

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade de Tecnologia – FT

Engenharia Civil

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA
DE INFRAESTRUTURA NO DF – ESTUDO DE CASO**

ANDREY RAFAEL FERREIRA SOUTO

**ORIENTADOR: Prof. Dr. CLÁUDIO HENRIQUE DE A.
F. PEREIRA**

**MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL EM ENGENHARIA
CIVIL**

BRASÍLIA / DF: NOVEMBRO/2021

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA DE
INFRAESTRUTURA NO DF – ESTUDO DE CASO**

ANDREY RAFAEL FERREIRA SOUTO

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. Dr.: Cláudio Henrique de Almeida Feitosa
Pereira, UnB**
Orientador

Profa. Jéssica Siqueira de Souza
Examinador Interno

MSc. Thiago da Silva Santana
Examinador Externo

DATA: 10 DE NOVEMBRO DE 2021, BRASÍLIA/DF

FICHA CATALOGRÁFICA

SOUTO, ANDREY RAFAEL FERREIRA
AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA DE INFRAESTRUTURA NO DF – ESTUDO DE CASO [Distrito Federal] 2021.

x, 63p, 297 mm (ENC/FT/UnB, Bacharel, Engenharia Civil, 2021)

Monografia de Projeto Final - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|---------------------------------|---------------------------|
| 1. Resíduos da construção civil | 2. Índices de desperdício |
| 3. Gestão de resíduos | 4. Destinação de resíduos |
| I. ENC/FT/UnB | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SOUTO, A.R.F. (2021). AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA DE INFRAESTRUTURA NO DF – ESTUDO DE CASO. Monografia de Projeto Final, Publicação G.PF-002/21, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 63p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Andrey Rafael Ferreira Souto

TÍTULO DA MONOGRAFIA DE PROJETO FINAL: AVALIAÇÃO DA GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA DE INFRAESTRUTURA NO DF – ESTUDO DE CASO

GRAU / ANO: Bacharel em Engenharia Civil / 2021

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.

Andrey Rafael Ferreira Souto

QS 5 Rua 310 Lt.1 Apt:105 Bloco: E

71964360- Brasília/DF – Brasil

Resumo

A construção civil representa hoje a indústria que mais consome recursos naturais e gera parcela significativa dos resíduos sólidos, ocasionado pelo desperdício e agravado por um baixo índice de reciclagem de materiais. Considera-se que a disposição adequada de resíduos é tarefa difícil e complexa, levando em consideração o aumento de sua produção, juntamente com a crescente dos centros urbanos e a escassez de espaços adequados para sua destinação final. O descarte irregular dos resíduos da construção civil (RCC) têm gerado grandes problemas à gestão urbana e prejuízo aos cofres públicos, como também, ocasionado impactos ambientais relevantes como assoreamento de rios e vales, degradação da flora e fauna. Visto esse quadro insustentável de geração e destinação de RCC, é indiscutível a necessidade de se implementar sistemas de gestão de resíduos sólidos preventivos, modernos e eficazes na construção civil. Nesse contexto o presente trabalho teve como objetivo realizar a quantificação e avaliar o gerenciamento de resíduos da construção civil realizado em uma obra de infraestrutura. Para embasar, realizou-se uma revisão bibliográfica com intuito de levantar dados sobre os resíduos gerados, e buscar informações sobre a sustentabilidade na construção civil e possíveis certificações ambientais. Posteriormente, foi realizado um estudo de caso através de acompanhamento de uma obra de infraestrutura, no Distrito Federal, para observações e coletas de dados sobre o panorama atual da geração, gerenciamento e disposição final do RCC. O estudo contemplou a análise do volume e do tipo resíduo gerado, criação de índices de desperdício que pudessem servir como instrumento de avaliação da geração de resíduos em obras similares, além da avaliação da destinação dos RCC gerados. Os resultados obtidos mostraram que o volume de resíduo gerado é quantificado pelo número de caminhões com caçamba e contêineres de entulho retirados em cada etapa da obra. Os índices de perdas de material, determinados pela quantidade de resíduo retirado do canteiro, apresentaram discrepâncias, tanto para mais quanto para menos, dos dados encontrados na literatura, explicitando a necessidade de um refinamento e uma padronização da metodologia utilizada na quantificação. Cabe ressaltar que o empreendimento acompanhado não contava com um plano de gestão de resíduos, dessa forma, o resíduo gerado foi destinado para o Aterro Controlado do Jóquei, sem passar por um processo de triagem de materiais.

Abstract

Construction is currently the industry that consumes the most natural resources and generates a significant portion of solid waste, caused by waste and aggravated by a low rate of material recycling. It is considered that the proper disposal of waste is a difficult and complex task, taking into account the increase in its production, together with the growing number of urban centers and the scarcity of adequate spaces for its final destination. Irregular disposal of civil construction waste (RCC) has generated major problems for urban management and damage to public coffers, as well as causing relevant environmental impacts such as siltation of rivers and valleys, degradation of flora and fauna. Given this unsustainable scenario of generation and disposal of RCC, the need to implement preventive, modern and effective solid waste management systems in civil construction is indisputable. In this context, the present work aimed to quantify and evaluate the management of civil construction waste carried out in an infrastructure work. As a basis, a literature review was carried out in order to gather data on the waste generated, and seek information on sustainability in civil construction and possible environmental certifications. Subsequently, a case study was carried out through the monitoring of an infrastructure work, in the Distrito Federal, for observations and data collection on the current panorama of the generation, management and final disposal of the RCC. The study included the analysis of the volume and type of waste generated, creation of waste rates that could serve as an instrument for evaluating the generation of waste in similar works, in addition to evaluating the destination of the generated RCC. The results obtained showed that the volume of waste generated is quantified by the number of trucks and debris buckets removed at each stage of the work. The material loss rates, determined by the amount of waste removed from the construction site, showed discrepancies, both for more and for less, from the data found in the literature, explaining the need for refinement and a standardization of the methodology used in the quantification. It is noteworthy that the project monitored did not have a waste management plan, thus, the waste generated was sent to the Aterro Controlado do Jóquei, without going through a material screening process.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Motivação.....	2
1.2. Objetivo	2
1.3. Estrutura da pesquisa.....	3
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1. Sustentabilidade.....	4
2.2. Setor da construção civil e seu papel econômico e social	5
2.3. Sustentabilidade na construção civil	10
2.4. Certificações ambientais e políticas públicas	12
2.5. Legislação ambiental do Distrito Federal	14
2.6. Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	15
2.7. Principais resíduos gerados na construção civil	19
2.8. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.....	22
3. Metodologia	25
3.1. Escolha da obra	25
3.2. Acompanhamento do canteiro de obra.....	25
3.3. Gerenciamento dos RCC.....	26
3.4. Logística dos Resíduos.....	27
4. análise da gestão de resíduos no canteiro de obra.....	28
4.1. Obra escolhida para apresentação do estudo	28
4.2. Principais resíduos gerado durante a realização da obra	29
4.2.1 Limpeza da camada vegetal	30
4.2.2 Serviços de Terraplanagem	32
4.2.3 Execução do Sistema de abastecimento de água	34
4.2.4 Execução do Sistema de drenagem.....	36
4.2.5 Execução da Pavimentação	38
4.2.6 Execução das calçadas.....	39
4.3. Condicionamento e Destinação dos resíduos gerados	41
4.4. Dados gerados sobre os resíduos da obra	43
4.5. Plano de gestão dos resíduos.....	45
5. Conclusão e sugestão para trabalhos futuros.....	46
Bibliografia.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Número de pessoas ocupadas na construção civil no Brasil. Fonte: PNAD Continua mensal, IBGE (2020)	7
Tabela 2.2 – Déficit habitacional geral 2007 – 2012. Fonte: IBGE/PNAD (2012)	9
Tabela 2.3 – Geração e componentes dos RCC. Fonte: Levy, 1997 apud Santos (2009)	10
Tabela 2.4 – Blocos da Agenda 21 para a construção civil brasileira. Fonte: Condeixa (2013).....	11
Tabela 2.5 – Identificação dos RCC por etapas da obra. Fonte: Adaptado de Lima e Lima - S.D. (2005)	20
Tabela 2.6 – Taxas de desperdício de materiais. Fonte: Espinelli, apud Lima e Lima - S.D. (2005)	21
Tabela 2.7 – Classificação dos resíduos. Fonte: CONAMA 307/2002 (2002)	23
Tabela 4.1- Etapas construtivas na obra	29
Tabela 4.2- Resíduos gerados na limpeza da camada vegetal	31
Tabela 4.3- Resíduos gerados na terraplanagem	33
Tabela 4.4- Resíduos gerados na execução do sistema de abastecimento de água	35
Tabela 4.5- Resíduos gerados na execução do sistema de drenagem	37
Tabela 4.6- Resíduos gerados na execução do pavimento	39
Tabela 4.7- Resíduos gerados na execução das calçadas	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1– Modelo de produção Linear. Fonte: Komatsu (2017)	1
Figura 2.1– Investimentos na construção, em participação (%) no PIB, 1948 a 2018. Fonte: Contrabusiness (2018)	6
Figura 2.2– Investimentos em construção, em milhões de reais, Brasil, 2007 a 2018. Fonte: Contrabusiness (2018)	7
Figura 2.3– Demanda futura por moradias, em mil unidades, média anual de 2019 a 2030. Fonte: Givisiez e Oliveira (2018)	9
Figura 2.4 – Projeção de RCC + Entulho no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)	15
Figura 2.5 – Representação da gestão de RCC no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)	16
Figura 2.6 – Manejo de RCC no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)	17
Figura 2.7 – Fluxograma do manejo de RCC Fonte: PDGIRS (2018)	18
Figura 2.8 – Britador de RCC dentro do Aterro do Jóquei Fonte: PDGIRS (2018)	18
Figura 2.9 – Concepção do modelo de gestão integrada para RCC Fonte: PDGIRS (2018)	19
Figura 2.10 - Porcentagem de RCC por etapa construtiva. Fonte: Neto (2005)	20
Figura 4.1- Placa de obra	28
Figura 4.2- Imagem da obra por drone	29
Figura 4.3- Limpeza da camada vegetal	31
Figura 4.4- Cortes no traçado definido em projeto	32
Figura 4.5- Compactação do subleito	33
Figura 4.6- Escavação das valas para o SAA	34
Figura 4.7- Construção da escada hidráulica para drenagem	36
Figura 4.8- Execução do pavimento com piso intertravado	38
Figura 4.9- Execução das calçadas	40

Figura 4.10- Acumulo de blocos de concreto pré-moldados para descarte	42
Figura 4.11- Acumulo de madeiras para descarte	42
Figura 4.12- Acumulo de sacos de lixos para descarte	42
Figura 4.13- Percentual de geração de resíduos	44

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

ABRAMAT –	Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção
ABNT –	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CMMAD –	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
CONAMA –	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPIC –	Cadeia produtiva da indústria da construção
IBGE –	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCIDADES –	Ministério das Cidades
MMA –	Ministério do Meio Ambiente
NBR –	Normas Brasileiras
ONU –	Organização das Nações Unidas
PIB –	Produto Interno Bruto
PNRS –	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC –	Resíduos da construção civil
SINDUSCON –	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SIS –	Sistema de Inteligência Setorial
PDGIRS –	Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos
PEV –	Ponto de Entrega de Pequenos Volumes
PGRCC –	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PEAD –	Polietileno de Alta Densidade
SAA –	Sistema de Abastecimento de Água

1. INTRODUÇÃO

No cenário atual observa-se a necessidade crescente de tornar a construção civil mais sustentável. Os desafios iniciam na necessidade de redução do volume extraído de matéria prima, chegando até a destinação adequada dos resíduos gerados, pois com o avanço da construção civil problemas como o aumento de resíduos e extração de recursos naturais aumentam. A gestão dos resíduos da construção civil faz parte do desafio da formulação de desenvolvimento sustentável.

Após a revolução industrial ocorreu a expansão dos centros urbanos e crescimento populacional significativo, para acompanhar o movimento populacional ocorreu um crescimento exponencial das construções civis. Dessa forma, a geração de resíduos oriundos da construção também se ampliou, esse fenômeno associado a escassez de áreas para sua destinação final, contribui para a destinação incorreta de resíduos em lixões e aterros clandestinos, levando a contaminações do solo e água subterrânea, obstrução de sistemas de drenagem, assoreamento de corpos d'água, interrupção de vias urbanas, dentre outros efeitos.

Segundo Blumenschein (2004), o impacto causado pela cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC) sobre o meio ambiente ocorre ao longo de todos os seus estágios e atividades: na ocupação de terras; na extração de matéria-prima e no seu processamento e na produção de elementos e componentes; no transporte dessa matéria-prima e de seus componentes; no processo construtivo e no produto final, ao longo de sua vida útil, durante as fases de uso e manutenção, até sua demolição e descarte. Ao longo de toda esta cadeia, recursos naturais são explorados, energia é consumida indiscriminadamente e resíduos são gerados de forma excessiva e dispostos irregularmente.

O modelo adotado neste contexto é empregado como ferramenta de transformação do ambiente natural em ambiente construído. Por muito tempo, esta transformação se deu mediante um modelo de produção linear (Figura 1.1), baseada na extração de recursos naturais, em que os produtos feitos a partir desses recursos são utilizados até serem descartados como resíduos.



Figura -1.1 - Modelo de produção Linear. Fonte: Komatsu (2017)

Neste trabalho será dado enfoque para os resíduos gerados da construção civil (RCC), ressaltando a necessidade de desenvolvimento de indicadores de produção visando a diminuição da produção de resíduos, por meio de programas de reciclagem e destinação ambiental correta desses resíduos, minimizando o impacto ambiental na etapa de execução de obras. Espera-se com esse trabalho contribuir para as futuras ações práticas sustentáveis visando ganhos ambientais, visto que a possibilidade de redução na geração e destinação ambiental adequada dos RCC possam gerar obras mais sustentáveis, além de, indiretamente, possibilitar a redução da extração de recursos naturais.

1.1. Motivação

Embora a construção civil seja uma das atividades que mais impacta negativamente o meio ambiente, suas necessidades continuam em crescimento constante. Déficit habitacional, novas construções para atender o crescimento urbano, desenvolvimento econômico e aumento dos edifícios corporativos, entre outros, ilustram algumas demandas da atividade.

Uma maneira de contribuir com o setor da construção civil é se alinhar com práticas sustentáveis, tanto com intuito de minimizar desperdícios, levando a uma maior competitividade de preços, quanto com intuito de gerar produtos com status de serem sustentáveis, agradando aos consumidores e minimizando os impactos ambientais gerados no processo construtivo.

Dessa forma, essa pesquisa tem como motivação contribuir com o desenvolvimento de políticas que minimizam o impacto ambiental do setor da construção civil com a geração de índices voltado a geração de resíduos gerados na obra, visando a redução, reutilização e reciclagem do resíduo gerado na obra.

1.2. Objetivo

O objetivo geral do estudo é realizar, por meio de um estudo de caso, a avaliação do gerenciamento dos resíduos da construção civil produzidos em uma obra de infraestrutura realizada no Distrito Federal, de modo a obter elementos que possam contribuir para a sustentabilidade de obras similares, com a mitigação dos impactos ambientais causados pela atividade produtiva.

Os objetivos específicos do estudo são:

- Avaliar qualitativamente e quantitativamente os resíduos da construção civil produzidos em uma obra de infraestrutura;
- Criação de índices de perda de materiais, utilizando dados obtidos em uma obra de infraestrutura, que possam ser utilizados na definição de procedimentos de destinação adequada de resíduos; e
- Verificar as alternativas, existente no Distrito Federal e entorno, para uma destinação ambientalmente adequada dos principais resíduos da construção civil identificados em uma obra de infraestrutura.

1.3. Estrutura da pesquisa

O primeiro capítulo será dedicado à introdução do tema, juntamente com uma prévia contextualização, motivação e objetivos gerais e específicos.

O segundo capítulo será dedicado para caracterização de desenvolvimento sustentável com foco em construção civil, também será abordado as principais certificações ambientais e demonstrando a importância da sustentabilidade e medidas de políticas públicas. Além disso, será reiterado sobre os resíduos gerados no canteiro de obra e sua classificação.

O terceiro capítulo se dispõe em apresentar a metodologia que será desenvolvida para obter dados e a forma que será trabalhado os dados gerados.

O quarto capítulo tem como propósito a análise da obra escolhida, aplicando os procedimentos descritos na metodologia, através dos dados sobre os materiais utilizados na construção civil, juntamente com indicadores de volume desses materiais que são descartados em forma de resíduos da construção civil (RCC). Com isso, será analisado o modelo de separação utilizado desses resíduos, por suas características.

O quinto capítulo é dedicado as conclusões, onde será realizado um balanço sobre a análise dos dados e questionamentos sobre a forma usual de tratamento dos resíduos em Brasília e entorno. Além disso, será feitas sugestões para trabalhos futuros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo aborda sobre os conceitos sobre sustentabilidade aplicada à construção civil, a partir de fundamentação em certificados e parâmetros relacionados à gestão dos resíduos e pela importância na construção civil. Políticas em vigor de gerenciamento de resíduos, juntamente com as condutas atuais de reutilização e reciclagem serão abordadas, com intuito de se obter uma visão extensa sobre a gestão dos RCC.

Além disso, serão demonstrados dados acerca de perdas que ocorrem nos canteiros de obras e geração de RCC.

2.1. Sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade surgiu como oposição ao modelo desenvolvimentista adotado pelos países ricos e em defesa de uma nova forma de desenvolvimento, apto a manter o progresso mundial, partilhando entre países desenvolvidos e em desenvolvimento.

A Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1988) define a abordagem sustentável como aquela que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”.

Para Jacobi (2003) sustentabilidade é uma maneira de desenvolvimento que busca a viabilidade econômica, assim como a ecológica, gerando pensamento que migrem para a ação.

Um dos principais eventos da difusão e discussão em escala global sobre sustentabilidade, ocorreu na década de 1980. Nasceu a CMMAD, com o objetivo de propor meios para o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental atuar simultaneamente. A comissão produziu importante conteúdo, “Nosso Futuro Comum”, publicado em abril de 1987, que pela primeira vez trazia o conceito de desenvolvimento sustentável como discurso comum. Este relatório, conhecido também como Relatório Brundtland, tem por base o princípio de que o ser humano devia gastar os recursos naturais de acordo com a sua capacidade de renovação, para evitar o seu esgotamento.

O Rio-92, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992, decorreu a Cúpula da Terra. Durante o encontro de líderes mundiais foram discutidos, os meios de produção, as fontes de energia, o transporte público, e a escassez de água. A herança deixada pela conferência foi a produção de alguns documentos, dentre eles em destaque, a Agenda21 e a Declaração do Rio. Segundo Martins (2010), ambos definiam o contorno de políticas essenciais para alcançar um modelo de desenvolvimento sustentável que pudesse atender os pobres ao mesmo tempo que reconhecesse os limites do desenvolvimento.

A Agenda 21 concebeu um instrumento aprovado pela ONU, para proteção do planeta nas bases ambiental, social e econômica, sendo assinado por 178 governos. Assim, se desenvolveu um programa com comprometimento mundial para proteção e renovação de recursos naturais, em escala global e local para cooperação no estudo de soluções para um desenvolvimento sustentável.

2.2. Setor da construção civil e seu papel econômico e social

De acordo com dados do Sistema de Inteligência Setorial (SIS, 2019), a construção civil em 2019 foi responsável por movimentar mais de 70 setores da economia e representou 6,2% do PIB brasileiro, com faturamento anual de mais de R\$ 1 trilhão. Assim, fica evidente o tamanho desse setor e sua importância econômica no cenário nacional.

A sua representatividade na economia pode ser notada pelo dado de cerca de 40% da economia mundial provêm da participação da indústria da construção civil (BELTRAME, 2013). Pode ser explicado pelo fato de que os países que ainda não alcançaram seu desenvolvimento pleno, como é caso do Brasil, cujas demandas por infraestrutura e habitação são muito elevadas.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção (ABRAMAT, 2007) a cadeia produtiva da construção (CPIC) revela enorme importância para o desenvolvimento do Brasil, evidenciado pela sua participação no produto interno bruto (PIB).

A CPIC representa o setor com segundo maior PIB do Brasil, atrás apenas da Agroindústria, é demonstrado, na Figura 2.1, a sua participação no período de 1948 - 2018.

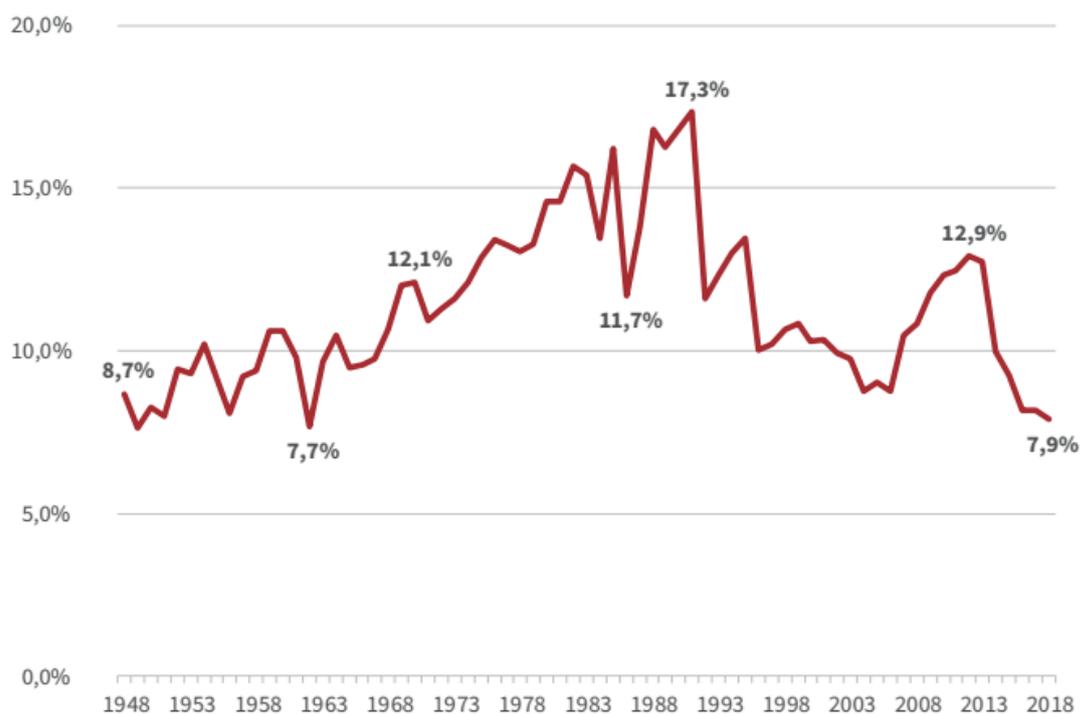


Figura -2.1 - Investimentos na construção, em participação (%) no PIB, Brasil, 1948 a 2018.
 Fonte: Construbusiness (2018)

A CPIC apesar de estar passando por um ciclo de recessão econômica, ainda assim representa um setor de grandes investimentos, na Figura 2.2, demonstra-se seu ciclo de investimentos no período compreendido entre 2007 a 2018.

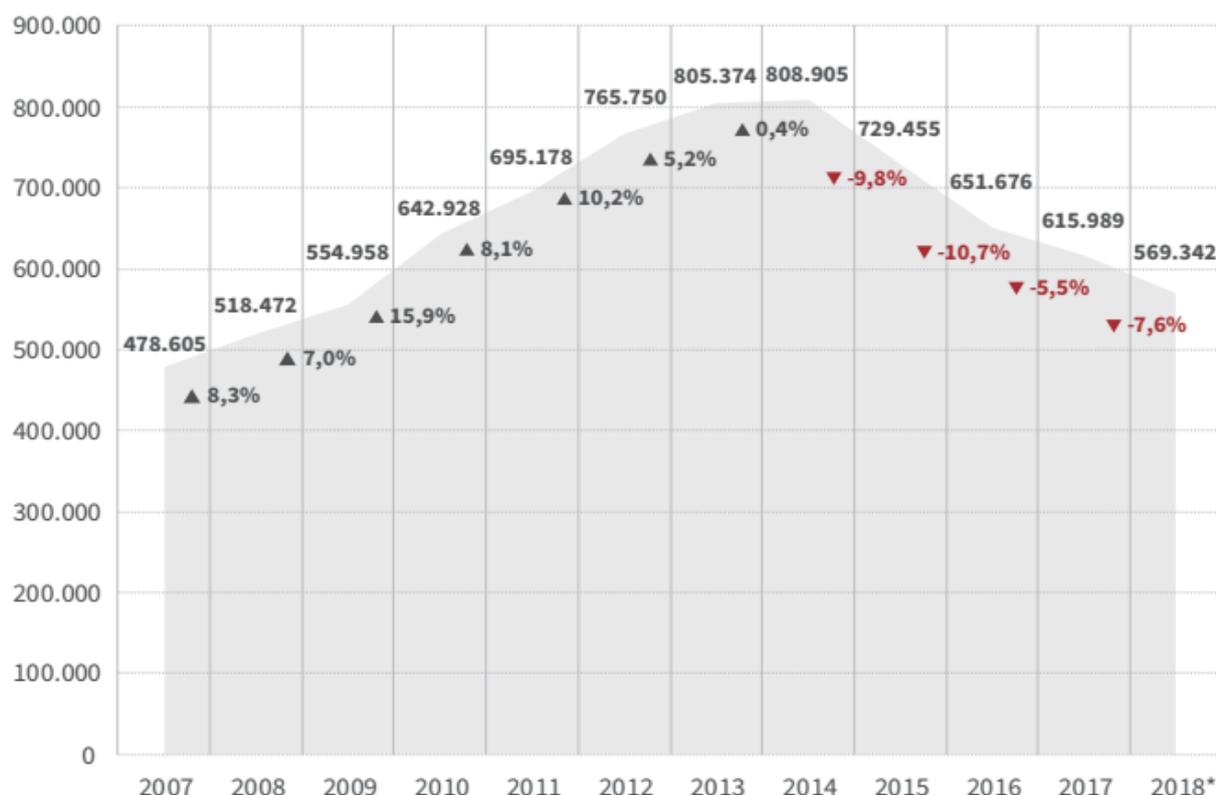


Figura 2.2 - Investimentos em construção, em milhões de reais, Brasil, 2007 a 2018.
 Fonte: Construbusiness (2018).

Para Dacol (1996), a CPIC tem papel fundamental no processo de desenvolvimento do Brasil, uma vez que é a principal responsável pela formação das bases da moderna sociedade industrial, possibilitando a montagem da infraestrutura indispensável à continuidade do processo de industrialização.

A respeito do aspecto social, a influência do setor da construção civil pode ser notada por sua representatividade em diversos parâmetros, destacando-se por ser uma grande fonte de geração de empregos e pela redução do déficit habitacional.

Em relação à geração de emprego, a tabela 2.1 apresenta os dados disponíveis no IBGE, que mostra a quantidade de pessoas ocupadas no setor da construção civil.

Tabela 2.1 - Número de pessoas ocupadas na construção civil no Brasil. Fonte: PNAD Continua mensal, IBGE (2020)

ANO	TRIMESTRES	ESTIMATIVA DE PESSOAS OCUPADAS (EM MILHARES)
2012	Jan-fev-mar	7.042
	Out-nov-dez	7.772
2013	Jan-fev-mar	7.573

2014	Out-nov-dez	8.069
	Jan-fev-mar	8.001
2015	Out-nov-dez	7.737
	Jan-fev-mar	7.607
2016	Out-nov-dez	7.900
	Jan-fev-mar	7.522
2017	Out-nov-dez	7.049
	Jan-fev-mar	6.809
2018	Out-nov-dez	6.922
	Jan-fev-mar	6.537
2019	Out-nov-dez	6.806
	Jan-fev-mar	6.518
2020	Out-nov-dez	6.820
	Jan-fev-mar	6.380

No tocante ao déficit habitacional, segundo estudo da Universidade Federal Fluminense (UFF) realizado para o Ministério das Cidades (Givisiez e Oliveira, 2018), estima-se que será necessário construir cerca de 1,235 milhão de unidades habitacionais por ano em todo o país. Esse volume de produção já considera a gradativa redução do déficit habitacional até 2030 e as tendências demográficas e de formação de famílias no período. Também considera a depreciação do estoque atual de imóveis e a mudança de uso.

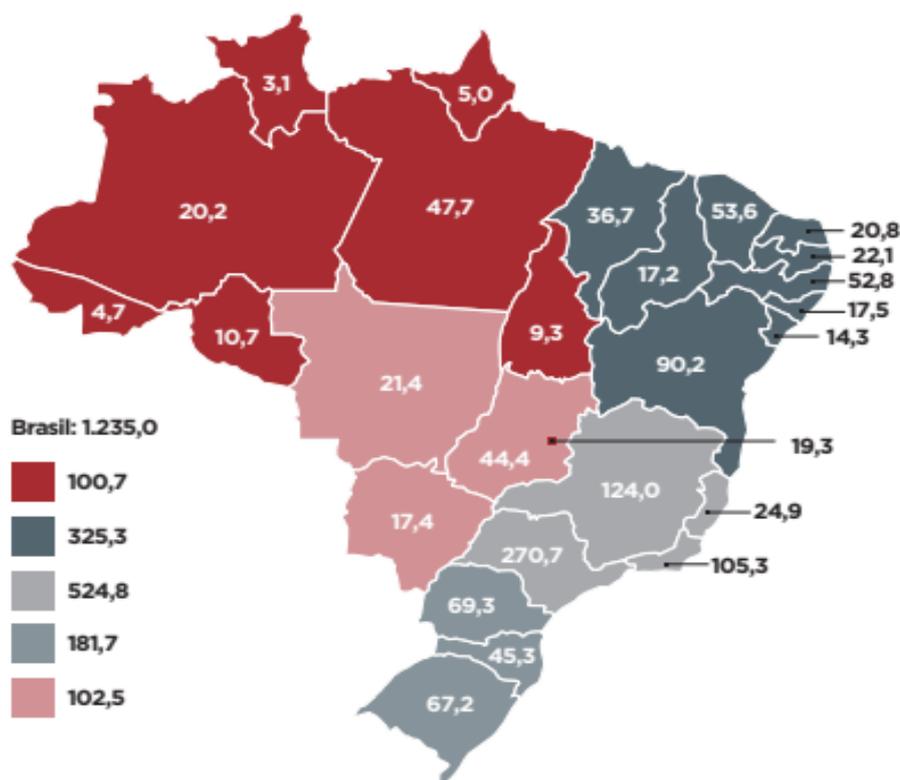


Figura 2.3 – Demanda futura por moradias, em mil unidades, média anual de 2019 a 2030. Fonte: Givisiez e Oliveira (2018).

Dados do IBGE em 2012, demonstra uma tendência de redução do déficit habitacional, visto que em 2007 era de aproximadamente 5,6 milhões de habitações e em 2012 o número absoluto se aproxima de 5,2 milhões de habitações, ou seja, ocorreu uma redução do déficit habitacional, mesmo com aumento populacional nesse período, conforme a Tabela 2.2 demonstra.

Tabela 2.2 - Déficit habitacional geral 2007- 2012. Fonte: IBGE/PNAD (2012)

	2007	2008	2009	2011	2012
NÚMERO DE DOMICÍLIOS	55.918.038	57.703.161	58.684.603	61.470.054	62.996.532
DÉFICIT HABITACIONAL	5.593.191	5.191.565	7.703.003	5.409.210	5.244.525

Apesar da contribuição do setor da construção civil no cenário nacional ser expressivo em vários fatores, como demonstrado, contribuindo fortemente para PIB do Brasil, empregando milhões de pessoas e reduzindo o déficit habitacional que assola o país, o setor ainda é fortemente criticado por suas baixas produtividades e eficiência, além de consumir enormes proporções de recursos naturais e ser um dos principais geradores de resíduos sólidos.

2.3. Sustentabilidade na construção civil

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, tida com um indicativo de crescimento econômico e social. Contudo, também se constitui em uma atividade geradora de impactos ambientais (Pinto, 2005 apud Karpinsk *et al*, 2009).

A cadeia produtiva da indústria da construção (CPIC) é responsável pela geração de grande parte dos resíduos, porém indispensável para a montagem da infraestrutura necessária ao processo de industrialização e ao desenvolvimento sustentável de um país.

Os resíduos produzidos pela CPIC sempre estiveram, estão e estarão intimamente ligados às atividades dos mais variados setores de produção, sendo inevitável sua geração. É importante destacar ainda que, em meio às diversas atividades da construção civil, têm-se níveis de geração de resíduos maior ou menor, na Tabela 2.3 demonstra esses níveis.

Tabela 2.3 – Geração e componentes dos resíduos. Fonte: Levy, 1997 *apud* Santos (2009)

COMPONENTES	TRABALHOS RODOVIÁRIOS (%)	ESCAVAÇÕES (%)	SOBRAS DE DEMOLIÇÃO (%)	OBRAS DIVERSAS (%)	SOBRAS DE LIMPEZA (%)
CONCRETO	48,0	6,1	54,3	17,5	18,4
TIJOLO	-	0,3	6,3	12,0	5,0
AREIA	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
SOLO	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
ROCHA	7,0	32,5	11,4	23,1	23,9
ASFALTO	23,6	-	1,6	1	0,1
METAIS	-	0,5	3,4	6,1	4,4
MADEIRA	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
PAPEL	-	1,0	1,6	2,7	3,5
OUTROS	-	-	0,9	0,9	2,0

A construção civil se apresenta como uma das principais causas de impactos ambientais, tanto pelo consumo de recursos naturais, como modificando paisagens e gerando enorme quantidade de resíduos. Os RCC tornaram-se um grande problema na administração das grandes cidades do mundo, devido à grande quantidade de resíduos gerada e à falta de espaço ou soluções que absorvam toda a produção. De acordo com a pesquisa realizada em 2005 pelo Ministério das Cidades (MCIDADES) em parceria com o Ministério do Meio Ambiente

(MMA), o volume dos RCC gerado anualmente pode representar de 50 a 70% da massa de resíduos sólidos urbanos.

Para Neto (2005) *apud* Rocha (2006), os principais obstáculos ao desenvolvimento sustentável da construção civil brasileira são:

- Falta de cultura para o desenvolvimento da qualidade e produtividade nas etapas da obra;
- Falta de capacitação profissional da mão de obra disponível diante do avanço do processo tecnológico;
- Carência de informações e garantias em relação aos produtos e serviços do setor em razão da ausência de textos com procedimentos e sistematização dos conhecimentos.

Com a Rio-92 o panorama de sustentabilidade na construção civil alterou, discussões sobre impactos ambientais repercutiu ao redor do mundo, assim passou-se a ser vista como fundamentais para desenvolvimento sustentável. A Agenda 21 propiciou interpretações relevantes do tema, como: a “Agenda Habitat II”, assinada na Conferência das Nações Unidas e realizada em Istambul em 1996; a CIB2 “Agenda 21 *on Sustainable Construction*”, uma agenda para o setor da construção civil, publicada em 1999; e a CIB/UNEP3 “Agenda 21 *for Sustainable Construction in Developing Countries*” (SILVA, 2013). A Tabela 2.4 apresenta os pontos mais significativos da Agenda 21 no contexto da construção civil.

Tabela 2.4 - Blocos da Agenda 21 para a construção civil brasileira. Fonte: Condeixa (2013)

BLOCO	ASPECTOS
GERENCIAMENTO E ORGANIZAÇÕES DE PROCESSOS	Definição de padrões e melhoria da qualidade ambiental das construções: projeto (de forma multidisciplinar e integrada), processo (melhorando a gestão, aumentando a segurança no ambiente de trabalho, integrando disciplinas, incluindo novas tecnologias, qualificando a mão de obra, reciclando e reutilizando Resíduos de Construção Civil – RCC, normalização e conscientização pública), produto.
QUALIDADE AMBIENTAL DE EDIFÍCIOS	Processos e produtos de construção segundo aspectos de qualidade do ar interior; Avaliação ambiental dos edifícios, e de produtos para a construção com base em seu ciclo de vida; Seleção de materiais ambientalmente saudáveis; Poluição em canteiros e indústrias.
REDUÇÃO DE CONSUMOS DE RECURSOS NATURAIS	Redução de desperdícios e gestão de resíduos; Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição – RCD e aumento do uso de reciclados como materiais de construção; Uso racional da água;

Uso racional de energia e aumento da eficiência energética do setor; Aumento da durabilidade e planejamento da manutenção; Melhoria da qualidade de construção.

Com os documentos gerados no Rio-92, iniciou um desenvolvimento de metodologias de avaliação ambiental de construção civil, para cumprir metas ambientais. Para Arantes (2008), com a difusão dos conceitos de projeto ecológico e construções verdes, as avaliações ambientais se tornaram necessárias para quantificar e qualificar os investimentos e benefícios da construção sustentável.

2.4. Certificações ambientais e políticas públicas

Há uma tendência mundial pela busca de produtos sustentáveis, decorrente da conscientização dos consumidores e endurecimento de legislações ambientais. Entre as motivações dos empreendedores em certificar suas obras estão a melhoria da imagem da empresa, a oportunidade de lucro, o acesso a novos mercados e a vantagem competitiva.

Logo, a demanda por um tratamento eficiente e com pegada sustentável para gestão dos resíduos gerados durante a construção civil evolui. E atualmente há um conjunto de resoluções, leis e políticas públicas, além de normas técnicas, que detém valor jurídico, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais causados pela geração de resíduos sólidos.

Dessa forma, a Normas instrutivas vigentes no Brasil dispõe de uma série de instrumentos legais para regulamentar a gestão de resíduos sólidos. Dentre eles, os principais são:

- Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Decreto 7.404, de 23 de dezembro de 2010 – Regulamenta a Lei nº 12.305;
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Lei da Política Nacional do Meio Ambiente;
- Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – Lei de Crimes Ambientais;
- Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código Florestal;
- Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – Lei de Recursos Hídricos;
- Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002 – Estabelece critérios, diretrizes e procedimentos para a gestão dos RCC;
- ABNT NBR 10.004/2004 – Resíduos sólidos: classificação;
- ABNT NBR 10.007/2004 – Amostragem de resíduos;
- ABNT NBR 15.112/2004 – Resíduo sólido de construção civil e resíduos volumosos. Áreas de transbordo e triagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação;

- ABNT NBR 15.113/2004 – Resíduo sólido de construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15.114/2004 – Resíduo sólido de construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- ABNT NBR 15.115/2004 – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

Em relação a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que “institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)”; agrupa-se com as leis ambientais mais relevantes no Brasil na tentativa de preencher o vazio das leis nacionais de proteção ao meio ambiente. Esta Lei assegura as diretrizes mínimas para a resolução de um dos problemas ambientais urbanos mais urgentes do Brasil, além de reunir os princípios, objetivos, instrumentos, metas e ações a serem adotados pela União, isoladamente ou em parceria com Estados, DF, Municípios e particulares.

Dispõe sobre os seus princípios, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos. O acordo setorial sancionado na lei 12.305, firma entre o poder público, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

Em relação a gestão integrada de resíduos sólidos, aborda ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

A logística reversa abordada nessa lei é caracterizada por meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos.

A responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos é caracterizada na PNRS como o conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos.

Em relação à Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, esta delega aos Municípios a função de elaborar e implementar o Programa Municipal de Gerenciamento de RCC, na tentativa de resolver o problema dos pequenos geradores. Segundo Pinto (2005) *apud* Lima e Lima (S.D.), o Programa Municipal assume caráter de serviço público com a implementação de uma rede de serviços através da qual os pequenos geradores e

transportadores podem assumir suas responsabilidades na destinação correta dos resíduos da construção civil e volumosos decorrentes de sua própria atividade.

2.5. Legislação ambiental do Distrito Federal

O sistema de normas jurídicas do Distrito Federal traz diversas leis de caráter ambiental, dentre estas leis, algumas destas abordam questões que se encaixa aos danos ambientais muitas vezes causada pelo setor da construção civil.

A Lei 1.393, de 04 de março de 1997, aborda a exigência de reabilitação ou recuperação da área degradada por empreendimentos que exploram recursos minerais no Distrito Federal, a garantia é dada quando o custo de recuperação ambiental representa no máximo 10% do valor do empreendimento.

A Lei 56, de 24 de novembro de 1989, dispõe sobre normas para a proteção do meio ambiente em projetos urbanísticos ou explorações econômicas da madeira ou lenha.

A Lei 462, de 22 de junho de 1993, aborda a reciclagem de resíduos sólidos, visando à manutenção da qualidade e sanidade do meio ambiente e do desenvolvimento econômico sustentado. Esta lei também garante o apoio as medidas que visam incorporar a reciclagem em suas ações.

A Lei 41, de 13 de setembro de 1989, dispõe sobre a política ambiental do Distrito Federal, sua elaboração, implementação e acompanhamento, instituindo princípios, fixando objetivos e normas básicas para a proteção do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida da população.

A Lei 4.329, de 05 de junho de 2009, proíbi a queima de restos vegetais e lixo no território do Distrito Federal, a destinação dos resíduos portanto será objeto de regulamentação.

A Lei 5.418, de 24 de novembro de 2014, aborda a política Distrital de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos. Esta norma aborda os procedimentos de condicionamento, armazenamento e transporte, visando o controle da poluição e minimizando os impactos gerados pelos resíduos.

Essa lei garante a implantação compartilhada entre fabricantes e poder público sobre o ciclo de vida dos produtos, responsabilidade se contaminar alguma área, coleta seletiva adequada, destinação final ambientalmente adequada, gerenciamento dos resíduos e a reciclagem.

Na gestão e no gerenciamento de resíduos sólidos traz uma hierarquia de prioridades:

- Não geração;

- Redução;
- Reutilização;
- Reciclagem;
- Tratamento de resíduos;
- Disposição final ambientalmente adequada;

2.6. Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

O PDGIRS (Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, 2018) considera resíduos da construção civil os resíduos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e 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.

O próprio Plano Distrital reconhece a falta de informações precisas sobre a geração e coleta de RCC no Distrito Federal, assim como em muitas cidades, sendo um ponto crítico para melhorar o regramento e controle.

Com isso, o PDGIRS considera a geração de RCC na ordem de 0.50 ton./hab.ano. Porém, o próprio PDGIRS salienta a necessidade de estudos de caracterização para verificação desta estimativa. Além disso se somado com a quantidade de resíduos coletados pelo SLU, esta estimativa atinge um índice de 0,85 ton/hab.ano, segundo o PDGIRS.

Com base no índice usado e realizando uma projeção de crescimento populacional, fica cada vez maior a geração de RCC, como mostra a Figura 2.4, a seguir:

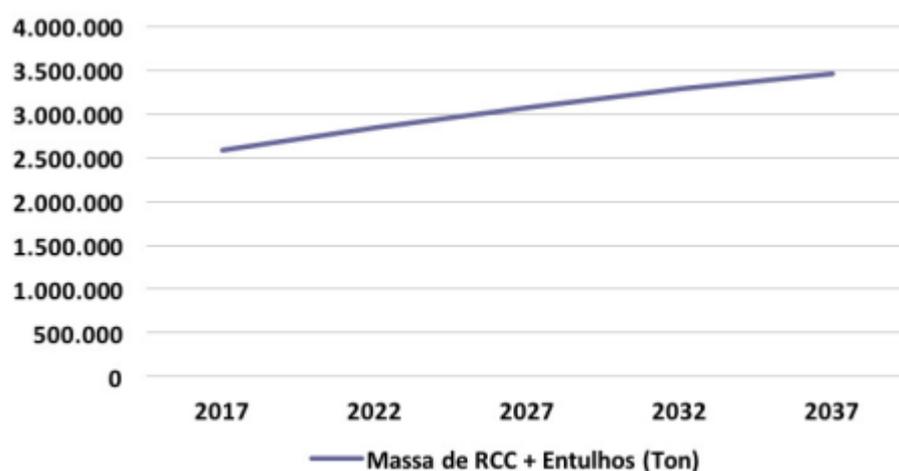


Figura 2.4 – Projeção de RCC + Entulho no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)

A configuração atual no Distrito Federal da gestão dos RCC está representada por instituições e atores que desempenham funções na gestão e gerenciamento, conforme a Figura 2.5, a seguir:

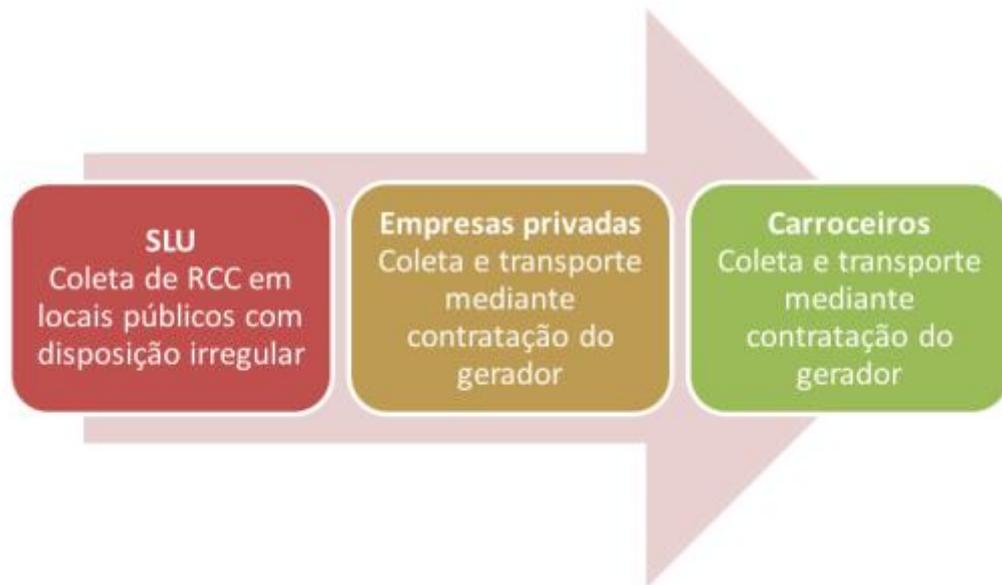


Figura 2.5 – Representação da gestão de RCC no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)

As ações para manejo de RCC no Distrito Federal dispõe de um modelo planejado que compõe um conjunto de estruturas e medidas integradas, para resíduos de RCC com volume de até 1,0 m³ existem pontos de entrega voluntária (PEVs), já para volumes maiores que 1 m³ existem as áreas de transbordo, triagem e reciclagem (ATTR) e aterros de RCC. A figura 2.6 a seguir exemplifica o modelo adotado pelo Distrito Federal.

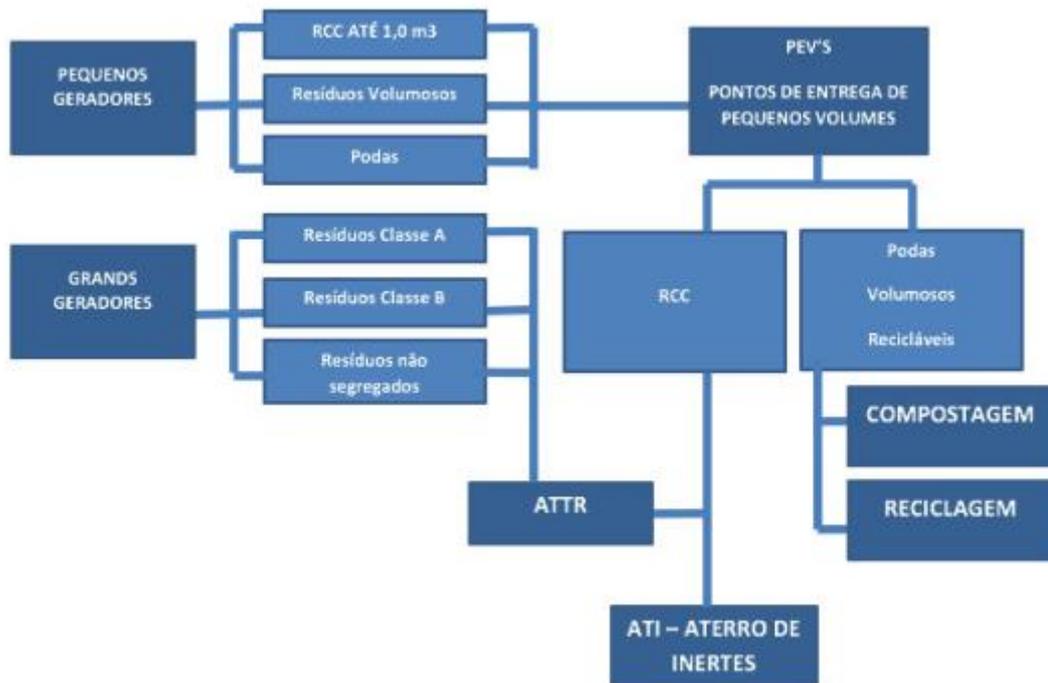


Figura 2.6 – Manejo de RCC no Distrito Federal Fonte: PDGIRS (2018)

Existem ainda obstáculos para o gerenciamento adequado dos RCC, estes obstáculos se devem ao fato de haver desconhecimento da natureza dos resíduos e pela ausência da cultura de separação e reciclagem, a maioria dos grandes geradores atualmente não elaboram seus Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), não se preocupando com a correta segregação e acondicionamento do material.

Quanto aos pequenos geradores, pela falta de estrutura para destinação diferenciada dos RCC, acaba não sendo usual a segregação, de forma geral os RCC seguem o fluxo da figura 2.7 a seguir.



Figura 2.7 – Fluxograma do manejo de RCC Fonte: PDGIRS (2018)

A maior parte dos resíduos gerados no Distrito Federal, coletado pelo setor público ou privado, acabam sendo depositados no Aterro do Jóquei, em áreas previamente demarcada para atividades de reciclagem.

A prática de tratamento resume-se ao processamento de uma pequena parcela dos materiais, pois as condições são precárias, dispondo de apenas um britador a céu aberto como mostra a Figura 2.8, e não dispõe de condições mínimas para operação.



Figura 2.8 – Britador de RCC dentro do Aterro do Jóquei Fonte: PDGIRS (2018)

Atualmente, apenas dois locais dispõem de Licença de Operação para recebimento e correta destinação dos RCC. Estes locais são unidades privadas e não têm parceria ou participação do setor público na sua administração.

Um dos locais é a Cooperativa Ambiental dos Coletores e Recicladores de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (COOPERCOLETA), localizado na Rodovia 205, KM 4.5, Somém de Cima, Sobradinho/DF, possui licença para atividade de área de transbordo, triagem e reciclagem de resíduos da construção civil.

Outro local é conhecido como Areia Bela Vista, localizado na Chácara Bela Vista, Paranoazinho, Rodovia DF-150 km 3, Sobradinho/DF, possui licença para atividade de transbordo, triagem e reciclagem de resíduos da construção civil. Este local só recebe RCC das grandes empresas que adquirem materiais da empresa Areia Bela Vista.

Com o intuito de elaborar um cenário desejável dos resíduos de construção civil e amortização das principais ameaças apresentadas, a concepção atende um modelo de gestão integrada, o destaque é para o controle e a fiscalização, como mostra a Figura 2.9 a seguir.

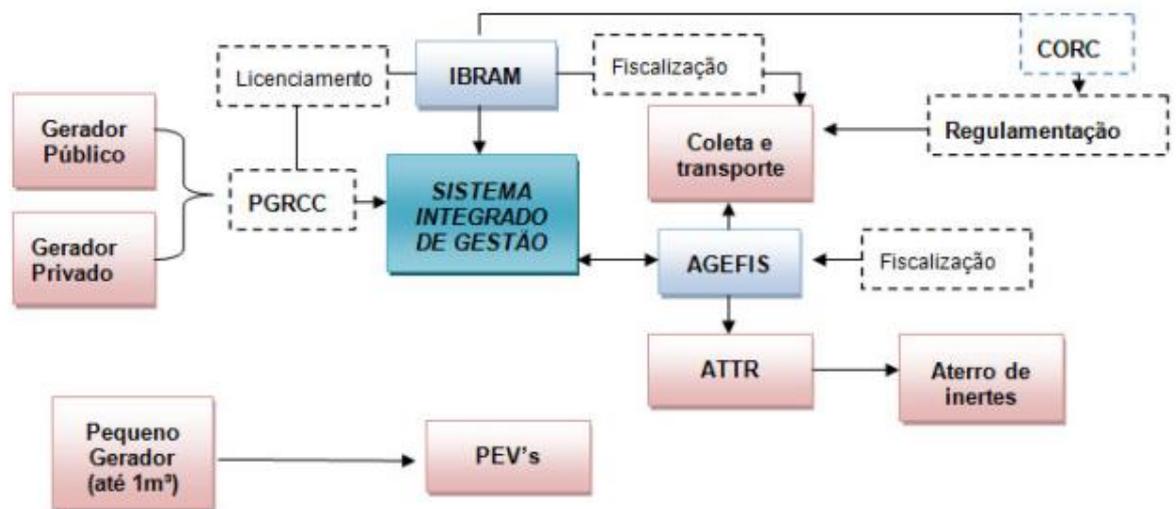


Figura 2.9 – Concepção do modelo de gestão integrada para RCC Fonte: PDGIRS (2018)

2.7. Principais resíduos gerados na construção civil

Para Neto (2005), durante todo o período de construção, pode se definir uma porcentagem de geração de RCC ao longo das etapas construtivas realizadas, conforme mostra a Figura 2.10.

Porcetagem de geração por etapa construtiva

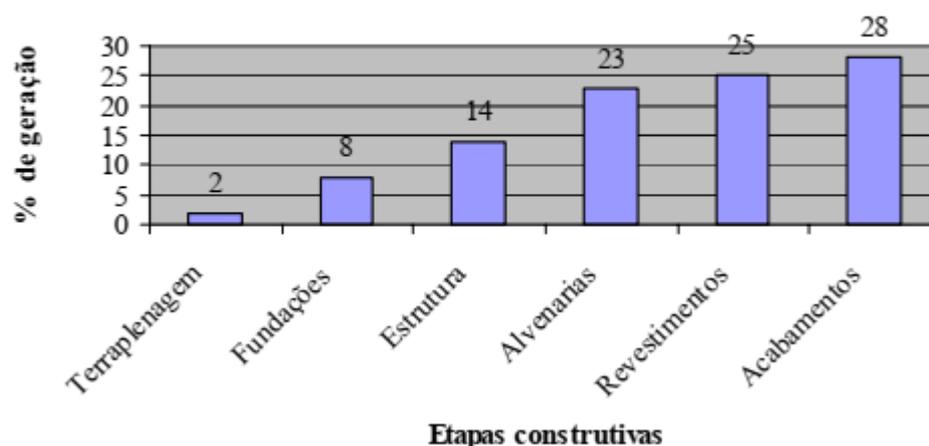


Figura 2.10 - Porcentagem de RCC por etapa construtiva. Fonte: Neto (2005)

A Figura 2.10, mostra que a maior parte dos resíduos são gerados nas etapas de alvenaria, revestimento e acabamento, sendo o acabamento o maior gerador. Porém, a porcentagem demonstrada pode sofrer variações de acordo com o processo construtivo empregado, localização e outros detalhes que influenciam a execução.

Segundo Zordan (1997), a participação das argamassas é de 37,4%, concreto 21,1% e materiais cerâmicos não polidos representam 20,8%. Essas matérias podem ser incorporados à construção civil mediante processos de reutilização e reciclagem.

Tabela 2.5 - Identificação dos RCC por etapas da obra. Fonte: Adaptado de Lima e Lima – S.D. (2005)

FASES DA OBRA	TIPOS DE RESÍDUOS POSSIVELMENTE GERADOS
LIMPEZA DO TERRENO	Solos Rochas Galhos Vegetação
MONTAGEM DO CANTEIRO	Blocos cerâmicos Madeiras Concreto (areia, brita)
FUNDAÇÕES	Solos Rochas Vegetação
SUPERESTRUTURA	Madeiras Sucata de ferro Fôrmas plásticas
ALVENARIA	Blocos cerâmicos e de concreto Argamassa
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIOS	PVC Blocos cerâmicos
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS	Conduítes Blocos cerâmicos

REBOCO INTERNO/ EXTERNO REVESTIMENTOS	Fio de cobre
	Mangueira
	Argamassa
	Argamassa
COBERTURAS	Pisos e azulejos cerâmicos
	Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico
	Placas de gesso acartonado
	Forro de gesso
PINTURAS	Cacos de telhas de fibrocimento
	Madeiras
	Tintas, seladoras, vernizes, texturas

De acordo com a tabela 2.5, durante as fases da obra diferentes resíduos são gerados, a fase de concepção predomina-se resíduos em forma de solo e matéria orgânica de origem vegetal, na fase de execução predomina-se resíduos advindos de desperdício de materiais usados, como blocos cerâmicos, argamassa, dentre outros, na fase de utilização os resíduos são os mesmos da fase anterior, porém em ordem cronológica da sua vida útil normalmente.

Segundo Bourscheid (2010), no tipo de construção convencional, onde se constroem todos os elementos no próprio canteiro, o desperdício é ainda maior, chegando em 30% do material bruto aplicado na obra e, em revestimentos, atinge 10%.

Os resíduos gerados são em sua maioria fruto do desconhecimento sobre reaproveitamento ou reciclagem por parte dos executores e da potencialidade que os materiais podem ter. Em pequenas reformas, há um problema ainda mais grave no que tange à geração de resíduos: na maior parte dos casos, os RCC são transportados de maneira imprópria e descartados em lugares inadequados.

Tabela 2.6 – Taxas de desperdício de materiais. Fonte: Espinelli, *apud* Lima e Lima – S.D. (2005)

MATERIAIS	TAXA DE DESPERDÍCIO (%)		
	Mínimo	Máximo	Média
CONCRETO USINADO	2	23	9
AÇO	4	16	11
BLOCOS E TIJOLOS	3	48	13
PLACAS CERÂMICAS	2	50	14
REVESTIMENTO TÊXTIL	14	14	14
ELETRODUTOS	13	18	15
TUBOS PARA SISTEMAS PREDIAIS	8	56	15
TINTAS	8	24	17
CONDUTORES	14	35	27
GESSO	14	120	30

A tabela 2.6 aborda taxas de desperdício de materiais utilizados na construção civil e grande parte desses materiais poderiam ser reaproveitados dentro da própria obra ou reciclados,

porém metodologias que permitiriam isso não são aplicadas, pois não existe uma cultura sustentável nas empresas, que poderia reduzir os custos de um empreendimento.

O RCC e sua composição tem relação direta com sua geração, suas composições e características podem ser diferenciados de acordo com alguns balizadores. Segundo Erpen (2009), dentre os balizadores, são destacados:

- a. Desenvolvimento local da indústria da construção:
 - Técnicas de construção e demolição empregadas;
 - Qualidade da mão de obra;
 - Adoção de programas de qualidade e redução de perdas;
 - Adoção de métodos de reciclagem e reutilização no próprio canteiro.
- b. Materiais disponíveis na região;
- c. Execução de obras especiais na região (esgotamento sanitário, restaurações, entre outras);
- d. Desenvolvimento econômico da região;

Apesar de estarem ocorrendo mudanças, ainda há muito o que ser feito. A grande produção de resíduos dos canteiros se contrapõe as recomendações sobre políticas ambientais, dessa forma a necessidade de mudanças mais acentuadas é primordial para alterar o cenário atual.

2.8. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

O modelo de separação de RCC utilizado atualmente, está previsto na CONAMA nº307/2002, com as alterações provenientes das resoluções de número 469/2015, 448/2012, 431/2011 e 348/2004.

Considera-se que os RCC representam percentual expressivo dos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas e que os geradores devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção.

A resolução do CONAMA nº307/2002 atenta para a gestão integrada de resíduos da construção civil, proporcionando benefícios de ordem social, econômica e ambiental. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, e assim disciplina procedimentos necessários com o intuito de minimizar os impactos gerados.

O sistema de gestão 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.

Entre os procedimentos instaurados estão a reutilização, que visa reaplicar um resíduo sem transformação, a reciclagem, que visa reaproveitar o resíduo após transformação, o beneficiamento, que visa submeter o resíduo às operações e processos para dotá-lo com condições para ser utilizado.

O aterro de resíduos classe A de reservação de material para usos futuros é a área tecnicamente adequada onde serão empregadas técnicas de destinação de resíduos da construção civil classe A no solo, visando a reservação de materiais segregados de forma a possibilitar seu uso futuro.

O CONAMA 307/2002, após sua modificação classifica os resíduos de acordo com a tabela 2.7.

Tabela 2.7 – Classificação dos resíduos. Fonte: CONAMA 307/2002 (2002)

CLASSE	ORIGEM	EXEMPLO DE MATERIAIS
A	Resíduos reutilizáveis ou recicláveis	Solo provenientes de terraplanagem, componentes cerâmicos, argamassa, concreto e peças pré-moldadas
B	Resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso
C	Resíduos sem tecnologia ou aplicações viáveis que permitam sua reciclagem ou recuperação	Isopor, lixas e massas de vidro
D	Resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos telhas e objetos que contenham amianto

Os geradores têm como propósito prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Segundo o 9º artigo do Conama 307/2002, os planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

- Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

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

Os resíduos da construção civil, após a triagem, deverão ser destinados das seguintes formas:

- Classe A: deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregado ou encaminhado para aterros de reservação de material para usos futuros;
- Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo disposto de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura;
- Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas;
- Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.

3. METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade apresentar o desenvolvimento das atividades para o alcance dos objetivos propostos. Serão relatadas as ações desenvolvidas na obra, após a seleção será realizado a análise dos resíduos gerados e procedimentos adotados para a destinação de RCC adotados.

Coloca-se que o desenvolvimento do trabalho foi realizado durante o período de pandemia de Covid-19, sendo necessária a readequação dos objetivos traçados na proposta inicial da pesquisa. Ressalta-se que durante a realização das atividades de campo foram tomados os cuidados relativos à prevenção do contágio e propagação do vírus, cumprindo os protocolos de saúde obrigatórios no Distrito Federal e os recomendados pelo Ministério da Saúde e pela a Organização Mundial de Saúde.

Para atender o estudo proposto, serão realizadas visitas à obra com intuito de identificar os processos utilizados para condicionamento de resíduos de obra e obter dados a respeito. Ademais, serão realizadas entrevistas com os profissionais responsáveis pelo canteiro participante do estudo, para identificar a percepção em relação aos resíduos gerados e adversidades na sua gestão.

3.1. Escolha da obra

Para ser escolhido é necessário que a obra atenda os seguintes requisitos:

- Localização: Distrito Federal e entorno;
- Disponibilidade para visita durante o desenvolvimento do estudo;
- Disponibilização de informações necessárias à pesquisa.

A pesquisa consiste em acompanhar uma obra e trazer todas as informações necessárias para o estudo em relação a geração e destinação de RCC. Além do mais foi escolhida uma obra de infraestrutura pelo fato de haver poucos dados sobre esse tipo de obra na literatura.

3.2. Acompanhamento da obra

O objetivo de realizar visitas técnicas na obra é o fato de ser essencial para realizar o levantamento de dados sobre a geração de entulho na etapa construtiva vigente. Este levantamento proporcionará informações sobre:

- Quantidade de resíduos gerados;
 - Separação das quantidades através dos tipos de resíduos;
 - Quantidade de resíduos gerados, medindo-os por meio de caçambas, bags, ou caixas de entulho, obtendo o volume desses;

- Percentual de resíduos gerados em relação ao material efetivamente utilizado, por uma razão entre resíduo e material total;
- Acomodação do resíduo;
- Formas de coleta e equipamento utilizado durante à coleta;
- Modo de transporte destes resíduos coletados;

Também será realizado o acompanhamento para inspecionar a organização e a forma utilizada de acomodação dos resíduos. Os locais reservados para dispor de caçambas ou baias de armazenamento temporário de resíduos serão registrados e avaliados a partir do modo de disposição e respeito à separação por classes.

Diante dos dados levantados anteriormente será feito a criação de indicadores por meio da quantificação e caracterização dos resíduos. A finalidade da criação desses indicadores é o controle do entulho gerado para obter a melhor solução como triagem, podendo os resíduos serem reutilizados no próprio canteiro, levados a centrais de beneficiamento ou destinados a locais específicos para acomodá-los.

O acompanhamento também tem a finalidade de realizar entrevistas com os responsáveis pelos empreendimentos e com os envolvidos na gestão dos resíduos, com o objetivo de entender suas experiências com gestão de resíduos e a visão do cliente.

3.3. Gerenciamento dos RCC

Diante dos indicadores obtidos para controle dos resíduos de obra, será analisado a gestão dos resíduos de uma obra de infraestrutura no Distrito Federal, o objetivo desse controle é apresentar as formas de destinação de resíduos utilizados e encontrar formas de melhorias na implantação de procedimentos para gestão ambiental de resíduos produzidos em canteiros de obras com características similares, com as seguintes diretrizes:

- Resíduos coletados por empresas que realizam o beneficiamento;
 - Empresas desse segmento no Distrito Federal;
 - Forma de coleta dos resíduos;
 - Tipo de resíduo coletado;
- Resíduos sem valor agregado para serem descartados;
 - Destinação correta;
 - Forma de coleta;

3.4. Logística dos Resíduos

Durante a execução da pesquisa junto a obra, ocorrerá concomitantemente a busca por empresas que atuam no Distrito Federal e entorno com beneficiamento de RCC. O intuito é obter dados sobre o gerenciamento dos resíduos, parametrizando e caracterizando os principais resíduos gerados e como é trabalhado no Distrito Federal.

- Atividades desenvolvidas para beneficiar os resíduos;
- Áreas abrangidas para coleta;

Após a identificação das unidades de beneficiamento, será realizado estudo sobre estrutura de operação.

4. ANÁLISE DA GESTÃO DE RESÍDUOS NO CANTEIRO DE OBRA

Este capítulo tem como objetivo apresentar as informações sobre o canteiro de obras escolhido para alcance dos objetivos propostos. Será relatado o tipo de obra realizada, duração, características dos resíduos gerados, o modo de condicionamento do RCC, a análise dos resíduos gerados e os procedimentos de destinação de RCC adotados.

O gerenciamento dos resíduos gerados será comparado com as leis vigentes do DF, como forma de avaliar se as ações implantadas contribuem para uma construção mais sustentável.

4.1. Obra escolhida para apresentação do estudo

A obra escolhida para o estudo se encontra no Jardim Botânico, Brasília-DF, trata-se de uma obra de infraestrutura, com execução de pavimentação, sistema de abastecimento de água e sistema de drenagem.

A justificativa pela escolha dessa obra foi o fato de o estudo ter sido realizado durante uma pandemia e obras de infraestrutura por se tratar de um ambiente aberto, contém menos riscos de contaminação, além do mais obras de infraestrutura conta com poucos estudos de acompanhamento e a facilidade de visita ao canteiro de obras também foi facilitado.

O porte do empreendimento é pequeno, beneficiando uma área de trinta mil metros quadrados, a análise será feita em todas as fases construtivas do empreendimento, desde a movimentação de solo, com cortes e aterros, o condicionamento da camada vegetal e uso e a execução do sistema de drenagem, calçadas e vias.



Figura 4.1- Placa de obra

A imagem 4.2 a seguir mostra através de uma imagem capturada por drone a obra em sua fase quase final, com toda infraestrutura montada no local.



Figura 4.2- Imagem da obra por drone

4.2. Principais resíduos gerado durante a realização da obra

Os resíduos gerados durante a obra acompanhada variaram de acordo com a etapa construtiva que se encontrava, pois, uma característica das obras de infraestrutura é inicialmente gerar grande quantidade de movimentação de solo e conforme avança, diminui os resíduos do tipo solo e aumenta outros tipos de resíduo como plásticos, madeiras e restos de concreto.

A discriminação dos serviços apresentado a seguir aborda as várias etapas construtivas da obra e com isso será subdividido de acordo com a etapa que se encontra os resíduos gerados, o modo de condicionamento e descarte usado.

Tabela 4.1- Etapas construtivas na obra

SERVIÇOS PREVISTOS	
OBRA: INFRAESTRUTURA CHACÁRA 50	
LOCAL: JARDIM BOTÂNICO	
DATA: 05/05/2021	
ITEM	DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS
01.00.000	LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL
01.10.000	SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS
01.20.000	RETIRADA DA CAMADA VEGETAL
02.00.000	SERVIÇOS DE TERRAPLANAGEM
02.10.000	SERVIÇOS TOPOGRÁFICOS
	CORTE EM SOLO NATURAL

03.20.000	ATERRO E COMPACTAÇÃO EM SOLO NATURAL
03.30.000	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DO SUB-LEITO
03.40.000	NIVELAMENTO FINAL DA CAMADA DE SUB-LEITO
03.50.000	LANÇAMENTO E COMPACTAÇÃO DA CAMADA DE BASE
04.00.000	EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA
04.10.000	ESCAVAÇÃO DE VALA
04.20.000	ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO
04.30.000	REATERRO DE VALA
05.00.000	EXECUÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM
05.10.000	ESCAVAÇÃO DE VALAS
05.20.000	ASSENTAMENTO DE CANALETAS
05.30.000	CONSTRUÇÃO DE ESCADAS HIDRAÚLICAS
05.40.000	CONSTRUÇÃO DE DISSIPADORES DE ENERGIA (LANÇAMENTO)
06.00.000	EXECUÇÃO DO PAVIMENTO
06.10.000	ASSENTAMENTO DO MEIO-FIO
06.20.000	ASSENTAMENTO DE BLOQUETES
07.00.000	EXECUÇÃO DOS PASSEIOS / CALÇADAS
07.10.000	REGULARIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DAS CAMADAS DE BASE
07.20.000	EXECUÇÃO DAS FORMAS
07.30.000	CONCRETAGEM DOS PASSEIOS
08.00.000	LIMPEZA FINAL E ENTREGA DA OBRA

Cada fase da obra tem uma função diferente e logo utiliza materiais, equipamentos e técnicas diferentes, assim cada fase gera diferentes tipos de resíduos em diferentes quantitativos, as imagens a seguir foram retiradas do acompanhamento da obra e demonstra suas diferentes fases construtivas.

O volume de resíduo produzido foi dimensionado através de caçambas de entulho, caminhões, sacos de lixo e todas outras formas de acomodação dos resíduos, de acordo com o tipo de resíduo e a etapa encontrada.

Após a coleta de dados sobre o volume de resíduos gerados e detalhamento do tipo de resíduo, foram criadas tabelas com índices de desperdício comparando o volume total de material com o volume que se converte em resíduo.

A tabela gerada foi comparada com valores da literatura para índices médios de desperdício para avaliar a quantidade de resíduos gerados durante a obra.

4.2.1 Limpeza da camada vegetal

A limpeza da camada vegetal trata-se do primeiro contanto, onde será feito uma limpeza do local que irá trabalhar, sendo feito uma raspagem do solo, retirando a camada vegetal e

deixando limpo o traçado que será utilizado, assim seu principal resíduo gerado é o solo misturado com vegetação. A Figura 4.3 a seguir mostra o início da limpeza.



Figura 4.3- Limpeza da camada vegetal

A Tabela 4.2, mostra os tipos de resíduos gerados durante essa fase e o volume gerado de cada tipo de resíduo. Como essa fase não é utilizado nenhum material ou movimentado solo dentro do canteiro de obras, apenas geração de resíduos, não obteve meios de parametrizar os resíduos gerados através do volume total manipulado, até mesmo na literatura não se obteve índices sobre os resíduos desta fase.

Logo, para se obter uma forma de parametrizar os resíduos gerados, utilizou-se o volume de resíduos pela área total da obra, com isso adquiriu-se um índice de metros cúbicos de resíduo por metro quadrado de obra. A Tabela 4.2 demonstra os valores obtidos

Tabela 4.2- Resíduos gerados na limpeza da camada vegetal

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	ÁREA TOTAL (M ²)	VOLUME DE RESÍDUO (M ³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (M ³ /M ²)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%)
LIMPEZA DA CAMADA VEGETAL	SOLOS	2450,00	35,00	0,0143	-
	GALHOS		3,00	0,0012	-
	VEGETAÇÃO		8,00	0,0033	-

Os resíduos gerados nesta etapa tiveram a seguinte destinação, o solo juntamente com galhos e vegetais foram empilhados para serem armazenados. O processo de recolhimento dos resíduos gerados foi feito através de caminhões caçamba, através de uma estimativa de 10m³

de capacidade para cada caminhão e o número de viagem igual a 245, encontrou-se o volume total de manejo, e sua destinação foi para um depósito de solo localizado no São Sebastião – DF.

A escolha do local para destinar o material tem relação com economicidade, o fato do depósito ter interesse no material gerado para revenda a locais de aterro, e o canteiro de obras ter interesse em retirar os resíduos fizeram com que reduzisse os custos. Além do mais não obteve geração de resíduos, pois ocorreu um reaproveitamento.

4.2.2 Serviços de Terraplanagem

Os serviços de terraplanagem é a fase construtiva posterior, contando com os cortes necessários, aterros necessários, tratamento do subleito e base para receber o pavimento, com isso seu principal resíduo se torna o excesso de solo que pode ser gerado. A Figura 4.4 e a Figura 4.5 a seguir mostra a execução da terraplanagem.



Figura 4.4- Cortes no traçado definido em projeto



Figura 4.5- Compactação do subleito

A Tabela 4.3, mostra os tipos de resíduos gerados durante a fase de terraplanagem e o volume gerado de cada tipo de resíduo. A criação de parâmetros nesta etapa foi feita obtendo o percentual de desperdício, para isso calculou-se a razão entre o volume de resíduos gerados por número de caminhões depositados como resíduo e o volume de material manipulado pelos caminhões. Após a criação de parâmetros foram feitas a comparação com índices utilizados na literatura, como efeito de comparação.

Tabela 4.3- Resíduos gerados na terraplanagem

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	VOLUME MANIPULADO (M³)	VOLUME DE RESÍDUO (M³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (%)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%) LEVY (1997)
SERVIÇOS DE TERRAPLANAGEM	SOLOS	900,00	60,00	6,67%	16,80%
	MADEIRAS	6,00	0,50	8,33%	0,10%

O índice de desperdício de estudos anteriores utilizado foi retirado da Tabela 2.3, que trata da geração e componentes dos resíduos, a fonte utilizada Levy, 1997 apud Santos (2009), trata de índices de desperdício em diferentes tipos de obra.

A porcentagem de desperdício que foi detectada no canteiro de obras em relação ao tipo de resíduo solo é bastante inferior com o índice desenvolvido pelo estudo utilizado como comparação, porém como a terraplanagem depende do relevo e como a via encaixara para que ocorra a menor movimentação de terra, logo este parâmetro é muito particular, dependendo da estrutura natural.

Já o desperdício de madeira foi bastante superior ao indicado como comparação. O fato de a utilização da madeira durante a terraplanagem servir basicamente como marcação das vias, calçadas e outras etapas, faz com que aumente o desperdício, pois após a execução da terraplanagem o madeiramento se torna desnecessário e com isso parte é guardada para usos futuros e parte é descartada como resíduo.

Assim como na etapa anterior o solo desta etapa também foi empilhado dentro do canteiro de obra, separadamente do solo anterior, pois este solo não contém vegetação, e destinado para um depósito de solo para que seja realizado um reaproveitamento.

Já a madeira condicionada como resíduo não obteve interesse comercial e foi descartada através de uma caçamba de entulho no Aterro do Joquei, destino comum para RCC dentro de Brasília, pois apesar de a madeira ter algum interesse comercial, a sua reciclagem e destinação para locais específicos se torna mais cara que o envio para o Aterro do Joquei, ainda mais em pequenas quantidades.

4.2.3 Execução do Sistema de abastecimento de água

Após a execução da terraplanagem foi executado o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) como mostrado na Figura 4.6, os principais resíduos que podem ser gerados nesta etapa são restos e pedaços de tubos e conexões e solo retirado durante a escavação das valas



Figura 4.6- Escavação das valas para o SAA

A Tabela 4.4, exibi os tipos de resíduos que foram gerados durante a fase de execução do sistema de abastecimento de água e o volume gerado de cada tipo de resíduo. A parametrização dos resíduos desta etapa foi feita obtendo o percentual de desperdício, para isso calculou-se a razão entre o volume de resíduos gerados através da caçamba de entulho e caminhões de caçamba e o volume de material manipulado. Após a criação de parâmetros foram feitos a comparação com índices utilizados na literatura, como efeito de comparação.

Tabela 4.4- Resíduos gerados na execução do sistema de abastecimento de água

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	VOLUME MANIPULADO (M³)	VOLUME DE RESÍDUO (M³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (%)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%) LEVY (1997)
EXECUÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	TUBOS E CONEXÕES PLÁSTICAS	28,00	0,40	1,43%	0,90%
	SOLOS	6,50	2,00	30,77%	48,90%

O índice de desperdício de estudos anteriores utilizado foi retirado da Tabela 2.3, que trata da geração e componentes dos resíduos, a fonte utilizada Levy, 1997 apud Santos (2009), trata de índices de desperdício em diferentes tipos de obra.

A porcentagem de desperdício que foi detectada no canteiro de obras em relação ao tipo de resíduo solo é bastante inferior com o índice desenvolvido pelo estudo utilizado como comparação. Um dos motivos desta variação pode ter sido o tipo de solo, pois para esta etapa foi necessário escavar uma vala para instalar tubos e em seguida aterrar o sistema, logo apenas o material excedente que se caracterizou-se como resíduo. Através do coeficiente de expansão do solo natural, empolado e compactado, temos diferentes porcentagens de sobra de solo para diferentes tipos de solo.

Já o desperdício de tubos e conexões foi relativamente próximo ao indicado como comparação. O fato de o material utilizado para executar o sistema de abastecimento de água ter sido o PEAD (Polietileno de Alta Densidade) diminui as perdas, pois o material além de ser mais flexível, evitando perdas durante o manuseio, é resistente, diminuindo a necessidade de trocas.

Assim como na etapa anterior o solo desta etapa também foi empilhado dentro do canteiro de obra, separadamente do solo anterior, pois este solo não contém vegetação, e destinado para o depósito de solo utilizado anteriormente em espécie de parceria.

Já os tubos e conexões PEAD descartadas não obteve interesse comercial e foi despejada em caçambas de entulho no Aterro do Jóquei, apesar de o PEAD ser um material nobre, custando um valor maior que os outros tipos de matérias, este material em pedaços pequenos e sobras danificadas, não contém tanto valor comercial e assim a sua reciclagem e destinação para locais específicos se torna mais cara que o envio para o Aterro do Jóquei.

4.2.4 Execução do Sistema de drenagem

O sistema de drenagem executado concomitantemente com o SAA, tem como geração de resíduos uma diversidade um pouco maior de resíduos, como restos de concretos, madeira utilizado como forma, pedaços e sobras de aço e solo retirado durante escavação do local de instalação. A Figura 4.7 a seguir mostra o sistema de drenagem durante sua execução.



Figura 4.7- Construção da escada hidráulica para drenagem

A Tabela 4.5 a seguir, aborda os tipos de resíduos e o volume de cada tipo de resíduo gerados durante a fase de execução do sistema de drenagem. A parametrização dos resíduos desta etapa foi feita obtendo o percentual de desperdício, para isso calculou-se a razão entre o volume de resíduos gerados, calculados a partir do número de caçambas de entulho e o volume de material manipulado através de caminhões ou cargas. Após a criação de parâmetros foram feitos a comparação com índices utilizados na literatura, como efeito de comparação.

Tabela 4.5- Resíduos gerados na execução do sistema de drenagem

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	VOLUME MANIPULADO (M³)	VOLUME DE RESÍDUO (M³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (%)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%) LEVY (1997)
EXECUÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM	CONCRETO	8,00	0,90	11,25%	17,50%
	MADEIRAS	12,00	0,40	3,33%	2,70%
	AÇO	15,00	0,60	4,00%	6,10%
	SOLOS	8,50	5,00	58,82%	48,90%
	BLOCOS DE CONCRETO	34,00	4,20	12,35%	12,00%
	ARGAMSSA	2,80	0,30	10,71%	17,50%

A porcentagem de desperdício que foi detectada no canteiro de obras em relação ao concreto é inferior com o índice desenvolvido pelo estudo utilizado como comparação. Apesar da diferença não ser grande entre os resíduos, um dos motivos pode ter sido o maior controle da concretagem.

Em relação ao índice de desperdício da madeira, utilizada em grande parte como material para formas de concretagem, seu desperdício está ligado ao fato de perdas por quebra ou desgaste das formas após reutilizações. O índice de desperdício está próximo ao encontrado na literatura.

Já o aço utilizado no concreto com o intuito de dar a ele propriedades novas de resistência, gerou desperdícios próximos da literatura.

A geração de resíduo resultado da escavação do solo, como explicado anteriormente tem ligação com as propriedades do solo, pois os coeficientes de empolamento, solo natural e compactado, gera volumes diferentes de resíduos, logo a porcentagem superior de resíduo pode ser explicada por isso.

Os blocos de concreto foram comparados com blocos cerâmicos, enquanto a argamassa utilizada para assentamento dos blocos e reboco das paredes, foram comparados nesse estudo com o mesmo índice utilizado para o concreto, pelo fato de terem uma similaridade e por falta de parâmetros mais específicos para esses materiais. A porcentagem de desperdício tem uma relação próxima.

Assim como os outros materiais, a destinação desses materiais seguiu a mesma lógica, levando o solo para um depósito e o restante dos materiais não sofreram nenhum tipo de separação e armazenamento por tipo, assim foram destinados ao Aterro do Jóquei.

4.2.5 Execução da Pavimentação

A execução da pavimentação, iniciada logo após toda terraplanagem, tem como principal resíduo gerado o tipo de pavimento usado, pois sobras e desperdícios são comuns, o tipo de pavimento utilizado foi o piso pré-moldado intertravado, instalado sobre uma camada de pó-de-brita, e o meio-fio também se trata de uma peça pré-moldada.

Uma das características das peças pré-moldadas é uma maior taxa de perda de material por rachaduras, trincas ou fragmentação nas peças. A Figura 4.8 a seguir mostra a execução do pavimento.



Figura 4.8- Execução do pavimento com piso intertravado

Os resíduos gerados e o volume de cada tipo de resíduo durante a execução do pavimento foram discriminados na Tabela 4.6. Os índices criados dos resíduos desta etapa foram feitos pelo percentual de desperdício, calculado entre a razão do volume de resíduos gerados por caçambas estacionárias e o volume de material manipulado por meio de paletes e caminhões caçamba. Após a criação de parâmetros foram feitos a comparação com índices utilizados na literatura, como efeito de comparação.

Tabela 4.6- Resíduos gerados na execução do pavimento

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	VOLUME MANIPULADO (M³)	VOLUME DE RESÍDUO (M³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (%)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%) LEVY (1997)
EXECUÇÃO DO PAVIMENTO	PLÁSTICOS	1,00	1,00	100,00%	-
	PISO PRÉ MOLDADO INTER-TRAVADO	1485,00	63,00	4,24%	12,00%
	PÓ-DE-BRITA	162,00	6,00	3,70%	4,60%
	MADEIRAS	12,00	4,00	33,33%	2,70%

O volume de plástico utilizado nesta etapa está relacionado com embalagens usadas na entrega dos pisos pré-moldado, este plástico que é colocado para proteção e conseqüentemente a diminuição da perda de material por quebra, não tem nenhuma serventia após o uso do piso, logo 100% deste plástico é descartado, como resíduo, apesar da quantia ser pequena.

O piso pré-moldado intertravado usado como pavimento tem sua perda ligada a quebras ou sobras no canteiro de obra, um dos fatores que gerou a diminuição deste tipo de resíduo foi o fato do armazenamento no próprio local de parte dos pisos que sobraram, com o intuito de ter um estoque de reposição para peças que podem ser danificadas futuramente. Como essas peças são de concreto pré-moldadas, o índice de comparação usado foi o de blocos cerâmicos, já que contém grande perda por quebra e transporte.

O pó-de-brita utilizado como uma camada de regularização para assentamento das peças de piso pré-moldadas, não obtiveram grandes perdas, pois pelo fato de serem um material mais nobre, seu uso é racionalizado para não obter perdas significativas. Para efeito de comparação utilizamos o índice utilizado na areia.

Já o madeiramento utilizado obteve grande perda, o madeiramento que foi reutilizado várias vezes nesta etapa e as anteriores para demarcação e confecção de formas, e como o madeiramento tem uma quantia limitada de vezes que podem ser reutilizadas antes de ficarem totalmente desgastadas, acabaram sendo descartadas em maior parte nesta etapa, gerando uma quantia de resíduos muito superior ao determinado pelo índice comparativo.

Todos os materiais foram descartáveis em caçambas de entulho, sem nenhum tipo de separação, o acompanhamento do volume de material foi acompanhado através do volume de entrada e volume de saída de cada material. O material teve como destinação o Aterro do Jóquei, não sofrendo processos de reciclagem.

4.2.6 Execução das calçadas

A próxima etapa instalada foi a execução das calçadas, etapa que dessa vez contou com aterro, utilizando parte do solo retirado anteriormente e sua execução precisou da construção de formas, cobertura com lona do solo e concretagem das formas, com isso os principais resíduos gerados foram, resíduos plásticos, madeiras e dobras de concretos. A figura 4.9 a seguir demonstra esta etapa.



Figura 4.9- Execução das calçadas

A execução das calçadas, feitas em concreto usinado, geraram resíduos, o volume dos resíduos e o tipo de resíduo gerado durante a execução dos passeios foram discriminados na Tabela 4.7. A parametrização dos resíduos desta etapa foram feitos pelo percentual de desperdício, calculado entre a razão do volume de resíduos gerados por meio de caçambas estacionárias e o volume de material manipulado por caminhões de concreto e caminhões caçamba. Após a criação de parâmetros foram feitas a comparação com índices utilizados na literatura, como efeito de comparação.

Tabela 4.7- Resíduos gerados na execução das calçadas

DISCRIMINAÇÃO DOS SERVIÇOS	PRINCIPAL RESÍDUO GERADO	VOLUME MANIPULADO (M³)	VOLUME DE RESÍDUO (M³)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO (%)	ÍNDICE DE DESPERDÍCIO TEÓRICO (%) LEVY (1997)
EXECUÇÃO DOS PASSEIOS / CALÇADAS	MADEIRAS	8,00	1,70	21,25%	2,70%
	CONCRETO	37,80	8,50	22,49%	48,00%
	PLÁSTICO	0,50	0,003	0,60%	0,90%

O percentual de resíduo gerado pelas madeiras apresentou alto valor, assim como na etapa anterior, a causa desse alto percentual de resíduo gerado está ligado ao fato do reuso de madeiras na confecção de formas serem feitos até levar ao total desgaste do material.

O concreto utilizado para produção das calçadas, não obteve grande desperdício se comparado ao valor utilizado como comparativo, o desperdício nesta etapa está ligado ao fato de refazer trechos que eventualmente sofrem rachaduras e desperdícios gerados durante a aplicação do material.

Já o plástico utilizado em forma de lona para ser colocado como uma camada de proteção entre a camada da calçada e o solo compactado, tem pouco volume de uso e pouco desperdício, o valor de comparação teórico está relativamente próximo ao encontrado.

4.3. Condicionamento e Destinação dos resíduos gerados

O descarte dos materiais gerados no canteiro de obra foi feito de diversas formas, como descrito nos itens anteriores, materiais como solo foi reaproveitado na própria obra, ou então levado a depósitos particulares, enquanto madeiras, plásticos, concreto e outros materiais, foram na sua maioria descartados em caçambas de entulho.

As caçambas de entulho recolhidas da obra sem nenhum tipo de separação ou beneficiamento dos resíduos descartados, são levados ao Aterro do Jóquei, onde apesar de ter catadores no local, não existe nenhum tipo de beneficiamento no local.

Atualmente, apenas dois locais dispõem de Licença de Operação para recebimento e correta destinação dos RCC. Estes locais são unidades privadas e não tem parceria ou participação do setor público na sua administração. Um dos locais é a Cooperativa Ambiental dos Coletores e Recicladores de Resíduos Sólidos do Distrito Federal (COOPERCOLETA), localizado na Rodovia 205, KM 4.5, Somhém de Cima, Sobradinho/DF, possui licença para atividade de área de transbordo, triagem e reciclagem de resíduos da construção civil.

Outro local é conhecido como Areia Bela Vista, localizado na Chácara Bela Vista, Paranoazinho, Rodovia DF-150 km 3, Sobradinho/DF, possui licença para atividade de transbordo, triagem e reciclagem de resíduos da construção civil. Este local só recebe RCC das grandes empresas que adquirem materiais da empresa Areia Bela Vista.

Como existe apenas dois locais para atender Brasília e entorno e a produção de RCC é enorme, fica inviável para estes locais processar todo resíduo do Distrito Federal. Logo, lixões clandestinos e o Lixão da estrutural ainda são os principais locais de destinação de resíduos.

O condicionamento do material no canteiro de obras não foi feito de forma detalhada, logo o acúmulo de materiais em locais da obra até serem feitos os descartes por caçambas de entulhos se tornou prática comum, como mostrado nas figuras 4.10, 4.11 e 4.12 a seguir.



Figura 4.10- Acúmulo de madeiras e plásticos para descarte



Figura 4.11- Acúmulo de madeiras para descarte



Figura 4.12- Acúmulo de sacos de lixos para descarte

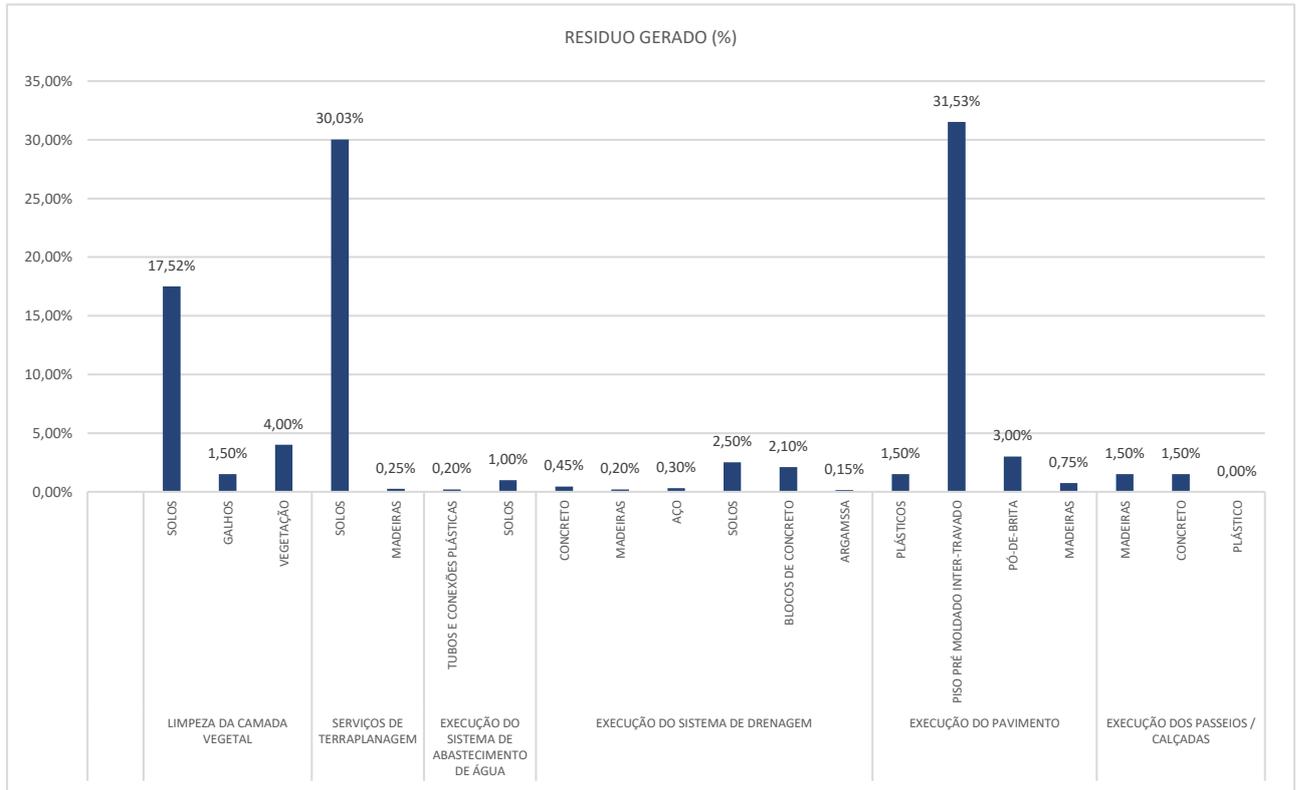
A análise do canteiro de obras demonstrou que os resíduos gerados foram tratados de maneira irregular em relação ao artigo 9º do Conama 307/2002, que aborda como deve ser realizado o gerenciamento de resíduos da construção civil, que deverão contemplar as seguintes etapas:

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

4.4. Dados gerados sobre os resíduos da obra

De acordo com as etapas descritas anteriormente foi gerado um gráfico demonstrando os percentuais de desperdício gerados. A Figura 4.13, demonstra os percentuais de resíduos em uma obra de infraestrutura com as devidas etapas inclusas.

Figura 4.13 – Percentual de geração de resíduos



A partir deste gráfico acima e juntamente com as informações sobre quantidade de resíduos gerados em volume é observado as etapas e os tipos de resíduos que mais são gerados em quantidade total, os tópicos a seguir apontam para isso.

- Limpeza da camada vegetal – Principal resíduo em volume: Solo
- Terraplanagem - Principal resíduo em volume: Solo
- Sistema de abastecimento de água - Principal resíduo em volume: Solo
- Drenagem - Principais resíduos em volume: Solo e Concreto
- Pavimento - Principais resíduos em volume: Concreto e Areia
- Calçadas - Principais resíduos em volume: Concreto e Madeira

Logo, é possível observar os principais resíduos que representam sozinhos mais de 80% dos resíduos totais gerado, levando em conta o volume total de resíduo da obra e as quantidades de volume que os principais itens correspondem.

4.5. Plano de gestão dos resíduos

O PGRCC (Programa de Gestão de Resíduos da Construção Civil) é um documento gerado e discutido dentro do Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, este documento tem a função de apresentar a forma que será gerenciado os resíduos gerados no canteiro de obras.

Este documento apesar de constar no Plano Distrital é pouco utilizado, como o próprio PDGIRS (2018) apresenta, nas obras dentro do Distrito Federal, um dos motivos é a falta de fiscalização, logo se torna facultativo a apresentação de um plano de gerenciamento de resíduos.

Apesar de ser interessante para os empreendimentos conter um plano de gestão de resíduos, apenas em casos que o cliente deseja é que são realizados planos de gestão de resíduo, reciclagem de materiais e destinação correta dos RCC's, logo são poucos empreendimentos que fazem esse trabalho, pois reflete em um custo maior para o empreendimento e este custo não reflete no preço da construção.

As explicações para não serem feitas reciclagens, separação de materiais e destinação de resíduos de forma correta, foram os gastos com mão de obra para realizar tais serviços, poucas empresas dentro do Distrito Federal e entorno que realizam a coleta de materiais para destinação correta além do espaço gasto para abrigar os resíduos de forma separada.

Assim se torna mais prático e econômico depositar os resíduos em lixões do que realizar o beneficiamento dos materiais dentro do canteiro de obra.

5. CONCLUSÃO E SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Nesse capítulo serão apresentadas as conclusões formuladas com base nas informações apresentadas no Capítulo 4, de acordo com a análise dos dados adquiridos no estudo de caso de uma obra de infraestrutura, bem como nos elementos obtidos durante a fase de levantamento de informações sobre a gestão de resíduos da construção civil (RCC) no Distrito Federal.

A avaliação qualitativa e quantitativa dos resíduos da construção civil gerados na obra de infraestrutura acompanhada foi realizada, desde as etapas construtivas iniciais da obra, contemplando as etapas de limpeza da camada vegetal, terraplanagem, execução do sistema de abastecimento de água, drenagem, pavimento e calçadas. Por não existir documentos ou informações específicas disponíveis sobre os resíduos produzidos, o volume de resíduo gerado foi dimensionado através dos quantitativos dos caminhões e caçambas de entulhos retirados do canteiro e o tipo de resíduo gerado foi determinado através de observações do material manuseado na obra.

Conforme análise, coloca-se nas fases de limpeza da camada vegetal, terraplanagem e Sistema de abastecimento de água o principal resíduo em volume foi o solo; na fase de drenagem os principais resíduos, em volume, foram o solo e o concreto; no pavimento os principais resíduos, em volume, foram o concreto e areia; e nas calçadas os principais resíduos, em volume, foram o concreto e a madeira.

Os índices de perda de materiais foram desenvolvidos com base nos resultados da avaliação qualitativa e quantitativa dos resíduos da construção civil gerados na obra de infraestrutura acompanhada. Como resultado da coleta de dados do empreendimento, os percentuais de desperdício dentro de uma obra foram obtidos para todas as etapas construtivas especificadas. Esses índices foram comparados com índices apresentados por Levy apud Santos (2009), obtidos em um estudo semelhante, detectando discrepâncias, tanto para mais quanto para menos. Dessa forma, para que possam ser utilizados na definição de procedimentos de destinação adequada de resíduos recomenda-se que seja feito o acompanhamento das fases produtivas, análise detalhada de cada tipo resíduo e o registro de seus respectivos percentuais em cada fase.

A análise dos índices gerados pode conter alguma variação, pois pelo fato da obra não conter a separação de resíduos, alguns dados de resíduos foram estimados conforme a quantidade de material depositado como resíduo, porém mesmo com essas estimativas a análise contém uma confiabilidade já que seus dados foram sempre comparados a outros estudos.

O empreendimento em questão não contava com um plano de gestão de resíduos, logo o resíduo descartado foi destinado para o Aterro do Jóquei, sem a devida triagem de materiais. A comparação da gestão de resíduos entre o empreendimento acompanhado e o definido pelo Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) evidenciando o não cumprimento dessa exigência.

A triagem precisa ser implantada dentro dos canteiros de obra para facilitar o processo de reciclagem, e viabilizar a implantação de novas empresas de beneficiamento para atender todas as regiões do Distrito Federal.

O padrão de recolhimento de resíduos da construção civil com caçambas estacionárias disponibilizados pelas empresas de coleta e transporte de resíduos que atuam no Distrito Federal, não estimula a triagem dos resíduos produzidos em obras, podendo considerar esse modelo de operação insatisfatório para o processo de mitigação dos impactos gerados pelas atividades produtivas. A existência de duas empresas privadas de reciclagem de RCC no Distrito Federal são opções, conforme a região de geração, que podem facilitar a destinação dos resíduos sólidos de obras de infraestrutura. Ressalta-se que foi detectada a necessidade disponibilização de outros meios que facilitem da triagem de resíduos no canteiro, associada a intensificação de fiscalizações mais atuante nos canteiros para a adequação a legislação e para o estímulo da redução de desperdícios através da facilitação do processo de reciclagem.

Pôde-se notar que no caso acompanhado o cliente não manifestou preocupação em contratar um serviço com um diferencial ambiental. Cabe ressaltar que a avaliação de custos não foi objeto de pesquisa desse trabalho, impossibilitando a discussão se foi esse o fator relevante para a contratação da empresa. Acredita-se que os investimentos para uma gestão ambiental de resíduos adequada, no segmento de obras de infraestrutura, não inviabilizem o custo dos serviços. Dessa forma, coloca-se que enquanto os clientes não se sensibilizarem sobre as questões ambientais, as empresas não mudarão a forma de prestação de serviços, buscando a redução da geração e a destinação correta dos resíduos.

Por fim, considera-se que o objetivo geral do estudo foi atendido. Julga-se que os dados e a sua forma de obtenção realizada nesse trabalho, com o acompanhamento da obra de infraestrutura realizada no Distrito Federal, podem ser utilizados em trabalhos futuros para parametrização de indicadores que possam contribuir para a sustentabilidade de obras similares, com a mitigação dos impactos ambientais causados pela atividade produtiva.

Como sugestão para trabalhos futuros envolvendo o tema abordado, segue os seguintes tópicos:

- Comparação com índices gerados em obras com gestão de resíduos. Se essa preocupação irá gerar alterações nos índices; e
- Comparação com obras de diferentes portes a fim de identificar se há correlação direta entre o porte e a produção de resíduos. Pode haver um comportamento contrário, em razão de empresas maiores (obras maiores) poderem apresentar a questão ambiental como um diferencial.

BIBLIOGRAFIA

ABNT – NBR 15112/2004, Resíduos da construção civil e resíduos volumosos - Áreas de transbordo e triagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação. 204.

ABNT – NBR 15113/2004, Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ABNT – NBR 15114/2004, Resíduos sólidos da construção civil áreas de reciclagem– Diretrizes para projeto, implantação e operação. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO – ABRAMAT. A cadeia produtiva da construção e o mercado de materiais. Fundação Getúlio Vargas, FGV projetos, 4 p. 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004/2004. Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007/2004. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15115. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Junho de 2004.

BELTRAME, E. de S. Meio Ambiente na Construção Civil. 2013. Disponível em: http://www.eduardo.floripa.com.br/download/Artigo_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 15 nov. 2020.

BLUMENSCHNEIDER, R. N. A sustentabilidade na cadeia produtiva da indústria da construção. Brasília, 2004, 249 p. Tese (Doutorado). Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília.

BOURSCHEID, J. A.; SOUZA, R. L. Resíduos de Construção e Demolição como material alternativo. Florianópolis, SC, 2010, 84p.

BRASIL. Decreto nº 7.404/2011, de 23 de dezembro de 2010. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em: 18 de nov. 2020.

BRASIL, Leis. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. RESOLUÇÃO nº. 307, de julho de 2002.

BRASIL. Lei nº. 9.605, de 13 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e dá outras providências. Brasília, 1998. Disquete 31/2”.

CIB. Agenda 21 para a Construção Sustentável. Tradução de: Agenda 21 on sustainable construction. CIB Report Publication 237. EPUSP-USP. São Paulo, 2000, 131 p.

CONDEIXA, K. M. Comparação entre Materiais da Construção Civil através da Avaliação do Ciclo de Vida: Sistema Drywall e Alvenaria de Vedação. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense/UFF. 2013.

COMISSAO MUNDIAL SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO CMMAD. Relatório Brundtland: Nosso Futuro Comum. Rio de Janeiro: FGV, 1988.

DACOL, S. O potencial tecnológico da indústria da construção civil: uma proposta de modelo. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado). Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

DOSOMETHING STRATEGIC. Consumo consciente, 2019. Disponível em: <https://www.consumidormoderno.com.br/2019/11/22/geracao-z-ativismo-mercado-sustentavel/>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ERPEN, M. L. Resíduos Sólidos de Construção e Demolição. Estudo de Caso: Gurupi –TO. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, 2009.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR RESEARCHES AND INOVATION IN BUILDING AND CONSTRUCTION - CIB. Agenda 21 para construção sustentável. São Paulo: ed. De G. Weinstock, D. M. Weinstock, 2000. (Tradução do relatório CIB – Publicação 237, por I. Gonçalves e T. Weinstock).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão/ Departamento de População e Indicadores Sociais, 397 p. 2000.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. Universidade de São Paulo/USP. 2003.

JOHN, V. M.; ROCHA, J. C. Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4, 2003. Anais, Coleção Habitare, v. 1. Porto Alegre, 2003.

MARTINS, D. F. Sustentabilidade no Canteiro de Obras. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ. 2010.

MUÑOZ BARROS, A. D. A adoção de sistemas de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil: motivações, benefícios e dificuldades. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

NETO, J. C. M. Gestão dos Resíduos Sólidos de Construção e Demolição. São Carlos: RIMA, 2005. 162 p.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. São Paulo, 1999, 190 p. Tese (Doutorado). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SISTEMA DE INTELIGÊNCIA SETORIAL. Sebrae, Casa e Construção, 2019. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-c.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ZORDAN, S. E. A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto. Campinas, 1997, 140p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Hidráulica e Saneamento, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas.

<https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>

Plano Distrital de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, PDGIRS, março 2018. Secretaria de Estado Infraestrutura e Serviços Públicos do Distrito Federal

