e uma menor na execução, o que de certa forma já era esperado, visto que o planejamento e o projeto envolvem hábitos culturais, forma de construir da empresa, busca de conhecimento e atualizações, aval de superiores entre outros aspectos que engessam ou oferecem resistência às mudanças. Já a execução, pelo seu nítido impacto financeiro e por envolver o cumprimento de regras a subordinados é mais fácil de ser controlada na obra e por isso acaba sendo erroneamente mais valorizada que o planejamento e o projeto.

Partindo da análise e caracterização feita do canteiro, pode-se dizer que a avaliação gerada pelo guia é adequada. Visto que, como mostrado no item anterior, grande parte das perdas no canteiro resultam de falhas nas fases de planejamento e projeto que são as fases classificadas como baixas em sustentabilidade.

Entretanto, o canteiro de obra visitado realiza algumas das boas práticas propostas, principalmente as ligadas a fase de execução, o que eleva a sua classificação de sustentabilidade global, que foi avaliada como média.

6. CONCLUSÃO

Diante da grande participação do setor de construção civil na economia de um país, é imprescindível que esse setor seja propulsor de grandes transformações na direção do desenvolvimento sustentável. Essas transformações são necessárias e urgentes, pois os impactos ambientais hoje causados pela nossa sociedade não dão ao planeta o tempo necessário para se recuperar. É preciso diminuir a exploração dos recursos naturais que estão cada vez mais escassos. Na indústria da construção civil isso pode ser feito através de um planejamento que tem como objetivo não gerar resíduo que advém do desperdício, e reutilizar e reciclar o resíduo inevitável.

A não geração e a reutilização são compostas por práticas relativamente simples que envolvem, muitas vezes, ações mais voltadas para o cuidado seja no transporte, armazenamento ou execução. E por causarem um prejuízo que, na maioria das vezes, podem ser evitados, são as práticas mais fáceis de serem entendidas e inseridas no canteiro.

É possível reduzir a geração através de medidas como treinamento dos funcionários, escolhas de elementos pré-fabricados ou pré-moldados, armazenamento e transporte adequado dos materiais, entre outros. Porém, se todos os aspectos do processo construtivo forem observados segundo as proposições definidas neste trabalho, os benefícios serão muito maiores. Pode-se observar que as dificuldades são muito mais devido a resistência cultural à mudança de hábito do que necessariamente de logística e custos; as empresas incentivam seus funcionários a aumentarem a produtividade, porque não incentivá-los a aumentar a sustentabilidade da obra?

Já a reciclagem não se mostra tão simples assim por envolver mão de obra, conhecimento e equipamentos para ser realizada. Seu panorama no Brasil foi traçado com base na pesquisa setorial da ABRECON de 2014/2015. Dentre vários aspectos abordados, pôde-se observar o poder da regulamentação através da legislação como um excelente impulsionador de ações. É necessário que o governo passe a enxergar o indústria da reciclagem de RCD como um mercado promissor e lucrativo para que políticas públicas possam ser implantadas, como a imposição de utilização mínima de reciclados de RCD em obras públicas; cobrança do cumprimento da legislação, incentivos fiscais para a criação/ampliação de usinas de reciclagem ou criação de usinas públicas gerando empregos onde a prefeitura utilize o produto do RCD que sua usina reciclou para manutenção da cidade, cobrança de taxas elevadas para destinação dos rejeitos nos aterros incentivando a diminuição dos resíduos, dentre tantas outras possibilidades.

Ainda conforme a pesquisa, a implantação de usinas apresenta benefícios nos 3 aspectos da sustentabilidade, social - gerando empregos, econômico - gerando economia e um novo mercado a ser investido e ambiental - reduzindo impactos.

A viabilidade de uma usina de reciclagem de RCD se dá de fato ao mercado promissor contudo, o investimento para implantação da mesma não é necessariamente alto. Para indústrias que atuam com resíduos como construtoras, mineradoras, empresas de terraplanagem entre outros, o investimento pode ser parte da solução da questão do grande volume de resíduos desse gerador. Além do mais, foi observado que as usinas são capazes de se instalarem e manterem o seu funcionamento em cidades menores, podendo atender a determinada região assim como acontece com alguns aterros sanitários.

Porém, um grande empecilho para sua utilização é a desconfiança de construtores e clientes quanto ao bom desempenho dos produtos gerados pela reciclagem de RCD, e também normativo, uma vez que não há normas que assegurem a sua aceitação no mercado, devido à sua grande heterogeneidade.

Políticas e campanhas de conscientização devem inserir tal consciência garantindo à sociedade a qualidade e o desempenho desses produtos. E, uma forma de assegurar isso, é a implantação de controle de qualidade, de forma a reduzir a variabilidade, de acordo com a sua aplicação. Medidas que garantam a sua utilização também devem ser implantadas, na cidade de Belo Horizonte, por exemplo, a prefeitura utiliza o RCD reciclado em obras de reestruturação de vilas habitacionais de baixa renda, em obras de manutenção de instalações de limpeza urbana, em pavimentações e em outras obras públicas movimentando o mercado. Para incentivar e ajudar a mudança desse paradigma foram propostas práticas, simples em sua maioria, que elevam a sustentabilidade no canteiro e com elas foi concebido então um “Guia prático para avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD em canteiros de obra” que avalia e classifica a obra em 3 graus de sustentabilidade: pouca sustentabilidade, média sustentabilidade e elevada sustentabilidade, com o objetivo de auxiliar na identificação de deficiências e adoção de novas práticas.

A obra acompanhada ainda foi avaliada segundo o mesmo apresentando um grau médio de sustentabilidade. Esse resultado não deve ser visto com bons olhos, pois significa que essa obra tem um caminho muito longo pela frente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ABRECON. **Relatório pesquisa setorial 2014/2015**. São Paulo, 2016. Disponível: <https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/> Acesso em 16/10/2017.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Aterro Sanitário de Brasília começa a funcionar**. Brasília, 2017. Disponível: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/01/17/aterro-sanitario-de-brasilia-comeca-a-funcionar/> Acesso em 20/11/2017.

AGÊNCIA BRASÍLIA. **Fechamento do lixão será em 20 de janeiro**. Brasília, 2017. Disponível: <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2017/10/30/fechamento-do-lixao-sera-em-20-de-janeiro/> Acesso em 20/11/2017.

ANGULO, S. C. **Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento mecânico de concretos.** São Paulo, SP, 2005.

ARAÚJO, V. M. **Práticas recomendadas para a gestão mais sustentável de canteiros de obras.** São Paulo, 2009

ATERRO SANITÁRIO OURO VERDE. Disponível: <http://aterrosanitarioouroverde.com.br> Acesso em 16/11/2017.

BAKENS, W. **Realizing the sector's potential for contributing to sustainable development.** UNEP Industry and Environment: 9 -12, 2003.

BERNARDES, A. **Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição na cidade de Passo Fundo.** Passo Fundo, RS, 2006.

BLUMENSCHEIN, R. N. **Manual Técnico: Gestão de Resíduos Sólidos em Canteiros de Obras.** Brasília: SEBRAE/DF, 2007.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Publicado no DOU em 23.12.2010.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Publicado no DOU em 3.8.2010.

BRASIL. Ministério das Cidades. Ministério do Meio Ambiente. (2007). **Áreas de manejo de resíduos da construção e resíduos volumosos:** orientação para seu licenciamento e aplicação da Resolução CONAMA 307/2002.

BRASIL. Resolução nº 307 – Dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Conselho Nacional do Meio Ambiente: Brasília, 2002.

BRASILEIRO, L. L. e MATOS, J. M. E. **Reutilização de Resíduos da Construção e Demolição na Indústria da Construção Civil.** Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 2015.

CABRAL, R. H. Q. E ANDRADE, R. S. **Aplicabilidade do Pensamento Enxuto.** Rio de janeiro, 1998.

CÂMARA LEGISLATIVA DO DISTRITO FEDERAL. Projeto de Lei 382 de 2015. Dispõe sobre a priorização do uso de agregados reciclados, oriundos de resíduos sólidos da construção civil, em obras e serviços de pavimentação de rodovias, estradas vicinais e demais vias públicas no âmbito do Distrito Federal, e dá outras providências.

CASTRO, C. X. **Gestão de resíduos na construção civil.** Belo Horizonte, 2012.

CORREIO BRASILIENSE. **Agefis derruba 15 obras de prédios residenciais em Vicente Pires**. Brasília, 2017. Disponível em: - <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2017/11/27/interna_cidadesdf,643676/agefis-derruba-15-obras-de-predios-residenciais-em-vicente-pires.shtml> Acesso em: 10/11/2017.

CORREIO BRASILIENSE. Déficit habitacional atinge 125 mil brasilienses e aumenta a cada ano. Brasília, 2016. Disponível em: < http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2016/06/20/interna_cidadesdf,536927/deficit-habitacional-atinge-125-mil-brasilienses-e-aumenta-a-cada-ano.shtml> Acesso em: 20/06/2017.

CRUVINEL, P.B. **Análise da gestão de resíduos da construção e demolição no Distrito Federal com proposição de indicadores de sustentabilidade ambiental.** Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM - 186/2016, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

DEGANI, C. M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios.** São Paulo, 2003. 223p. e anexos. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 29.399, de 14 de agosto de 2008. Regulamenta a Lei nº 3.232 de 03 de dezembro de 2003 e dá outras providências. Diário oficial do Distrito Federal, seção I, pg 1-2.

DISTRITO FEDERAL. Decreto nº 33.825, de 08 de Agosto de 2012. Institui o Comitê Gestor do Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Volumosos do Distrito Federal de que trata o Art. 14 da Lei n.º 4.704, de 20 de dezembro de 2011 e dá outras providências. Publicado no DODF em 09/08/2012.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 4.704, de 20 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre a gestão integrada de resíduos da construção civil e de resíduos volumosos, e dá outras providências. Publicado no DODF em 21/12/2011.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 5.605, de 07 de Janeiro de 2016. Dispões sobre a utilização de agregados provenientes de resíduos reciclados nas obras de pavimentação ou com sistemas construtivos em concreto ou argamassa executadas ou contratadas pelo Poder Público no Distrito Federal. Publicado no DODF em 11/01/2016.

DISTRITO FEDERAL. Resolução CONAM/DF nº 02, de 16 de Outubro de 2012. Institui o Licenciamento Ambiental Simplificado para as atividades de Áreas de Transbordo, Triagem e Reciclagem de Resíduos de Construção Civil; Área para Aterro de Resíduos de Construção Civil (Inertes) e Centros de Triagem de Resíduos para Cooperativas de Catadores de Materiais Recicláveis – CTR. Publicado no DODF em 12/11/212.

DISTRITO FEDERAL. Resolução CONAM/DF nº 03, de 22 de Julho de 2014. Dispõe sobre a dispensa de licenciamento ambiental para empreendimentos/atividades de baixo potencial poluidor/degradador ou baixo impacto ambiental no âmbito do Distrito Federal. Publicado no DODF em 14/08/2014.

FALCÃO, T.F. ***Lean Construction.*** Brasília, 2017.

GEHLEN, J. **Construção da sustentabilidade no canteiro de obras - Um estudo no DF**. Brasília, 2008

GERAB, R. KEHDI, C. E. **Limites da racionalização.** Revista Téchne, Brasil, n.74, maio, 2003. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/>. Acesso em: 18/06/ 2017.

GESTOR DE OBRAS. **Alvenaria estrutural: vantagens, caso prático e ferramentas de controle de qualidade para download.** Disponível em: <https://www.gestordeobras.com.br/alvenaria-estrutural-vantagens-e-ferramentas-de-controle-de-qualidade-para-download/> Acesso em: 15/06//2017.

GONÇALVES, P. H. **Planejamento e gerenciamento do resíduo sólido de construção e demolição–estudo de casos goianos**, 2013.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Certificação LEED.** Dísponível: < http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php> Acesso em: 22/06/2017.

GROHMANN, M. Z. **Redução do desperdício na construção civil**: levantamento das medidas utilizadas pelas empresas de santa maria. Santa Maria, 1998.

GUEDES, G. G., FERNANDES, M. **Gestão de resíduos sólidos da construção civil no Distrito Federal.** Brasília, 2012.

HIPPERT, M. A. S., RODRIGUES, R. M. **Gestao de resíduos em canteiros de obras de pequeno porte.** São Carlos, 2015.

IBGE. Disponível: <https://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 10/08/2017.

INOJOSA, F. C. P. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição:** a Resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal. Brasília, 2010.

KARPINSK, L. A., *et al.* **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil.** Uma abordagem ambiental. Puntifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

KOSKELA, L., HUOVILA, P. ***On foundations of concurrent engineering*.** In: ALARCÓN, L. (Ed.). Lean Construction. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997.

LIMA E SILVA, M. B. **Novos Materiais a Base de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e Resíduos de Produção de Cal (RPC) para Uso na Construção Civil.** Curitiba, 2014.

LORDELO, P. M., EVANGELISTA, P. P. A., FERRAZ, T. G. A. **Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras:** método, implantação e resultados. 2007. Disponível: <http://www.lunardidemolicao.com.br/> Acesso em 12/11/2017.

LUNARDE DEMOLIÇÕES. Disponível: <http://www.lunardidemolicao.com.br/> Acesso em 19/11/2017.

MARQUES, O.B., OLIVEIRA, M. R.S. PICANÇO, A. P. **Resíduos de Construção Civil: Geração e Alternativas para Reciclagem em um Canteiro de Obras de Pequeno Porte.** Espírito Santo do Pinhal, 2013.

MENEZES, M., PONTES, F. V. M. e AFONSO, J. C. **Panorama dos Resíduos de Construção e Demolição.** Rio de Janeiro, 2011.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Aterro sanitário de Brasília entra em operação**. Brasília, 2017. Disponível: <http://www.mma.gov.br/index.php/comunicacao/agencia-informma?view=blog&id=2109> Acesso em 20/11/2017.

MIRANDA, L. F. R. et al. **Panorama Atual do Setor de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil.** São Paulo, 2016.

MIRANDA, L. F. R. et al. **A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986 – 2008**. Revista Ambiente Construído. Porto Alegre, 2009.

NETO, J. C. M. **Gestão dos resíduos de construção e demolição no Brasil.** São Carlos: RiMa, 2005.

OLIVEIRA, E. **Tempo de Construir: o poderoso e impactante setor da construção civil vive um período de exuberância econômica. Está na hora de começar a também levar em**

consideraçãouas responsabilidades socioambientais. Brasil Sustentável. Rio de Janeiro: Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS)**:** 6-11 p. 2008.

PET CIVIL UFC. ***Lean Construction.*** Fortaleza, 2012.

PIMENTEL, U. H. O. **Análise da Geração de Resíduos da Costrução Civil da Cidade de João Pessoa/PB.** Salvador, 2013.

PINTO, T. P., GONZÁLEZ, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil.** Brasília: CAIXA, 2005.

ROCHA, E. G. A. **Os Resíduos Sólidos de Construção e Demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização.** Um estudo de caso no Distrito Federal. Brasília, 2006.
RODRIGUES, R. M. **Gestão de resíduos da construção civil.** Juiz de Fora, 2013.

SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado.** São Paulo, SP, 2007.

SCHARF, R. **Manual de Negócios Sustentáveis.** São Paulo, SP: Amigos da Terra – Amazônia Brasileira; Fundação Getúlio Vargas, Centro de Estudos em Sustentabilidade, 2004.

SINDUSCON. **Porquê e Como elaborar o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.** Eco- Atitude ações ambientais, Sinduscon – DF e FIBRA – DF. Brasília, 2006.

SENAI, *et al.* **Gestão de Resíduos na Construção Civil:** Redução, Reutilização e Reciclagem. 2005.

SERPELL, Alfredo Bley. **Administración de Operaciones de Construcción.** Santiago - Chile, Universidad Catolica de Chile, 1993.

SHINGO, S. **A Study of Toyota Production System from an Industrial Engineering Viewpoint.** Toquio, Japan Management Association, 1981.

SOUZA, L. S. **Investigação de ações relativas à Construção Enxuta em construtoras goianas.** Goiânia, 2010.

SOUZA, L.S., BRANDSTETTER, M.C.G.O., AMARAL, T.G. **Construção Enxuta: Guia Prático para Trabalhadores da Construção Civil.** Goiânia: FUNAPE, 2010.

SOUZA, P. C. M. **Gestão de resíduos da construção civil em canteiros de obras de edifícios multipiso na cidade do Recife/PE.** João Pessoa, 2007.

SLU – SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL. **Relatório dos Serviços de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos do Distrito Federal**, 2016.

SLU – SERVIÇO DE LIMPEZA URBANA DO DISTRITO FEDERAL. **Preparando para fechar o lixão: Relatório de atividades do SLU primeiro semestre de 2017.** Brasília, 2017.

VIANA, K. S. C. L. **Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras.** João Pessoa, 2009.

WBCSD. **Eficiência Energética em Edifícios: realidades empresariais e oportunidades. Relatório Síntese**. Lisboa: BCSD Portugal, 2007.

ANEXO A1

Prezado (a) Senhor(a), o presente trabalho busca analisar a sustentabilidade ambiental do gerenciamento de resíduos de construção e demolição em canteiro de obra no Distrito Federal com foco na etapa de geração. Este trabalho está sendo realizado por alunas de Engenharia Civil da Universidade de Brasília – UnB para Projeto Final de Conclusão de Curso. A sua colaboração é fundamental para o êxito do trabalho. Todos os questionários têm base acadêmica e não será feita qualquer identificação da empresa na apresentação dos resultados. Agradecemos sua participação.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Quem reponde o questionário/cargo? _____

Nome da Empresa: _____

Porte da empresa (pelo número de empregados existentes):

( ) Micro – 0 a 9 empregados
( ) Pequeno – 10 a 99 empregados
( ) Médio – 100 a 499 empregados
( ) Grande – 500 ou mais empregados

Porte da empresa (de acordo com faturamento anual):
( ) Pequeno
( ) Médio
( ) Grande

CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

Nome da Obra: _____

Localização (endereço): _____

_____

Tipo (residencial, comercial, etc) : _____

Nº de Torres _____ Nº de Pavimentos: _____ Área construida (m²): _____

Data início da obra: _____ Data (prevista) fim da obra: _____

INFORMAÇÕES GERAIS

1. A empresa possui algum Programa ou Certificação? ( ) Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade do Habitat – PBQP-H ( ) Nível A ( ) Nível B ( ) Nível C ( ) Nível D	SIM	NÃO

( ) Certificado de Gestão de Qualidade ISO 9001 ( ) Outros. Citar: _____		
2. A empresa possui projeto de implantação do canteiro?	SIM	NÃO
PRATICAS E PROCEDIMENTOS RELACIONADOS AO GERENCIMENTO DE RCD NOS CANTEIROS		
1. Foi realizada a compatibilização dos projetos antes do início das obras?	SIM	NÃO
2. A logística do canteiro visa reduzir as distâncias de transporte?	SIM	NÃO
3. Realiza controle de perdas no canteiro? Se sim, como é feito esse controle? _____ _____ _____	SIM	NÃO
4. Possui projeto de controle da qualidade interna da construção?	SIM	NÃO
5. Existem procedimentos especiais para o manuseio e descarte das substâncias tóxicas utilizadas no canteiro?	SIM	NÃO
6. Existe procedimento para estocagem de materiais?	SIM	NÃO
7. Existe a política dos 3R's (reduzir, reutilizar, reciclar) implantada no canteiro?	SIM	NÃO
8. A mão de obra foi preparada para não gerar e/ou reduzir resíduos da construção civil no canteiro?	SIM	NÃO
9. Os subempreiteiros recebem alguma orientação que contribua para a redução do desperdício de materiais na execução das tarefas?	SIM	NÃO
PLANO DE GERENCIAMENTO, CARACTERIZAÇÃO E TRIAGEM DE RCD		
1. A obra possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC)?	SIM	NÃO
2. A empresa possui listagem dos tipos de resíduos gerados na obra?	SIM	NÃO
3. A empresa possui listagem dos produtos perigosos ou poluentes utilizados na obra?	SIM	NÃO
4. O canteiro utiliza resíduos de outras industrias na sua própria produção?	SIM	NÃO
5. Existe a separação dos resíduos em classes A, B, C, D?	SIM	NÃO
6. Os colaboradores estão preparados para caracterizar os resíduos?	SIM	NÃO
7. É feito o reaproveitamento de algum resíduo no próprio canteiro?	SIM	NÃO

8. Há alguma logística para reuso e reciclagem dentro da obra? Se sim, como isso é feito? _____ _____ _____	SIM	NÃO
9. Há alguma outra iniciativa não mencionada acima que contribui com o gerenciamento de resíduos na obra? Comente. _____ _____ _____	SIM	NÃO
10. Quais são as maiores dificuldades em relação ao plano, caracterização e triagem dos resíduos? _____ _____ _____ _____		
TRANSPORTE E DESTINAÇÃO FINAL DE RCD		
1. Quem realiza o transporte dos resíduos gerados no canteiro? ( ) Transportador licenciado ( ) Construtora		
2. A empresa monitora a destinação final de seus resíduos?	SIM	NÃO
3. A empresa monitora a quantidade de resíduos gerados e retirados da obra?	SIM	NÃO
4. Com que frequência os resíduos são coletados e transportados da obra para sua destinação final? ( ) diária ( ) semanal ( ) quinzenal ( ) mensal ( ) outra _____		
5. Qual a quantidade (em caçambas, quilo ou m³) de resíduos produzidos no canteiro de obras até o momento? _____		
6. Qual a fase da obra e percentual já executado? _____		
7. Quais resíduos são vendidos, reutilizados, reciclados, doados, outros usos (cite).		

Resíduo	Vendido	Reutilizado	Reciclado	Doado	Outros

8. Quais resíduos são mais difíceis de descartar? Porque?

_____
_____
_____

GERENCIAMENTO DE RCD NA OBRA

1. Classifique o grau de dificuldade para o gerenciamento de RCD no seu canteiro de obra
   ( ) Muito alto ( ) Alto ( ) Médio ( ) Baixo ( ) Muito Baixo

2. Quais as principais ocorrências de perdas e desperdícios no canteiro? (numerar na ordem que ocorrem, sendo 1 a maior ocorrência).
   ( ) Falta de projeto ou má qualidade do projeto
   ( ) Incompatibilidade entre projetos
   ( ) Alteração do projeto
   ( ) Compras superdimensionadas
   ( ) Falta de programação/controle de materiais
   ( ) Processamento em si
   ( ) Transporte no canteiro
   ( ) Estoque/armazenamento no canteiro
   ( ) Correções de inconformidade com as especificações, durante a execução

3. Quais as maiores dificuldades existentes no seu canteiro em relação a mão de obra, perdas e desperdícios?

_____
_____

4. O que falta para preparar a mão de obra para não gerar e/ou reduzir RCD?

_____
_____

5. Quais os materiais que geram maior índice de resíduos na sua obra? (numerar na ordem que ocorrem, sendo 1 a maior ocorrência).
   ( ) Concreto ( ) Cimento
   ( ) Agregados (areia e brita) ( ) Blocos (de concreto e cerâmico)
   ( ) Argamassa ( ) Telha cerâmica
   ( ) Chapas de compensado para formas ( ) Cal Hidratada
   ( ) Cerâm ica (revestim ento piso e parede) ( ) Vidros
   ( ) Tintas (PVA e acrílicas) ( ) Material Elétrico
   ( ) Material Hidráulico (tubos conexões PVC) ( ) Gesso ( )Madeira

6. Alguma inovação tecnológica foi implantada no canteiro para minimizar perdas e desperdícios? Se sim, qual/quais? (elementos pré-fabricados, métodos de racionalização, instrumentos que padronizam a execução e etc).

_____
_____
_____

7. Você considera importante a implantação da reciclagem dentro do canteiro? Tem conhecimento de como isso pode ser feito? Porque essa prática não é comum na sua opinião?

_____
_____
_____

8. Já trabalhou ou tem conhecimento de obras que possuem um gerenciamento mais rígido ou de construções mais sustentáveis?

_____
_____
_____

ANEXO A2

2017

GUIA PRÁTICO PARA ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM CANTEIROS DE OBRA

LARISSA PASSOS BRAGA
THAIS DA COSTA VEIGA

Índice

Apresentação 2
Princípios utilizados para a elaboração 3
Sobre o Guia 4
Como ter uma obra mais sustentável? 6
Check List 7

Apresentação

O guia prático é um instrumento desenvolvido para auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD de um canteiro de obra com foco na geração. A avaliação é feita através de questões simples que abordam vários aspectos relativos a sustentabilidade nas diversas fases de uma obra. Com base nas respostas dos check list tem-se uma classificação global da obra ou de uma fase dela em baixa, média e elevada sustentabilidade.

É de conhecimento público que a sustentabilidade, que está presente nos âmbitos social, ambiental e econômico, quando implantada no âmbito ambiental, no canteiro de obra traz, consequentemente, benefícios nos outros setores, pois seus conceitos e princípios estão relacionados.

O conceito de sustentabilidade no canteiro de obra pode ser implantado em qualquer obra, de qualquer porte e a qualquer momento, onde logo menos deixará de ser uma opção passando a ser uma realidade.

O presente guia pode ser utilizado pelos engenheiros e diretores da empresa com o objetivo de avaliar a realidade da mesma, identificar suas deficiências e melhorar sua qualificação.

Princípios utilizados para a elaboração

- Sustentabilidade ambiental: Podemos definir sustentabilidade ambiental e ecológica como a manutenção do meio ambiente do planeta Terra, mantendo a qualidade de vida e o ambiente em harmonia com as pessoas. É explorar os recursos naturais de maneira racional e consciente respeitando a capacidade de recuperação do nosso planeta, procurando fazer sempre escolhas ecologicamente corretas.

- Construção enxuta: A construção enxuta é uma filosofia que incorpora o pensamento enxuto idealizado pela Toyota e visa implementar melhorias e possibilitar o aumento da eficiência dos fluxos de produção. A construção enxuta traz diversos benefícios a indústria da construção como a redução dos desperdícios com materiais e serviços, organização do local de trabalho e lucro.

- Política dos 3R's: A política dos 3R's é um conjunto de ações que consistem nos atos de : Reduzir, Reutilizar e Reciclar. Reduzir é o ato mais importante e consiste em reduzir ao máximo a quantidade de resíduos gerados. Reutilizar consiste em utilizar de forma consciente para que determinado produto possa ser reutilizado várias vezes. E Reciclar consiste na transformação dos resíduos em novos produtos ou matérias-primas quando não for mais possível a reutilização.

Sobre o Guia

O guia é uma ferramenta para auxiliar na avaliação da sustentabilidade ambiental do gerenciamento de RCD em um canteiro obra. O mesmo foi pensando de forma a abordar aspectos gerais elencados em um check list organizado considerando as 5 fases da cadeia produtiva que contempla todo o ciclo de vida de um empreendimento: fase de planejamento, fase de projeto, fase de execução da obra, fase de utilização e fase de demolição.
Portanto, para obras novas deve-se considerar na avaliação apenas as três primeiras fases (planejamento, projeto e execução de obra), para obras de reforma ou manutenção deve-se considerar as quatro primeiras fases (planejamento, projeto, execução de obra e utilização) e por fim, as demolições devem ser avaliadas considerando apenas a última fase.

Os itens do check list foram divididos por níveis de dificuldade de implantação em difícil, médio e fácil, que foram ponderados com pesos 3, 2, e 1, respectivamente.

Foram definidos para a avaliação 3 graus de sustentabilidade: baixa sustentabilidade, média sustentabilidade e elevada sustentabilidade, onde para ser classificado em cada é necessário alcançar as verificações conforme tabela abaixo.

Tabela 1 - *Grau de sustentabilidade por fase da obra*

Fase/Verificação	Baixa	Média	Elevada
Planejamento	Até 12 pontos	Entre 13 e 20 pontos	Acima de 20 pontos
Projeto	.Até 15 pontos	Entre 16 e 25 pontos	Acima de 25 pontos
Execução de obra	Até 21 pontos	Entre 22 e 35 pontos	Acima de 35 pontos
Utilização	Até 6 pontos	Entre 7 e 10 pontos	Acima de 10 pontos
Demolição	Até 6 pontos	Entre 7 e 10 pontos	Acima de 10 pontos

A Sustentabilidade global da obra deve ser calculada somando a pontuação de cada fase, onde a classificação é feita por tipo de obra conforme a tabela abaixo.

Tabela 2 - *Grau de sustentabilidade global por tipo de obra*

Tipo de obra/Verificação	Baixa sust.	Media Sust.	Elevada Sust.
Obras novas	Até 48 pontos	Entre 49 e 80 pontos	Acima de 80 pontos
Reformas/manutenções	.Até 54 pontos	Entre 55 e 90 pontos	Acima de 90 pontos
Demolição	Até 6 pontos	Entre 7 e 10 pontos	Acima de 10 pontos

Como ter uma obra mais sustentável?

É possível ter uma obra mais sustentável realizando poucas adaptações que não envolvem grandes mudanças tecnológicas, bastando, adotar medidas práticas como: aperfeiçoar mecanismos de controle de execução dos serviços; melhorar as condições de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro; treinar a mão de obra; ter um canteiro limpo e organizado; utilizar ferramentas e equipamentos apropriados, inclusive os de segurança; utilizar materiais cujos resíduos sejam recicláveis; utilizar elementos pré-fabricados de concreto e outros materiais; prever passagem para instalação de dutos e tubulações embutidos; entre outras.

O planejamento e o controle são fundamentais para alcançar níveis mais elevados de desempenho que representam benefícios de produtividade, financeiros, ambientais afetando todos os aspectos da obra.

Check List

Fase de Planejamento

A empresa já possui ou já estudou a possibilidade de montar uma usina de reciclagem?

A empresa tem interesse em realizar algum tipo de parceria com usinas de reciclagem?

Existe a preferência por sistemas construtivos mais racionais?

É feita a caracterização dos prováveis RCD gerados na obra?

PESO 3

É feito o planejamento da obra de forma a evitar atividades que não agregam valor?

Existe a preferência por materiais reciclados?

A empresa possui listagem dos tipos de resíduos gerados na obra?

A empresa possui listagem dos produtos perigosos ou poluentes gerados na obra?

PESO 2

Existe a preferência por materiais locados?

Existe a preferência por materiais industrializados?

As previsões de estoque de materiais são planejadas de forma a evitar compras superdimensionadas?

A empresa investe em treinamento para os funcionários?

PESO 1

Fase de projeto

O projeto arquitetônico elaborado leva em consideração o sistema construtivo utilizado?

O sistema construtivo da obra é racionalizado?

O projeto arquitetônico elaborado leva em consideração a modulação?

Os projetos elaborados dão preferência para o uso de pré-moldados ou pré-fabricados?

Os projetos são flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades?

PESO 3

O projeto arquitetônico elaborado leva em consideração os materiais utilizados?

São elaborados projetos complementares, como projeto de formas e de escoramento?

A obra possui projeto de controle da qualidade interna da construção?

A obra possui projeto de gestão e gerenciamento de resíduos no canteiro?

O projeto de canteiro estabelece a localização de equipamentos fixos como grua e elevadores?

PESO 2

O projeto de canteiro especifica as sinalizações que devem conter no canteiro?

Foi feita a compatibilização dos projetos?

O projeto de canteiro foi elaborado de forma que o layout evite transportes desnecessários?

O projeto de canteiro leva em consideração os transportes internos de pessoas e materiais?

O projeto de canteiro estabelece armazenagem adequada para os materiais?

PESO 1

Fase de execução da construção

Os procedimentos realizados na obra são, em sua maioria, padronizados?

É feita reciclagem de materiais dentro do canteiro?

É feito controle de perdas no canteiro?

A triagem dos resíduos é feita de forma a assegurar a qualidade dos resíduos para posterior reutilização ou reciclagem?

Existe parceria com usinas de reciclagem?

A destinação final dos resíduos é monitorada?

A quantidade de resíduos gerada no canteiro é monitorada?

PESO 3

A obra é limpa e organizada?

Existe local adequado para armazenamento temporário dos resíduos próximos ao local de geração?

É feito reutilização de materiais dentro do canteiro?

O armazenamento final dos resíduos no canteiro é feito de acordo com as classes estabelecidas pela resolução 307 do CONAMA?

O armazenamento final dos resíduos no canteiro é feito de forma adequada evitando a contaminação dos mesmos?

É adotada a logística reversa para os resíduos de classe C e D?

Os resíduos de classe A não reutilizados no canteiro são enviados para áreas de triagem e transbordo, para usinas de reciclagem ou aterros da construção civil?

PESO 2

É realizada a inspeção dos materiais para verificação do padrão?

Existe procedimento para transporte dos materiais?

Existe procedimento para armazenagem dos materiais?

Os serviços são realizados de forma a evitar retrabalho?

Os serviços são realizados de forma a evitar danos no material que pode ser reutilizado?

Os resíduos de classe B são vendidos ou encaminhados para empresas, cooperativas ou associações de coleta seletiva?

O transporte externo dos RCD é feito por empresas licenciadas?

PESO 1

Fase de utilização (manutenção e reforma)

Na etapa de demolição há a contratação de empresas especializadas em demolição sustentável?
Existe a reutilização dos resíduos gerados na etapa de demolição?

PESO 3

Os resíduos gerados na etapa de demolição são levados para reciclagem?

Os materiais e/ou produtos que serão trocados são recicláveis ou reciclados?

PESO 2

Os rejeitos que não foram aproveitados recebem destinação final adequada?

São realizadas as manutenções preventivas e substituições previstas no manual do usuário evitando assim maior ocorrência de manutenções corretivas?

PESO 1

Fase de demolição

A demolição foi realizada por uma empresa especializada em demolição sustentável e reciclagem de RCD?

São retirados o maior número de elementos e materiais antes da demolição?

PESO 3

Foi realizado projeto para a demolição?

Após a demolição os resíduos são encaminhados para a usina de reciclagem?

PESO 2

Os rejeitos que não foram aproveitados recebem destinação final adequada?

O transporte dos resíduos para destinação final é feita por transportadora licenciada?

PESO 1