



**UNIVERSIDADE CATÓLICA DO SALVADOR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO
AMBIENTAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL**

JOSÉ LUIZ BORJA FERNANDEZ

**RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ANÁLISE DO GERENCIAMENTO EM OBRAS DE REFORMA, DE
MICRO E DE PEQUENO PORTES.**

Salvador
2018

JOSÉ LUIZ BORJA FERNANDEZ

**RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL:
ANÁLISE DO GERENCIAMENTO EM OBRAS DE REFORMA, DE
MICRO E DE PEQUENO PORTES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Ambiental, Universidade Católica do Salvador, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Planejamento Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi.

Salvador

Ficha Catalográfica. UCSal. Sistema de Bibliotecas

F363 Fernandez, José Luiz Borja
Resíduos sólidos da construção civil: análise do gerenciamento em
obras de reforma, de micro e de pequeno portes / José Luiz Borja
Fernandez . Salvador, 2018.
142 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica do Salvador.
Superintendência de Pesquisa e Pós-Graduação. Mestrado Profissional
em Planejamento Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Dra. Cristina Maria Dacach Fernandez Marchi.

1. Gestão Ambiental 2. Resíduos Sólidos da Construção
3. Matriz de interação 4. Ecoeficiência na Construção Civil
I. Universidade Católica do Salvador. Superintendência de Pesquisa e
Pós-Graduação II. Marchi, Cristina Maria Dacach Fernandez - Orientadora
III. Título

CDU 628.4.036

AGRADECIMENTOS

Para a realização desta pesquisa, contei com colaboração, paciência e incentivo de diversas pessoas, que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho. Todos, sem exceção, com a mesma importância.

Primeiramente, agradeço à minha família, meus três L's: Lela, Lilia e Lara, pelo amor e compreensão incondicional. Sem vocês, não teria concluído essa etapa.

À minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Cristina Marchi, pela paciência e pelo apoio que dispensou a mim, sempre acreditando no meu potencial; suas orientações e palavras de incentivo foram determinantes para a conclusão desta pesquisa. A minha gratidão e o meu desejo de muitas felicidades, saúde e paz, extensiva a todos os seus familiares.

Aos professores do Programa de Planejamento Ambiental da Universidade Católica do Salvador, pelos ensinamentos e orientações nas suas disciplinas, fundamental para a pesquisa realizada. Deixo, através do coordenador Prof. Dr. Moacir Tinoco, o meu abraço e desejo de felicidades a todos.

Ao Grupo GAMDES, liderado pela Prof^a. Dr^a. Cristina Marchi, pela ajuda na pesquisa e parceria nesses dois anos de trabalho.

Aos meus colegas de turma: Adriano, Ana Cristina, Ana Emília, Angélica, Erick, Fábio, Fernanda, Márcia, Patrícia, Romai, Selmo e Vinne, por tornar essa caminhada mais agradável e divertida. Abraços e beijos a todos.

Por fim, deixo meus agradecimentos a todos não mencionados que, de alguma forma, contribuíram com este trabalho.

RESUMO

A cadeia produtiva da construção civil é a maior consumidora de recursos naturais do planeta e a maior geradora de resíduos sólidos, sendo a construção civil o elo da cadeia que contribui com a maior fração de resíduos sólidos urbanos, provocando impactos negativos significativos ao meio ambiente, prejudicando as camadas mais pobres das grandes cidades. Da massa total de resíduos da construção civil, o maior percentual provém de reformas, demolição, pequenas construções e eventos informais, sendo o pequeno gerador responsável pela maior contribuição de resíduos da construção civil. Nesse cenário, a presente pesquisa teve a finalidade de investigar a situação do manejo dos resíduos da construção civil em obras de reforma, de micro e de pequeno portes, frente à resolução do CONAMA nº 307/2002 e à Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12.305/2010. Os estudos realizados mostraram o desconhecimento dos pequenos geradores dos instrumentos legais e normativos vigentes e a falta de manejo dos resíduos gerados no processo construtivo, apontando a necessidade de ferramentas para auxiliar no planejamento e monitoramento dos resíduos nos canteiros de obras, propondo um aplicativo interativo para ser utilizado em equipamentos móveis, com a finalidade de mostrar o fluxo dos resíduos por etapa do processo construtivo, com as possibilidades de tratamento e de disposição ambientalmente adequada, proporcionando, ao gestor, o desenvolvimento de ações estratégicas com o objetivo de reduzir, reutilizar e reciclar os resíduos e, esgotando todas as possibilidades de manejo, enviar os rejeitos para a disposição ambientalmente adequada, reduzindo os impactos ambientais com a geração e disposição dos resíduos da construção civil.

Palavras-chave: Gestão Ambiental. Resíduos Sólidos da Construção Civil. Matriz de Interação. Ecoeficiência na Construção Civil.

ABSTRACT

The productive chain of the construction industry is the largest consumer of the planet's natural and increased solid waste generator, being civil construction chain that contributes the largest fraction of municipal solid waste, causing significant negative impacts to the environment and to needy population. The highest percentage of construction waste comes from reforms, demolitions and small constructions. In this scenario, the present research was designed to investigate the situation of the management of construction waste in renovation, micro and small business according to the resolution CONAMA number 307/2002, and the national policy on solid waste 12.305/2010. The studies show the ignorance of small generators of legal and regulatory instruments in force and the lack of management of the waste generated in the construction process, pointing out the need for tools to assist in the planning and monitoring of waste in construction sites, proposing an interactive application, to be used in mobile devices, in order to show the flow of waste by stage of the building process, with the possibilities of treatment and environmentally appropriate disposal providing the development manager of strategic actions to reduce , reuse and recycle, and exhausting all the possibilities for handing, shipping for environmentally appropriate, reducing environmental impacts with the generation and disposal of construction waste.

Key Words: Enviromental Managenet. Solid Waste from Construction. Array of Interaction. Eco-efficiency in Construction.

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|--|-----|
| Figura 1 | Cadeia produtiva da construção civil | 23 |
| Figura 2 | Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem | 35 |
| Figura 3 | Geração de resíduos da União Europeia, 2010 | 52 |
| Figura 4 | Taxa de reciclagem de RSU da União Europeia – EU-28, 2012 | 53 |
| Figura 5 | Porcentagem de RCD por etapa construtiva | 61 |
| Figura 6 | Objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) | 67 |
| Figura 7 | Cadeia produtiva da construção civil | 69 |
| Figura 8 | Tendências em produção e consumo sustentáveis e oportunidades de negócio | 74 |
| Figura 9 | Fluxograma do manejo de resíduos sólidos da construção civil | 80 |
| Figura 10 | <i>Input e Output</i> de insumos adotados em obras civis | 81 |
| Figura 11 | Desenho metodológico da pesquisa | 104 |
| Figura 12 | Porte da empresa em relação à quantidade de funcionários | 108 |
| Figura 13 | Tela de cadastro da obra | 136 |
| Figura 14 | Tela etapas do processo construtivo | 137 |
| Figura 15 | Tela subetapas | 137 |
| Figura 16 | Tela insumos | 138 |
| Figura 17 | Tela resíduos | 138 |
| Figura 18 | Tela destinação final | 139 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|-----------|--|----|
| Gráfico 1 | Perfil da Cadeia Produtiva da Construção Civil 2015 | 24 |
| Gráfico 2 | Variação % do PIB Nacional x PIB Construção Civil 2004-2016 | 27 |
| Gráfico 3 | Trabalhadores da construção civil segundo o grau de instrução | 30 |
| Gráfico 4 | Distribuição de usinas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no Brasil | 63 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-----------|---|-----|
| Quadro 1 | Classificação dos resíduos quanto à periculosidade | 34 |
| Quadro 2 | Instrumentos legais de âmbito nacional | 36 |
| Quadro 3 | Planos Estaduais até 2015 | 39 |
| Quadro 4 | Política Estadual de Resíduos Sólidos por estado e região | 40 |
| Quadro 5 | Leis e Decretos Estaduais | 41 |
| Quadro 6 | Leis orgânicas e decretos municipais referente ao pagamento de serviços ambientais | 42 |
| Quadro 7 | Normas técnicas da ABNT | 44 |
| Quadro 8 | Estudos relacionados à viabilidade técnica e econômica da utilização dos agregados reciclados a partir de RCC | 50 |
| Quadro 9 | Estimativa de impactos na construção e uso de edificações | 70 |
| Quadro 10 | Aspectos ambientais da construção civil | 71 |
| Quadro 11 | Impactos ambientais da construção civil | 72 |
| Quadro 12 | Etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC | 83 |
| Quadro 13 | Tipos de resíduos da construção civil e classes | 84 |
| Quadro 14 | Etapas do processo construtivo | 85 |
| Quadro 15 | Fluxo de entrada e saída de materiais | 87 |
| Quadro 16 | Destinações finais para RCC | 90 |
| Quadro 17 | Exemplo de matriz de interação | 94 |
| Quadro 18 | Variáveis e indicadores | 104 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-----------|--|----|
| Tabela 1 | Valor Adicionado Bruto a Preços Correntes 2010-2016 | 25 |
| Tabela 2 | Déficit habitacional por região – 2014 | 26 |
| Tabela 3 | Valor Adicionado Bruto da Construção Civil por Região- 2014 | 28 |
| Tabela 4 | Número de estabelecimentos e estoque de trabalhadores por tamanho da empresa | 29 |
| Tabela 5 | Carga tributária da cadeia produtiva da construção civil, 2016 | 31 |
| Tabela 6 | Composição e Classificação dos RCC da cidade de Fortaleza | 45 |
| Tabela 7 | Composição e classificação do RCC no município de Pelotas-RS, segundo o CONAMA 307/2002 | 46 |
| Tabela 8 | Composição dos RCC na cidade de São Carlos e Santo André, São Paulo. | 47 |
| Tabela 9 | Representatividade de resíduos de classe A | 48 |
| Tabela 10 | Composição dos RCC na cidade de Natal | 48 |
| Tabela 11 | Composição dos RCC na cidade de São Carlos-SP | 49 |
| Tabela 12 | Evolução dos municípios participantes no SNIS-RS, 2012-2015 | 55 |
| Tabela 13 | Quantidade de municípios participantes por região SNIS- RS, 2015 | 55 |
| Tabela 14 | População dos municípios participantes entre 2012 e 2015 | 56 |
| Tabela 15 | Amostras dos municípios participantes do PRSB entre 2012 e 2015 | 56 |
| Tabela 16 | Quantidade de RSU gerados no Brasil entre 2012 e 2015 | 57 |
| Tabela 17 | Informações sobre os serviços de coleta e limpeza urbana no Brasil entre 2012 e 2015 | 58 |
| Tabela 18 | Quantidade coletada de RSU e custo com o manejo no Brasil entre 2012 e 2015 – SNIS-RS | 58 |
| Tabela 19 | Indicadores de resíduos sólidos coletados no Brasil | 59 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| Tabela 20 | Unidades de processamento de RCC – SNIS-RS, 2012-2015. | 62 |
| Tabela 21 | Massa de RCC recebidas nas unidades de tratamento – SNIS-RS, 2012-2015. | 62 |
| Tabela 22 | Classificação geral do porte dos empreendimentos | 105 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRAMAT | Associação Brasileira da Indústria de Materiais de Construção |
| ABRECON | Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição |
| ABRELPE | Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais |
| CAU | Conselho de Arquitetura e Urbanismo |
| CBIC | Câmara Brasileira da Indústria da Construção |
| CIB | Conselho internacional de Construção |
| CNAE | Classificação Nacional de Atividades Econômicas |
| CNI | Confederação Nacional das Indústrias |
| CNUMAD | Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento |
| CONAMA | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| COEMA | Conselho Estadual do Meio Ambiente [do Ceará] |
| CREA | Conselho Regional de Engenharia e Agronomia |
| EEA | European Environment Agency |
| FGTS | Fundo de Garantia do Tempo de Serviço |
| FGV | Fundação Getúlio Vargas |
| IBAMA | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INSS | Instituto Nacional do Seguro Social |
| IPCA | Índice de Preços ao Consumidor Amplo |
| IPEA | Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada |
| MTPS | Ministério do Trabalho e Previdência Social |
| ODS | Objetivo de Desenvolvimento Sustentável |
| OECD | Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico |
| ONU | Organização das Nações Unidas |
| PAC | Programa de Aceleração do Crescimento |
| PERS | Planos Estaduais de Resíduos Sólidos |

| | |
|-----------|---|
| PGRCC | Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil |
| PGRS | Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PNAD | Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua |
| PNMA | Política Nacional de Meio Ambiente |
| PNRS | Política Nacional de Resíduos Sólidos |
| PREPARE | <i>Preventative Environmental Protection Approaches</i> |
| PRSB | Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil |
| RAIS | Relação Anual de Informação Social |
| RCC | Resíduos da Construção Civil |
| RSS | Resíduos de Serviços de Saúde |
| RSU | Resíduos Sólidos Urbanos |
| SEBRAE | Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas |
| SEMACE | Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará |
| SINDUSCON | Sindicato da Indústria da Construção |
| SNIS | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento |
| SNIS-RS | Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – Resíduos Sólidos |
| TR | Taxa de Referencial |
| UCSAL | Universidade Católica do Salvador |
| VAB | Valor Adicionado Bruto |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 HIPÓTESE | 18 |
| 1.2 PROPOSTA DE ESTUDO | 19 |
| 1.3 OBJETIVOS | 19 |
| 1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO | 20 |
| | |
| 2 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL | 23 |
| 2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC | 32 |
| 2.1.1 Definição e classificação | 33 |
| 2.1.2 Instrumentos Legais e Normativos | 36 |
| 2.1.3 Caracterização dos RCC | 45 |
| 2.1.4 Geração dos resíduos da construção civil | 51 |
| | |
| 3 ECOEFICIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL | 65 |
| | |
| 4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 77 |
| 4.1 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – PGRCC | 77 |
| 4.2 MATRIZ DE INTERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL | 93 |
| | |
| 5 METODOLOGIA | 99 |
| 5.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA | 99 |
| 5.1.1 Classificação da pesquisa | 99 |
| 5.1.1.1 Quanto à abordagem | 99 |
| 5.1.1.2 Quanto à natureza da pesquisa | 100 |
| 5.1.1.3 Quanto aos objetivos | 100 |
| 5.1.2 Etapas da Pesquisa | 101 |
| 5.1.2.1 Pesquisa bibliográfica | 101 |
| 5.1.2.2 Pesquisa documental | 101 |
| 5.1.2.3 Pesquisa de campo | 101 |
| 5.1.2.4 Tratamento e análise dos dados | 102 |
| 5.1.2.5 Desenvolvimento do aplicativo | 103 |

| | |
|---|-----|
| 5.1.3 Desenho metodológico | 104 |
| 5.1.4 Variáveis e Indicadores | 104 |
| 6 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO | 107 |
| 6.1 PERFIL DA AMOSTRA | 107 |
| 6.2 ANÁLISE DAS PERGUNTAS DO FORMULÁRIO | 108 |
| 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 119 |
| REFERÊNCIAS | 123 |
| APÊNDICE A – Desenvolvimento do Aplicativo | 133 |
| APÊNDICE B – Formulário | 141 |

1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental da década de 80, provocada por um modelo de desenvolvimento insustentável ambientalmente e socialmente, na qual o crescimento econômico estava dissociado da redução da pobreza e da capacidade de resiliência do planeta, provocando significativos impactos ambientais, tais como aquecimento global, consumo de energia, poluição da água e do ar, aumento do consumo de matérias-primas não-renováveis, geração de resíduos e exclusão social, motivou a Organização das Nações Unidas (ONU) a discutir um novo modelo de desenvolvimento que aliasse a atividade econômica à sustentabilidade.

Em 1987, a Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, chefiada pela primeira ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, publicou um documento, fruto das discussões com os chefes de estado e público em geral, chamado “Nosso Futuro Comum” ou “Relatório de Brundtland”, que propunha um novo modelo de desenvolvimento sustentável, definido no relatório como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (COMISSÃO..., 1991, p. 46).

A partir do relatório de Brundtland, vários eventos foram organizados pela ONU, definindo objetivos e metas para o alcance do desenvolvimento sustentável e para a erradicação da pobreza, sendo o principal evento a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD, conhecida mundialmente como RIO92. Os líderes dos estados membros implantaram a Agenda 21, com mais de 2.500 recomendações com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável.

Apesar dos esforços dos estados membros para o alcance das metas traçadas nos documentos assinados, em 2015, nas conferências da Organização, 13% da população vivia, no mundo todo, em extrema pobreza, 800 milhões de pessoas passavam fome e 2,4 bilhões de pessoas não tinham acesso a saneamento básico, segundo dados do 1º Relatório de Acompanhamento dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015).

Em setembro de 2015, durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, organizada pelas Nações Unidas em Nova York, EUA, os líderes mundiais

assinaram a agenda 2030, a partir dos resultados da RIO+20, com metas e objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) a serem alcançados nos próximos 15 anos. São metas ambiciosas como erradicação da pobreza, desenvolvimento dos países pobres e em desenvolvimento, universalização do acesso ao saneamento básico e geração de empregos, dentre outras.

Para o sucesso da agenda 2030, o setor da construção civil é de fundamental importância na criação de infraestruturas resilientes, na promoção da industrialização e na construção de cidades sustentáveis, objetivos da agenda. Como o setor é o maior consumidor de recursos naturais não-renováveis e o maior gerador de resíduos sólidos urbanos, faz-se necessária a implantação de novas tecnologias no processo produtivo aliada ao manejo ambientalmente adequado dos resíduos ao longo da vida útil do produto, a fim de reduzir os impactos negativos da atividade.

De acordo com os objetivos da Agenda 21 brasileira, criada em 2002, baseada na agenda 21 da ONU, a mudança nos padrões de consumo da sociedade, que reduzem a geração de resíduos, bem como a criação de novas tecnologias menos intensivas no consumo de matéria-prima e no consumo de energia são atitudes importantes para um novo modelo de desenvolvimento, sendo a construção civil o segmento que tem muito a contribuir, por ser a maior geradora de resíduos sólidos urbanos em função da baixa tecnologia aplicada em seus projetos e o alto índice de desperdício nos canteiros de obras.

O crescimento do volume de obras na indústria da construção civil no Brasil, de 2007 até os dias atuais, estimulado pela ampliação de crédito de longo prazo e pelo aumento dos investimentos governamentais tem como consequência direta, além da geração de emprego e renda, a intensa produção de resíduos pós-consumo, demandando uma atenção especial para o setor.

O macro-setor da construção civil, em 2015, teve uma participação no produto Interno Bruto – PIB de 8,32%, gerando um total de 8 milhões de empregos diretos e indiretos. Em contrapartida, é responsável por diversos impactos ambientais, sendo os mais relevantes o consumo de recursos naturais, a geração de resíduos, o consumo de energia, a poluição ambiental e a poluição interna nas edificações (FGV, 2016).

Da massa total de resíduos sólidos urbanos, de 54% a 70% provêm da construção civil (na União Europeia, esses resíduos chegam a 37%), gerando impactos negativos ao meio ambiente urbano, tais como desmoronamento de encostas, obstrução da drenagem de águas pluviais, enchentes, obstrução de vias públicas, desenvolvimento de vetores de doenças, assim comprometendo a qualidade de vida da população dos centros urbanos, onde vive 85% da população do país (PINTO, 1999; EAA, 2014).

Em 2015, foram coletadas 45 milhões de toneladas de resíduos da construção civil no país, das quais 90% da massa total foram dispostas inadequadamente em aterros de rejeito domiciliar, bota-fora ilegal, em ruas e terrenos baldios, sobrecarregando os serviços municipais (ABRELPE, 2015).

Importante salientar que toda a cadeia produtiva da construção civil gera resíduos, sendo fundamental a mudança no modelo de produção do setor para alcançarmos o sucesso desse novo paradigma de desenvolvimento, substituindo o modelo atual por um modelo mais eficiente no aproveitamento dos recursos aplicados, assim reduzindo a geração de resíduos a um mínimo reciclado.

A legislação brasileira vem se tornando cada vez mais restritiva em relação aos impactos ambientais gerados pela cadeia produtiva da construção civil, principalmente em relação à geração e disposição final dos resíduos sólidos, que estão sujeitos a legislação específica, disciplinando, através dos planos de gestão e gerenciamento, o manejo desses resíduos. Dentre os instrumentos legais e normativos, destacam-se a Resolução do CONAMA 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, que estabelecem diretrizes, critérios e procedimentos para o correto manejo dos resíduos sólidos da construção civil.

A criação de um novo modelo de desenvolvimento para a construção civil está inserida na PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos, incentivando o desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial que vise à melhoria dos processos e o reaproveitamento dos resíduos da construção.

Para Marchi e Fernandez (2016), a pretensão de gerar mudanças no setor está presente na Lei 12.035/2010 ao transferir a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos da construção civil para os municípios, para a iniciativa privada e para os cidadãos.

A presente pesquisa pretende discutir o correto manejo dos resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de reforma e construção de micro e de pequeno portes, de acordo com as diretrizes da Lei 12.305/2010 e da resolução do CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente 307/2002, visto que 75% da massa total de resíduos da construção civil provem de pequenas obras de construção e reforma e de eventos informais.

Frente ao cenário apresentado, a pergunta que norteou este projeto foi: Os instrumentos legais referentes à gestão e ao gerenciamento dos RCC – resíduos da construção civil - têm influenciado o manejo de resíduos sólidos em canteiros de obras de reforma, de micro e de pequeno portes?

Esta pesquisa é um recorte do projeto “Mapeamento das tecnologias e dos processos para controle e mitigação de impactos ambientais negativos causados por pequenos e médios geradores de resíduos sólidos da construção civil em municípios selecionados da Região Metropolitana do Salvador”, do GAMDES - Grupo de Pesquisa em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Social da Universidade Católica do Salvador, aprovado no comitê de ética em pesquisa dessa universidade em 28 de agosto de 2015, CAAE nº 46331015.5.0000.5628.

1.1 HIPÓTESE

Como os RCC correspondem de 50% a 70% da massa total dos RSU – resíduos sólidos urbanos, dos quais 50% são provenientes de reformas, ampliações e demolições, causando impactos negativos ambientais, sociais e econômicos, principalmente nos grandes centros urbanos, a hipótese tema desta pesquisa, de acordo com as diretrizes da PNRS, Lei 12.305/2010 e da resolução do CONAMA 307/2002, admite a não-existência do correto manejo, por parte dos geradores dos RCC, em canteiros de obras de micro e de pequeno portes.

1.2 PROPOSTA DE ESTUDO

A proposta da pesquisa é analisar o manejo dos RCC em canteiros de obras de micro e de pequeno portes, tendo como referência as diretrizes da Lei 12.305/2010 e da Resolução do CONAMA 307/2002.

Para a delimitação da população objeto da pesquisa, quanto ao porte do empreendimento, utilizou-se a classificação da resolução 04/2012 do Conselho Estadual do Meio Ambiente [do Ceará] – COEMA, que dispõe sobre a atualização dos procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos procedimentos de licenciamento e autorização no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – SEMACE (CEARÁ, 2012).

Por fim, a pesquisa propõe um aplicativo computacional para a elaboração de uma matriz do fluxo de resíduos nas etapas do processo construtivo e suas interações, com as medidas necessárias para o correto manejo dos RCC.

1.3 OBJETIVOS

A proposta de pesquisa tem como objetivo principal analisar o manejo de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequeno portes, frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, e a resolução do CONAMA 307/2002.

Como objetivos específicos:

i) revisar a bibliografia do estado da arte da gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil no Brasil, da implementação da Lei 12.305/2010 e da responsabilidade do setor privado na gestão integrada dos RCC;

ii) verificar o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em obras de micro e de pequeno portes;

iii) desenvolver uma matriz de interação com o fluxo dos resíduos por etapa do processo construtivo; e

iv) desenvolver um aplicativo para a montagem da matriz do fluxo processual desde as entradas de insumos, com a identificação da saída dos RCC por classe, até as medidas para o correto manejo, disponibilizando para os geradores através do site da UCSAL - Universidade Católica do Salvador.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Para alcançar os objetivos da pesquisa, empreenderam-se estudos através de pesquisas bibliográficas, documental e de campo, que são apresentados em sete capítulos, descritos a seguir:

Na introdução, o capítulo 1, são apresentados o objeto de estudo com a justificativa, a pergunta norteadora, a hipótese, a proposta de estudo, os objetivos geral e específico e a estruturação do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma análise da cadeia produtiva da construção civil, descrevendo a sua importância na economia do país, através do indicador do produto interno bruto (PIB), o poder de encadeamento do setor com a geração de emprego, renda e impostos, além de discorrer sobre os resíduos sólidos da construção civil, apresentando o panorama da geração no país, os seus problemas, instrumentos legais e normativos, com destaque para a resolução do CONAMA 307/2002 e para a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a lei 12.305/2010.

O capítulo 3 discorre sobre a ecoeficiência na construção civil, os impactos e os aspectos ambientais da cadeia produtiva e a importância do setor para o alcance dos objetivos traçados para o desenvolvimento sustentável.

O capítulo 4 discute o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil, a importância do plano de gerenciamento de resíduos sólidos para a gestão ambiental nos canteiros de obras, apresentando as etapas do processo construtivo, com fluxo de entrada de insumos e saída de resíduos por etapa, finalizando o capítulo com a matriz de interação dos RCC.

O capítulo 5 mostra a metodologia utilizada na pesquisa, realizada com a coleta de dados primários através de pesquisa de campo, com a aplicação do formulário com gestores de empresas especializadas em obras de reforma, de micro

e de pequeno portes. Os dados secundários foram obtidos com a pesquisa bibliográfica e documental, tendo como base artigos científicos, dissertações, teses e instrumentos legais e normativos. Apresenta-se também a classificação, as etapas, o desenho metodológico e as variáveis e os indicadores da pesquisa.

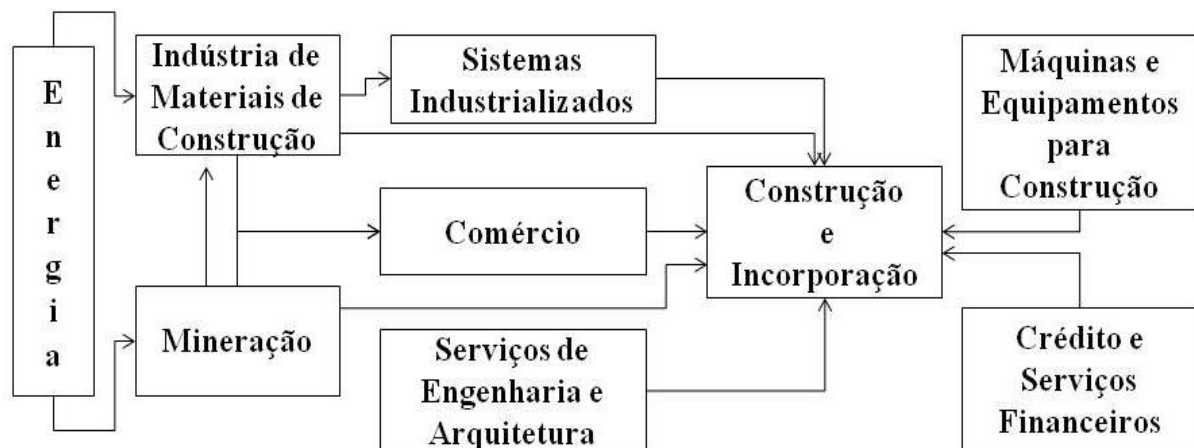
O capítulo 6 apresenta as análises descritivas dos resultados da pesquisa de campo, coletados através da aplicação do formulário com gestores de obras de micro e pequeno portes.

Por fim, no capítulo 7, são apresentadas as conclusões do trabalho de pesquisa, tendo, como referencial teórico principal, a resolução do CONAMA 307/2002 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a lei 12.305/2010.

2 A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

O macro-setor da construção civil é de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social do Brasil, seja por sua elevada participação no Produto Interno Bruto – PIB ou pela capacidade de movimentar e dinamizar os serviços e setores industriais em grande número, seja pela expressiva geração de empregos ou, ainda, pela capilaridade regional e diversidade produtiva. A cadeia produtiva da construção civil engloba empresas de todas as etapas do processo produtivo, que vão desde a extração mineral até as empresas dos mercados imobiliário e financeiro, como apresentado na Figura 1.

Figura 1 - Cadeia produtiva da construção civil



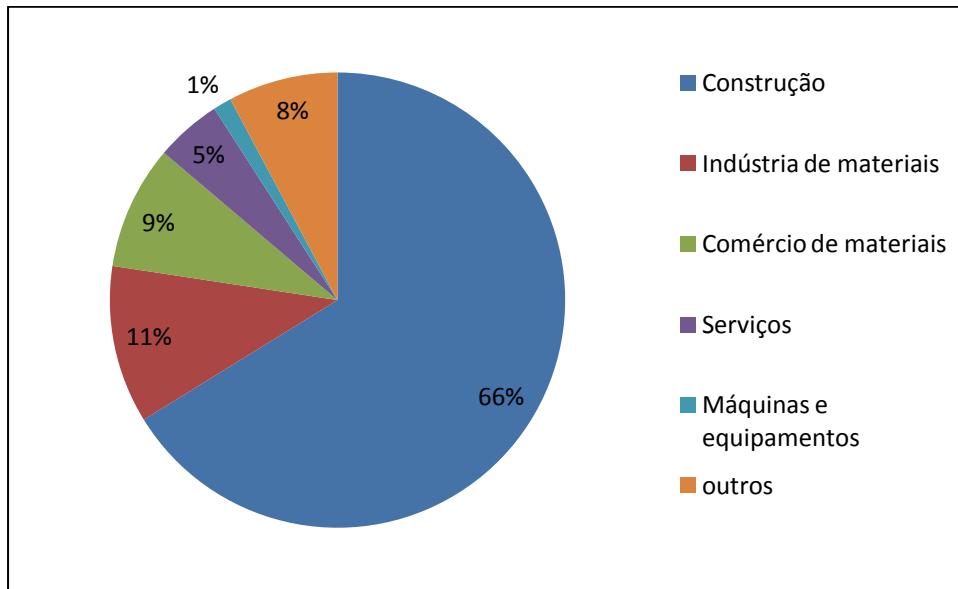
Fonte: Construbusiness (2016).

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA conceitua cadeia produtiva como “o conjunto das atividades, nas diversas etapas de processamento ou montagem, que transforma matérias-primas em produtos finais” (IPEA, 2001, p. 6).

De acordo com dados da Fundação Getúlio Vargas – FGV (2016), o macro-setor da construção civil representou 8,32% do PIB nacional, sendo a construção civil o elo mais importante da cadeia produtiva, porque corresponde a 66% do PIB do macro-setor e a 70% das vagas de emprego de toda a cadeia produtiva, influenciando a estrutura econômica do país devido a sua dinâmica na geração de

negócios intersetoriais por ser grande consumidora de serviços e produtos, dados representados no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Perfil da Cadeia Produtiva da Construção Civil - 2015



Fonte: FGV (2016). Elaborado pelo autor.

O subsetor da construção, segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE/IBGE, é composto por: Construção de edifícios CNAE 41, que inclui os empreendimentos imobiliários; Obras de infraestrutura CNAE 42; e Serviços especializados para construção CNAE 43, que englobam demolição e preparação de terreno, instalações, acabamento e outros.

O Produto Interno Bruto é um indicador macroeconômico utilizado para medir a riqueza produzida por uma economia, ou segmento da economia, que representa a dinâmica da atividade econômica resultante da produção física de bens e serviços.

O PIB corresponde ao valor de mercado do fluxo de bens e serviços finais disponibilizados por uma economia em um determinado período de tempo (normalmente um ano), propiciando o acompanhamento de suas modificações estruturais e de seu curso conjuntural (LOURENÇO; ROMERO, 2002, p. 28).

A importância de um setor na economia pode ser representada pela sua capacidade na geração de riquezas para o país, medida pela sua participação no

valor adicionado bruto – VAB nacional. A construção civil contribui expressivamente na formação do VAB da indústria, com participação significativa na formação do PIB nacional. Em 2016, o setor participou com 27% no VAB da indústria e 5,6% no VAB do país. Na tabela 1, temos o VAB do Brasil, da indústria e da construção civil a preços correntes (IBGE, 2017b).

Tabela 1 - Valor Adicionado Bruto a Preços Correntes 2010-2016

| ANO | VALOR ADICIONADO BRUTO (R\$1.000.000,00) | | |
|------|--|-----------|------------------|
| | BRASIL | INDÚSTRIA | CONSTRUÇÃO CIVIL |
| 2010 | 3.302.840 | 904.158 | 206.927 |
| 2011 | 3.720.461 | 1.011.034 | 233.544 |
| 2012 | 4.094.259 | 1.065.682 | 265.237 |
| 2013 | 4.553.760 | 1.131.626 | 290.641 |
| 2014 | 4.972.734 | 1.183.094 | 306.946 |
| 2015 | 5.154.333 | 1.151.746 | 304.304 |
| 2016 | 5.414.586 | 1.150.218 | 305.027 |

Fonte: IBGE (2017b). Elaborado: Banco de dados do CBIC.

O Valor Adicionado Bruto – VAB é o resultado final da produção de um determinado período, calculado pela diferença do valor da produção e o consumo intermediário, ou seja, é a riqueza produzida por um segmento da economia que contribui para o cálculo do Produto Interno Bruto Nacional – PIB. Dos três segmentos da economia: serviços, indústria e agropecuária; o primeiro segmento é o de maior contribuição, que, em 2016, participou com 73,3% do PIB nacional, seguido pela indústria, com 21,2%, e pela agropecuária, com 5,5% (IBGE, 2017b).

Além da participação do setor na geração de riqueza, a construção civil tem um grande poder de encadeamento intersetorial, com grande força na geração de negócios para toda a cadeia produtiva, que tem uma estrutura produtiva e comercial diversificada. Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2013), a cada R\$1.000,00 investidos em obras, são gerados R\$464,25 de renda no próprio setor, além de R\$373,98 nos demais setores da cadeia, totalizando R\$838,23 de renda direta e indireta. Em relação ao emprego, para cada R\$1 milhão investidos em obras, são geradas 22 novas vagas de trabalho diretas e indiretas.

O crescimento econômico das últimas duas décadas criou bases para o desenvolvimento social do país. Como exemplos, têm-se (i) o volume de recursos

aplicados na construção civil com programas como “Minha Casa Minha Vida”; (ii) “Programa de Aceleração do Crescimento – PAC”; (iii) pacote de incentivo a construção civil com a desobrigação da utilização da Taxa Referencial (TR) em financiamentos da casa própria; (iv) redução de juros no financiamento da casa própria com recursos do FGTS e dilatação do prazo de 20 para 30 anos. Tudo isso impulsionou o setor até 2014, alcançando o seu recorde histórico no VAB a preços correntes do país em 2014, com participação de 306 bilhões. Os investimentos em obras passaram de 545,5 bilhões em 2007 para 733,8 bilhões em 2014, com taxa de crescimento real de 4,3% ao ano e participação no PIB nacional de 6,2% (CONSTRUBUSINESS, 2016).

Todos esses investimentos geraram uma melhoria nos índices de qualidade de vida e competitividade do país. Só o programa “Minha Casa Minha Vida” contratou 3,8 milhões de unidades até o final de 2014 e reduziu o déficit habitacional de 6,941 milhões de moradias em 2010 para 6,068 milhões em 2014, representando uma melhora para 873 mil famílias, de acordo com dados da Fundação João Pinheiro (2016), apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Déficit habitacional por região – 2014

| Região | Déficit Habitacional 2014 (em mil de moradias) | Déficit % por região |
|---------------|---|---------------------------------|
| Sudeste | 2425,68 | 40% |
| Nordeste | 1900,64 | 31% |
| Norte | 632,07 | 10% |
| Sul | 645,19 | 11% |
| Centro-oeste | 464,48 | 8% |
| Brasil | 6068,00 | 100% |

Fonte: Fundação João Pinheiro (2016).

Além dos investimentos em programas habitacionais, cresceram também os investimentos em infraestrutura, impulsionados por programas de mobilidade urbana e obras da Copa do Mundo de 2014 e das Olimpíadas de 2016, que totalizaram R\$912 bilhões no período de 2007 a 2014, representando uma média anual de R\$114 bilhões (CONSTRUBUSINESS, 2016). Apesar do crescimento expressivo de investimentos em obras no período de 2007 a 2014, a Confederação Nacional das Indústrias – CNI (2014) estima um déficit em infraestrutura de R\$60 bilhões.

Como a construção civil tem uma participação elevada no PIB nacional, devido ao seu poder de encadeamento na economia, que gera negócios para outros agentes econômicos, a redução de investimentos em obras a partir de 2014 diminuiu significativamente o PIB do setor, impactando negativamente no PIB nacional e na geração de empregos. O Gráfico 2 demonstra a sensibilidade da economia as variações do PIB da construção civil (CBIC, 2017).

Gráfico 2 - Variação % do PIB Nacional x PIB Construção Civil 2004-2016



Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil – CBIC (2017).

Em épocas de recessão, a construção civil é o setor prioritário para os investimentos públicos pela sua capilaridade, sua capacidade de distribuição de renda e sua alavancagem da economia. A indústria da construção civil produz *in loco*, com baixa tecnologia e necessita de mão de obra em quantidade e sem qualificação, com grande impacto na cadeia produtiva local.

O setor está presente em todas as regiões da federação com participação proporcional na geração de riquezas regional. A Tabela 3 apresenta a participação da construção civil no VAB das regiões em 2014.

Tabela 3 - Valor Adicionado Bruto da Construção Civil por Região-2014 (em milhões R\$)

| Região | VAB | VAB CONSTRUÇÃO CIVIL | PARTICIPAÇÃO % |
|---------------|------------------|----------------------|----------------|
| Norte | 272.739 | 20.867 | 7,7% |
| Nordeste | 709.014 | 56.229 | 7,9% |
| Sudeste | 2.696.169 | 155.615 | 5,8% |
| Sul | 815.866 | 44.879 | 5,5% |
| Centro-Oeste | 478.946 | 29.356 | 6,1% |
| Brasil | 4.972.734 | 306.946 | 6,2% |

Fonte: IBGE (2017b).

No ano de 2014, a região Nordeste foi a que teve a maior participação da construção civil no valor adicionado bruto.

A indústria da construção civil tem características próprias que a difere de todos os outros segmentos industriais. O produto é único, desenvolvido com características e aplicabilidade para atender a demandas locais, impossibilitando a sua produção em série.

São características da construção civil: a presença da indústria em todas as regiões da federação; ciclo longo de vida útil do produto; diversidade tecnológica, com predominância de processos com baixa tecnologia; grande volume de mão de obra envolvida no processo; grande quantidade de empresas, na sua maioria, pequenas e médias, com baixa concentração de capital; e grande rede de fornecedores e prestadores de serviços, priorizando as redes locais e regionais.

Essas características contribuem para a distribuição da riqueza gerada pelo setor, visto sua importância no desenvolvimento econômico e social do país, o que torna a construção civil prioritária nos investimentos públicos com o objetivo na geração de desenvolvimento e emprego, principalmente em época de baixo crescimento econômico.

De acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - SEBRAE (2013), as empresas no setor industrial são classificadas quanto ao número de funcionários em:

- (i) Microempresa: até 19 funcionários;
- (ii) Empresa de pequeno porte: de 20 a 99 empregados;

- (iii) Empresa de médio porte: de 100 a 499 empregados; e
- (iv) Grandes empresas: acima de 500 empregados.

Segundo informações da Relação Anual de Informação Social – RAIS, do Ministério do Trabalho e Previdência Social – MTPS, em 2015, a distribuição das empresas do setor, classificadas quanto ao número de funcionários, correspondia a 90% de microempresas, 8% de empresas de pequeno porte, 1,4% de médio porte e 0,6% de grande porte. Conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Número de estabelecimentos e estoque de trabalhadores por tamanho da empresa

| Tamanho do Estabelecimento Por Empregados Ativos | Construção Civil | | | | | | Estoque de Trabalhadores |
|--|---------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|----------------|--------------------------|
| | Regiões Geográficas | | | | | | |
| | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro Oeste | N. de Empresas | |
| Microempresa | 8.240 | 34.579 | 93.555 | 55.167 | 19.331 | 210.872 | 681.719 |
| Empresa de Pequeno Porte | 952 | 3.902 | 9.010 | 3.305 | 1.503 | 18.672 | 747.625 |
| Empresa de Médio Porte | 217 | 841 | 1.668 | 350 | 282 | 3.358 | 647.930 |
| Grandes Empresas | 38 | 109 | 237 | 36 | 21 | 441 | 507.894 |
| TOTAL BRASIL | 9.447 | 39.431 | 104.470 | 58.858 | 21.137 | 233.343 | 2.585.168 |

Fonte: MTPS (2015). Elaborado pelo autor.

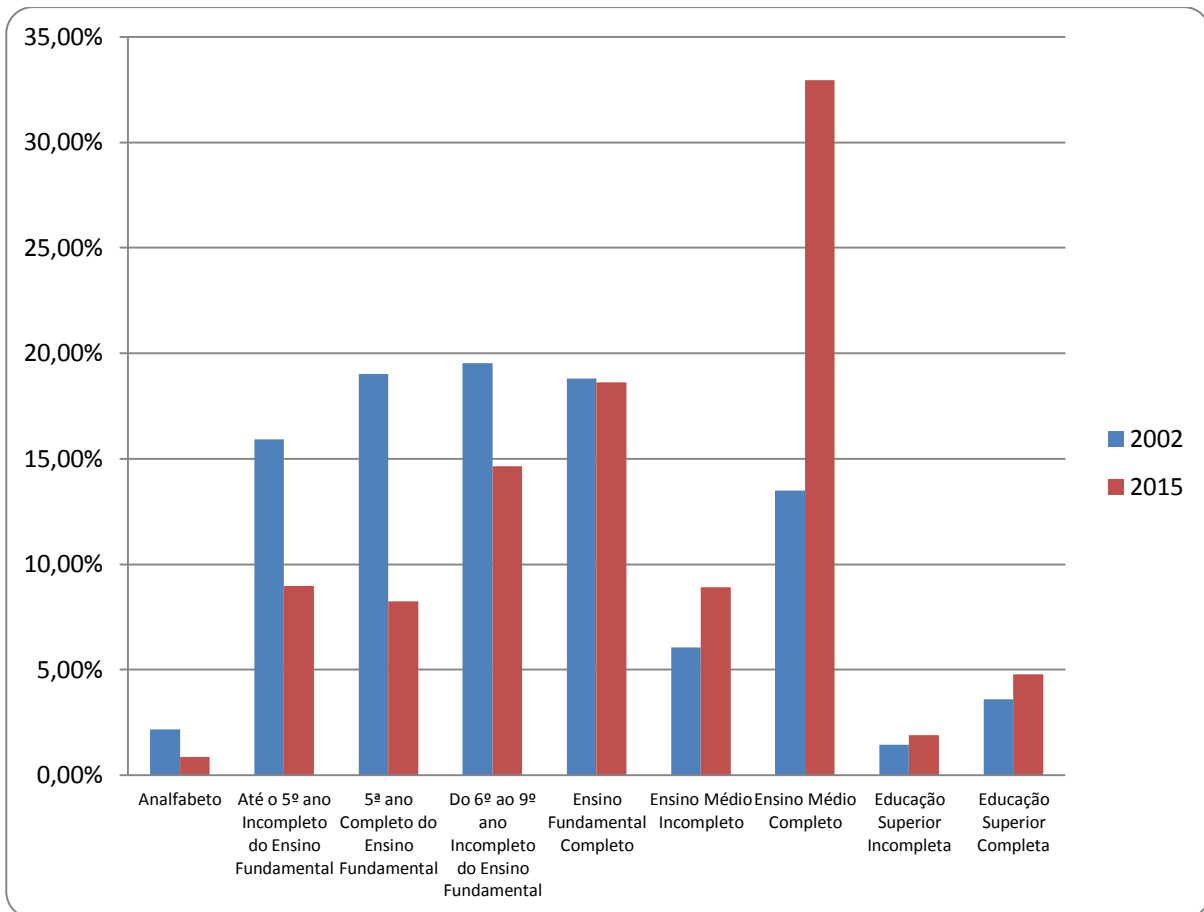
De acordo com esse relatório, em 2015, a construção civil gerou 2,6 milhões de empregos com carteira assinada. A RAIS trabalha com a coleta de informações com todos os empregadores, representa a população com carteira assinada, diferente do método utilizado pela Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD do IBGE, que representa a população ocupada no setor, independente de vínculo, na qual estão incluídos os trabalhadores autônomos e prestadores de serviços de reforma e de manutenção. Segundo o PNAD, a população que trabalha na construção civil, em 2014, foi de 9,1 milhões, correspondendo a 8,67% da população ocupada do país (MTPS, 2015).

Mesmo com o cenário pessimista que atingiu o setor após 2014, estima-se que a cadeia produtiva da construção civil tenha um efetivo de empregos diretos e indiretos de 12,5 milhões de pessoas, equivalente a 13,7% da população ocupada do país, com total de gastos com pessoal de 274 milhões, correspondendo a 23% do

faturamento do setor para 2016, além de arrecadar R\$148 bilhões em impostos e taxas, nas três esferas governamentais (CONSTRUBUSINESS, 2016).

Em que pese a qualidade da mão de obra do setor, historicamente responsabilizada pela baixa produtividade, pela má qualidade dos serviços e pelo elevado índice de perdas, o grau de escolaridade vem avançando significativamente, de 2002 a 2015 o percentual de operários com o segundo grau completo passou de 13% para 33%, conforme dados do Ministério do Trabalho e Emprego publicados pela RAIS, apresentados no Gráfico 3 (MTPS, 2015).

Gráfico 3 - Trabalhadores da construção civil segundo o grau de instrução



Fonte: MTPS (2015). Elaborado pelo autor.

Analisando o gráfico, percebe-se uma redução significativa dos trabalhadores com o ensino fundamental incompleto, com aumento expressivo nas frações percentuais com ensino médio incompleto e completo, melhorando substancialmente o nível de escolaridade nos canteiros de obras.

O macro-setor da construção civil, além da expressiva participação no PIB nacional e na população ocupada do país, tem contribuído significativamente para a arrecadação de imposto nas três esferas governamentais (municipal, estadual e federal). Mesmo com o cenário pessimista que atingiu o setor após 2014, a projeção do IBGE para 2016 é de uma arrecadação de R\$148 bilhões em impostos e taxas.

A construção civil é o elo da cadeia produtiva com maior participação na arrecadação, com arrecadação total de R\$79 bilhões, dos quais R\$59 bilhões são de contribuições trabalhistas, INSS e FGTS, como demonstrado na Tabela 5 (CONSTRUBUSINESS, 2016).

Tabela 5 - Carga tributária da cadeia produtiva da construção civil, 2016, em milhões de R\$.

| Impostos | Elos da cadeia produtiva | | | | Total da cadeia |
|-------------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| | Indústria | Construção | Comércio | Serviços | |
| ICMS | 18.218,86 | | | | 18.218,86 |
| INSS e FGTS | 5.272,25 | 59.443,42 | 4.192,12 | 9.693,96 | 78.601,76 |
| PIS/COFINS | 1.315,75 | 7.154,10 | 2.653,26 | 1.890,91 | 13.014,02 |
| Outros federais | 1.219,77 | 7.419,85 | 2.879,26 | 2.264,79 | 13.783,67 |
| Outros impostos e taxas | 16.098,54 | 5.406,35 | 1.007,62 | 1.496,95 | 24.009,46 |
| Total | 42.125,17 | 79.423,72 | 10.732,26 | 15.346,61 | 147.627,77 |

Fonte: Construbusiness (2016).

Os encargos sociais e trabalhistas são utilizados para o financiamento de políticas públicas que beneficiam o trabalhador, como financiamento da casa própria e obras de infraestrutura e saneamento com recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço – FGTS, o que contribui para o desenvolvimento social do país.

Apesar da importância do setor para o desenvolvimento econômico e social do país e contribuição para o desenvolvimento regional com geração de emprego, renda e tributos, o setor é o maior consumidor de recursos naturais e o maior gerador de resíduos sólidos urbanos. Para o desenvolvimento sustentável do país, é necessária uma mudança no modelo de produção atual, que incorpore, na produção, novas tecnologias de materiais e novos processos de gestão que possibilitem a redução no volume de resíduos descartados e no consumo de matérias-primas não-renováveis.

2.1 RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCC

A indústria da construção civil é uma das mais importantes do país pela sua capacidade de geração de emprego e renda, porém, em contrapartida, é a maior geradora de resíduos sólidos nos centros urbanos. Segundo Karpinski *et al.* (2009), apesar dos resíduos da construção civil ter baixo risco ambiental, em decorrência de suas características químicas e minerais se assemelharem aos agregados naturais, eles têm, como principal impacto, seu volume gerado.

Alguns problemas são provados pelo manejo incorreto dos resíduos gerados pela construção civil, dentre eles, destacam-se o descarte dos pequenos volumes de RCC em áreas irregulares e o esgotamento de áreas de “bota-foras” para os grandes volumes.

A deposição irregular dos RCC obstrui o sistema de drenagem superficial, provocando a ocupação de áreas naturais como várzeas e outras regiões de baixada, sumidouro natural das contribuições das águas pluviais das áreas impermeáveis. Isso se torna a principal causa de enchentes nos municípios de médio e grande porte, atingindo as camadas mais pobres da população e gerando um impacto significativo em todo o ambiente urbano (PINTO, 1999).

Para Cardoso, Araújo e Degani (2006), os impactos ambientais sofridos pela construção de edifícios podem ser divididos em dois grupos: o primeiro, causado por perdas e geração de resíduos; o segundo, causado no meio físico, antrópico e biótico, do entorno do canteiro de obra.

De acordo com John (2000), o macro-setor da construção civil gera resíduos em toda a cadeia produtiva, desde a extração de minerais até a demolição ao fim da vida útil do produto.

O manejo inadequado dos RCC gera impactos ambientais significativos, ficando a cargo do Poder Público o papel na definição de políticas para o seu gerenciamento. Cabe a ele estabelecer instrumentos para a regulação e fiscalização e incentivar soluções para o tratamento adequado e para a logística reversa dos RCC.

2.1.1 Definição e classificação

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, Lei 12.305/2010, define resíduos sólidos como

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010a, p. 2).

A Lei distingue resíduos de rejeitos, identificando os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania e conceituando rejeitos como

resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010a, p. 2).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT revisou, em 2004, a norma 10.004 “Resíduos Sólidos – Classificação”, que tem como objetivo a classificação desses resíduos quanto ao risco ao meio ambiente, definindo-os como “resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição (...)” (ABNT, 2004, p. 1).

Cabe ressaltar que existem várias classificações para esses tipos de resíduos, que se baseiam em características ou propriedades específicas. A classificação é importante para definir estratégias para sua gestão, de acordo com a norma e a PNRS, eles são classificados quanto à origem e o seu potencial de risco ao meio ambiente, conforme descrito no Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos quanto à periculosidade

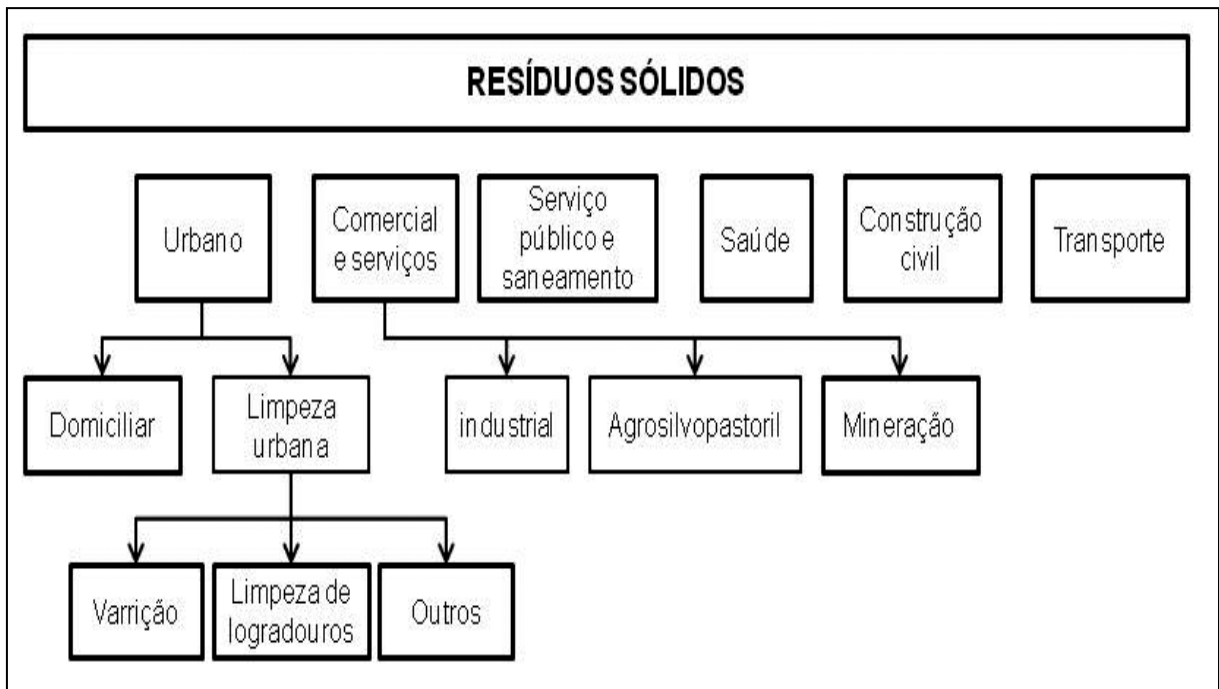
| Lei 12.305/2010 | Norma ABNT 10.004/2004 |
|--|--|
| <p>Resíduos Perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.</p> <p>Resíduos não perigosos: aqueles não enquadrados na alínea acima. (BRASIL, 2010a, p. 7)</p> | <p>Classe I - Resíduos perigosos: são os resíduos que apresentam periculosidade com as seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.</p> <p>Classe II - Não perigosos.</p> <p>- Classe II A – Não-inertes: são resíduos que podem ter propriedades tais como: combustibilidade, solubilidade e biodegradabilidade.</p> <p>- Classe II B – Inertes: qualquer resíduo que, quando amostrado de forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores a padrão de potabilidade da água. (ABNT, 2004a, p. 3)</p> |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A PNRS classifica os resíduos sólidos quanto à origem, como apresentado na Figura 2:

- a) Resíduos domiciliares: originários de atividades domésticas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: originários da variação e limpeza de ruas e vias públicas;
- c) Resíduos sólidos urbanos;
- d) Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- e) Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico;
- f) Resíduos industriais;
- g) Resíduos de serviços de saúde;
- h) Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes de preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- i) Resíduos agropastoris (Brasil, 2010a).

Figura 2 - Classificação dos resíduos sólidos quanto à origem.



Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010a).

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. O seu artigo 2º define resíduos da construção civil como os resíduos “provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e escavação de terrenos” (BRASIL, 2002, p.1).

No artigo 3º dessa mesma Resolução (alterada por outras duas resoluções desse mesmo Conselho: a 348/204 (artigo 3º, inciso IV) e a 431/2011 (artigo 3º, incisos I e II)), os RCC são classificados como:

- (i) Classe A: resíduos inertes que podem ser reutilizados e reciclados como agregado;
- (ii) Classe B: resíduos que precisam de processos industriais para a reciclagem;
- (iii) Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias para a reciclagem; e
- (iv) Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção (BRASIL, 2002).

2.1.2 Instrumentos Legais e Normativos

O setor da construção civil, apesar da sua importância no desenvolvimento econômico, está associado a significativos impactos negativos ao meio ambiente, o que aumenta a mobilização das organizações sociais na cobrança de soluções que reduzem os impactos gerados pelo setor.

Para Dantas *et al.* (2015), a legislação brasileira está se tornando cada vez mais restritiva em relação aos impactos gerados pelo setor da construção civil, principalmente no que diz respeito aos resíduos sólidos da construção e demolição. Esses resíduos são o principal aspecto ambiental do setor e estão sujeitos à legislação específica no âmbito Federal, Estadual e Municipal. Cada esfera governamental faz o seu gerenciamento através dos planos de gestão específicos.

No Quadro 2, destacamos as leis e resoluções, de âmbito nacional, relacionadas aos resíduos da construção e demolição, que estabelecem objetivos, diretrizes e instrumentos para o correto manejo dos RCC, contemplando as dimensões social, econômica e cultural.

Quadro 2 - Instrumentos legais de âmbito nacional.

| Instrumento | Descrição |
|------------------------------|--|
| Resolução CONAMA n° 448/2012 | Altera os artigos 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da resolução do CONAMA n° 307/2002 nas definições de aterro de resíduos de classe A de reservação de material para usos futuros; área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos; gerenciamento de resíduos sólidos; e gestão integrada de resíduos sólidos. |
| Resolução CONAMA n° 431/2011 | Altera o art. 3º da Resolução do CONAMA n° 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. |
| Decreto n° 7.619/2011 | Regulamenta a concessão de crédito presumido de IPI na aquisição de resíduos sólidos. |
| Decreto n° 7.404/2010 | Regulamenta a Lei. 12.305/2010 e cria o comitê orientador para implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. |
| Lei Federal n° 12.305/2010 | Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605/1998; e dá outras providências. |

| | |
|------------------------------|--|
| Decreto nº 7.405/2010 | Institui o programa pró-catador, denomina comitê interministerial para a inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, e dá outras providências. |
| Decreto nº 6.514/2008 | Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. |
| Lei Federal nº 11.445/2007 | Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e dá outras providências. |
| Resolução CONAMA nº 348/2004 | Altera a resolução CONAMA nº 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. |
| Resolução CONAMA nº 307/2002 | Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. |
| Lei Federal nº 10.257/2001 | Estatuto das cidades: regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências. |
| Lei Federal nº 9.605/1998 | Dispõe sobre as sanções e infrações penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. |
| Lei Federal nº 6.938/1981 | Dispõe sobre a política nacional de meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Constituição Federal, no seu artigo 225, considera o meio ambiente como patrimônio público e recai a responsabilidade pela sua preservação a todos, poder público e coletividade. Por esse motivo, precisa ser conservado e fiscalizado por legislação própria (BRASIL, 1998a).

Nesse contexto, em 1981, foi promulgada a Lei 6.398, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA, instrumento normativo legal de vanguarda que tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental, princípio matriz do artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1981).

A PNMA criou instrumentos importantes para o controle e fiscalização das atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como as capazes de causar degradação ambiental. Dentre esses instrumentos, destacamos o estudo de impactos ambientais e o licenciamento ambiental.

Em 2002, o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, com o objetivo de estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a correta gestão dos resíduos sólidos da construção civil, principal geradora de resíduos sólidos urbanos, publicou a resolução nº 307, que abrange desde a caracterização e a classificação dos resíduos até aspectos sobre coleta, armazenamento, transporte e destinação final (BRASIL, 2002).

Essa resolução institui como instrumento para a gestão dos resíduos da construção civil, os planos de gestão de resíduos sólidos a serem elaborados pelos estados, municípios e geradores.

Esses planos devem contemplar, de acordo com a resolução, (i) diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício da responsabilidade dos geradores; (ii) o cadastramento das áreas, públicas e privadas, para o recebimento, triagem e armazenamento temporário; (iii) o estabelecimento de procedimentos técnicos para áreas de beneficiamento, reservação e destinação final dos resíduos; (iv) a proibição da disposição dos resíduos em áreas não licenciadas; (v) a definição de critérios para o cadastramento de transportadores; (vi) o incentivo a ações de reutilização e reciclagem; e (vii) ações de fiscalização e ações educativas.

Após 21 anos tramitando no Congresso Nacional, foi aprovada, em 2010, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto 7.404/2010, que é o principal marco regulatório na gestão de resíduos sólidos no Brasil. A edição dessa Lei culmina com o processo de evolução que se inicia na edição do Projeto de Lei 203/1991 (BRASIL, 2010a).

A PNRS traz conceitos inovadores como responsabilidade compartilhada, gestão integrada, logística reversa e acordos setoriais, instrumentos essenciais para a gestão integrada de resíduos sólidos. Isso mobiliza todos os atores, sejam eles pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, envolvidos na geração, na gestão ou no gerenciamento desses resíduos.

A lei em vigor atende a antigas demandas da sociedade civil, diante do aumento da população nos grandes centros urbanos, associado ao desenvolvimento econômico neste século. Como principal consequência, tem-se o crescimento da indústria da construção civil, o que aumenta significativamente o acúmulo de

resíduos em áreas urbanas e rurais, pois são descartados inadequadamente e causam impactos significativos ao meio ambiente.

Dos instrumentos estabelecidos na Lei, destacam-se os Planos de Resíduos Sólidos, que são divididos em (i) plano nacional; (ii) planos estaduais; (iii) planos microrregionais e planos das regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; (iv) planos intermunicipais; (v) planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos. Esses planos deverão ser elaborados para um prazo de 20 anos, com atualizações a cada quatro. Além desses, há os (vi) planos de gerenciamento, que deverão ser elaborados e implantados pelos geradores.

Em 2011, iniciou-se a elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, importante instrumento da política nacional que cuida desse problema, quando foi feito um diagnóstico desses resíduos e foram apresentadas as diretrizes e estratégias para o alcance dos objetivos da Lei 12.305/2010 e as metas para os quatro anos que sucediam esse plano (BRASIL, 2012a).

A estruturação de políticas estaduais de resíduos sólidos é o grande desafio a ser enfrentado pelos governos estaduais e a sociedade civil organizada, frente à magnitude dos impactos ambientais gerados nos grandes centros urbanos com a geração e descarte desses resíduos. O Plano Nacional estabeleceu metas desafiadoras, dentre elas, destaca-se a de ter 100% dos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos – PERS elaborados e aprovados até 2015, conforme consta no Quadro 3.

Quadro 3 - Planos Estaduais até 2015

| Meta | Região | Plano de Metas | |
|--------------------------------------|---------------------|----------------|------|
| | | 2015 | 2019 |
| Planos estaduais elaborados até 2013 | Brasil | 100 | - |
| | Região Norte | 100 | - |
| | Região Nordeste | 100 | - |
| | Região Sul | 100 | - |
| | Região Sudeste | 100 | - |
| | Região Centro-oeste | 100 | - |

Fonte: Plano Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012a, p. 86).

Até 2016, dos 27 estados da União, incluindo o Distrito Federal, somente 17 tinham aprovado a PERS. No Quadro 4, temos esses planos estaduais por região geográfica e por estado da União.

Quadro 4 - Política Estadual de Resíduos Sólidos por estado e região.

| REGIÃO | ESTADO | LEI | ANO |
|--------------|--------------------|--------|------|
| Norte | Acre | - | - |
| | Amapá | - | - |
| | Amazonas | - | - |
| | Pará | - | - |
| | Rondônia | 1.145 | 2002 |
| | Roraima | 416 | 2004 |
| | Tocantins | - | - |
| Nordeste | Alagoas | 7.749 | 2015 |
| | Bahia | 12.932 | 2014 |
| | Ceará | 12.103 | 2001 |
| | Maranhão | - | - |
| | Paraíba | - | - |
| | Pernambuco | 14.236 | 2010 |
| | Piauí | - | - |
| | Rio do Norte | - | - |
| Sudeste | Sergipe | 5.857 | 2006 |
| | Minas Gerais | 18.031 | 2009 |
| | Espírito Santo | 9.264 | 2009 |
| | Rio de Janeiro | 4.191 | 2003 |
| Sul | São Paulo | 12.300 | 2006 |
| | Paraná | 12.493 | 1999 |
| | Rio Grande do Sul | 14.528 | 2014 |
| | Santa Catarina | 13.557 | 2005 |
| Centro Oeste | Distrito Federal | 5.428 | 2014 |
| | Goiás | 19.453 | 2016 |
| | Mato Grosso | 7.862 | 2002 |
| | Mato Grosso do Sul | - | - |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que as regiões Sul e Sudeste são aquelas que mais aprovaram seus PERS.

Vale lembrar que, um ano após a data limite para os estados aprovarem suas políticas de resíduos sólidos, prazo estabelecido na PNRS, dez estados da confederação não conseguiram atingir a meta, dos quais cinco estão na região Norte e quatro na região Nordeste. Diante desse quadro, é relevante destacar a

importância dos planos estaduais para estabelecerem princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos, ao considerar os aspectos sociais e culturais de cada membro da União, definindo, após um grande debate com a sociedade, o papel do Estado na construção de um desenvolvimento sustentável socialmente e ambientalmente.

De acordo com Dantas *et al* (2015), para o alcance do desenvolvimento sustentável, é importante a participação do poder público na adoção de uma legislação específica e de uma política de incentivos fiscais e tributários, com o objetivo de regulamentar e incentivar a adoção de práticas sustentáveis.

Nesse contexto, a adoção de ferramentas de incentivos econômicos, financeiros e tributários é um importante instrumento com o objetivo de preservar, recuperar e proteger o meio ambiente, a fim de manter as condições ambientais adequadas para o desenvolvimento das próximas gerações.

Alguns estados e municípios vêm adotando medidas de incentivos fiscais e financeiros, com o objetivo de estimular práticas sustentáveis na construção civil e no uso da propriedade. Nos Quadros 5 e 6, são apresentadas as leis estaduais e as leis orgânicas municipais que versam sobre a adoção do pagamento por serviços ambientais.

Quadro 5 - Leis e Decretos Estaduais

| ESTADO | LEI/DECRETO | OBJETIVO |
|----------------|--------------------|---|
| Bahia | 13.223/2015 | Institui a política estadual de pagamentos por serviços ambientais – PEPSA, que prevê benefícios fiscais e financeiros para atividades de construção sustentável. |
| Maranhão | 10.200/2015 | Institui a política estadual de gestão e manejo integrado de águas urbanas, definindo instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais. |
| Espírito Santo | 3.272-R/2013 | Institui o programa estadual de eficiência energética e de incentivos ao uso de energias renováveis, com linhas de financiamento para projetos relacionados ao uso de energias renováveis e de eficiência energética. |
| Paraíba | 10.033/2013 | Institui a política estadual de captação, armazenamento e aproveitamento da água da chuva, que permite ao poder público adotar políticas de apoio financeiro e de incentivos econômicos. |

| | | |
|------------|-------------|---|
| Amazonas | 3.956/2013 | Dispõe sobre a utilização de materiais reciclados oriundos da construção civil. Autoriza o poder executivo a conceder benefícios e incentivos fiscais. |
| Pernambuco | 14.666/2012 | Institui o programa de sustentabilidade na atividade produtiva do estado de Pernambuco. O objetivo da lei é fomentar a adoção de práticas sustentáveis mediante incentivos fiscais e financeiros. |
| Paraíba | 8.821/2009 | Institui a política de reciclagem de entulhos. Prevê a concessão de benefícios fiscais. |

Fonte: Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável (DANTAS et al, 2015). Adaptado pelo autor.

Quadro 6 - Leis orgânicas e decretos municipais referente ao pagamento de serviços ambientais

| MUNICÍPIO | ESTADO | LEI | OBJETIVO |
|----------------|----------------|-------------|--|
| Salvador | Bahia | 25.889/2015 | Prevê desconto no IPTU em até 10% para as edificações que adotem práticas sustentáveis na construção ou na reforma das existentes. |
| Seropédica | Rio de Janeiro | 526/2014 | Redução na alíquota de IPTU de, no máximo, 24% para os imóveis que adotarem medidas sustentáveis na construção e utilização da edificação. |
| Araxá | Minas Gerais | 6.554/2013 | Redução proporcional do IPTU, chegando ao máximo de 20%, para os proprietários que implementarem medidas sustentáveis nos seus imóveis. |
| Manaus | Amazonas | 248/2013 | Desconto na alíquota de IPTU em até 50% aos proprietários que adotem medidas de preservação, proteção e recuperação ambiental. |
| Florianópolis | Santa Catarina | 480/2013 | Desconto em até 5% para os imóveis que possuam soluções sustentáveis. |
| Camboriú | Santa Catarina | 2.544/2013 | Desconto em até 6% para os proprietários que adotem medidas sustentáveis. |
| Gioânia | Goiás | 235/2012 | Redução de até 20% no IPTU para os proprietários que adotem medidas sustentáveis de acordo com o previsto na Lei. |
| Rio de Janeiro | Rio de Janeiro | 5.248/2011 | Prevê incentivos fiscais e financeiros para as atividades produtivas que adotem práticas sustentáveis que visem a redução antrópica de gases de efeito estufa. |
| Sorocaba | São Paulo | 9.571/2011 | Redução de até 10% no IPTU para os imóveis que adotem medidas de preservação, proteção e recuperação do meio ambiente. |

| | | | |
|-----------------------|--------------|------------|---|
| Ubatuba | São Paulo | 96/2011 | Incentivos fiscais para edificações que utilizem tecnologias sustentáveis e/ou que mantenham áreas permeáveis no lote. |
| São Vicente | São Paulo | 634/2010 | Redução do IPTU para os proprietários dos imóveis que adotem práticas sustentáveis. |
| São Bernardo do Campo | São Paulo | 6.091/2010 | Institui o IPTU verde com redução de até 80% do imposto para as propriedades com cobertura vegetal. |
| Guarulhos | São Paulo | 6.793/2010 | Desconto de 5% no IPTU para imóveis que possuam áreas verdes ou que adotem práticas sustentáveis na sua utilização. |
| Barretos | São Paulo | 122/2009 | Desconto de até 10% do IPTU para os proprietários que participem da coleta seletiva de lixo e para os terrenos sem edificação que tenham no mínimo 60% de sua área ocupada com horta. |
| Araraquara | São Paulo | 7.152/2009 | Desconto de até 40% às propriedades acima de 2.000m ² de área total que conservem no mínimo 30% de área verde com vegetação arbórea. |
| Ipatinga | Minas Gerais | 2.646/2009 | Redução de até 5% do IPTU para os proprietários que utilizarem tecnologias sustentáveis na realização de benfeitorias e/ou mantiverem área permeável não-degradável, com cultivo de árvores nativas. |
| São Carlos | São Paulo | 264/2008 | Desconto de até 2% nos imóveis horizontais que possuam árvores na sua calçada e áreas permeáveis no terreno. |
| Campos do Jordão | São Paulo | 3.157/2008 | Desconto de até 50% do IPTU às propriedades com área superior a 5.000m ² , dotadas de florestas naturais, ou propriedades que possuam pomares e jardins tratados e conservados. |
| Americana | São Paulo | 4.448/2007 | Redução de até 20% do IPTU aos imóveis urbanos edificados que dotados de áreas verdes e com solos permeáveis. |
| Campo Largo | Paraná | 1.814/2005 | Permite o repasse pelo município de incentivos fiscais e financeiros às instituições públicas ou privadas sem fins lucrativos, para a execução de projetos de relevância ambiental. Para os imóveis particulares, desconto no IPTU de até 50% para os imóveis com árvores ou associações vegetais relevantes. |
| Valinhos | São Paulo | 3.915/2005 | Redução de até 45% no IPTU para os imóveis que possuam arborização natural ou reflorestada e áreas de cultivos com fins comerciais. |
| Curitiba | Paraná | 9.806/2000 | Desconto no IPTU, podendo chegar a 100% da alíquota, para os proprietários que possuam áreas verdes com bosques nativos, pinheiros de grande porte e árvores com grande volume de copada. |

| | | | |
|---------|-------------------|----------|--|
| Tietê | São Paulo | 3.087/99 | IPTU Verde. Redução do imposto aos proprietários que possuam cobertura florestal nos lotes. |
| Lajeado | Rio Grande do Sul | 5.840/96 | Desconto em até 20% no IPTU para as propriedades que tenham árvores de considerada ancianidade, raridade ou beleza pelo porte. |

Fonte: Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável (DANTAS et al, 2015). Adaptado pelo autor.

Por outro lado, foram editadas várias normas técnicas com o objetivo de regulamentar o correto manejo dos RCC, bem como as diretrizes técnicas para a implantação dos equipamentos de triagem, segregação, reciclagem e aterros, além dos procedimentos para a utilização dos agregados reciclados, que foram relacionadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Normas técnicas da ABNT

| ABNT | DESCRIÇÃO |
|-----------------|--|
| NBR 15.116/2004 | Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos |
| NBR 15.112/2004 | Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem- diretrizes para projeto, implantação e operação |
| NBR 15.113/2004 | Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. |
| NBR 15.114/2004 | Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes de projeto, implantação e operação. |
| NBR 15.115/2004 | Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos |
| NBR 10.004/2004 | Resíduos sólidos – Classificação |
| NBR 10.007/2004 | Amostragem de resíduos sólidos |
| NBR 13.221/1994 | Transporte terrestre de resíduos – procedimento |
| NBR 11.174/1990 | Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes – Procedimento |

Fonte: ABNT. Adaptado pelo autor.

A partir desse arcabouço de leis, decretos e normas técnicas, emergiram, no país, relevantes movimentos da sociedade civil organizada de proteção do meio ambiente, que não pode ter a sua integridade ameaçada por interesses empresariais. Isso conferiu, ao Ministério Público, legitimidade para promover ações

de responsabilidade civil e criminal pelos danos causados ao meio ambiente, a fim de fortalecer, assim, o aparelho institucional para sua proteção.

2.1.3 Caracterização dos RCC

Os resíduos da construção civil são todos os resíduos provenientes de reforma, construção e demolição, incluindo os de movimentação de terra e escavação. O conhecimento da composição desses resíduos é de fundamental importância para se definirem estratégias de redução, reutilização e reciclagem, diminuindo o volume de rejeitos da construção, principal impacto ambiental do setor. Bom lembrar que o volume e a sua composição dependem do estágio da indústria local, da qualidade da mão de obra, do estágio da obra, da adoção de programas de qualidade e de outros fatores.

Os resíduos de classe A podem ser facilmente reutilizados e reciclados no próprio canteiro, em forma de agregados, reduzindo os custos com transporte de resíduos e materiais, além do ganho ambiental com a redução dos rejeitos encaminhados para a disposição final e a redução no consumo de matérias-primas não-renováveis.

A pesquisa de Lima e Cabral (2013), com o objetivo de classificar os resíduos sólidos gerados na cidade de Fortaleza, Ceará, de acordo com a resolução do CONAMA 307/2002, concluiu que 93,4% deles são de classe A, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Composição e Classificação dos RCC da cidade de Fortaleza

| Classe | % | Resíduo | % |
|---------------|----------|---|-------------|
| A | 93,4% | Argamassa | 22 |
| | | Concreto | 15,6 |
| | | Tijolo branco | 10,4 |
| | | Areia e solo | 24,6 |
| | | Cerâmica vermelha | 14,4 |
| | | Cerâmica de revestimento | 6,3 |
| | | Total | 93,4 |
| B | 6,4% | Outros (plástico, papelão, madeira, vidro, ferro) | 1,4 |
| | | Gesso | 5 |
| | | Total | 6,4 |

| | | | |
|---|-------|---------------------------------------|-------------|
| C | 0,02% | Espuma, couro, tecido | 0,02 |
| | | Total | 0,02 |
| D | 0,2% | Embalagem de tinta, solvente, amianto | 0,2 |
| | | Total | 0,2 |

Fonte: Lima e Cabral (2013).

Das amostras pesquisadas pelos autores, a argamassa foi o material com maior participação, com 22%, seguido de concreto, com 15,6%, totalizando, aproximadamente, 38% dos materiais das amostras. Esses resíduos têm alto potencial de reciclagem e geram agregados de excelente qualidade mecânica, por possuírem cimento incorporado em seus grãos (SILVA, 2014).

O diagnóstico da gestão dos RCC na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul, realizado por Tessaro, Sá e Scremin (2012), dispostos no aterro municipal, apontou para uma composição dos resíduos de construção conforme Tabela 7, com predominância dos resíduos de classe A, com 88%. Os autores utilizaram o método de amostragem de acordo com a NBR 10.007/2004 e, para quantificar e classificar os resíduos, a resolução do CONAMA 307/2002.

Tabela 7 - Composição e classificação do RCC no município de Pelotas-RS, segundo o CONAMA 307/2002

| Classe | Resíduo | % |
|---------------|----------------------|----------|
| A | Argamassa e concreto | 88% |
| | Material cerâmico | |
| | Solo natural | |
| B | Madeira | 11% |
| | Metal | |
| | Plástico/PVC | |
| | Papel/papelão | |
| | Vidro | |
| - | Matéria orgânica | 1% |

Fonte: Tessaro, Sá e Scremin (2012).

De acordo com dados da pesquisa, 99% dos resíduos gerados na cidade de Pelotas-RS são reutilizáveis ou recicláveis, sendo a fração de 1% a que não tem possibilidade de processamento para a reinserção na cadeia produtiva da construção civil, o que vai ser transformada em rejeitos e destinada a aterros.

A tabela 8, produto das pesquisas de Pinto (1999), com dados coletados em canteiros de obras em municípios do estado de São Paulo, indica a diversidade dos resíduos da construção, com participação expressiva dos resíduos de classe A, com 99,30%. A fração dos resíduos de classes C e D são insignificantes nas amostras pesquisadas.

Tabela 8 - Composição dos RCC na cidade de São Carlos e Santo André, São Paulo.

| Classe | % | Resíduo | % |
|---------------|----------|---|----------|
| A | 99,30% | Argamassa | 64,0% |
| | | Concreto | 4,2% |
| | | Tijolo | 18,0% |
| | | Areia, pedra e solo | 1,5% |
| | | Componentes cerâmicos | 11,1% |
| | | Artefatos de concreto | 0,5% |
| B | 0,3% | Outros (plástico, papelão, madeira, vidro, ferro) | 0,3% |
| C e D | 0,4% | Embalagem de tinta, solvente, amianto | 0,4% |

Fonte: Pinto (1999)

Os dados da pesquisa do autor revelam a diversidade de materiais encontrados nas amostras pesquisadas, sendo que o maior percentual dos resíduos é facilmente reciclável. Isso possibilita, através de um plano de gestão de resíduos sólidos, que se priorize a não-geração, a reutilização e a reciclagem, além da redução dos rejeitos da construção civil a um mínimo necessário, reduzindo, assim, custos do orçamento municipal com a coleta e disposição final dos RCC.

Silva (2007) acompanhou quatro canteiros de obras de pequeno porte na região metropolitana de Belo Horizonte, com tipologias diferentes: residencial, comercial, industrial e reforma. Do total de resíduos gerados, chegou a 98% a fração dos de classe A, sendo a etapa de fundação, nos canteiros de edificações novas, a com maior contribuição, com variação de 56 a 69%. No canteiro da reforma, a etapa de demolição teve a maior participação na geração desse tipo de resíduo, com 92%. Os dados estão representados na Tabela 9.

Tabela 9 - Representatividade de resíduos de classe A (RCA)

| Obra | Fundação RCA (Kg) | Demolição RCA (Kg) | Outras etapas RCA (Kg) | Total RCA (Kg) | Total de resíduos (Kg) | RCA fundação/ demolição Total (%) | RCA total (%) |
|-------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|--|---------------------|
| Comercial | 14.449 | - | 6.300 | 20.749 | 21.190 | 69,64 | 97,92 |
| Industrial | 10.500 | - | 5.390 | 15.890 | 16.231 | 66,08 | 97,90 |
| Residencial | 12.980 | - | 9.920 | 22.900 | 23.306 | 56,68 | 98,26 |
| Reforma | - | 21.790 | 1.800 | 23.590 | 23.940 | 92,37 | 98,54 |

Fonte: (SILVA, 2007)

Pelos dados apresentados na tabela, independente da tipologia da obra, a participação dos resíduos de classe A, na massa total de resíduos sólidos gerados, mantém-se com percentuais muito próximos, em torno de 98%.

Silva Filho (2005) investigou o gerenciamento dos RCC em obras prediais na cidade de Natal, Rio Grande do Norte, chegando a números equivalentes às pesquisas anteriores, como demonstrados na Tabela 10.

Tabela 10 - Composição dos RCC na cidade de Natal

| Classe | Resíduos | Percentual em Massa % |
|--------|--|-----------------------|
| A | Concreto, argamassas e pedras naturais | 63,3% |
| | Produtos cerâmicos | 28,9% |
| B | Madeira | 3,4% |
| | Vidros | 1,6% |
| | Metais | 2,8% |

Fonte: Silva Filho (2005). Adaptado pelo autor.

Da massa total de RCC dos canteiros de obras prediais pesquisados pelo autor, 92,2% são de classe A. Desse montante, 20% é a estimativa do que é reciclado ou reaproveitado e, no máximo, 20% do total é encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada. Portanto, segundo a pesquisa, na cidade de Natal, os outros 60% são encaminhados para a disposição final ambientalmente inadequada (SILVA FILHO, 2005).

A pesquisa de Marques Neto (2005), em cinco canteiros de obras no município de São Carlos-SP, aponta para uma quantidade de 99% de resíduos de classes A e B, ou seja, quase que sua totalidade pode ser reintroduzida no processo construtivo, o que reduz o consumo de materiais e o volume de rejeitos destinados ao aterro, conforme apontado na Tabela 11.

Tabela 11 - Composição dos RCC na cidade de São Carlos-SP

| Classe | Resíduos | Percentual em Massa % |
|--------|--|-----------------------|
| A | Concreto, argamassa, cerâmica, pedra natural e agregados | 88% |
| B | Madeira, vidro, plástico, ferro, papel e papelão | 11% |
| Outros | - | 1% |

Fonte: Marques Neto (2005). Elaborado pelo autor.

Dos resíduos gerados nos canteiros pesquisados pelo autor, somente 1% não tem possibilidade de reciclagem ou reutilização na construção civil, sendo transformado em rejeito, percentual muito pequeno em relação à massa de resíduos que está sendo destinada a disposição final sem nenhuma possibilidade de reutilização ou reciclagem por falta de gerenciamento dos RCC nos canteiros de obras.

Rocha (2006) investigou em 15 canteiros de obras na cidade de Brasília com o objetivo de quantificar e caracterizar os RCC por etapa do processo construtivo, inferindo que a geração de resíduos por classe depende da etapa do processo, da tecnologia aplicada e dos materiais utilizados. Nas amostras pesquisadas, as frações de resíduos variaram de 25% a 75% de classe A; 7% a 49% de classe B; e entre 6% a 14% de classe C.

Observando esses dados pesquisados conjuntamente, pode-se concluir que os resíduos de Classe A são os que têm maior participação na massa total de RCC, o que torna importante o correto manejo dos resíduos de acordo com as diretrizes da resolução do CONAMA 307/2002 e da Lei 12.305/2010 e possibilita a sua reutilização e a reciclagem.

Reciclar os resíduos de classe A é a alternativa para a redução dos impactos ambientais negativos da construção civil, a fim de produzir agregados reciclados que serão reintroduzidos no processo produtivo e reduzir, assim, o consumo de materiais-primas não-renováveis e o volume de rejeitos destinados à disposição final.

O processo de reciclagem exige baixa tecnologia e investimentos e gera agregados reciclados que substituem o agregado natural em obras de pavimentação, na fabricação de artefatos de concreto e na produção de concretos e argamassas, dentre outras aplicações.

Evangelista, Costa e Zanta (2010) ressaltam que vários aspectos precisam ser analisados para o sucesso da reciclagem, sendo a segregação na origem o fator mais importante. Vários estudos apontam para a viabilidade técnica e econômica da utilização dos agregados reciclados a partir de RCC em obras de pavimentação e na produção de artefatos de concreto. Alguns desses estudos são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Estudos relacionados à viabilidade técnica e econômica da utilização dos agregados reciclados a partir de RCC

| Autores | Objetivo da Pesquisa | Resultados |
|-----------------------------------|---|--|
| Evangelista, Costa e Zanta (2010) | Análise das propriedades do concreto produzido com agregados naturais e reciclados. | A utilização de agregados reciclados em proporções devidamente dosadas pode melhorar as propriedades do concreto, como resistência à compressão e durabilidade. |
| Sales e Santos (2009) | Análise das características físicas e mecânicas de blocos para alvenaria sem função estrutural produzidos com agregado reciclado. | A resistência à compressão com blocos produzidos com agregados reciclados foi 50% superior aos blocos com agregados naturais. |
| Motta (2005) | Análise dos aspectos físicos e mecânicos dos agregados reciclados em camadas de base, sub-base ou reforço do subleito de vias de baixo volume de tráfego. | Os resultados foram satisfatórios quanto ao uso dos agregados reciclados em pavimentação. |
| Scott Hood (2006) | Análise da viabilidade técnica da utilização de RCC como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação. | Viabilidade para a substituição dos agregados naturais por agregados de RCC, no teor de 25% na fabricação de blocos de concreto para pavimentação de áreas de pequeno tráfego. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

É muito pequena a quantidade de canteiros de obras que tem uma gestão integrada dos RCC. O reaproveitamento, a reciclagem, o acondicionamento adequado e a disposição final ambientalmente apropriada e integrada às atividades produtivas dos canteiros são práticas distantes no Brasil (EVANGELISTA; COSTA; ZANTA, 2010).

A disposição irregular dos RCC tem grande impacto na qualidade ambiental urbana, estando relacionada com enchentes, obstrução de córregos e ruas, deslizamentos de encostas, poluição visual e proliferação de vetores de doenças.

Vale destacar que separar um local apropriado para o recebimento desse tipo de resíduo é menos complicado do que o recebimento de outros resíduos. A composição dos RCC é mais heterogênea: são restos de bloco cerâmico, telhas

cerâmicas, plásticas, de alumínio e de concreto, fios, cabos, argamassas, pisos, materiais plásticos, vidros, gesso, papelão, isopor, madeira, ferro, solo proveniente do movimento de terra e escavações, areia, brita, arenoso, pedras, tintas, solvente e óleos, dentre outros que podem, de forma relativamente mais fácil, ser triturados e reservados para servir como matéria-prima a ser utilizada em novos empreendimentos.

2.1.4 Geração dos resíduos da construção civil

A mudança nos padrões de consumo e produção da sociedade, associada ao crescimento da população após a revolução industrial, acarretou um aumento significativo na geração de resíduos sólidos urbanos – RSU. A concentração espacial desses resíduos nos grandes centros urbanos, onde vive a maior parcela da população, tem provocado impactos negativos significativos ao meio antrópico e biótico.

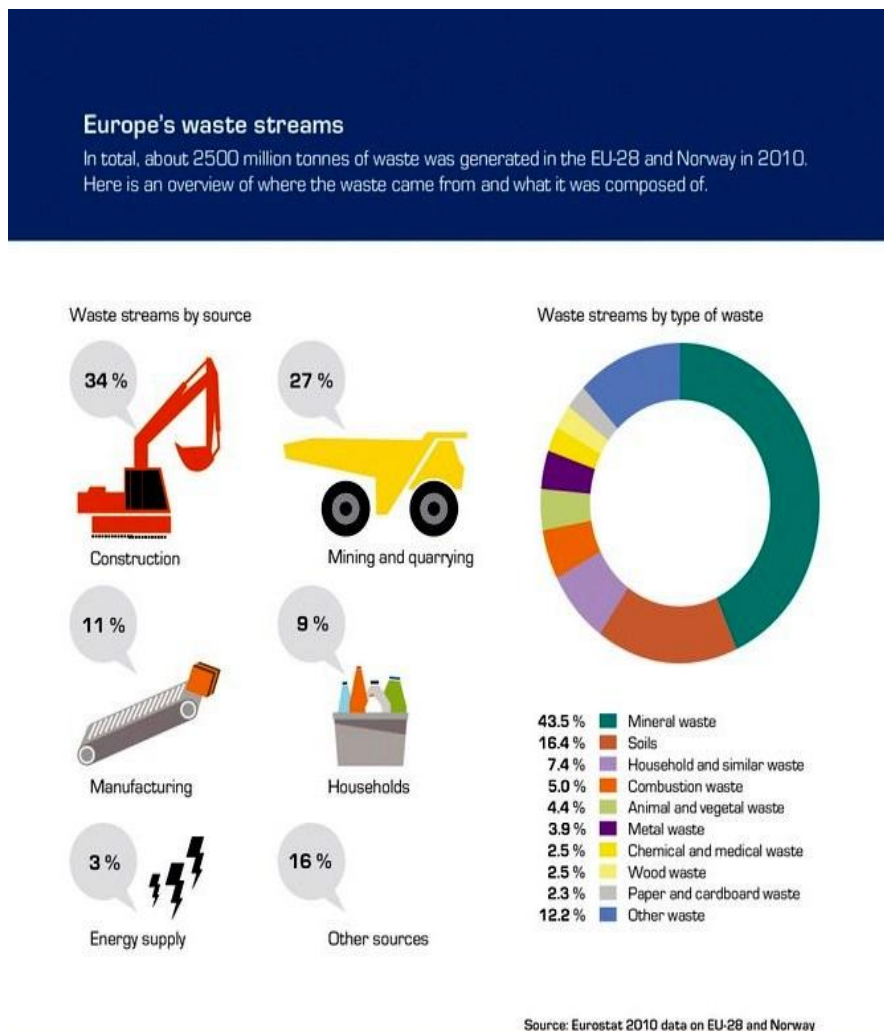
Os RSU, devido a sua heterogeneidade e suas características físicas, estão associados a diversos impactos ambientais como poluição do ar, poluição visual e contaminação da água e do solo, dentre outros, acarretando queda na qualidade de vida nos grandes centros.

A redução na geração de resíduos, bem como boas práticas de gestão, priorizando a não-geração, reutilização, reciclagem e, em último caso, a disposição ambientalmente adequada, têm papel importante para a diminuição dos impactos ambientais. Com isso, é possível transformar os resíduos em um bem econômico e de valor social e reduzir o fluxo de novos materiais na linha de produção, tornando os processos produtivos mais eficientes ambientalmente, em consonância com os princípios e objetivos da Lei 12.305/2010.

A construção civil é o setor que contribui com a maior fração de resíduos sólidos nos centros urbanos. Apesar dos resíduos serem de baixa periculosidade, o volume gerado associado ao descarte inadequado provoca impactos significativos ao meio ambiente, comprometendo a qualidade ambiental nos locais de disposição final.

De acordo com a European Environment Agency – EEA (2014), nos 28 países membros da União europeia mais a Noruega, em 2010, a geração per capita de resíduos sólidos foi de 4,5 toneladas/habitantes/ano. Desse montante, 60% é produzido pelas atividades de construção e mineração, com a maior fração proveniente das atividades de construção e demolição, 37%. Cerca de 10% são considerados resíduos urbanos – gerados pelas famílias, pequenas empresas e edifícios públicos como hospitais e escolas. Os dados estão demonstrados na Figura 3.

Figura 3 - Geração de resíduos da União Europeia, 2010



Fonte: EAA (2014).

A redução na geração dos resíduos é tão importante quanto o correto manejo. Na União Europeia, em países como Alemanha, Suíça e Suécia, somente

2% dos RSU são destinados a aterros. Em contrapartida, países como Croácia, Letônia e Malta dispõem, em aterros, 90% dos seus resíduos. O manejo, nos países com baixas taxas de disposição final em aterros, está associado a altas taxas de reciclagem e incineração, tratamentos que processam, em média, 60% dos resíduos sólidos gerados nos países membros. A Figura 4 apresenta as taxas de reciclagem nos países da União Europeia.

Figura 4 – Taxa de reciclagem de RSU da União Europeia – EU-28, 2012



Fonte: EAA (2014).

A média da taxa de reciclagem dos resíduos sólidos nos 28 países da União Europeia ficou em 32% em 2010. Como meta, a Comissão Europeia, no Art.11º da

Diretiva 2008.98.CE, do Parlamento Europeu e do Conselho da União Europeia, relativa os resíduos. Assinada em novembro de 2008, essa diretiva estipulou a taxa de reciclagem de 70% da massa total de resíduos não-perigosos, incluindo os da construção e demolição (EUROPEAN..., 2008).

Os principais dados sobre a gestão do manejo de resíduos sólidos no Brasil, com informações operacionais, administrativa, financeira e mercadológica, são publicados pelo IBGE, através do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, e pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – PRSB.

Os dados primários, coletados pela ABRELPE e pelo SNIS, são obtidos através de pesquisa direta com os municípios, com a aplicação de um questionário com perguntas sobre a gestão do manejo dos resíduos sólidos urbanos, da construção civil e de serviços de saúde. Os dados secundários, coletados pela ABRELPE, são obtidos através de publicações do IBGE e de associações representativas, o SNIS não trabalha com dados secundários. Após a coleta, os dados são tabulados e submetidos ao processo de análise de consistência, as projeções são feitas através de coeficientes de correlação entre os volumes e a população total dos municípios.

O Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento – SNIS é a maior base de dados com informações sobre o setor, com informações institucional, administrativa, operacional, financeira e de qualidade dos serviços prestados. O sistema é autodeclaratório, os operadores do sistema são quem alimentam o banco de dados com informações relativas aos serviços de água, esgoto e resíduos sólidos.

Em 2015, o sistema contou com a participação de 3.520 municípios no preenchimento dos dados referentes aos resíduos sólidos, com acréscimo de 67% nos municípios participantes de 2012 a 2015, representando 63,2% dos municípios brasileiros. Para o sistema, municípios participantes são aqueles que concluem o preenchimento do formulário eletrônico disponível na internet com os dados relativos à operação do serviço. A Tabela 12 traz informações dos municípios participantes do SNIS-RS de 2012 a 2015.

Tabela 12 - Evolução dos municípios participantes no SNIS-RS, 2012-2015

| Ano | Municípios Brasil | Municípios participantes | % Municípios participantes |
|------------|--------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 2012 | 5.570 | 3.043 | 54,6% |
| 2013 | 5.570 | 3.572 | 64,1% |
| 2014 | 5.570 | 3.765 | 67,6% |
| 2015 | 5.570 | 3.520 | 63,2% |

Fonte: SNIS-RS (2017). Adaptado pelo autor.

Apesar do acréscimo de 67% na quantidade de municípios participantes de 2012 a 2014, houve uma redução de 6,5% no número de municípios da edição de 2014 para a de 2015, o que corresponde a 245 municípios, passando de 3.765 para 3.520. Isso representa uma participação no total de municípios brasileiros de 63,2% em 2015. A região Nordeste foi a com menor participação percentual, com 46,9% dos municípios da região, de acordo com a Tabela 13.

Tabela 13 - Quantidade de municípios participantes por região SNIS-RS, 2015.

| Região | Quantidade de municípios | Municípios participantes | % Municípios participantes |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Norte | 450 | 246 | 54,7% |
| Nordeste | 1.794 | 841 | 46,9% |
| Sudeste | 1.668 | 1.244 | 74,6% |
| Sul | 1.191 | 928 | 77,9% |
| Centro-Oeste | 467 | 261 | 55,9% |
| Total | 5.570 | 3.520 | 63,2% |

Fonte: SNIS-RS (2017). Adaptado pelo autor.

As regiões Sul e Sudeste tiveram a maior participação proporcional, com média de 76% dos municípios das regiões, equivalente a 62% do total da amostra.

Analisando a representatividade das amostras do sistema pela população dos municípios participantes no período de 2012 a 2015, a população urbana pesquisada correspondeu a mais de 80% da população total do país. Em relação à população total dos municípios pesquisados, o percentual varia de 76% a 82%, conforme demonstrado na Tabela 14.

Tabela 14 – População dos municípios participantes entre 2012 e 2015

| | | População Urbana | População Total |
|------|--------------------------|-------------------------|------------------------|
| 2012 | Brasil | 163.722.797 | 193.976.530 |
| | Municípios participantes | 132.845.470 | 149.677.321 |
| | %total | 81,1% | 76,6% |
| 2013 | Brasil | 169.780.605 | 201.062.789 |
| | Municípios participantes | 143.094.115 | 162.402.025 |
| | %total | 84,3% | 80,8% |
| 2014 | Brasil | 171.302.550 | 202.799.518 |
| | Municípios participantes | 147.496.108 | 169.006.579 |
| | %total | 86,1% | 82,8% |
| 2015 | Brasil | 172.776.703 | 204.482.459 |
| | Municípios participantes | 142.996.557 | 162.263.931 |
| | %total | 82,8% | 79,4% |

Fonte: SNIS-RS (2017). Adaptado pelo autor.

Em termos percentuais, na edição de 2014, a que contou com a maior participação dos municípios, a população da amostra correspondeu a 86,1% da população urbana e a 82,8% da população total do país, demonstrando a representatividade da pesquisa com uma abrangência significativa da população.

A pesquisa da ABRELPE coleta dados primários relativos aos resíduos sólidos urbanos – RSU, resíduos da construção civil – RCC, resíduos de serviços de saúde – RSS e coleta seletiva, através de questionários aplicados junto aos municípios participantes.

As pesquisas para a elaboração do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil – PRSB, dos anos de 2012 a 2015, atingiram um universo de 400 municípios, correspondendo a 7,2% dos municípios do país e a 45% da população, conforme demonstradas na Tabela 15.

Tabela 15 - Amostras dos municípios participantes do PRSB entre 2012 e 2015.

| Ano | Municípios Brasil | Municípios participantes | Municípios participantes (%) | População Total Brasil | População dos municípios participante | % do total |
|------------|--------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|-------------------|
| 2012 | 5.570 | 401 | 7,2% | 193.976.530 | 83.934.690 | 43,27% |
| 2013 | 5.570 | 404 | 7,3% | 201.062.789 | 91.071.041 | 45,29% |
| 2014 | 5.570 | 400 | 7,2% | 202.799.518 | 91.764.305 | 45,25% |
| 2015 | 5.570 | 400 | 7,2% | 204.482.459 | 92.727.548 | 45,35% |

Fonte: ABRELPE (2012; 2013; 2014; 2015). Adaptado pelo autor.

Após a coleta dos dados, as informações são submetidas a um processo de análise de consistência. As projeções são feitas a partir de coeficientes de correlação entre os volumes e a população dos municípios, aplicando técnicas de tratamento estatístico utilizando o método dos mínimos quadrados e identificando a equação através de análise de regressão (ABRALPE).

De acordo com as informações contidas no Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (ABRELPE, 2012-2015), apresentadas na Tabela 16, o Brasil gerou 78 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), com geração per capita aproximada de 1kg/hab/dia. Neles, não estão computados os resíduos da construção civil e de serviços de saúde.

Tabela 16 - Quantidade de RSU gerados no Brasil entre 2012 e 2015

| Ano | RSU gerados ton/ano | Taxa de variação acumulada % | Geração de RSU per capita Kg/hab/dia | Taxa de variação acumulada % | População Urbana | Taxa de variação acumulada % |
|------------|----------------------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| 2012 | 73.386.170 | - | 1,037 | - | 163.722.797 | |
| 2013 | 76.387.200 | 4,09% | 1,041 | 0,39% | 169.780.605 | 3,70% |
| 2014 | 78.583.405 | 7,08% | 1,062 | 2,41% | 171.302.550 | 4,63% |
| 2015 | 79.889.010 | 8,86% | 1,071 | 3,28% | 172.776.703 | 5,53% |

Fonte: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2012- 2015). Adaptado pelo autor.

De acordo com os dados apresentados, houve aumento de 8,86% na geração de RSU para um acréscimo na população urbana do país de 5,53%, acarretando um aumento na geração per capita de 3,28%.

Para Fiore (2013), os investimentos em programas para minimização dos resíduos nos países em desenvolvimento são incipientes, o que caracteriza uma perda econômica e de mercado com a disposição final dos resíduos sem o correto manejo. O mesmo mercado que estimula novos padrões de produção com a redução de resíduos nos processos produtivos promove novos padrões de consumo, aumentando a geração de resíduos pós-uso, sem se preocupar com os impactos ambientais com o descarte desses resíduos gerados.

Comparando os dados de geração com a coleta e limpeza, o índice de cobertura é de 90%, com despesas per capita, no ano de 2015, de R\$121,80 por habitante/ano, conforme Tabela 17.

Tabela 17 - Informações sobre os serviços de coleta e limpeza urbana no Brasil entre 2012 e 2015

| Ano | RSU gerados ton/ano | RSU coletados ton/ano | Cobertura dos serviços de coleta e limpeza (%) | Despesas com os serviços (bilhões/ano) | Despesas per capita R\$/hab/ano | Taxa de variação acumulada (%) |
|------|---------------------|-----------------------|--|--|---------------------------------|--------------------------------|
| 2012 | 73.386.170 | 66.170.120 | 90,2% | R\$ 21,90 | R\$112,68 | - |
| 2013 | 76.387.200 | 69.079.535 | 90,4% | R\$ 23,10 | R\$114,84 | 1,92% |
| 2014 | 78.583.200 | 71.260.045 | 90,7% | R\$ 24,30 | R\$119,76 | 6,28% |
| 2015 | 79.889.010 | 72.543.750 | 90,8% | R\$ 24,91 | R\$121,80 | 8,09% |

Fonte: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2012-2015). Adaptado pelo autor.

As despesas per capita aumentaram, no período, em 8,09%, muito abaixo da variação da inflação medida pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), que foi de 34% para o mesmo período. O acréscimo nas despesas totais de 13,7% representa o aumento em duas variáveis: o da população e o da despesa per capita.

Segundo dados do SNIS-RS (2015), apresentados na Tabela 18, o Brasil coletou uma massa total de resíduos domiciliares e públicos de 62,5 milhões de toneladas. Isso representou uma cobertura com os serviços de coleta urbana para 98% da população, a um custo total, com o manejo dos RSU, de R\$18,90 bilhões, com acréscimo, nos custos para o quadriênio, de 31,25%, taxa inferior à da inflação medida pelo IPCA.

Tabela 18 - Quantidade coletada de RSU e custo com o manejo no Brasil entre 2012 e 2015 – SNIS-RS

| Ano | RSU coletados (milhões ton/ano) | RSU coletados per capita Kg/hab/dia | Cobertura dos serviços de coleta | Despesas per capita (R\$/hab/ano) | Despesas Totais (bilhões R\$) | Variação acumulada despesas (%) |
|------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2012 | 57,90 | 1,00 | 98,4% | R\$99,46 | R\$14,40 | |
| 2013 | 61,10 | 1,01 | 98,4% | R\$105,77 | R\$16,10 | 11,81% |
| 2014 | 64,40 | 1,05 | 98,6% | R\$109,96 | R\$17,30 | 20,14% |
| 2015 | 62,50 | 1,00 | 98,6% | R\$117,70 | R\$18,90 | 31,25% |

Fonte: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (SNIS-RS, 2017). Adaptado pelo autor.

Para o período de 2012 a 2015, as despesas per capita com o manejo de RSU e a massa per capita por habitante tiveram valores próximos aos obtidos pela ABRELPE, considerando as projeções para a massa total de RSU coletados e as despesas com o manejo dos resíduos no ano. Podemos inferir que as diferenças

são provenientes das diferentes metodologias aplicadas nos tratamento dos dados da pesquisa.

As pesquisas apontam para uma grande cobertura, superior a 90%, dos serviços de coleta urbana no país. Desse montante, 63% da massa total de resíduos sólidos urbanos tem uma destinação final ambientalmente adequada, sendo 60,9% para aterros sanitários e 2,3% para unidades de triagem e compostagem. Esses percentuais são inferiores à meta traçada pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos, que estabeleceu a eliminação de 100% dos lixões até 2014 (BRASIL, 2012a).

Agregando aos resíduos sólidos urbanos a massa coletada dos resíduos da construção civil e os de serviços de saúde, o total chegou a 118 milhões de toneladas/ano em 2015, com os da construção civil correspondendo a uma fração de 38% da massa total. Os dados são apresentados na Tabela 19.

Tabela 19 - Indicadores de resíduos sólidos coletados no Brasil

| Ano | RSU | RCC | RSS | RS total | Indicadores | | |
|------|------------|------------|---------|-------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | ton/ano | ton/ano | ton/ano | ton/ano | RSU / RS total | RCC / RS total | RSS / RS total |
| 2012 | 66.170.120 | 40.970.520 | 244.974 | 107.385.614 | 61,6% | 38,2% | 0,2% |
| 2013 | 69.079.535 | 42.863.775 | 252.228 | 112.195.538 | 61,6% | 38,2% | 0,2% |
| 2014 | 71.260.045 | 44.625.630 | 264.761 | 116.150.436 | 61,4% | 38,4% | 0,2% |
| 2015 | 72.543.750 | 45.158.165 | 260.063 | 117.961.978 | 61,5% | 38,3% | 0,2% |

Fonte: Panorama dos resíduos sólidos no Brasil (ABRELPE, 2012-2015). Adaptado pelo autor.

No quadriênio pesquisado, a fração de RCC em relação à massa total de resíduos sólidos coletados no país permaneceu constante, sendo os resíduos sólidos urbanos a fração com maior participação.

Os dados divulgados pela ABRELPE (2012-2015) não abrangem a totalidade dos RCC gerados no Brasil, porque os números referem-se aos resíduos coletados pelo poder público em obras sob sua responsabilidade e em logradouros públicos. Nestes, não estão incluídos os RCC coletados sob responsabilidade dos geradores.

De acordo com Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2012c), 80% do manejo dos resíduos da construção civil é de responsabilidade de agentes privados, sendo necessária a quantificação dos volumes transportados por carroceiros,

caçambeiros e outros coletores privados para se ter um diagnóstico real do volume desses resíduos.

Para Marques Neto (2005), a parcela significativa da massa de RCC geradas em canteiros de obras são descartadas por empresas especializadas em coleta de resíduos sólidos, deduzindo que a fração de RCC na massa total de resíduos sólidos urbanos é bem maior que a encontrada nas pesquisas da ABRELPE.

De acordo com pesquisas do SINDUSCON-SP (2005), em dez municípios do estado de São Paulo, de 50% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos provém da construção civil, sendo que 75% dessa massa é oriunda de pequenas obras de construção e reforma e eventos informais (autoconstrução).

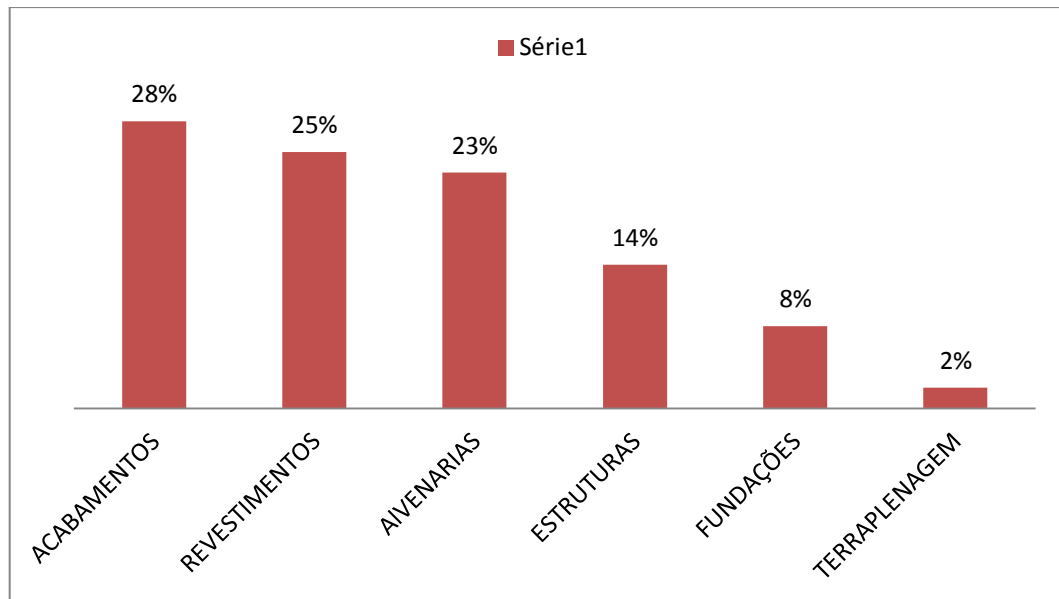
Já segundo Pinto (1999), de 54% a 70% dessa massa vem da construção civil. As atividades desenvolvidas nos canteiros de obras geram 41% dos RCC, enquanto as atividades de demolição, manutenção e reforma contribuem com os outros 59%.

Vale resaltar que a pesquisa de Silva (2007), em obras de construção e reforma na cidade de Natal, mostra uma grande diferença na quantidade de RCC gerados entre reforma (684kg/m^2) e nova construção ($97,75\text{kg/m}^2$), ou seja, obras de reforma e demolição geram sete vezes mais resíduos do que novas construções.

Segundo Tessaro, Saccol e Scremin (2012), os resíduos da construção civil representam 66,24% dos RSU na cidade de Pelotas-RS. Desses, somente 22,32% são destinados ao aterro municipal, ou seja, 77% têm disposição ambientalmente inadequada.

A pesquisa de Marques Neto (2005), em cinco canteiros de obras de construção e reforma, aponta para uma taxa de geração de resíduos de $137,02\text{kg/m}^2$, sendo a etapa de acabamento com a maior fração de geração, correspondendo a 28% da massa total, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Porcentagem de RCC por etapa do processo construtivo



Fonte: Marques Neto (2005).

Ainda de acordo com o autor, a geração per capita no município foi de 1,93 kg/hab/dia. Para esse cálculo, o autor utiliza três parâmetros: volume calculado a partir das áreas licenciadas, volume movimentado pelas empresas coletoras e volume descartado no aterro municipal.

Para Pinto (1999), a taxa de geração de RCC por metro quadrado de construção é de 150kg, com geração per capita variando de 400 a 760 kg/hab/ano.

A geração de resíduos depende da intensidade da atividade de construção civil na região, da tecnologia aplicada nos processos construtivos, das taxas de desperdícios, da vida útil do produto e da manutenção (JOHN, 2000).

De acordo com Rocha (2006), ações preventivas são importantes para a minimização na geração de RCC durante a ocupação e uso da edificação. Essas ações vão desde a etapa de concepção do produto (com a escolha de projetos modulares e flexíveis que facilitem a sua utilização e adequação às demandas ao longo da vida útil do produto e possibilitem o desmonte e reaproveitamento em outro projeto) até a preocupação com a especificação de materiais de qualidade que possam ser reutilizados e com dimensões que evitem perdas.

Ainda de acordo com o autor (ROCHA, 2006), na etapa de execução do projeto e manutenção durante a vida útil do produto, destacam-se a melhoria da qualidade dos resíduos através do seu correto manejo e a prevenção na geração de

resíduos no canteiro de obra, ações que evitam o uso de materiais embalados e melhoram a limpeza e a organização do canteiro.

Os dados gerados pelo Sistema de Informações sobre Saneamento (SNIS), do período de 2012 a 2015, sobre as unidades destinadas ao processamento de resíduos da construção civil, apresentados na Tabela 20, apontam para um acréscimo de 25% nas unidades disponíveis no país, passando de 92 unidades, em 2012, para 115, em 2015 (SNIS-RS, 2012-2015).

Tabela 20 - Unidades de processamento de RCC – SNIS-RS, 2012-2015.

| Ano | Área de transbordo e triagem de RCC | Área de reciclagem RCC | Aterro de RCC | Total |
|------------|--|-------------------------------|----------------------|--------------|
| 2012 | 29 | 22 | 41 | 92 |
| 2013 | 29 | 26 | 42 | 97 |
| 2014 | 41 | 26 | 46 | 113 |
| 2015 | 36 | 23 | 56 | 115 |

Fonte: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2012-2015). Adaptado pelo autor.

De 2014 para 2015, houve um aumento expressivo na quantidade de aterros de resíduos da construção civil, antigo aterros de inerte, com 10 novas unidades em operação. Mesmo assim, o número é irrelevante se comparado à quantidade de municípios no país.

A respeito da massa total de resíduos da construção civil recebida pelas unidades de processamento, constantes na Tabela 21, foram processadas 4 milhões de toneladas de RCC. Mesmo com a precariedade das informações, vale destacar o acréscimo na quantidade de resíduos encaminhados para a reciclagem, que passou de 445 mil toneladas, em 2012, para 1,45 milhões, em 2015: um acréscimo de 1 milhão de toneladas.

Tabela 21 - Massa de RCC recebidas nas unidades de tratamento – SNIS-RS, 2012-2015

| Ano | Área de transbordo e triagem de RCC | Área de reciclagem RCC | Aterro de RCC | Total |
|------------|--|-------------------------------|----------------------|------------------|
| | Toneladas | toneladas | toneladas | toneladas |
| 2012 | 462.001 | 445.955 | 2.528.289 | 3.436.245 |
| 2013 | 257.318 | 1.000.533 | 2.526.709 | 3.784.560 |
| 2014 | 354.312 | 1.125.524 | 1.570.580 | 3.050.416 |
| 2015 | 441.472 | 1.446.391 | 2.197.644 | 4.085.507 |

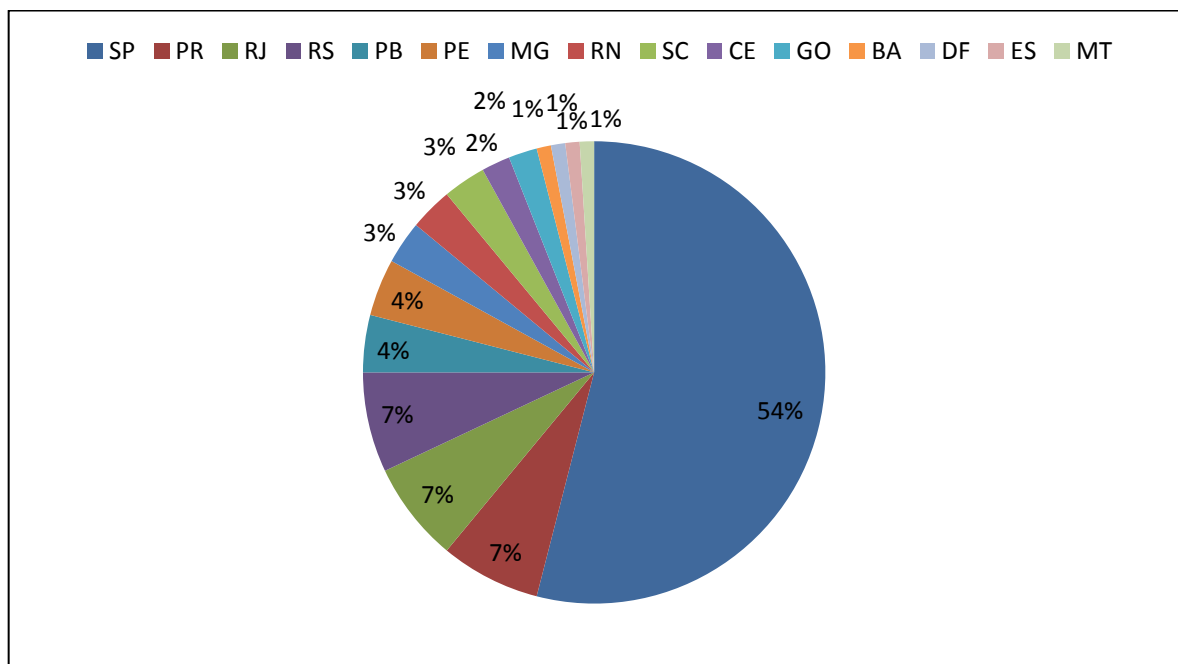
Fonte: Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos (SNIS, 2012-2015). Adaptado pelo autor.

Considerando a massa total de RCC coletada no ano de 2015 (ABRELPE, 2015), foi encaminhada, para as unidades de processamento de RCC, em torno de 10% da massa total, ou seja, das 45 milhões de toneladas coletadas no período, mais de 90% dos resíduos foram encaminhados para áreas de disposição irregular, causando impactos significativos ao meio ambiente urbano.

A pesquisa de Angulo *et al.* (2011), em um município paulista, com o objetivo de quantificar a produção de RCC, aponta que 37% de RCC são depositados ilegalmente em “bota-fora” e o restante fica disposto irregularmente em ruas e terrenos, número semelhante à pesquisa de Silva Filho (2005).

De acordo com Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON (2015), a quantidade de usinas existentes no Brasil é de 310 unidades, das quais 105 participaram da pesquisa setorial 2014/2015. Delas, 54% estão localizadas no estado de São Paulo, conforme distribuição demonstrada no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Distribuição de usinas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil no Brasil



Fonte: ABRECON (2015).

Das 105 usinas que participaram da pesquisa, 93 responderam as questões referentes à produção e capacidade instalada das plantas. A produção estimada em

431.500 m³/mês de agregados reciclados, equivalente a 6,2 milhões de ton/ano; a capacidade de processamento foi de 958.000 m³/mês, ou seja, as usinas estão trabalhando com ociosidade de 55%. O valor processado pelas usinas de reciclagem que participaram da pesquisa é quatro vezes superior aos valores indicados no SNIS (ABRECON, 2015).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos, publicado em 2012, estipulou metas para a gestão municipal dos RCC, dentre elas, destacam-se a meta número 1: eliminação de 100% das áreas de disposição final até 2015; e a meta número 2: destinação dos resíduos para aterros de classe A licenciados em 100% dos municípios brasileiros, também para o ano de 2015 (BRASIL, 2012a).

A comparação dos números referenciados com as metas do Plano Nacional de Resíduos Sólidos demonstra a dificuldade que o país está enfrentando para a implantação da política nacional de resíduos sólidos. Logística reversa, gestão integrada, responsabilidade compartilhada e correto manejo dos RCC são práticas distantes da gestão de resíduos nos municípios brasileiros. Qualquer que seja a fonte primária utilizada, com dados da gestão e gerenciamento de RCC no Brasil, os números estão distantes das metas estipuladas pelo PNRS.

Apesar da elevada participação dos municípios brasileiros no sistema nacional de informações sobre saneamento, que corresponde a 88% da população urbana do país no ano de 2015, alguns municípios enfrentam dificuldades internas na obtenção dos dados relativos à gestão dos resíduos da construção civil. Como o sistema é autodeclaratório e procura preservar a integridade das informações prestadas pelos gestores municipais no formulário de pesquisa, são inevitáveis algumas discrepâncias em relação aos quantitativos publicados pelo SNIS-RS e os pesquisados pela academia e por entidades representativas como SINDUSCON, ABRELPE e ABRECON. É por esse motivo que o diagnóstico de Resíduos Sólidos, publicado anualmente pelo Ministério das Cidades, alerta para a carência e precariedade das informações específicas do setor da construção civil, sugerindo a aplicação de filtros quando trabalhar com os dados primários publicados.

Importante destacar que, apesar das dificuldades enfrentadas pelos municípios no preenchimento da pesquisa, o sistema vem avançando tanto em participação quanto na confiabilidade dos dados, consolidando-se no principal instrumento para o planejamento de políticas públicas na área de saneamento.

3 ECOEFICIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O aquecimento global é evidente, provoca mudanças na temperatura dos oceanos e da atmosfera, degelo das calotas polares, aumento do nível do mar e das emissões de CO₂. A mudança no clima representa uma ameaça à humanidade, comprometendo o acesso à água potável, a produção de alimentos, a saúde, o uso da terra e o desenvolvimento econômico.

Na década de 80, a ONU retomou o debate das questões ambientais, criando a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, chefiada pela Primeira Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, que publicou, em 1987, um documento chamado *Nosso Futuro Comum* ou *Relatório Brundtland*. Esse documento propunha o desenvolvimento sustentável, definido no relatório como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” (COMISSÃO..., 1991, p. 46), e um conjunto de ações a serem implantadas pelos países com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável, entre elas:

- Limitação do crescimento populacional;
- Garantia de recursos básicos em longo prazo, como água, energia e alimentos;
- Preservação da biodiversidade e dos ecossistemas;
- Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias limpas;
- Aumento da produção industrial nos países não-industrializados com base em tecnologias ecologicamente sustentáveis;
- Controle da urbanização desordenada e integração entre campo e cidade;
- e
- Atendimento das necessidades básicas.

A partir do relatório de Brundtland, quatro dimensões complementam a questão econômica: a ética, a temporal, a social e a prática.

Em 1992, a Organização das Nações Unidas – ONU organizou, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas Sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – CNUMAD, conhecida mundialmente como RIO92. Na ocasião,

foram 179 países participantes que assinaram a Agenda 21 Global, um programa de ação, em escala mundial, inspirado no relatório de Brundtland, com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável. O aspecto principal do programa foi a insustentabilidade do modelo atual de desenvolvimento, que perpetuava diferenças econômicas entre os países, com o aumento da pobreza, da fome, do analfabetismo e das doenças, provocando impactos negativos significativos e contínuos ao meio ambiente.

A partir da RIO92, várias organizações têm pesquisado sobre o tema. O conceito de ecoeficiência foi definido como a produção de bens e serviços com menor impacto ao meio ambiente, que atenda às demandas da sociedade com qualidade, reduzindo, gradativamente, o consumo de matérias-primas e energia.

Segundo Van Berkel (2007), a ecoeficiência é definida pela entrega de bens ou serviços a preços competitivos, produzidos com baixos impactos ambientais e redução no consumo de recursos ao longo da vida útil do produto.

Para Oggioni *et al.* (2011), a ecoeficiência está relacionada à habilidade de produzir produtos ou serviços com economia de recursos e energia, com o intuito de reduzir o desperdício e as emissões, ou seja, obter o mesmo desempenho com menor quantidade materiais, dissociando desenvolvimento de impactos ambientais.

No Brasil, a partir da conferência de Joanesburgo, em 2002, que referendou o compromisso assumido pelos países com a Agenda 21 global, foi publicado um Plano Plurianual de Governo para a implementação da Agenda 21 Brasileira. Esse plano trazia diretrizes para um programa com o objetivo de reduzir a degradação do meio ambiente e, simultaneamente, a pobreza e as desigualdades, a fim de contribuir para a sustentabilidade progressiva e promover o ciclo virtuoso cuja produção obedecesse a critérios de conservação ambiental e de distribuição de renda.

São conceitos definidos pela agenda 21:

Sustentabilidade ampliada: Ideia da sustentabilidade permeando todas as dimensões da vida: econômica, social, territorial, científica e tecnológica, política e cultural.

Sustentabilidade progressiva: Significa que não se deve aguçar os conflitos a ponto de torná-los inegociáveis, e sim, fragmentá-los em fatias menos complexas, tornando-os administráveis no tempo e espaço (BRASIL, 2004a, p.18).

É consenso que é preciso retomar o crescimento que, nas últimas décadas, tem sido insuficiente para a redução do desemprego e das desigualdades sociais. Essa retomada tem que ser pautada em um novo modelo de desenvolvimento.

O crescimento econômico é importante para a inclusão de maior número de famílias nos padrões civilizados de consumo. Ele é desejável, mas não condição suficiente para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2004a).

A partir das conquistas dos oito objetivos do milênio, que reduziram a população vivendo em extrema pobreza em mais de 50%, a agenda 2030, assinada durante a Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, em setembro de 2015, por líderes dos estados membros da Organização das Nações Unidas, ampliou de oito para dezessete esses objetivos. Eles estão relacionados ao desenvolvimento sustentável e traçam metas ousadas a serem cumpridas nos próximos 15 anos, apresentadas na Figura 6 (ONU, 2015).

Figura 6 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)



Fonte: ONU (2015).

Dentre as metas para 2030, temos: (i) redução de 50% da população vivendo em extrema pobreza; (ii) acabar com a fome no planeta; (iii) acesso universal a saneamento básico; (iv) acesso universal a serviços de energia; (v) crescimento econômico anual de 7% do PIB nos países menos desenvolvidos; (vi) emprego pleno; (vii) promover a infraestrutura para a promoção da industrialização inclusiva e sustentável; (viii) melhorar a eficiência dos recursos globais no consumo e produção, dissociando crescimento econômico da degradação ambiental; (ix) reduzir os impactos ambientais negativos nas cidades, prestando especial atenção à gestão de resíduos; (x) alcançar o manejo ambientalmente saudável dos resíduos, ao longo de toda a vida útil do produto; (xi) alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais; (xii) dentre outras (ONU, 2015).

O setor da construção civil é estratégico para o alcance dos objetivos traçados para o desenvolvimento sustentável. Esse segmento é de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social, seja por sua elevada participação no PIB ou, também, pela capacidade de movimentar e dinamizar os serviços e setores industriais em grande número; seja pela expressiva geração de empregos ou, ainda, pela capilaridade regional e diversidade produtiva.

Sem o desenvolvimento da construção civil, os países em desenvolvimento não alcançarão as metas estabelecidas pela agenda 2030. A criação de infraestrutura para a industrialização, a construção de equipamentos para a melhoria da qualidade de vida das populações de riscos, bem como a construção de equipamentos para a universalização do acesso à energia e ao saneamento básico e a mitigação de impactos ambientais gerados pela industrialização e o crescimento da renda da população dependem do setor.

A construção de habitação, mobilidade urbana e redes de saneamento são prioritárias em qualquer agenda nos países em desenvolvimento. A construção civil está interligada às demandas sociais de infraestrutura, muitas delas necessárias para a mitigação de impactos ambientais, como redes de esgotamento sanitário, construção de aterros, centrais de tratamento de esgoto e água, dentre outras.

O setor está presente em todas as regiões do planeta, representando uma parcela expressiva do produto interno bruto dos países. Sjostrom (2010) estima uma contribuição do setor de 10% a 12% no produto interno bruto da União Europeia. No Brasil, a cadeia produtiva da construção civil corresponde a 8,32% (FGV, 2016).

Em contrapartida, a construção civil é o setor de todas as atividades humanas, consome a maior quantidade de recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva (CIB, 1999).

A cadeia produtiva da construção civil, apresentada na Figura 7, pela sua amplitude e número de setores envolvidos, gera significados impactos negativos ao meio ambiente. Para John (2000), os impactos mais relevantes são: consumo de recursos naturais não-renováveis, consumo de energia, geração de resíduos, perdas e desperdícios, poluição ambiental, poluição no interior das edificações, alteração dos ecossistemas que circunscrevem as obras, dentre outros.

Figura 7 - Cadeia produtiva da construção civil.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na base da cadeia produtiva da indústria está a extração mineral, fornecendo matérias-primas não-renováveis para as indústrias de cimento, siderúrgicas e de materiais de construção, dentre outras.

Os impactos ambientais da mineração, segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (2002), são divididos em cinco categorias: poluição da água, poluição do ar, poluição sonora, subsidência do terreno, incêndios e rejeitos.

Os minerais de emprego direto na construção civil (areia, brita e argila), por sua elevada participação nas obras de interesse social: habitação, saneamento e transporte, são considerados bens minerais de uso social e são responsáveis pela maior extensão dos impactos ambientais provocados pela mineração no Brasil.

As lavras de materiais para a construção civil são numerosas e de pequeno porte, instaladas, por questões mercadológicas, próximas aos centros urbanos, operando sem controle ambiental, muitas na clandestinidade (MACEDO, 1998).

É comum, nas áreas de exploração, a extração de areia em leito de rios, área de várzeas, margens de curso d'água e lagos, bem como a extração de rochas no alto dos morros ou encostas íngremes, atingindo nascentes, obstruindo cursos d'água e suprimindo a vegetação nativa (MECHI; SANCHES, 2010).

Na segunda etapa da cadeia produtiva da construção civil, encontram-se as indústrias de transformação, de cimento, siderúrgica, de matérias de construção, de tintas, dentre outras. São inúmeros os impactos ao meio ambiente provocados pelo setor, sendo os mais significativos a geração de rejeitos e o consumo de matérias-primas não-renováveis. Exemplo disso é parte das escórias de forno da siderurgia,

que vai para a indústria de cimento, amenizando o problema com o descarte de rejeitos.

Além dos impactos ambientais supracitados, relacionados à extração mineral e às indústrias de transformação, são inúmeros e de grande magnitude os impactos ambientais relacionados ao ciclo de vida útil da edificação (projeto, construção, operação, reforma e manutenção, demolição e descarte).

Na Espanha, a construção e uso dos edifícios são responsáveis por 32% do consumo de energia, 30% da emissão de CO₂, 24% do consumo de recursos não-renováveis, 30% a 40% dos resíduos sólidos e 17% do consumo de água potável, além dos impactos ambientais associados à extração e fabricação de materiais (WADEL; AVELLANEDA; CUCHÍ, 2010).

A pesquisa dos autores, utilizando informações disponíveis na Espanha, referentes aos fluxos de energia, água, materiais e resíduos, estimou os impactos gerados pela construção e uso de edificações por metro quadrado, apresentados no Quadro 9.

Quadro 9 - Estimativa de impactos na construção e uso de edificações

| Impacto | Estimativa |
|----------------------------|---|
| Consumo de energia | Na construção, estima-se 1.670 kwh/m ² equivale a 150 litros de gasolina. No uso da edificação, no período de um ano, pode chegar a 140kwh, que representa 12 litros de gasolina. Considerando a vida útil da edificação em 50 anos, somando-se à produção de materiais, chegamos ao valor de 8.330 kwh/m ² ou 755 litros de gasolina/m ² . |
| Consumo de água | Em uma edificação convencional, o consumo per capita de água potável é de 160 litro/dia, sendo que 90% desse volume é destinado como veículo para transportar resíduos, somente 10% é destinado para beber e cozinhar, ou seja, 90% da água potável consumida nas residências é convertida em esgoto, sem possibilidade de reuso, devendo ser tratada antes de retornar ao ciclo hidrológico. |
| Consumo de materiais | Considerando desde a extração de matéria-prima, a fabricação de materiais, a construção da edificação, a manutenção e reforma durante o ciclo de vida útil, as edificações consomem em torno de 7.500kg/m ² de materiais. |
| Geração de resíduos | A construção, manutenção e demolição de edificações geram em torno de 3kg de resíduos por pessoa por dia, somente 10% são reciclados. A produção de resíduos domésticos equivale a 1,7kg/pessoa/dia e 15% são reciclados. |
| Emissão de CO ₂ | O consumo energético nas construções e utilização dos edifícios representa a geração de aproximadamente 2kg de CO ₂ /pessoa/dia. |

Fonte: Wadel, Avellaneda e Cuchí (2010). Adaptado pelo autor.

Na América Latina, os edifícios consomem 21% de água potável, 42% de energia elétrica, geram 25% de CO₂ e produzem 65% de resíduos sólidos urbanos (CESANO; RUSSELL, 2013).

No Brasil, de acordo com o Banco Mundial, houve um aumento significativo na emissão de CO₂ por toneladas métricas per capita, passando de 0,647, em 1960, para 2,191, em 2011, representando um aumento de 240%.

Para a OECD (2012), o crescimento urbano dos países em desenvolvimento, associado ao crescimento econômico das últimas décadas, tem aumentado significativamente a emissão de CO₂.

A pesquisa de Degani (2003), em canteiros de obras de empresas construtoras de edifícios, seguindo as orientações da Norma ABNT NBR ISO 14.001/1996, identificou os elementos das atividades do processo construtivo que interagem com o meio ambiente, apresentados no Quadro 10.

Quadro 10 - Aspectos ambientais da construção civil

| Aspectos ambientais da construção civil |
|--|
| Geração de resíduos |
| Desperdício de materiais |
| Descarte de recursos renováveis |
| Emissão de vibração |
| Emissão de ruído |
| Impermeabilização do solo |
| Lançamento de fragmentos |
| Emissão de material particulado |
| Consumo de água |
| Consumo de energia |
| Consumo de recursos naturais e manufaturados |
| Queima de combustíveis não-renováveis |
| Uso da via pública |
| Supressão vegetal |
| Rebaixamento do lençol freático |
| Remoção de edificações |
| Emprego de mão de obra |
| Mudança de uso do imóvel |
| Desprendimento de gases |
| Perduração de redes públicas |
| Risco de desmoronamento |
| Vazamento de produtos químicos |
| Estímulo ao comércio local |

Fonte: Degani (2003).

Após a identificação dos aspectos ambientais nos canteiros pesquisados, o autor relacionou os impactos ambientais nos meios físico, biótico e antrópico, associados aos aspectos ambientais identificados, apresentados no Quadro 11.

Quadro 11 - Impactos ambientais da construção civil

| Meio | Impactos Ambientais |
|-------------------------|--|
| Físico | Alteração das propriedades físicas do solo |
| | Contaminação do solo |
| | Erosão |
| | Esgotamento das reservas naturais |
| | Deterioração da qualidade do ar |
| | Poluição sonora |
| | Alteração da qualidade da água |
| | Aumento da quantidade de sólidos |
| | Poluição das águas subterrâneas |
| | Alteração dos regimes de escoamento |
| Escassez da água | |
| Biótico | Interferência na fauna |
| | Interferência na flora |
| | Alteração da dinâmica do ecossistema |
| Antrópico | Poluição visual |
| | Escassez de energia |
| | Alteração das condições de saúde |
| | Incômodo para a comunidade local |
| | Alteração no tráfego |
| | Pressão sobre os serviços urbanos |
| | Alteração nas condições de segurança |
| | Danos a bens edificados |
| | Aumento do volume de aterros de resíduos |
| | Geração de emprego e renda |
| | Aumento de despesas do município |
| | Interferência na drenagem urbana |
| | Perda de solos férteis |
| Dinamização da economia | |

Fonte: Degani (2003).

Produzir com baixo impacto ambiental é o principal parâmetro para medir a ecoeficiência em um sistema de produção. Pela magnitude dos números apresentados, pode-se afirmar que a construção civil está distante de um modelo ecoeficiente de produção, apesar das ferramentas desenvolvidas para conhecer e quantificar os impactos ambientais, tais como: (i) programa de simulação do

comportamento energético das edificações, (ii) metodologias de cálculo para resíduos de construção e demolição, (iii) base de dados de informações ambientais sobre os materiais, manuais de construção sustentável, e (iv) sistema de avaliação e certificação ambiental. Essas ferramentas têm subsidiado os profissionais na busca de projetos construtivos mais eficientes, porém elas não têm sido suficientes para reduzir o consumo de recursos naturais e a geração de resíduos a quantidades que o planeta seja capaz de suportar à longo prazo.

Na construção civil, podemos associar a ecoeficiência a projetos e processos mais eficientes que gerem produtos com maior durabilidade e menor utilização de recursos na manutenção e operação. Isso possibilita, ao final da vida útil do produto, o desmonte para a recuperação e reutilização das peças em outros projetos, o que diminui os custos ambientais e financeiros. Para o alcance desse novo modelo, é necessária a incorporação de novas tecnologias ao processo construtivo.

A durabilidade não é uma propriedade do material, visto que projetos mais eficientes proporcionam maior proteção ao componente contra fatores de degradação, aumentando a vida útil sem aumentar o consumo de recursos (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001).

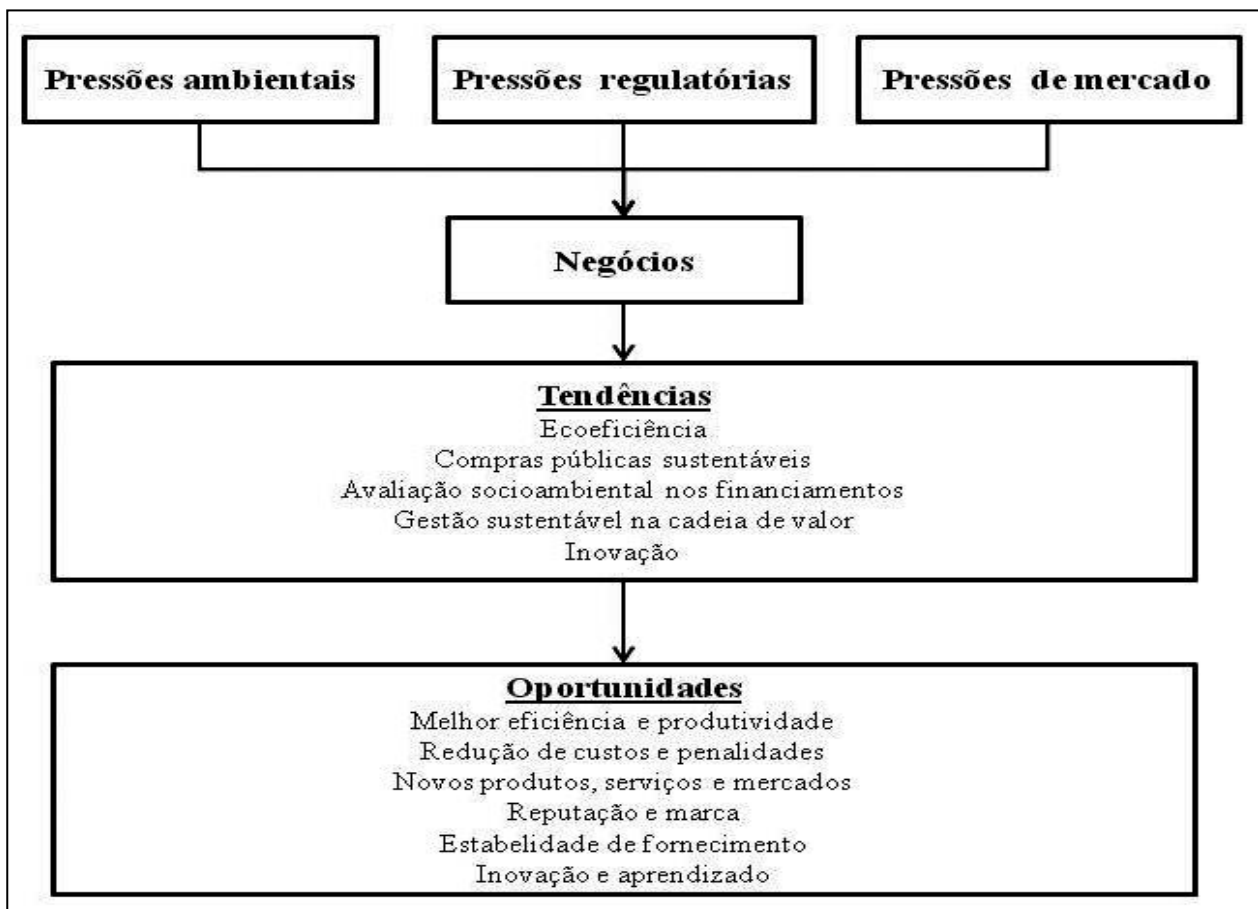
Couto e Couto (2007) chamam a atenção para um grupo de estudo europeu, intitulado de *Preventative Environmental Protection Approaches* – PREPARE, que investiga novas tecnologias aplicadas à construção industrializada. Esse programa aponta potenciais benefícios ambientais no uso dessas tecnologias, o que torna o setor da construção civil mais sustentável:

- Redução de 50% no consumo de água;
- Redução de 50% dos agregados graúdos;
- Redução de pelo menos 50% no consumo de energia.

Para Cesano e Russel (2013), a adoção de novas tecnologias na construção de edifícios com sistema construtivo ambientalmente responsável e eficiente no consumo de recursos, reduziria, em 50%, o consumo de energia; em 40%, o consumo de água; em 39%, a emissão de CO₂; e, em 70%, a geração de resíduos sólidos.

Inovações tecnológicas e em gestão, associadas ao desenvolvimento de políticas públicas, vêm estimulando padrões de consumo e de produção cada vez mais sustentáveis, criando novas oportunidades de negócios. A Figura 8 apresenta as tendências e oportunidades de negócios nesse novo ambiente no qual a abordagem ambiental passa a ser um diferencial competitivo.

Figura 8 - Tendências em produção e consumo sustentáveis e oportunidades de negócio



Fonte: Guia produção e consumo sustentável (FIESP, 2016).

As pressões sofridas pelas empresas impõem um novo modelo de gestão, cuja melhoria da eficiência e da produtividade tem que estar alinhada com a sustentabilidade ambiental e social dos processos. Essa é a exigência de um novo mercado no qual as dimensões sociais, ambientais e econômicas relacionadas ao produto e à empresa estão influenciando o consumo.

Nesse contexto, em novembro de 1994, foi realizada, na Flórida, Estados Unidos, a Primeira Conferência Mundial sobre a Construção Sustentável, na qual o futuro da construção civil no novo modelo de desenvolvimento foi definido. Esse modelo foi discutido, a partir da RIO92, e foram definidos seis princípios para a construção sustentável: (i) redução no consumo de recursos, (ii) reutilização, (iii) reciclagem, (iv) proteção do meio ambiente, (v) redução da poluição ambiental, e (vi) qualidade ambiental nas edificações.

A construção sustentável está associada ao conceito de ecoeficiência e de produção sustentável, que vem sendo definido pelo Ministério do Meio Ambiente como:

A incorporação, ao longo de todo ciclo de vida de bens e serviços, das melhores alternativas possíveis para minimizar custos ambientais e sociais. Acredita-se que esta abordagem preventiva melhore a competitividade das empresas e reduza o risco para a saúde humana e ambiental (...) (BRASIL, 2011c, p. 5).

A partir do Relatório de Brundtland, a sociedade se organizou para exercer pressão sobre o poder público e sobre as organizações, em busca de alternativas ao modelo de produção predominante, que se sintetiza na sequência linear extração-produção-consumo-resíduos e ignora qualquer possibilidade de transformação através da reutilização e reciclagem. Para Dantas *et al.* (2016, p. 7), “o crescimento dos movimentos ambientalistas mundiais e a instrumentalização do direito ambiental são claros reflexos dessa realidade”.

No Brasil, em 2010, atendendo às demandas da sociedade civil organizada, após 20 anos tramitando no Congresso Nacional, foi promulgada a Lei 12.305/2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, incorporando objetivos da Agenda 21, como o desenvolvimento sustentável, o da ecoeficiência e o da responsabilidade social das empresas.

Nas empresas, a ecoeficiência visa à incorporação de novas tecnologias no processo de gestão, aumentando a eficiência no uso dos recursos, através da não-geração, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada dos rejeitos.

A geração de resíduos e o consumo de recursos naturais são os principais aspectos ambientais da construção civil, impactando o meio ambiente de diversas formas. Materiais de construção produzidos a partir da reciclagem desses resíduos são a forma mais eficiente de reduzir impactos ambientais. Isso otimiza o uso de energia e diminui o consumo de matérias-primas não-renováveis. Motivada pelo alto custo de disposição final dos agregados naturais, a taxa média de reciclagem dos RCC atinge, na Europa, 50%. Na Dinamarca, país europeu com melhor marca, essa taxa chega a 89% (TORGAL; JALALI, 2010).

A sustentabilidade na construção civil depende da escolha de materiais de construção mais duráveis, com baixa emissão de CO₂, produzidos a partir de agregados reciclados ou obtidos de fontes renováveis, de baixo consumo de energia e de materiais não-tóxicos e não-contaminantes.

4 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Os impactos ambientais provocados pelo modelo de produção linear são desproporcionais à capacidade de absorção do planeta. De acordo com Marchi (2011), o descarte dos resíduos sólidos urbanos está presente nos constantes debates entre a iniciativa privada, os governos e a sociedade civil organizada. O gerenciamento dos resíduos sólidos tem sido motivo de preocupação entre os países desenvolvidos, sendo um dos objetivos da agenda 2030 a redução dos impactos ambientais, com atenção especial para a gestão desses resíduos.

Ainda de acordo com a autora, “a gestão ambiental se tornou uma importante ferramenta estratégica, consoante com os objetivos do modelo integrado, descentralizado e participativo, de gerir uma organização” (MARCHI, 2011, p. 10).

Nessa direção, o plano de gerenciamento de resíduos sólidos é um importante instrumento da gestão ambiental, com o objetivo de definir ações estratégicas para o correto manejo dos resíduos, a fim de reduzir a geração e o descarte, para que se diminuam os impactos negativos do setor da construção civil ao meio ambiente.

4.1 PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – PGRCC

A Lei 12.305/2010 define os instrumentos necessários para a correta gestão de resíduos sólidos, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais causados pela geração e disposição final inadequada dos rejeitos. Dentre os instrumentos especificados na política, destaca-se a elaboração dos planos de resíduos sólidos com a descrição das atividades para seu correto manejo.

Conforme a PNRS, são obrigatórias, para todos os municípios, a elaboração e a implantação do plano com as diretrizes para a gestão integrada dos resíduos gerados nos respectivos territórios, a fim de identificar os geradores a que estão

sujeitos os Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos – PGRS, definindo suas responsabilidades nesse gerenciamento.

As diretrizes desse marco regulatório apontam para as responsabilidades dos geradores e do poder público e definem gestão integrada como:

Conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões políticas, econômica, ambiental, cultural, e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010a, p. 2).

De acordo com a PNRS, todos os geradores estão sujeitos à elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos, mesmo aqueles que os geram caracterizados como não-perigosos, como os geradores de resíduos da construção civil, as microempresas e empresas de pequeno porte. A operacionalização integral desse plano de gerenciamento fica sob a responsabilidade de cada um.

Para Miranda, Ângulo e Careli (2009), o sucesso dos planos de gerenciamento de RCC em canteiros de obras depende da participação efetiva do poder público, por meio de legislação específica, pelas ações coercitivas e sócio-educativas, além da integração dos atores envolvidos no processo.

É importante salientar que a inexistência do plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos não isenta os geradores da elaboração do plano de gerenciamento de resíduos, conforme o estipulado no Art. 21, inciso IX, parágrafo 2º, da PNRS.

A lei, com o objetivo de orientar a elaboração dos PGRS, define gerenciamento de resíduos como:

Conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com o plano de gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010a).

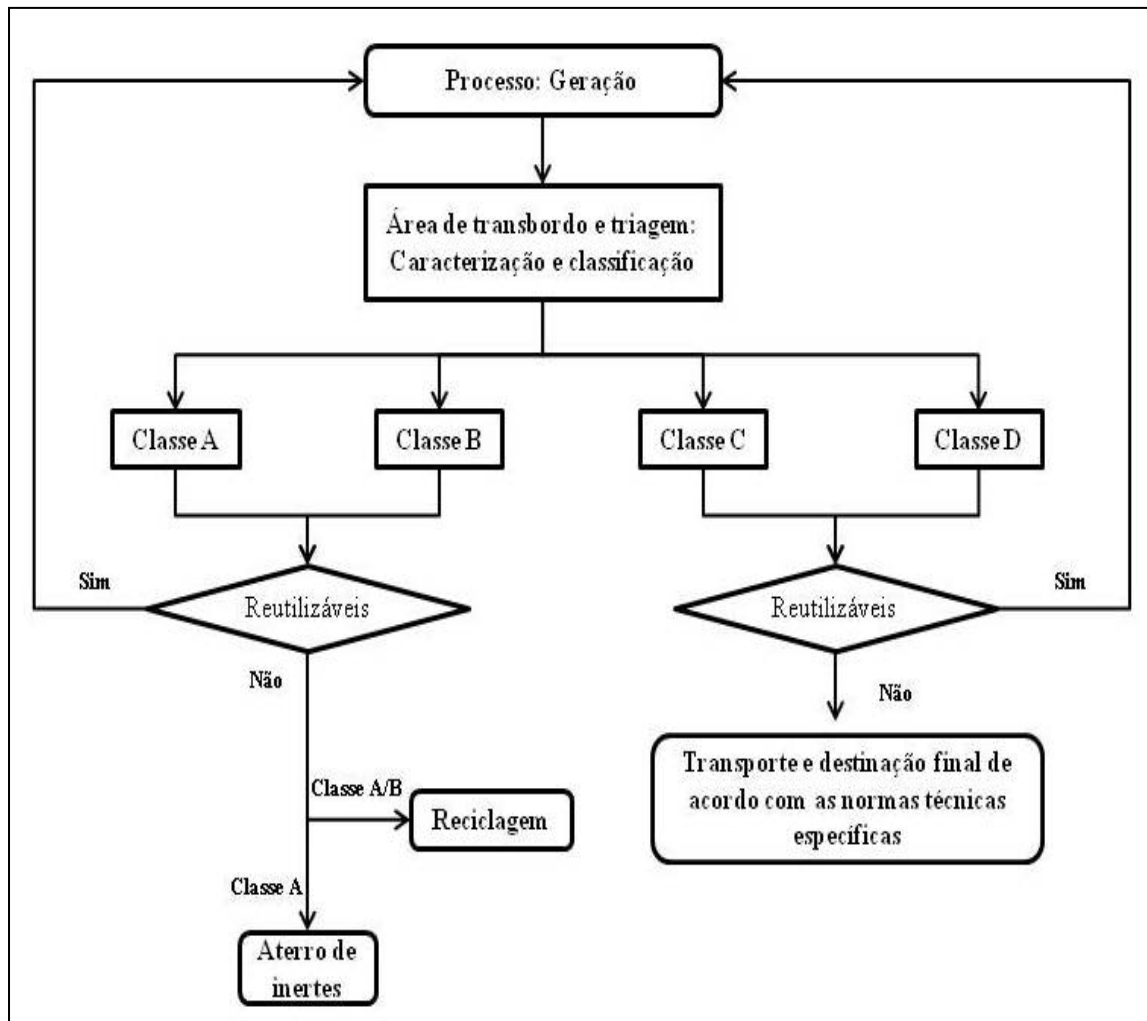
Fiore (2013) associa a gestão de resíduos sólidos às ações de planejamento, regulação, fomento, controle e aprimoramento e alerta para as etapas de geração, segregação e acondicionamento dos resíduos, anteriores à coleta, que

possibilitam sua reutilização e reciclagem, para reduzir o volume de rejeitos destinados aos aterros.

De acordo com a resolução do CONAMA 307/2002, os planos municipais de resíduos sólidos têm que contemplar a gestão de resíduos da construção civil, definindo as diretrizes técnicas para seu correto manejo e os procedimentos para o exercício da responsabilidade dos geradores. Essas diretrizes têm o objetivo de reduzir os impactos ambientais relacionados com a geração, além de tornarem obrigatória a elaboração, implementação, operacionalização e monitoramento dos Planos de Gerenciamentos de Resíduos da Construção Civil – PGRCC – por parte dos geradores. Aos pequenos geradores, fica facultada a elaboração de um modelo simplificado, a ser definido pelo poder público municipal (BRASIL, 2002).

A resolução visa disciplinar a gestão de resíduos sólidos da construção civil, define um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para seu correto manejo e prioriza a não-geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e destinação final ambientalmente adequada, proporcionando benefícios de ordem social, econômica e ambiental. A Figura 9 apresenta o fluxograma com as etapas do manejo de RCC estabelecidas na resolução 307/2002 do CONAMA.

Figura 9 - Fluxograma do manejo de resíduos sólidos da construção civil



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Luchezzi (2014, p.108), “a reutilização precisa estar inserida no planejamento da obra desde a fase do projeto”, como exemplo, cita a reutilização da madeira utilizada no escoramento das formas em outras etapas do processo ou em outros canteiros.

Para a Secretaria de Saneamento do Estado de São Paulo, o PGRCC “está baseado nos princípios da redução na geração, na maximização da reutilização e da reciclagem e na sua apropriada disposição” (SÃO PAULO, 2007).

Segundo o SEBRAE (2006), o PGRCC deve garantir que todos os resíduos serão manejados de acordo com a resolução do CONAMA 307/2002, desde a geração no canteiro de obra até a destinação final ambientalmente adequada.

As diretrizes da resolução do CONAMA para a gestão e o gerenciamento dos RCC definem o fluxo dos resíduos desde a geração até a destinação final ambientalmente adequada, envolvendo agentes públicos e privados, com o objetivo de fazer circular matéria, serviços e informações (FIORE, 2013).

De acordo com Pinto (2010), os principais geradores de resíduos da construção civil são:

- Executores de reforma, ampliações e demolições;
- Empresas de construções de obras novas, acima de 300m²;
- Empresas de construção de residências individuais. Inclue-se, nessa categoria, a autoconstrução.

Segundo Cardoso, Araújo e Degani (2006), os canteiros de obras de pequeno porte não têm merecido a devida atenção por parte dos gestores governamentais, das empresas, dos profissionais e dos acadêmicos, embora também causem impactos significativos à vizinhança e ao meio ambiente urbano, tais como: incômodos sonoros e visuais, poeira, contaminação do solo e da água, impacto no trânsito, erosões e assoreamentos do solo, consumo de recursos e geração de resíduos. O correto manejo dos RCC em obras de pequeno porte é importante para o alcance dos objetivos traçados no art. 7º da PNRS, visto que 59% desses resíduos são provenientes de eventos de reforma e demolições (PINTO, 1999).

O manejo adequado dos resíduos é baseado na entrada dos insumos no processo produtivo, *inputs*, na avaliação das condições dos recursos e nas saídas do sistema, *outputs*. O manejo preventivo é baseado na gestão dos resíduos sólidos, priorizando a sua reutilização e reciclagem, reduzindo os impactos ambientais negativos com o descarte dos RCC. A Figura 10 demonstra o processo de entrada e saída de insumos adotados em obras civis.

Figura 10 – *Input e Output* de insumos adotados em obras civis



Fonte: Elaborado pelo autor.

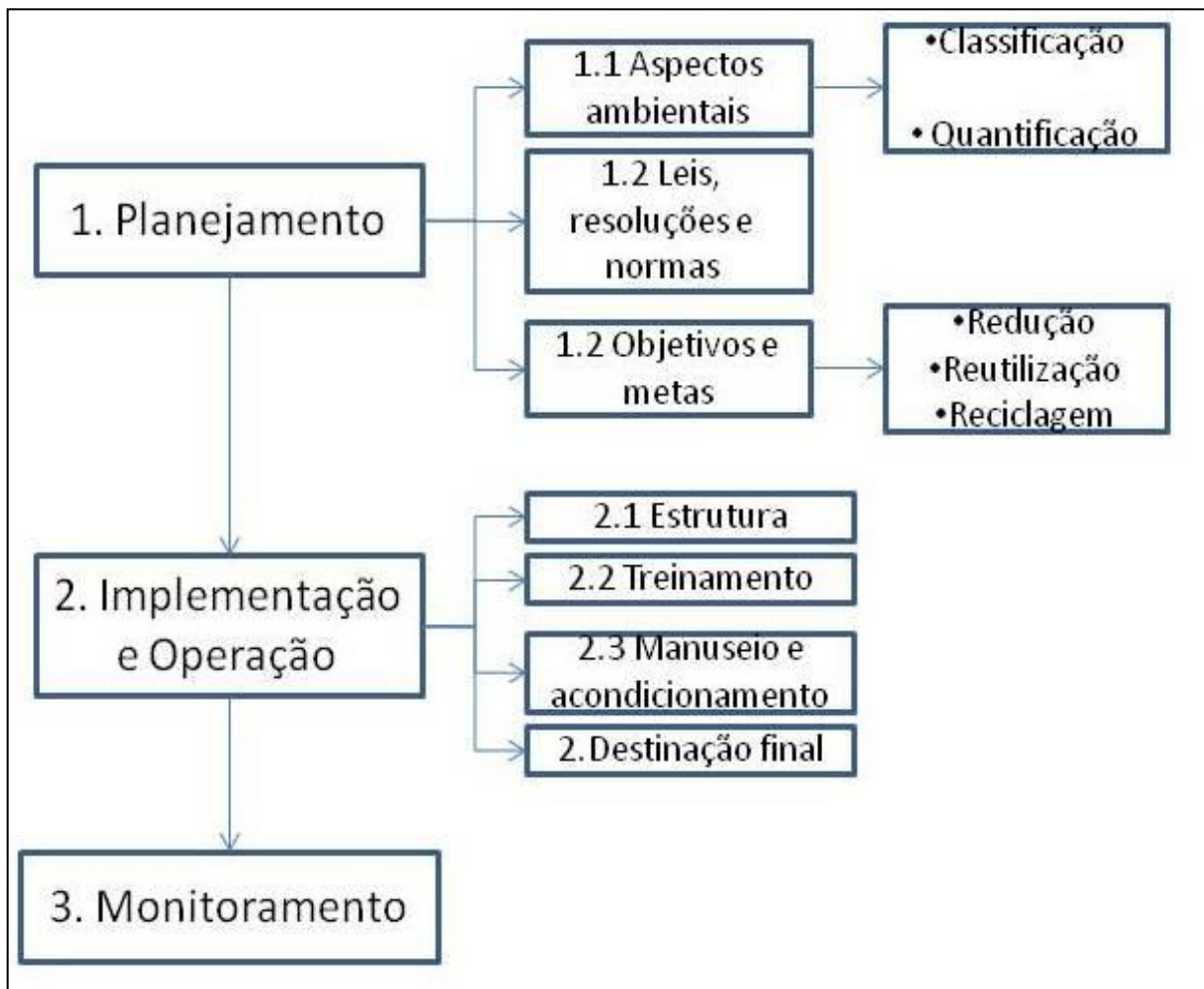
Para Novaes e Mourão (2008), o PGRCC fará a contabilidade dos insumos (entrada) com os resíduos gerados (saída), da seguinte forma: fluxo físico de entrada x fluxo físico de saída, sendo necessário o manejo adequado dos resíduos com o objetivo de redução do fluxo de saída.

O acompanhamento sistemático dos RCC implica na identificação, classificação, segregação e armazenamento, de modo a garantir que os resíduos permaneçam com as mesmas características (física e química) e evitar a sua contaminação e deterioração, para possibilitar a reintrodução no processo produtivo ou a reciclagem.

Para o correto manejo dos resíduos sólidos gerados nos canteiros de obras, são necessárias a elaboração e a implantação do plano de gerenciamento de RCC, de acordo com as diretrizes da resolução do CONAMA 307/2002.

O PGRCC é dividido em etapas, que vão desde o planejamento até o monitoramento e garantem que todos os resíduos sejam manejados adequadamente, minimizando os impactos ambientais provocados pela geração e disposição final. O Quadro 12 apresenta as etapas do PGRCC.

Quadro 12 - Etapas do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC



Fonte: Manual de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (SEBRAE, 2006). Adaptado pelo autor.

O planejamento do PGRCC consiste em definir os aspectos ambientais da atividade. No caso específico, o único aspecto ambiental a ser trabalhado é a geração de resíduos em canteiros de obras, sendo necessário determinar a estimativa de resíduos gerados e a sua classificação. Para Fernandez, Marchi e Souza (2016), aspectos ambientais são todos os elementos das atividades de produção de uma organização que podem interagir com o meio ambiente.

A composição dos resíduos gerados nas construções é heterogênea, com a participação de todos os materiais de construção utilizados no processo construtivo. O Quadro 13 elenca os principais RCC gerados no canteiro de obra, com suas classificações.

Quadro 13 - Tipos de resíduos da construção civil e classes

| RESÍDUOS | MATERIAL | CLASSE |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|
| Amianto | Amianto | D |
| Aparas de eletroduto | Plástico | B |
| Aparas de perfis de aço | Metal | B |
| Aparas de tubo de PVC | Plástico | B |
| Argamassa | Entulho | A |
| Compensado | Madeira | B |
| Concreto | Entulho | A |
| Demolição de alvenarias | Entulho | A |
| Embalagens de cimento | Papelão | B |
| Embalagens de papel e papelão | Papel | B |
| Embalagens de tinta e solvente | Metal | C |
| Forros | Madeira | B |
| Gesso e derivados | Gesso | B |
| Linha, caibros e ripas da cobertura | Madeira | B |
| Piso de granito | Entulho | A |
| Pisos cerâmicos | Entulho | A |
| Sobras de fiação | Metal | B |
| Sobras de perfis de alumínio | Metal | B |
| Solo | Entulho | A |
| Tábua | Madeira | B |
| Telha cerâmica e de concreto | Telhas | A |

| | | |
|--------------------------------|-----------------|---|
| Telha ondulada de fibrocimento | Telhas | A |
| Tijolos quebrados | Entulho | A |
| Tintas e solventes | Produto químico | D |

Fonte: Novaes e Mourão (2008).

Após a definição dos aspectos ambientais da atividade, ainda na etapa de planejamento, é necessário definir os instrumentos legais e normativos aos quais o PGRCC está subordinado e o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados.

O diagnóstico contém as etapas do processo construtivo que geram resíduos, quais são esses resíduos, a sua classificação e a estimativa de volume. Esses dados definem as metas e objetivos de redução, reutilização e reciclagem, de acordo com as diretrizes do CONAMA e da PNRS, e a estrutura necessária para implementação do PGRCC.

Importante salientar que todas as etapas do processo produtivo geram resíduos, que precisam ser manejados para um melhor aproveitamento no próprio canteiro, em outros canteiros ou encaminhados para a destinação ambientalmente adequada. De acordo com Yazigi (2011), o processo construtivo é dividido nas etapas apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Etapas do processo construtivo

| ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO | DESCRIÇÃO |
|------------------------------|---|
| 1. Instalação do canteiro | Marca o início da obra, agrupando todos os serviços necessários para o início efetivo da construção. Divide-se em: |
| 1.1. Limpeza | Nessa etapa, é realizada a supressão vegetal, retirada da matéria orgânica do terreno, deixando livre de interferências a área a ser trabalhada. |
| 1.2. Terraplanagem | Consiste na regularização do terreno de acordo com as cotas do projeto executivo, se necessário, serão realizados cortes e aterros. Essa etapa tem que ser bem planejada para o aproveitamento máximo do solo no próprio canteiro, evitando o descarte desnecessário. |
| 1.3. Montagem do barracão | Edificação provisória necessária para a instalação da administração da obra, refeitório, vestiário e almoxarifado. |
| 1.4. Gabarito | Estrutura provisória de madeira necessária para a locação, em relação aos limites do terreno, dos pontos de referências da edificação como sapatas, pilares e vigas. A locação é feita a partir dos projetos de fundação e locação. |

| | |
|---|---|
| 2. Fundação | São os serviços responsáveis pela sustentação da estrutura da edificação. Fazem parte dessa etapa a escavação, apiloamento, rebaixamento do lençol freático, contenção, cravação de estacas, alvenarias, vigas (baldrames, de alavancas e rigidez), muro de arrimo, impermeabilização, dentre outros. O tipo de fundação e de serviços necessários depende do solo, profundidade do lençol e carga da edificação. |
| 3. Estrutura | Etapa que compreende a construção de pilares, vigas, cintas, paredes estruturais, vergas, contra vergas, lajes e reservatório, com o objetivo de garantir a integridade física da edificação, conferindo estabilidade e capacidade de suportar todas as cargas que atuam na construção. A estrutura pode ser feita de concreto, aço e alvenaria estrutural, isoladamente ou com a combinação de dois ou mais elementos. São necessários, para a execução dos serviços, a fabricação de formas e armaduras de aço e o escoramento da estrutura provisória. |
| 4. Paredes e vedação | É a etapa de fechamento e levante das divisórias dos ambientes, paredes internas e externas, podendo ser executada com bloco cerâmico, bloco de cimento e gesso acartonado. O fechamento dos ambientes tem a função de isolamento térmico e acústico. |
| 5. Cobertura | Fase da obra que confere isolamento térmico e acústico a edificação, além de proteção a intempéries. O tipo de cobertura é definido no projeto, além da laje de concreto, que é executada com a estrutura, é comum projetar uma proteção de impermeabilização, que pode ser uma camada de impermeabilizante ou telhas. Para a execução dos telhados, é necessária a estrutura de madeira, se o construtor optar por impermeabilizar a laje de forro, é necessária uma camada de regularização e impermeabilização. Os resíduos produzidos dependem do tipo de projeto |
| 6. Instalações hidrossanitárias | As instalações hidrossanitárias são projetadas de acordo com as normas técnicas e legislação específica. Consiste na instalação de rede de dutos condutores de fluidos para abastecimento de água, rede de esgoto e rede de águas pluviais. |
| 7. Instalações elétricas e complementares | Assim como as instalações hidrossanitárias, as instalações elétricas e de redes complementares como: antena, internet e telefonia, têm que atender a norma e legislação específica. Nessa etapa, é feita a passagem de eletrodutos, calhas, mangueiras, fios e cabos. |
| 8. Acabamento e revestimento | Nessa etapa são executados todos os procedimentos para a proteção, impermeabilização e nivelamento das superfícies horizontais e verticais. O processo construtivo consiste na aplicação de chapisco, emboço, reboco, contra piso, além do assentamento de pisos, revestimentos cerâmicos e gesso. |
| 9. Esquadrias | As esquadrias são elementos de fechamento dos vãos da edificação, com a função de permitir a ventilação, iluminação e circulação de pessoas nos ambientes. A execução dessa etapa consiste na colocação de batentes, caixilhos, janelas e portas, que podem ser de diversos materiais como: madeira, alumínio, PVC ou ferro. |
| 10. Pintura | Complementa a etapa de revestimento. |
| 11. Aparelhos e metais sanitários | Consiste na instalação dos aparelhos e metais sanitários como bacia, cuba, lavatório, tanque de lavar roupa, chuveiro, reservatório de água, aquecedor, torneiras, dentre outros. |

| | |
|-------------|--|
| 12. Limpeza | Após a conclusão de todas as etapas do processo construtivo é chegado o momento da limpeza da obra para a entrega, com a retirada de todos os materiais e resíduos, bem como a desmobilização do canteiro de obra. |
|-------------|--|

Fonte: Yazigi (2011). Adaptado pelo autor.

O conhecimento prévio do fluxo de materiais, entrada de materiais e saída de resíduos, no canteiro de obra, é fundamental para o planejamento das ações estratégicas para a redução de rejeitos. O Quadro 15 apresenta o fluxo de entrada e saída de materiais, por etapa do processo produtivo, com a classificação dos resíduos.

Quadro 15 – Fluxo de entrada e saída de materiais

| ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO | INSUMOS | RESÍDUOS | CLASSE |
|------------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------|
| 1. Instalação do canteiro | | | |
| 1.1 Limpeza | | Matéria orgânica e resíduos de poda. | A |
| 1.2 Terraplanagem | | Solo e pedra. | A |
| 1.3 Montagem do barracão | Madeira | Madeira | B |
| | Cimento | Cimento | A |
| | Brita | Brita | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Fios e cabos | Fios e cabos | B |
| | Bloco cerâmico | Bloco cerâmico | A |
| | Telhas onduladas | Telhas onduladas | A |
| | Louças sanitárias | Papel | B |
| | Ferragens | Plástico | B |
| | | Argamassa | A |
| | | Concreto | A |
| 1.4 Gabarito | Madeira | Embalagem de cimento | B |
| | Madeira | Madeira | B |

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------------|---|
| 2. Fundação | Madeira | Madeira | B |
| | Cimento | Cimento | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Brita | Brita | A |
| | Aço | Aço | B |
| | Impermeabilizante | Impermeabilizante | D |
| | | Concreto | A |
| | | Embalagem de cimento | B |
| 3. Estrutura | Madeira | Madeira | A |
| | Cimento | Cimento | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Brita | Brita | A |
| | Aço | Aço | B |
| | | Concreto | A |
| | | Embalagem de cimento | B |
| 4. Paredes e vedação | Cimento | Cimento | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Bloco cerâmico | Bloco cerâmico | A |
| | Bloco de cimento | Bloco de cimento | A |
| | Gesso acartonado | Gesso acartonado | B |
| | | Argamassa | A |
| | | Embalagem de cimento | B |
| 5. Cobertura | Madeira | Madeira | A |
| | Telhas | Telhas | A |
| | Cimento | Cimento | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Impermeabilizante | Impermeabilizante | D |
| | | Embalagem de cimento | B |
| | | Embalagem de | C |

| | | | |
|--|-------------------------|----------------------------|---|
| | | impermeabilizante | |
| 6. Instalações hidrossanitárias | Tubo PVC | Tubo PVC | B |
| | Conexões PVC | Conexões PVC | B |
| | Adesivo | Adesivo | D |
| | | Embalagem adesivo | D |
| 7. Instalações elétricas e complementares. | Eletroduto PVC | Eletroduto PVC | B |
| | Conexões PVC | Conexões PVC | B |
| | Fios cabos | Fios cabos | B |
| | Adesivo | Adesivo | D |
| | | Embalagem de adesivo. | D |
| 8. Acabamento e revestimento | Cimento | Cimento | A |
| | Areia | Areia | A |
| | Argamassa pré-fabricada | Argamassa pré-fabricada | A |
| | Cerâmica | Cerâmica | A |
| | Gesso | Gesso | B |
| | | Embalagem cimento | B |
| | | Embalagem argamassa | B |
| | | Papel, papelão e plástico. | B |
| 9. Esquadrias | Vidro | Vidro | B |
| | Alumínio | Alumínio | B |
| | Madeira | Madeira | B |
| | | Papel, papelão e plástico. | B |
| 10. Pintura | Tinta | Tinta | D |
| | Solvente | Solvente | D |
| | Massa PVA ou Acrílica | Massa PVA ou Acrílica | D |
| | | Embalagens | B |
| 11. Aparelhos e metais sanitários | Aparelhos sanitários | | |
| | Metais sanitários | Papel, papelão e plástico. | B |

| | | | |
|-------------|---------------------|----------------------------|---|
| 12. Limpeza | Material de limpeza | Papel, papelão e plástico. | B |
| | Papel | Embalagens | B |

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Por outro lado, é importante, no planejamento do PGRCC, definir as opções para a destinação ambientalmente adequada, a fim de orientar o gestor para as etapas de segregação, armazenamento e transporte, maximizando as possibilidades de tratamento dos resíduos. O Quadro 16 apresenta os destinos ambientalmente adequados dos RCC.

Quadro 16 – Destinações finais para RCC

| RESÍDUO | CLASSE | DESTINO CORRETO | PROCESSO PREVISTO |
|---|---------------|---|---|
| Solo | A | Aterro de RCC | Usado para terraplanagem ou cobertura de aterros de classe I e II |
| Concreto, argamassa, elemento cerâmico. | A | Unidade de reciclagem de RCC – classe A | Trituração para uso como base e sub-base em obras de pavimentação, como material drenante em obras de saneamento, na fabricação de artefatos. |
| Asfalto | A | Usina de Pré-Misturado a Quente Unidade de reciclagem de resíduos asfálticos | Reciclagem e reutilização em revestimento asfáltico. |
| Madeira com contaminantes | B | Unidades com triturador de madeiras para a constituição de biomassa | Queima de biomassa em fornos de altas temperaturas, dotados de filtros com controle de emissão de gases. |
| Madeira sem contaminantes | B | Empresa de materiais de demolição, unidades de reciclagem | Reuso para reaproveitamento em obras ou na fabricação de móveis. |
| Pallet sem contaminantes | B | Indústrias de móveis, unidades de reciclagem | Fabricação de móveis, queima em fornos de olarias ou lavanderias. |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Papel, papelão, plástico, metais e vidro. | B | Unidades de reciclagem, cooperativas ou associações de catadores | Reciclagem. |
| Gesso | B | Unidade de reciclagem de gesso, indústria de fertilizantes, unidades de coprocessamento | Reciclagem ou fabricação de corretivo do solo |
| Embalagens de tinta | C | Logística reversa | Siderúrgicas |
| Tubos e conexões de PVC | B | Unidade de reciclagem | Disposição sobre controle monitoramento permanente. |
| Tintas, óleos, verniz, impermeabilizantes. | D | Aterro classe I | Disposição sobre controle monitoramento permanente. |
| Amianto | D | Aterro classe I | Disposição sobre controle monitoramento permanente. |

Fonte: Curitiba (2015).

Na etapa de implementação e operacionalização, é definida a estrutura necessária para o correto manejo dos resíduos no canteiro de obra, indicando e treinando o responsável por cada etapa do gerenciamento.

A operacionalização é dividida em:

- (i) Caracterização: nessa etapa, os resíduos são classificados e quantificados, o que possibilita o manejo adequado para cada classe de RCC.
- (ii) Segregação ou triagem: nessa etapa, os resíduos são separados por classe, para que se permita seu tratamento diferenciado a fim de evitar sua contaminação e maximizar as possibilidades de reutilização e reciclagem. Essa é a etapa mais importante do gerenciamento, porque a mistura dos resíduos compromete a qualidade do material e inviabiliza o seu reaproveitamento.

Para Luchezzi (2014), devido à má organização dentro das caçambas, a triagem evita o aumento do volume dos resíduos e reduz os custos de transporte, além de garantir que a fração de resíduos de classe A não seja contaminada, viabilizando a reciclagem.

- (iii) Acondicionamento: consiste no armazenamento temporário dos resíduos até o transporte e a destinação final. É de responsabilidade do gerador garantir as condições de reutilização e reciclagem dos resíduos até o destino final.
- (iv) Transporte: o gerador tem que garantir que os resíduos serão transportados conforme as normas específicas para cada destinação, conferindo condições de reutilização e reciclagem.

Para o transporte externo dos resíduos, o construtor deve contratar empresa especializada, cadastrada na prefeitura, e exigir do transportador o comprovante de descarte no local adequado.

- (v) Destinação final: algumas variáveis são importantes para definir a estratégia de destinação, como a classe dos resíduos, a quantidade, em que etapa do processo foram produzidos, disponibilidade de cooperativas de reciclagem na região e aterros disponíveis.

De acordo com a resolução do CONAMA 307/2002, alterada pela resolução 431/11, os resíduos devem ser destinados, após esgotadas todas as possibilidades de reutilização no canteiro de obra, da seguinte forma:

- classe A: são resíduos reutilizáveis e recicláveis em forma de agregados;
- classe B: resíduos reutilizáveis e recicláveis para outras destinações;
- classe C: são resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. Os resíduos devem ser acondicionados, armazenados, transportados e destinados de acordo com as normas técnicas específicas;
- classe D: deverão ser acondicionados, armazenados, transportados e destinados de acordo com as normas técnicas específicas.

A construção de uma edificação contém inúmeras atividades sequenciadas a serem executadas. Sugere-se que a construtora, após o levantamento dos resíduos gerados por atividade, elabore uma matriz que identifique as interfaces entre as etapas do processo de produção, como instrumento para o gerenciamento dos RCC no canteiro de obra, e auxilie no monitoramento das ações definidas no plano de

gerenciamento desses resíduos, para que se garanta o alcance das metas estipuladas.

4.2 MATRIZ DE INTERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

O desenvolvimento de uma matriz de interação que permita a visualização gráfica do fluxo de entrada de materiais e saída de resíduos nas etapas do processo construtivo e suas interações, possibilitando o reaproveitamento de materiais nas etapas subsequentes e a segregação por classe para posterior envio para a reciclagem, é fundamental para o correto manejo dos RCC em atendimento à Lei 12.305/2010, sendo o principal instrumento do PGRCC.

A matriz é uma tabela de dupla entrada: nas linhas, temos as etapas da obra; nas colunas, informações sobre os insumos utilizados em cada etapa, sobre os resíduos gerados com a sua classificação e sobre as possibilidades de tratamento. Assim, por ordem de prioridade, esses resíduos são encaminhados para a reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada.

A ferramenta é baseada em rede de interação, relação de causa e efeito, com a elaboração de um diagrama de fluxo de informações. Esse fluxo representa o movimento de materiais durante o processo construtivo, além das ações a serem adotadas para o reaproveitamento máximo dos materiais e a redução do volume de RCC destinado ao aterro. O Quadro 17 apresenta um modelo de matriz de interação.

Quadro 17 – Exemplo de matriz de interação

| ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO | INSUMOS | RESÍDUOS | CLASSE | REAPROVEITAMENTO EM OUTRA ETAPA DA OBRA | REAPROVEITAMENTO EM OUTRO CANTEIRO | DESTINAÇÃO FINAL |
|------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------|---|------------------------------------|------------------|
| 1 Instalação do canteiro | | | | | | |
| 1.1 Limpeza | | Matéria orgânica e resíduos de poda | A | | | Aterro de inerte |
| 1.2 Terraplanagem | | Solo e pedra | A | | X | Aterro de inerte |
| 1.3 Montagem do barracão | Madeira | Madeira | B | X | | |
| | Cimento | Cimento | A | X | | |
| | Brita | Brita | A | X | | |
| | Areia | Areia | A | X | | |
| | Fios e cabos | Fios e cabos | B | X | | |
| | Bloco cerâmico | Bloco cerâmico | A | X | | Aterro de inerte |
| | Telhas onduladas | Telhas onduladas | A | X | | Aterro de inerte |
| | Louças sanitárias | Papel | B | | | Cooperativas |
| | Ferragens | Plástico | B | | | Cooperativas |
| | | Argamassa | A | | | Aterro de inerte |
| | | Concreto | A | | | Aterro de inerte |
| 1.4 Gabarito | | Embalagem de cimento | B | | | Cooperativas |
| | Madeira | Madeira | B | X | | Cooperativas |
| 2 Fundação | Madeira | Madeira | B | X | | Cooperativas |
| | Cimento | Cimento | A | X | | |
| | Areia | Areia | A | X | | |
| | Brita | Brita | A | X | | |
| | Aço | Aço | B | X | | Cooperativas |
| | Impermeabilizante | Impermeabilizante | D | X | | |
| | | Concreto | A | | | Aterro |
| 3 Estrutura | | Embalagem de cimento | B | | | Cooperativas |
| | Madeira | Madeira | A | X | | Cooperativas |
| | Cimento | Cimento | A | X | | |
| | Areia | Areia | A | X | | |

| | | | | | | | |
|---|-------------------------|--------------------------------|----------------------|---|---|--------------|------------------------------|
| | Brita | Brita | A | X | X | | |
| | Aço | Aço | B | | X | Cooperativas | |
| | | Concreto | A | | | Aterro | |
| | | Embalagem de cimento | B | | | Cooperativas | |
| 4 Paredes e vedação | Cimento | Cimento | A | X | | | |
| | Areia | Areia | A | X | | | |
| | Bloco cerâmico | Bloco cerâmico | A | | X | Aterro | |
| | Bloco de cimento | Bloco de cimento | A | | X | Aterro | |
| | Gesso acartonado | Gesso acartonado | B | | X | Cooperativas | |
| | | Argamassa | A | | | Aterro | |
| | | Embalagem de cimento | B | | | Cooperativas | |
| 5 Cobertura | Madeira | Madeira | A | | X | Cooperativas | |
| | Telhas | Telhas | A | | X | Aterro | |
| | Cimento | Cimento | A | | X | | |
| | Areia | Areia | A | | X | | |
| | Impermeabilizante | Impermeabilizante | D | | X | | |
| | | | Embalagem de cimento | B | | | Cooperativas |
| | | Embalagem de impermeabilizante | C | | | | |
| 6 Instalações hidrossanitárias | Tubo PVC | Tubo PVC | B | | X | Cooperativas | |
| | Conexões PVC | Conexões PVC | B | | X | Cooperativas | |
| | Adesivo | Adesivo | D | | X | | |
| | | | Embalagem adesivo | D | | | Coleta de resíduos perigosos |
| 7 Instalações elétrica e complementares | Eletroduto PVC | Eletroduto PVC | B | | X | Cooperativas | |
| | Conexões PVC | Conexões PVC | B | | X | Cooperativas | |
| | Fios cabos | Fios cabos | B | | X | Cooperativas | |
| | Adesivo | Adesivo | D | | X | | |
| | | | Embalagem de adesivo | D | | | Coleta de resíduos perigosos |
| 8 Acabamento e revestimento | Cimento | Cimento | A | X | | | |
| | Areia | Areia | A | X | | | |
| | Argamassa pré-fabricada | Argamassa pré-fabricada | A | X | | Aterro | |
| | Cerâmica | Cerâmica | A | | X | Aterro | |
| | Gesso | Gesso | B | | X | Cooperativas | |
| | | | Embalagem cimento | B | | | Cooperativas |
| | | | Embalagem argamassa | B | | | Cooperativas |
| | | Papel, papelão e plástico | B | | | Cooperativas | |
| 9 Esquadrias | Vidro | Vidro | B | | | Cooperativas | |
| | Alumínio | Alumínio | B | | | Cooperativas | |
| | Madeira | Madeira | B | | | Cooperativas | |

| | | | | | | |
|----------------------------------|-----------------------|---------------------------|---|--|---|--------------|
| | | Papel, papelão e plástico | B | | | Cooperativas |
| 10 Pintura | Tinta | Tinta | D | | X | |
| | Solvente | Solvente | D | | X | |
| | Massa PVA ou Acrílica | Massa PVA ou Acrílica | D | | X | |
| | | Embalagens | B | | | Cooperativas |
| 11 Aparelhos e metais sanitários | Aparelhos sanitários | Papel, papelão e plástico | B | | | Cooperativas |
| | Metais sanitários | | | | | |
| 12 Limpeza | Material de limpeza | Papel, papelão e plástico | B | | | Cooperativas |
| | Papel | Embalagens | B | | | |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A importância do acompanhamento sistemático do fluxo de resíduos no canteiro de obra, durante o processo construtivo, provém da necessidade de implantar ações preventivas e corretivas com os objetivos de reduzir o volume de resíduos gerados no processo e possibilitar, através do correto manejo, sua reutilização e reciclagem.

Importante salientar que o custo de produção da usina de reciclagem depende da qualidade dos resíduos. Sua gestão, em canteiros de obras, com a segregação na origem, reduz a quantidade de mão de obra na usina, aumenta a qualidade dos agregados e evita a contaminação dos resíduos de classe A por outros resíduos, como gesso, matéria orgânica, solo, dentre outros (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

O desenvolvimento de instrumentos que auxiliem a gestão da obra no gerenciamento dos RCC proporciona o correto manejo dos resíduos no canteiro, a capacitação das equipes responsáveis pela execução do projeto, o aumento no volume de resíduos reutilizados e reciclados, a diminuição no volume de rejeitos, a redução de custos com materiais e transporte de rejeitos e o efetivo envolvimento dos atores responsáveis pela geração e gestão desses resíduos.

De acordo com Novaes e Mourão (2008), o correto manejo dos resíduos no canteiro contribui para uma melhor organização da obra e gera ganhos de produtividade e financeiro, considerando que:

- O canteiro fica mais organizado e limpo;
- A triagem evita a contaminação dos insumos com os resíduos;

- Maximiza as possibilidades de reutilização e reciclagem;
- Melhora os controles sobre os resíduos, possibilitando a identificação de focos de desperdício.

De acordo com Montgomery (1995 apud KLING, 2005, p. 32), as abordagens de manejo se baseiam, primariamente, em medidas legais e legislações punitivas. O sucesso da implantação de uma nova cultura na gestão de RCC em canteiros de obras, com a utilização de um instrumento gráfico, interativo e de fácil manuseio, depende da definição do manejo apropriado de entradas e saídas de materiais.

Nesse contexto, faz-se necessária a adoção de tecnologias de gestão integrada de resíduos sólidos, com medidas preventivas, sob o ponto de vista da produção mais limpa, que reduza o volume de RCC encaminhados para a disposição final ambientalmente adequada.

Por fim, o monitoramento deverá ser executado através de indicadores relacionados aos resíduos. Isso é fundamental para a avaliação de desempenho da empresa e para a determinação dos ganhos financeiros e ambientais.

5 METODOLOGIA

A metodologia da pesquisa se encontra relacionada ao valor prático ou pragmático da realidade, ou seja, é uma pesquisa aplicada, já que os conhecimentos obtidos serão utilizados para contribuir para solucionar ações concretas.

Para Marques Neto (2005), a metodologia é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa científica. A definição dos métodos e técnicas a serem empregados é garantia da confiabilidade e sucesso do experimento.

5.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa teve abordagens, quanto ao objeto e fontes investigadas, teórica e de campo, visando o alcance dos objetivos geral e específicos. Durante este trabalho, foram desenvolvidos estudos sobre o gerenciamento dos resíduos da construção civil e aplicação de um formulário com os gestores de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequeno portes, sobre o manejo dos RCC nos canteiros de obras, de acordo com a legislação em vigor.

5.1.1 Classificação da pesquisa

5.1.1.1 Quanto à abordagem

A pesquisa é de natureza qualitativa, que busca o detalhamento aprofundado do objeto de estudo proposto, voltado para uma realidade concreta pouco explorada. Seu objetivo é de analisar o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de reforma, de micro e de pequeno portes. Contudo, alguns dados quantitativos foram coletados em campo, para facilitar a análise qualitativa das informações.

Segundo Gressler (2004), na pesquisa qualitativa, busca-se descrever detalhadamente o problema, sem a utilização de variáveis e estudos experimentais.

A preocupação do pesquisador, ao adotar essa abordagem, é com a apresentação da realidade em sua essência, sem o propósito de agregar informações substanciais.

5.1.1.2 Quanto à natureza da pesquisa

A pesquisa é de natureza aplicada, que objetiva gerar conhecimento dirigidos à solução de problemas no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil, com o desenvolvimento de um aplicativo para auxiliar no manejo dos resíduos em canteiros de obras.

De acordo com Vilaça (2010), a pesquisa aplicada é motivada pela necessidade de produzir conhecimento com o objetivo de solucionar problemas concretos. Ela coleta dados de formas diversas, tais como pesquisa de laboratório, pesquisa de campo, entrevista, formulário, questionários, formulários e análise de documentos.

5.1.1.3 Quanto aos objetivos

Nesse contexto, a pesquisa está fundamentada em dois grupos: descritivo e exploratório.

O descritivo tem como principal objetivo o delineamento ou a análise das características de um fenômeno. Utiliza métodos formais, como controle estatístico, com a finalidade de testar as hipóteses. As técnicas mais utilizadas para a coleta de dados são entrevista, questionário e formulário (MARCONI; LAKATOS, 2011).

Para Gil (2002), a pesquisa descritiva tem como principais objetivos a descrição das características de determinada população ou fenômeno e o estabelecimento de relações entre as variáveis, que utiliza técnicas de coleta de dados como entrevista, questionário e formulários.

De acordo com Piovesan e Temporini (1995), a pesquisa exploratória tem como principal característica a formulação da pergunta, feita no início da pesquisa,

como única abordagem metodológica. Os estudos exploratórios têm como objetivo descrever detalhadamente o fenômeno.

Para Andrade (2002), as principais finalidades da pesquisa exploratória são:

- Proporcionar maiores informações sobre o objeto da pesquisa;
- Facilitar a delimitação do tema;
- Orientar a fixação dos objetivos e a formulação das hipóteses; e
- Encontrar um novo tipo de enfoque para o assunto.

5.1.2 Etapas da Pesquisa

5.1.2.1 Pesquisa bibliográfica

Nessa parte da pesquisa, foi feito o levantamento da literatura científica através de periódicos, artigos científicos e teses de mestrado e doutorado, sobre o estado da arte no Brasil no manejo de resíduos sólidos da construção civil.

5.1.2.2 Pesquisa documental

Nessa etapa, ocorreu a pesquisa em fontes primárias: leis, normas e planos municipal, estadual e federal.

A pesquisa documental é muito próxima da pesquisa bibliográfica. O elemento diferenciador está na natureza das fontes: a pesquisa bibliográfica remete para as contribuições de diferentes autores sobre o tema, atentando para as fontes secundárias, enquanto a pesquisa documental recorre a materiais que ainda não receberam tratamento analítico, ou seja, as fontes primárias (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009, p. 6).

5.1.2.3 Pesquisa de campo

Para a coleta dos dados, foi aplicado um formulário, junto aos gestores de empresas da construção civil especializadas em obras de reforma, de micro e de

pequeno portes, com atuação nos municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Camaçari, sobre o gerenciamento dos RCC nos canteiros dessas obras, de acordo com a legislação em vigor.

O formulário é um instrumento de coleta de dados, com o objetivo de coletar informações diretamente do entrevistado, através de perguntas cujo preenchimento é feito pelo entrevistador.

Segundo Marconi e Lakatos (2011), uma das principais vantagens do formulário é o preenchimento na presença do entrevistador, que pode apresentar a pesquisa, seus objetivos e orientar o seu preenchimento, esclarecendo dúvidas de perguntas que não estejam muito claras.

Conforme Fachin (2005), na aplicação do formulário, é necessário o contato pessoal do entrevistador com o entrevistado, face a face. O entrevistador, antes de manter o contato com o entrevistado, tem que estar bem preparado, sendo sua função questionar e anotar as respostas obtidas.

Para a execução da pesquisa de campo, foram selecionados, através de amostra aleatória simples, gestores de empresas especializadas em reformas e obras de micro e de pequeno portes, com atuação nos municípios de Salvador, Lauro de Freitas e Camaçari.

A delimitação da amostra, junto às empresas especializadas em reforma, micro e pequenas obras, justifica-se por serem eventos com participação expressiva na geração de RCC. Segundo pesquisa de Pinto (1999), 50% dos RCC vêm de reformas e pequenas obras de construção, o que impacta negativamente o meio ambiente urbano, pois, diante do desaparecimento dos municípios, a fiscalização fica concentrada em obras de médio e grande portes, por terem maior visibilidade.

5.1.2.4 Tratamento e análise dos dados

Os dados levantados foram registrados em planilha Excel, para análise dos procedimentos adotados, relacionando-os com a literatura científica, no intuito de desenvolver uma matriz de interação do fluxo processual em obras de reforma, de micro e de pequeno portes.

Os indicadores para a análise dos dados são os referentes à obrigatoriedade de coleta, transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos e disposição final dos rejeitos provenientes dos geradores. Além disso, há os procedimentos de não-geração e utilização de novas tecnologias inseridas na Política Nacional de Resíduos Sólidos e nas normas estaduais e municipais, relativas ao gerenciamento integrado dos RSU.

Nas questões objetivas, o tratamento dos dados se dá de forma quantitativa, com a aplicação de técnicas estatísticas simples, determinando a proporção da frequência de uma resposta em função da frequência total, expressa na forma percentual. Então, evidenciam-se os dados mais significativos, com o objetivo de dar forma numérica às características qualitativas analisadas.

Para Marconi e Lakatos (2011), o cálculo percentual ajuda na comunicação dos dados, devido à forma simplificada de apresentação da frequência. Se os dados significativos não forem evidenciados, isso pode conduzir a interpretações erradas.

Nas questões subjetivas, o tratamento aconteceu de forma qualitativa para a interpretação das informações coletadas, que teve, por base, os instrumentos legais e normativos do referencial teórico da pesquisa.

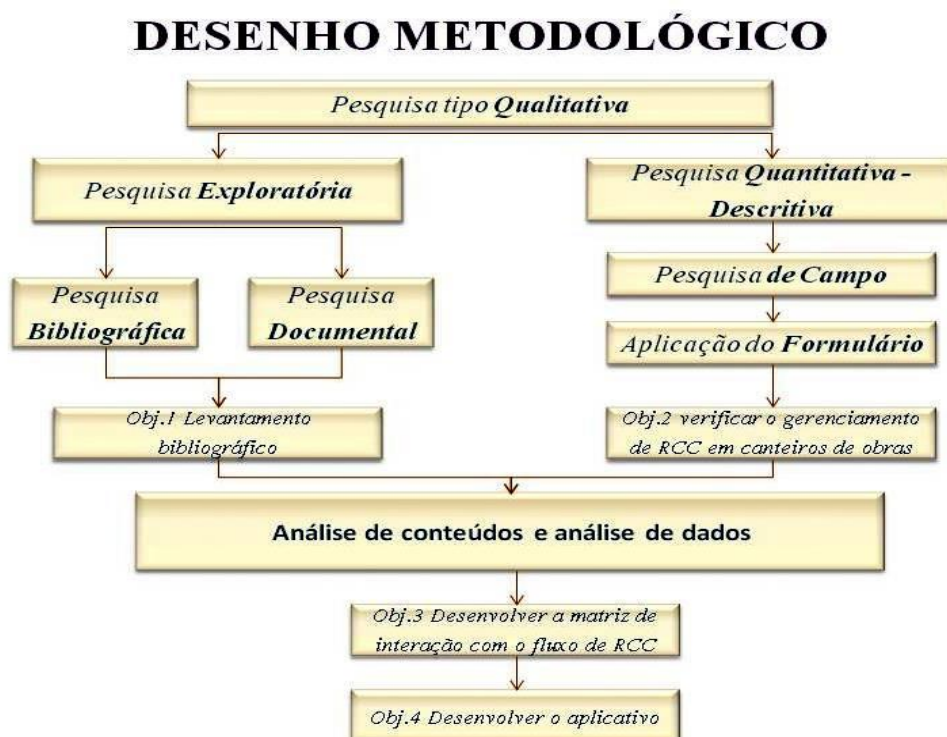
5.1.2.5 Desenvolvimento do aplicativo

Foi desenvolvido um aplicativo computacional, com a participação do aluno Murilo Araujo, do curso de Bacharelado em Informática, da Universidade Católica do Salvador. Sua finalidade é o acompanhamento do fluxo de resíduos em canteiros de obras de reforma, de micro e de pequeno portes, a ser utilizado como ferramenta no gerenciamento de RCC, com o objetivo de auxiliar a gestão ambiental no canteiro de obra e diminuir os rejeitos e o descarte irregular desses resíduos.

5.1.3 Desenho metodológico

Na Figura 11, é apresentado o desenho metodológico da pesquisa com as técnicas utilizadas para o alcance dos objetivos.

Figura 11 - Desenho metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

5.1.4 Variáveis e Indicadores

No Quadro 18, identificamos as variáveis e os indicadores utilizados como base para a entrevista e análise dos dados coletados.

Quadro 18 - Variáveis e indicadores

| Variável | Definição | Indicador |
|---------------|---|--|
| Porte da Obra | O empreendimento pode ser classificado pelo seu porte quanto à área construída, podendo ser de micro, pequeno, médio, grande ou | Foi utilizada, como parâmetros para definir o porte do empreendimento quanto à área construída, a classificação do Conselho Estadual |

| | | |
|--|--|--|
| | excepcional portes. | do Meio Ambiente – COEMA, do estado do Ceará, Resolução 04/2012, anexo II. |
| Manejo de Resíduos da Construção Civil | Verificar, através da aplicação de um formulário, a aplicação das diretrizes para o correto manejo de RCC da resolução do CONAMA 307/2002, da PNRS e da Lei 12.305/2010. | Os parâmetros utilizados foram a existência do PGRCC da obra e a utilização das ferramentas para o correto manejo dos RCC no canteiro de obra. |

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA do estado do Ceará, Resolução 04/2012, anexo II, classifica os empreendimentos em relação à área construída, conforme a Tabela 22.

Tabela 22 - Classificação geral do porte dos empreendimentos

| Classificação | Área Total construída (m ²) |
|---------------|---|
| Micro | ≤ 250 |
| Pequeno | 251 até 1000 |
| Médio | 1001 até 5.000 |
| Grande | 5.000 até 10.000 |
| Excepcional | > 10.000 |

Fonte: Resolução COEMA 04/0212 (CEARÁ, 2012).

6 RESULTADOS DA PESQUISA DE CAMPO

Neste capítulo, são apresentadas as análises descritivas dos resultados da pesquisa de campo, coletados através da aplicação de formulário (Apêndice B), com gestores de empresas especializadas em reforma e construção de micro e de pequenas obras, comparados com os indicadores estabelecidos na metodologia.

Os principais marcos regulatórios para a correta gestão dos resíduos sólidos da construção civil são a resolução do CONAMA 307/2002 e, posteriormente, a Lei 12.305/2010. O primeiro estabeleceu diretrizes, objetivos e critérios para a correta gestão dos resíduos da construção civil; o segundo instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, obrigando as empresas de construção civil a elaborarem e implantarem os planos de gerenciamento de RCC, através de seu Art. 20, inciso III, como parte do processo de licenciamento do empreendimento.

6.1 PERFIL DA AMOSTRA

a) Análise descritiva referente à profissão dos entrevistados

A distribuição da amostra quanto à profissão dos entrevistados foi de 75% de engenheiros e 25% de arquitetos. Todos os engenheiros entrevistados são gestores de empresas de micro e pequeno portes especializadas em execução de reformas e obras de pequeno porte; os arquitetos trabalham com projetos e execução de obras e reforma.

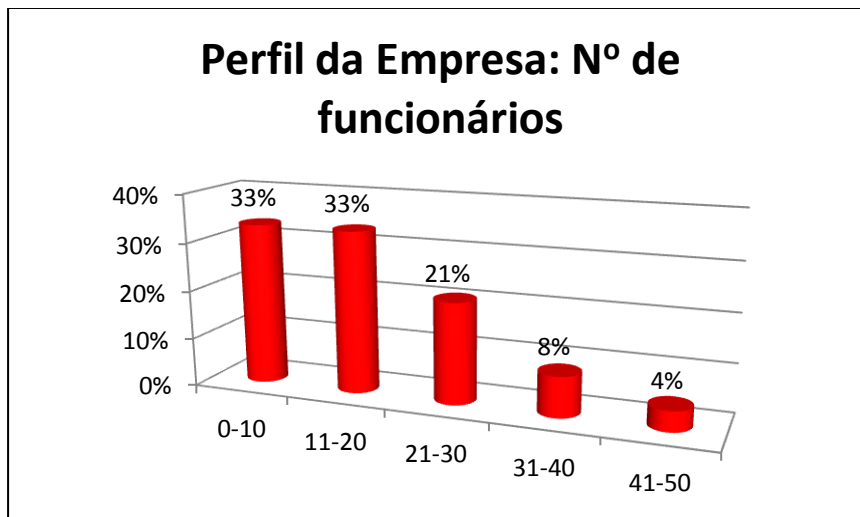
b) Análise descritiva referente ao sexo dos entrevistados

Apesar dos avanços das mulheres no mercado de trabalho, os dados demonstram que o setor da construção civil ainda é predominantemente masculino, com 96% dos entrevistados.

c) Análise descritiva referente ao porte da empresa

A figura 12 apresenta os dados referente ao porte da empresa quanto ao número de funcionários.

Figura 12 – Porte da empresa em relação à quantidade de funcionários



Fonte: Elaborada pelo autor.

De acordo com os dados apresentados, a amostra é composta por empresas de micro e pequeno portes, segundo a classificação do SEBRAE, com predominância de empresas de microporte, até 20 funcionários.

Conforme descrito na metodologia, o objetivo principal da pesquisa foi analisar o manejo de resíduos sólidos da construção civil em canteiros de obras de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequeno portes. Esses dois últimos tipos de empresas representam 98% das que trabalham, no país, com construção civil (MTPS, 2015).

6.2 ANÁLISE DAS PERGUNTAS DO FORMULÁRIO

Os dados analisados são fruto da aplicação de um formulário com 11 questões objetivas e subjetivas, que pretende verificar o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em obras de reforma, de micro e de pequeno portes, de

acordo com a Resolução do CONAMA 307/2002 e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12.305/2010.

As duas primeiras perguntas são relativas ao conhecimento dos entrevistados dos instrumentos legais e normativos utilizados como indicadores.

Pergunta 1: Você conhece a resolução do CONAMA 307/2002?

Resposta: Sim = 21%; Não = 79%.

Pergunta 2: Você conhece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010?

Resposta: Sim = 17%; Não = 83%.

Com o objetivo de resolver problemas ambientais e urbanos, provocados pelos impactos ambientais negativos gerados pelo descarte dos resíduos da construção civil, foi publicada, em 2002, a resolução do CONAMA 307, com as diretrizes, critérios e procedimentos para o correto manejo de resíduos sólidos. Essa resolução atribuiu, à empresa de construção civil, denominada geradora, a obrigatoriedade da execução e implantação do plano de gerenciamento dos resíduos. A partir dela, cada empresa ficou responsável pela caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada.

Em 2010, foi promulgada a Lei 12.305, que instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, dispondo sobre os princípios, objetivos e instrumentos para a gestão integrada desses resíduos, além de definir as responsabilidades dos atores envolvidos na sua gestão e no seu gerenciamento. Ao seu cumprimento, estão sujeitas as pessoas físicas e jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis pela geração de resíduos. Apesar da promulgação da PNRS, a resolução do CONAMA permanece válida.

Dos gestores entrevistados, 79% afirmam desconhecer a resolução do CONAMA e 83%, a Lei 12.305. Cenário preocupante, tendo em vista que o conhecimento, por parte dos geradores, das ações necessárias para o correto manejo dos RCC, definidas nas diretrizes dos instrumentos citados, é fundamental para a implantação do gerenciamento desses resíduos nos canteiros de obras.

Como as obras de pequeno porte e de reforma contribuem com a maior fração de RCC gerados, é fundamental a participação desses geradores na gestão integrada de resíduos sólidos para o alcance dos objetivos definidos na Lei. O correto manejo dos RCC é imprescindível para a redução dos impactos ambientais negativos provocados pelo seu descarte, tais como instabilidade de maciços, deslizamentos, contaminação do solo e dos recursos hídricos, obstrução dos corpos d'água, obstrução de vias, inundações e proliferação de vetores de doenças.

O elevado percentual de entrevistados que responderam não conhecer a resolução do CONAMA e a PNRS demonstra a falta de informação de parte do setor produtivo da construção civil, o que dificulta a implantação de um programa eficiente de gestão ambiental.

As questões 3 e 3.1 são referentes à execução e implantação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil – PGRCC, instrumento obrigatório definido na Resolução do CONAMA, incorporado na Lei 12.305/2010.

Pergunta 3: Para o licenciamento das suas obras, você elabora o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil?

Resposta: Sim = 25%; Não = 75%.

Pergunta 3.1: Se sim, você implanta o PGRCC no canteiro de obra?

Resposta: Sim = 17%; Não = 83%.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010, no Art. 10, incube aos municípios a gestão integrada desses resíduos, responsabilizando o gerador pelo seu gerenciamento. No Art. 14, a lei classifica os planos de resíduos sólidos em (i) nacional; (ii) estadual; (iii) microregionais e os de regiões metropolitanas ou aglomerações urbanas; (iv) intermunicipais; (v) municipais de gestão integrada; e (vi) os de gerenciamento.

As empresas de construção civil estão sujeitas à elaboração do plano de gerenciamento, (como consta no Art. 20, Inciso III), mesmo que não exista o plano de gestão integrada do município onde o empreendimento está localizado (Art. 21, §2º).

Em toda atividade construtiva, existe um fluxo físico de materiais, com entradas de insumo e saída de resíduos. O PGRCC define as ações estratégicas para o correto manejo de resíduos, com o objetivo principal de reduzir o volume de saída de materiais. Ele prioriza a não-geração, a reutilização, a reciclagem e, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento, a disposição final ambientalmente adequada, de acordo com diretrizes da resolução do CONAMA 307/2002.

De acordo com Miranda, Ângulo e Careli (2009), o gerenciamento adequado dos resíduos da construção em canteiros de obras é fator essencial para garantir as condições para sua reutilização e reciclagem. Isso possibilita, aos geradores, economia no transporte e manuseio dos resíduos; cumprimento dos dispositivos legais, que reduz a possibilidade de autuação; melhoria da imagem institucional da empresa; melhor organização do canteiro; redução de acidentes do trabalho; e a contribuição para a qualificação dos operários.

De acordo com as respostas das perguntas 3 e 3.1, 25% dos entrevistados elaboram o PGRCC. Desse percentual, uma fração de 17% diz implantar esse plano no canteiro de obra, o que equivale a 4% do total dos entrevistados.

Os geradores são responsáveis pelos passivos ambientais causados pela ineficiência ou ausência da operacionalização dos PGRCC. Eles ficam impossibilitados de transferir a responsabilidade legal às empresas contratadas para a execução da coleta, transporte e destinação final.

Pelo exposto, o município e o gerador estão sujeitos à fiscalização do Ministério Público por não atender aos dispositivos legais previstos na Lei 12.305/2010.

De acordo com Art. 8º da resolução do CONAMA 307/2002, temos:

Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil serão elaborados e implementados pelos geradores e terão como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequada dos resíduos (BRASIL, 2002, p. 4).

As questões, de 4 a 9, objetivam verificar a execução dos procedimentos do PGRCC, definidos na resolução do CONAMA, nos canteiros de obras administrados pelos gestores.

Pergunta 4: Você conhece a classificação dos resíduos da construção civil?

Resposta: Sim = 33%; Não = 67%.

A classificação dos resíduos da construção civil é definida pela resolução do CONAMA 307/2002, incorporada na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010. Ela é fundamental para a caracterização dos resíduos no canteiro de obra, o que possibilita sua correta segregação. Da amostra pesquisada, 67% não conhecem a classificação dos resíduos da construção civil, impossibilitando qualquer alternativa de tratamento, exceto a destinação final ambientalmente adequada.

Pergunta 5: Existe a preocupação com a reutilização dos RCC no canteiro de obra?

Resposta: Sim = 79%; Não = 21%.

A reutilização é um dos objetivos prioritários da resolução do CONAMA e da PNRS. Ela é a opção de tratamento de resíduos com o menor custo financeiro e ambiental, além de impactar diretamente nos custos da obra. Isso motiva 79% dos entrevistados na adoção de medidas que visem ao reaproveitamento desses resíduos no próprio canteiro. Depois da não-geração, é o objetivo mais importante do PGRCC.

Apesar do interesse dos gestores entrevistados de adotarem um plano de reutilização no canteiro de obras, o desconhecimento da classificação impossibilita o aproveitamento máximo dos resíduos gerados, o que provoca perdas, no processo produtivo, por falta da correta segregação na origem.

Pergunta 6: Existe triagem no canteiro de obra?

Resposta: Sim = 63%; Não = 37%.

Pergunta 6.1: Se sim, como é feita a triagem no canteiro de obra?

Resposta: Separam os resíduos a serem reutilizados dos que vão ser descartados, sem nenhuma preocupação com a segregação dos resíduos por classe, misturando-os todos = 93%; Separam os resíduos por classe = 7%.

Na sexta pergunta 63% dos entrevistados afirmam fazer a triagem dos resíduos no canteiro de obra. Comparando com a resposta da pergunta 6.1, na qual 93% dos entrevistados que responderam positivamente a questão 6 (correspondente a 34% do amostra) afirmam que os resíduos que não são reaproveitados no canteiro de obra são depositados misturados à espera da transporte para a destinação final. Então, podemos concluir que 97% da amostra não faz triagem na origem.

De acordo com a resolução do CONAMA, no Art. 9º, inciso II, a triagem deverá ser realizada pelo gerador, na origem ou em áreas licenciadas para essa finalidade, respeitando as classes dos resíduos estabelecidas na resolução.

A correta triagem dos resíduos, na origem, evita o aumento do volume dos RCC por empolamento e a contaminação dos resíduos, além de acarretar a redução dos custos de transporte dos rejeitos e possibilitar a reciclagem e a reutilização.

Para Luchezzi (2014), a correta triagem nos canteiros evita a contaminação dos resíduos, reduz os custos de produção nas usinas de reciclagem, viabilizando a sua operação.

A Norma da ABNT 15.114, que trata das diretrizes para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem, estabelece condições para o recebimento dos resíduos na área de reciclagem.

Somente podem ser aceitos na área de reciclagem os resíduos da construção civil classe A.
Nenhum resíduo pode ser aceito na área de reciclagem sem que sejam conhecidas sua procedência e composição (ABNT, 2004e, p. 5).

Evangelista, Costa e Zanta (2010) pesquisaram alternativas sustentáveis para os resíduos de classe A e chegaram à conclusão de que a triagem dos resíduos no canteiro de obra é fundamental para a viabilidade de implantação de uma usina de reciclagem.

De acordo com as pesquisas apresentadas, qualquer tratamento diferenciado dos resíduos que possibilite a reutilização e reciclagem requer

administração e segregação eficientes no canteiro de obra. Essas são práticas distantes dos canteiros sob a responsabilidade de 97% dos gestores entrevistados. A única possibilidade de tratamento é a disposição final ambientalmente adequada.

Pergunta 7: Como é feito o acondicionamento dos RCC no canteiro de obra?

Resposta: Acondicionam os resíduos em recipientes por classe = 4%; Acondicionam os resíduos misturados = 96% (Armazenam temporariamente no solo a céu aberto = 58%; Armazenam em caçambas estacionárias = 38%).

Dos gestores entrevistados, 96% acondicionam os resíduos misturados. Desses, 58% armazenam temporariamente no solo a céu aberto e 38% em caçambas estacionárias. A disposição dos resíduos misturados, a céu aberto ou em caçamba estacionária, provoca contaminação, o que impossibilita qualquer alternativa de tratamento ambientalmente adequado. Pelas respostas dos entrevistados, quase que a totalidade acondiciona os resíduos de forma inadequada.

O acondicionamento e o armazenamento são as etapas subsequentes à segregação e à caracterização, que preparam os resíduos para a coleta de forma ambientalmente adequada, a fim de preservar a qualidade dos resíduos e potencializar as formas de tratamento.

Para ocorrer o correto manejo dos resíduos sólidos da construção civil no canteiro de obra, em conformidade com a resolução do CONAMA e com a Lei 12.305, faz-se necessário a identificação dos resíduos por classe e o acondicionamento em condições seguras, que garantem condições de reutilização e reciclagem.

A resolução do CONAMA, no Art. 9º, inciso III, estabelece que todo gerador tem que garantir o acondicionamento dos resíduos, assegurando as condições de reutilização e reciclagem até a destinação final.

Pergunta 8: Como é feito o transporte dos RCC?

Resposta: Contratam transportadores autônomos para o descarte dos rejeitos = 58%; Contratam empresas especializadas= 42%.

Com as respostas, verifica-se que a maioria dos resíduos está sendo transportada por agentes que não são cadastrados na prefeitura, sem a garantia do descarte em local ambientalmente adequado.

Essa etapa do sistema consiste na remoção dos RCC dos locais de origem para os locais de destinação final ambientalmente adequada, que podem ser centros de triagem, usinas de reciclagem, cooperativas e, como última opção, a disposição final em aterros.

Para o correto manejo dos resíduos em canteiros de obras, é necessário caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final ambientalmente adequada.

O transporte adequado dos resíduos, após a classificação e acondicionamento, assegura as condições necessárias para a reciclagem e reutilização.

A Lei 12.305/2010, em seu Art. 27, § 1º, é bem clara quanto à responsabilidade do gerador pelas etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos: a contratação de serviços de coleta e transporte desses resíduos não isenta os geradores da responsabilidade por danos causados ao meio ambiente pelo gerenciamento inadequado.

De acordo com a resolução do CONAMA e da Lei 12.305, o gerador é responsável pelo transporte dos resíduos desde a fonte geradora até a destinação final, de acordo com as normas técnicas para cada classe de resíduos. No Art. 10º da resolução, os resíduos têm destinações diferentes, de acordo com a classe:

- (i) Classe A: deverão ser reutilizados e reciclados na forma de agregados ou encaminhados para aterro dessa classe;
- (i) Classe B: deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados para área de armazenamento temporário;
- (ii) Classe C: deverão ser armazenados, transportados e destinados conforme norma técnicas específicas; e
- (iii) Classe D: deverão ser armazenados, transportados e destinados conforme norma técnicas específicas.

Pergunta 9: Você sabe qual o destino dos rejeitos?

Resposta: Sim = 46%; Não = 54%.

Pergunta 9.1: Se sim, qual o destino dos rejeitos?

Resposta: Encaminham para o aterro = 91%; Encaminham para aterro e cooperativas = 9%.

Pergunta 9.2: Você exige o comprovante do descarte no aterro do transportador?

Resposta: Sim = 82%; Não = 18%.

Dos entrevistados, 54% disseram não conhecer o destino dos rejeitos, percentual preocupante, visto que o descarte irregular dos resíduos da construção civil provoca impactos negativos significativos, prejudicando as camadas mais desprotegidas da população.

Importante salientar que é de responsabilidade do gestor a destinação dos resíduos para local licenciado, indicado pelo poder público municipal. Qualquer destinação inadequada, mesmo que a coleta e transporte estejam a cargo de empresas contratadas, é de responsabilidade integral do gerador, conforme Lei 12.305.

Dos 46% que responderam conhecer o destino dos rejeitos, 91% encaminham para aterro licenciado, correspondendo a 42% da amostra total. De acordo com as diretrizes da resolução do CONAMA, a destinação final ambientalmente adequada deve ser a última alternativa de tratamento, utilizada depois de esgotadas todas as possibilidades de reutilização e reciclagem.

Por fim, dos gestores que encaminham os seus rejeitos para o aterro licenciado, 82% exigem o comprovante de descarte, equivalente a 34% do total da amostra.

Pergunta 10: Em sua opinião, quais os fatores que dificultam o gerenciamento dos RCC no canteiro de obra?

Respostas:

| | | | |
|--------------------------------|-----|----------------------------------|-----|
| Redução na produção | 0% | Falta de recursos financeiros | 4% |
| Falta de efetivo | 0% | Falta de interesse | 8% |
| Falta de informação | 38% | Falta de treinamento do operário | 13% |
| Falta de consciência ambiental | 29% | Outros | 8% |

Dos gestores entrevistados, 38% atribuem à falta de informação o principal fator que dificulta o correto manejo dos RCC nos seus canteiros. Não podemos desprezar que 29% atribuíram à falta de consciência ambiental.

O cenário apresentado nas respostas é preocupante, pois 77% dos entrevistados não implantam programas de gestão ambiental, nos seus canteiros, por falta de informação aliada ao desinteresse com as questões ambientais, o que reflete diretamente na população dos grandes centros urbanos, que sofre com os impactos ambientais negativos provocados pela geração de resíduos sólidos da construção civil.

Pergunta 11: Uma ferramenta interativa, com a orientação para o correto manejo dos RCC, que possa ser acessada pelo celular, facilitaria o gerenciamento dos RCC no canteiro de obra?

Resposta: Sim = 96%; Não = 4%.

O desenvolvimento de um aplicativo, baseado em uma matriz de interação, com o fluxo de resíduos durante todo o processo construtivo, permite, ao gestor, uma visão sistêmica do gerenciamento dos resíduos sólidos no canteiro de obra, o que promove mudanças significativas e positivas no manejo e possibilita a melhoria dos processos produtivos, além de contribuir para a redução dos impactos ambientais do setor da construção civil, maior gerador de resíduos sólidos urbanos.

Analisando conjuntamente todas as respostas do formulário, verifica-se que não existe manejo de resíduos sólidos nos canteiros administrados pelos gestores entrevistados. A totalidade dos gestores não faz corretamente a triagem dos resíduos nos canteiros de obras, etapa fundamental para maximizar as possibilidades de tratamento, reduzindo o volume de rejeitos enviados para o aterro.

A mudança desse cenário depende de programas que utilizem ferramentas de educação ambiental, para a conscientização dos profissionais envolvidos no processo construtivo, aliadas a instrumentos de gestão ambiental que possibilitem a mudança no paradigma atual, imprescindível para a sustentabilidade na construção civil.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resgatando a pergunta norteadora da pesquisa (Os instrumentos legais referentes à gestão e ao gerenciamento dos RCC – resíduos da construção civil – têm influenciado o manejo de resíduos sólidos em canteiros de obras de reforma, de micro e de pequeno portes?), podemos concluir, com os resultados do formulário aplicado com gestores de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequeno portes, dos municípios de Salvador, Camaçari e Lauro de Freitas, que o correto manejo dos resíduos sólidos da construção civil não segue as práticas recomendadas pelas normas e pelos órgãos reguladores.

O setor da construção civil provoca impactos ambientais negativos significativos ao meio ambiente, sendo a construção de edificações o principal gerador de resíduos sólidos urbanos, além de prejudicar, principalmente, a população menos favorecida das grandes cidades. A mudança de paradigma no setor é fundamental para o alcance dos objetivos globais de desenvolvimento sustentável.

O resíduo sólido da construção civil é o principal aspecto ambiental do processo construtivo. Sem o planejamento e a definição de ações estratégicas para o seu correto manejo, os resíduos se transformam em rejeitos sem nenhuma possibilidade de tratamento, sendo a única opção ambientalmente adequada a disposição final.

As obras de reforma, de micro e de pequeno portes, segundo as pesquisas referenciadas nesse estudo, contribuem com a maior fração de RCC gerados nos grandes centros urbanos. Qualquer política ambiental voltada para a redução dos impactos ambientais provocados pelo descarte irregular dos resíduos da construção civil passa pelo envolvimento e sensibilização dos gestores de empresas especializadas em projetos e execução de obras com essas tipologias.

Apesar dos avanços, na área ambiental, com a publicação de normas técnicas, leis e resoluções, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais dos resíduos gerados pós-consumo, é inegável o desconhecimento dos gestores de empresas especializadas em obras de reforma, de micro e de pequeno portes desses instrumentos legais e normativos, como a resolução do CONAMA 307/2002

e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que são as principais referências para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos da construção civil.

A gestão integrada de resíduos sólidos tem que ter um caráter educativo. Atualmente, apesar dos instrumentos legais e normativos existentes, a gestão tem caráter corretivo, o que gera elevados custos ao município e ao meio ambiente urbano.

A gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos compõem uma rede extensa, que envolve vários atores do poder público, do setor empresarial e da sociedade. A etapa de segregação, na origem, é fundamental para o alcance dos objetivos estabelecidos pela resolução do CONAMA e pela PNRS, evitando ao máximo o envio de resíduos para os aterros de rejeitos.

São objetivos do gerenciamento, por ordem de prioridade, a não-geração, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada. Para o alcance desses objetivos, é preciso elaboração e implantação do PGRS por parte dos geradores, além de contemplar as etapas de caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação final, tudo de acordo com as diretrizes da Resolução do CONAMA 307/2002 e da PNRS.

A triagem, na origem, é a etapa mais importante do PGRS, na qual os resíduos são classificados e acondicionados por classe, a fim de evitar a contaminação, o que possibilita sua reutilização ou sua reciclagem e, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento, é feito o envio para a disposição ambientalmente adequada. Na amostra pesquisada, 63% dos que responderam o formulário disseram que fazem a triagem no canteiro. Quando perguntados como é feito o acondicionamento, 96% responderam que acondicionam misturados no terreno ou em caçambas estacionárias, um paradoxo em relação à resposta anterior, visto que, para a correta triagem, faz-se necessário o acondicionamento por classe, o que evita a contaminação dos resíduos, para posterior transporte e destinação ambientalmente adequada.

É evidente que, através do PGRS, ocorre uma redução nos custos com coleta e disposição final dos resíduos descartados irregularmente, além do ganho ambiental e social. É imprescindível que os pequenos geradores, que contribuem

com a maior fração de RCC, adotem, nas suas práticas de gestão, tecnologias e ferramentas para o correto manejo dos resíduos.

Diante dos resultados apresentados na pesquisa, conclui-se que o correto manejo dos resíduos no canteiro de obra é imprescindível para a redução dos volumes depositados irregularmente e enviados para os aterros de inerte. Sem a caracterização, segregação e acondicionamento desses resíduos por classe, inviabiliza-se qualquer alternativa de reaproveitamento e tratamento dos resíduos, além de contribuir para a deposição ambientalmente inadequada.

Importante salientar que a participação do poder público, das universidades e dos conselhos profissionais como o CREA e o CAU, com ações educativas e informativas, como cursos e programas de capacitação, além de desenvolver ferramentas para o gerenciamento dos resíduos em canteiros de obras, principalmente nas obras de reforma e de pequeno porte, é fundamental para a mudança do cenário atual de desinformação e falta de gerenciamento dos RCC, conforme ficou demonstrado na pesquisa.

Investimentos em capacitação dos gestores de empresas de construção e em procedimentos para o gerenciamento dos resíduos gerados nos canteiros de obras agregam valor à imagem institucional das empresas, fator essencial para a alavancagem de novos negócios.

No **Apêndice A**, apresentamos um projeto de aplicativo, para dispositivos móveis, que permite, ao gestor, confeccionar a matriz de resíduos sólidos da obra. Esse aplicativo tem o objetivo de auxiliar no gerenciamento dos RCC, subsidiar a definição dos procedimentos operacionais e evitar situações de gerenciamento incorreto. Com isso, ocorrerá a melhora no manejo dos resíduos no canteiro de obra, a redução do volume de rejeitos e, conseqüentemente, dos impactos ambientais provocados pelo manejo inadequado desses resíduos.

REFERÊNCIAS

- ABRECON. Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Pesquisa Setorial 2014/2015**. São Paulo, 2015.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais . **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2012.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais . **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2013.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais . **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2014.
- ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais . **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2015.
- ANDRADE, Maria Margarida. **Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- ANGULO, Sérgio C.; TEIXEIRA, Cláudia E.; CASTRO, Alessandra L.; NOGUEIRA, Thais P. Resíduos de Construção e Demolição: avaliação de métodos de quantificação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 299-306, jul./set. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 11.174: Armazenamento de resíduos classe II – não inertes e III – inertes - Procedimento**. Rio de Janeiro, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13.221: Transporte terrestre de resíduos – procedimento**. Rio de Janeiro, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação**. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2004a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 10.007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro, 2004b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.112: Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – áreas de transbordo e triagem-diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004c.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004d.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.114: Resíduos sólidos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004e.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos.** Rio de Janeiro, 2004f.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15.116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – requisitos.** Rio de Janeiro, 2004g.

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF, 1981.

BRASIL. **Constituição Federal.** Brasília, DF, 1998a.

BRASIL. **Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Dispõe sobre as sanções e infrações penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, DF, 1998b.

BRASIL. **Lei 10.257, de 10 de julho de 2001.** Estatuto das cidades: regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana, e dá outras providências. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002.** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 brasileira – ações prioritárias. Comissão de políticas de desenvolvimento sustentável e da agenda 21 nacional,** 2.ed., Brasília, DF, 2004a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 348, de 16 de agosto de 2004.** Altera a resolução CONAMA n. 307/2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004b.

BRASIL. **Lei. 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e dá outras providências. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Decreto nº. 6.514, de 22 de julho de 2008.** Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília, DF, 2010a.

BRASIL. **Decreto nº. 7.405, de 23 de dezembro de 2010.** Institui o programa pró-catador, denomina comitê interministerial para a inclusão social e econômica dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010c.

BRASIL. **Decreto nº. 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei 12.305 e cria o comitê orientador para implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências. Brasília, DF, 2010d.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 431, de 24 de maio de 2011**. Altera o art. 3º da Resolução do CONAMA n. 307/2002, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011a.

BRASIL. **Decreto nº. 7.619, de 21 de novembro de 2011**. Regulamenta a concessão de crédito de IPI na aquisição de resíduos sólidos. Brasília, DF, 2011b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de ação para produção e consumo sustentável – PPCS**. 33p. Brasília, DF, 2011c.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília, DF, 2012a.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução 448, de 18 de janeiro de 2012**. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10º e 11º da resolução do CONAMA n. 307/2002. Brasília, DF, 2012b.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano de gestão de resíduos sólidos: Manual de orientação**. Brasília, DF, 2012c.

CARDOSO, Francisco F.; ARAÚJO, Viviane M.; DEGANI, Clarice M. **Impactos ambientais dos canteiros e obras**: uma preocupação que vai além dos resíduos. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: A Construção do Futuro (ENTAC), 2006. UFSC/ANTAC, Florianópolis, 2006.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. **Cadeia produtiva da construção civil**: os multiplicadores de renda e emprego refletem o poder de encadeamento do setor. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/media/anexos/Coef._ren_11.D.03.pdf>. Acesso em: maio 2017.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. Disponível em: <www.cbic.org.br>. Acesso em: 03 maio 2015.

CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: out. 2017.

CEARÁ. Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará. Resolução COEMA nº 04, de 12 de abril de 2012. Dispõe sobre a atualização dos procedimentos, critérios, parâmetros e custos aplicados aos procedimentos de licenciamento e autorização ambiental no âmbito da Superintendência Estadual do Meio Ambiente-SEMACE. **Diário Oficial do Estado [do Ceará]**, Fortaleza, CE, 03 maio 2012. Disponível em: <<http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2013/07/RESOLU%C3%87%C3%83O-COEMA-N%C2%BA-04-DE-12-DE-ABRIL-DE-2012.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

CESANO, Daniele; RUSSELL, Jarrod. **ELLA Policy Brief: Green Building in Latin America. Evidence and Lessons from Latin America (ELLA)**, Practical Action Consulting, Lima, Peru, 2013. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08a07e5274a31e00003aa/131106_ENV_TheGreEco_BRIEF1.pdf>. Acesso em: jun. 2016.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum: Relatório de Brundtland**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CIB. Conselho Internacional da Construção. **Agenda 21 for sustainable construction in developing countries**. Petroria, South Africa, 1999. Disponível em: <<http://site.cibworld.nl/dl/publications/Agenda21Book.pdf>>. Acesso em: Nov. 2016.

CNI. Agência de notícias CNI. 2014. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2014/11/1,51176/enai-2014-reducao-do-deficit-em-infraestrutura-depende-de-melhor-gestao-e-eficiencia-do-poder-publico.html>>. Acesso em: out. 2015.

CONSTRUBUSINESS 2016. **Antecipando o Futuro: Brasil 2022: planejar, construir e crescer**. São Paulo: FIESP/CIESP, 2016.

COUTO, M. C; COUTO, J. P. Os benefícios ambientais e a racionalização do efeito de aprendizagem na indústria de pré-fabricado. In: CONGRESSO CONSTRUÇÃO, 3., 2007, Coimbra. **Anais...** Coimbra, Portugal: Universidade de Coimbra, 2007.

CURITIBA. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. **Manual de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Curitiba, 2015. Disponível em: <<http://multimidia.curitiba.pr.gov.br/2016/00178995.pdf>>. Acesso em: ago. 2017.

DANTAS, Marcelo B.; SCHIMITT, Guilherme B.; FREITAS, Maurício D. G.; FERRÚA, Luiz; SOUZA, Marcela D. E. **Mapeamento de incentivos econômicos para a construção sustentável**. Florianópolis, 2015. Disponível em: <http://cbic.org.br/migracao/sites/default/files/Mapeamento%20de%20Incentivos%20Econ%C3%B4micos%20para%20a%20Constru%C3%A7%C3%A3o%20Sustent%C3%A1vel%20-%20Vers%C3%A3o%20Final_0.pdf>. Acesso em: jun. 2016.

DEGANI, Clarice M. **Sistemas de gestão ambiental em empresas construtoras de edifícios**. 2003. 263 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

EAA. European Environment Agency. **Well-being and the environment: bulding a resource-efficient and circular economy in Europe**. Copenheagem, Demarck, 2014. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2014>>. Acesso em: maio 2017.

EUROPEAN PARLIAMENT. **Directive 2008/98/EC**. Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. União Europeia, nov. 2008. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32008L0098>>. Acesso em: maio 2017.

EVANGELISTA, Patricia Pereira de Abreu; COSTA, Dayana Bastos; ZANTA, V. M. Alternativa sustentável para destinação de resíduos de construção classe A: sistemática para reciclagem em canteiros de obras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, 2010.

FACHIN, Odília. **Fundamentos de metodologia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

FERNANDEZ, José Luiz Borja; MARCHI, Cristina Maria; SOUZA, Valesca Eda O. de. Levantamento de aspectos ambientais: apresentação de uma matriz para obras civis no atendimento à política nacional de resíduos sólidos. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 4, 2016, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: UFRB, 2016.

FGV. Fundação Getúlio Vargas. **Perfil da indústria de materiais de construção**. Abrammat. São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/perfil-2016.pdf>>. Acesso em: fev. 2017.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Guia produção e consumo sustentável**. São Paulo: FIESP, 2016. 39 p.

FIORE, Fabiana A. **A gestão municipal de resíduos sólidos por meio de redes técnicas**. 2013. 198 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de informações e estatística. **Déficit Habitacional no Brasil 2013-2014**. Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/informativos-cei-eventuais/634-deficit-habitacional-06-09-2016/file>>. Acesso em: fev. 2017.

GIL, Antonio C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRESSLER, Alice L. **Introdução à pesquisa: projetos e relatórios**. 2. ed. São Paulo: Loyola, 2004. 295 p.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Geo Brasil 2002: perspectivas do meio ambiente do Brasil**. Brasília, 2002.

IBGE. **Classificação Nacional de Atividades Econômicas**. 2017a. Disponível em: <<http://cnae.ibge.gov.br>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais. **Valor adicionado bruto**. Banco de dados do CBIC: Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil. 2017b. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: fev. 2017.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Evolução das Cadeias Produtivas Brasileiras na Década de 90**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_0786.pdf>. Acesso em: jan. 2017.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada. **Diagnóstico de Resíduo Sólidos da Construção Civil**. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/120911_relatorio_construcao_civil.pdf. Acesso em: 24 mar. 2016.

JOHN, Vanderley M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113p. Tese (Livre Docência), Universidade de São Paulo, São Paulo.

JOHN, Vanderley M; SILVA, Vanessa G; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES SUSTENTÁVEIS, 1, 2001, Canela. **Anais...** ANTAC: Porto Alegre, 2001.

KARPINSKI, Luisete A; PANDOLFO, Adalberto; REINEHER, Renata; GUIMARÃES, Jalusa C. B; PANDOLFO, Luciana M; KUREK, Juliana. **Gestão diferenciada dos resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 164 p.

KLING, Ana S. M. **Aplicação do Método Battelle na avaliação do impacto ambiental na bacia hidrográfica do rio Piabanha**. 2005. 121 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

LIMA, Adriana S.; CABRAL, Antonio E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Fortaleza, n. 18, p. 169-176, abr./jun 2013.

LOURENÇO, Gilmar M.; ROMERO, Mario. **Economia Empresarial: Indicadores Econômicos**. Coleção Gestão Empresarial. Curitiba: Associação Franciscana de Ensino Superior, 2002. p. 27-41. Disponível em: http://www.cairu.br/biblioteca/arquivos/Administracao/Economia_Empresarial_FAE.pdf. Acesso em: 27 mar. 2017.

LUCHEZZI, Celso. **Logística reversa na construção civil**. 2014. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

MACEDO, A. B. Dossiê recursos naturais: recursos minerais não metálicos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.12, n. 33, 1998.

MARCHI, Cristina M. D. **Ecogerenciamento: aspectos das características geológicas e de gestão na construção de um modelo para instalação de aterros sanitários no estado da Bahia**. 2011.164 p. Tese (Doutorado em geologia) – Instituto de Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.

MARCHI, Cristina M. D.; FERNANDEZ, José Luiz B. Levantamento de aspectos ambientais: apresentação de uma matriz para obras civis no atendimento à Política Nacional de Resíduos Sólidos. In: CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 4., 2016, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: UFRB, 2016. Disponível em: <http://cobesa.com.br/2016/consulta-anais/>.

MARCONI, Marina A; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MARQUES NETO, José C. **Gestão dos resíduos da construção e demolição no Brasil.** São Carlos, SP: Rima, 2005.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MIRANDA, Leonardo F. R.; ÂNGULO, Sérgio C.; CARELI, Élcio D. A reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente construído**, v. 9, n. 1, p. 57-71, Porto Alegre, 2009.

MOTTA, Rosângela S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego.** 2005. 161 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transporte) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MTPS. Ministério do Trabalho e Previdência Social. **Relação anual de informação social – RAIS.** Brasília. 2015. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/emprego/rais-ministerio-do-trabalho-e-previdencia-social>>. Acesso em: maio 2017.

NOVAES, Marcos de V.; MOURÃO, Carlos. A. M. D. A. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil.** COOPERCON – Cooperativa da Construção Civil do Estado do Ceará: Fortaleza, 2008. 84 p.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Green growth and developing countries: consultation draft.** Jun. 2012. Disponível em: <<http://www.oecd.org/greengrowth/green-development/50559116.pdf>>. Acesso em: out. 2016.

OGGIONI, G; RICCARDI, R; TONINELLI, R. Eco-efficiency of the world cement industry: a data envelopment analysis. **Energy Policy**, v. 39, n. 5, p. 2842-2854, 2011. Disponível em: <https://econpapers.repec.org/article/eeeeenepol/v_3a39_3ay_3a2011_3ai_3a5_3ap_3a2842-2854.htm>. Acesso em: out. 2016.

ONU. Organização das Nações Unidas. **17 objetivos para transformar o nosso mundo.** 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/>>. Acesso em: maio 2017.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 1999. 218 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PINTO, T. D. P. **Manual para implantação de sistemas de gestão de resíduos da construção civil em consórcios públicos.** Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 2010.

PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa R. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, Universidade de São Paulo, n. 29, 1995.

ROCHA, Eider G. A. **Os resíduos de construção e demolição: gerenciamento, quantificação e caracterização**. Um estudo de caso no Distrito Federal. 2006. 155 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade de Brasília, Brasília.

SALLES, A. T. C.; SANTOS, D. G. Aplicação de agregados reciclados de resíduos da construção em blocos pré-moldados de vedação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO, 1, 2009, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2009.

SÃO PAULO. Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo. **Manual ambiental de construção**. São Paulo, 2007. 46 p.

SÁ-SILVA, Jackson R; ALMEIDA, Cristovão D; GUINDANI, Joel F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1, jul. 2009. Disponível em: <<https://www.rbhcs.com/rbhcs/article/view/6/pdf>>. Acesso em: ago. 2016.

SCOTT HOOD, Rogério S. **Análise da viabilidade técnica da utilização dos resíduos da construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. 2006. 150 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa. **Manual de gerenciamento de resíduos: guia de procedimento passo a passo**. Rio de Janeiro: CMA, 2006. 16 p.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio à Micro e Pequena Empresa. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**. 2013. p.17. Disponível em: <www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trablho%20Na%20Micro%20e%20pequena%20Empresa_2013.pdf>. Acesso em: mar. 2017.

SILVA FILHO, A. F. **Gestão dos resíduos sólidos das construções prediais na cidade de Natal – RN**. 2005. 136 p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia da Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

SILVA, Alex F. F. da. **Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA n. 307/02**: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte. 2007. 117 p. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SILVA, Alexandre J. de. Reciclagem de resíduos produzidos pela indústria de pré-moldados em concreto na região de Chapecó-SC. **Revista Espacialize**, Goiânia, n. 1, dez. 2014.

SINDUSCON-SP – Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Gestão ambiental de resíduos sólidos da construção civil**: a experiência do SINDUSCON – SP. São Paulo, 2005. 48 p.

SJOSTROM, C. Aproximaciones a la sustentabilidad en la construcción de edificios. **Tecnología y Cosntrucción**, v. 26, n. 1, p. 58-64, 2010. Disponível em: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_tc/article/view/2488>. Acesso em: Maio, 2017.

SNIS-RS. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento Básico – resíduos sólidos**. Brasília. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: maio 2017.

TESSARO, Alexandre B.; SACCOL, Jocelito de S; SCREMIN, Lucas B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, p. 121-130, abr./jun. 2012.

TORGAL, Pacheco F.; JALALI, Said. **Eco-Eficiência dos Materiais de Construção**. Associação Portuguesa dos Comerciantes de Materiais de Construção: Portugal, 2010. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10724>>. Acesso em: nov. 2016.

VAN BERKEL, R. Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Wester Australian. **Journal of cleaner Production**, v. 15, p. 741-755, 2007. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652606002265>>. Acesso em: out. 2016.

VILAÇA, Márcio L. C. Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. **E-escrita** – revista do curso de letras da UNIABEU. Nilópolis, v. 1, n. 2, p. 59-74, 2010.

WADEL, G; AVELLANEDA, J.; CUCHÍ, A. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales. **Informes de La Construcción**, Cataluña, v. 62, n. 517, p. 37-51, jan.-mar., 2010.

YAZIGI, W. **A técnica de edificar**. 11. ed. São Paulo: PINI, 2011.

APÊNDICE A – Desenvolvimento do Aplicativo

REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS E FUNCIONAIS

Os requisitos da M.F.R.C.C. (Matriz com o Fluxo dos Resíduos Sólidos da Construção Civil em Obras de Pequeno Porte) são detalhados a seguir e categorizados como Requisitos Não-Funcionais e Requisitos Funcionais.

Requisitos Não-Funcionais:

- Aplicativo desenvolvido para o ambiente Android Studio 3.0, para ser utilizado em equipamentos Mobile, Smartphone e Tablet;
- A aplicação deverá ser executada em qualquer ambiente de servidor de hospedagem com suporte à linguagem Java e ao banco de dados MySQL.

Requisitos Funcionais:

- O usuário escolhe o tipo de obra a ser gerenciada: construção ou reforma;
- O usuário cadastra a obra a ser gerenciada, com endereço, tipo, área construída e responsável;
- O usuário escolhe a etapa e subetapa a ser gerenciada;
- Após a escolha da etapa, o sistema apresenta a relação de insumos a serem utilizados por etapa do processo construtivo;
- O sistema apresenta a relação de resíduos serem gerados por etapa com sua classificação de acordo com a Resolução do CONAMA 307/2002;
- Na próxima tela, o sistema apresenta as possibilidades de reaproveitamento dos resíduos no próprio canteiro ou em outros canteiros;
- O sistema apresenta, por resíduo, a destinação final ambientalmente adequada, de acordo com as diretrizes da resolução do CONAMA e da Lei 12.305/2010;

- Encerrando o preenchimento da matriz, o sistema possibilita ao usuário salvar e gerar um PDF que possa ser arquivado ou impresso.

Cenário da Aplicação

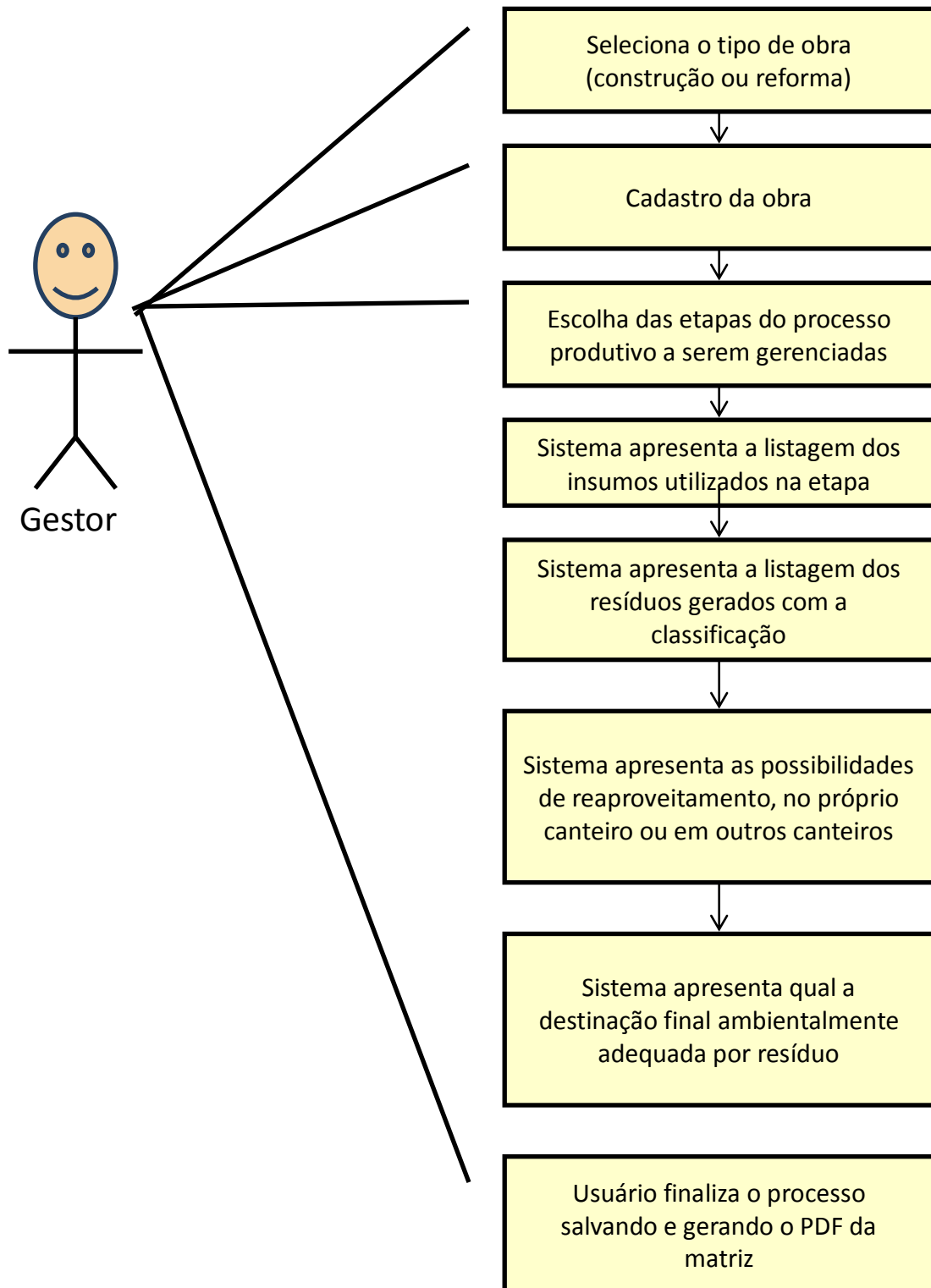


Diagrama de atividades

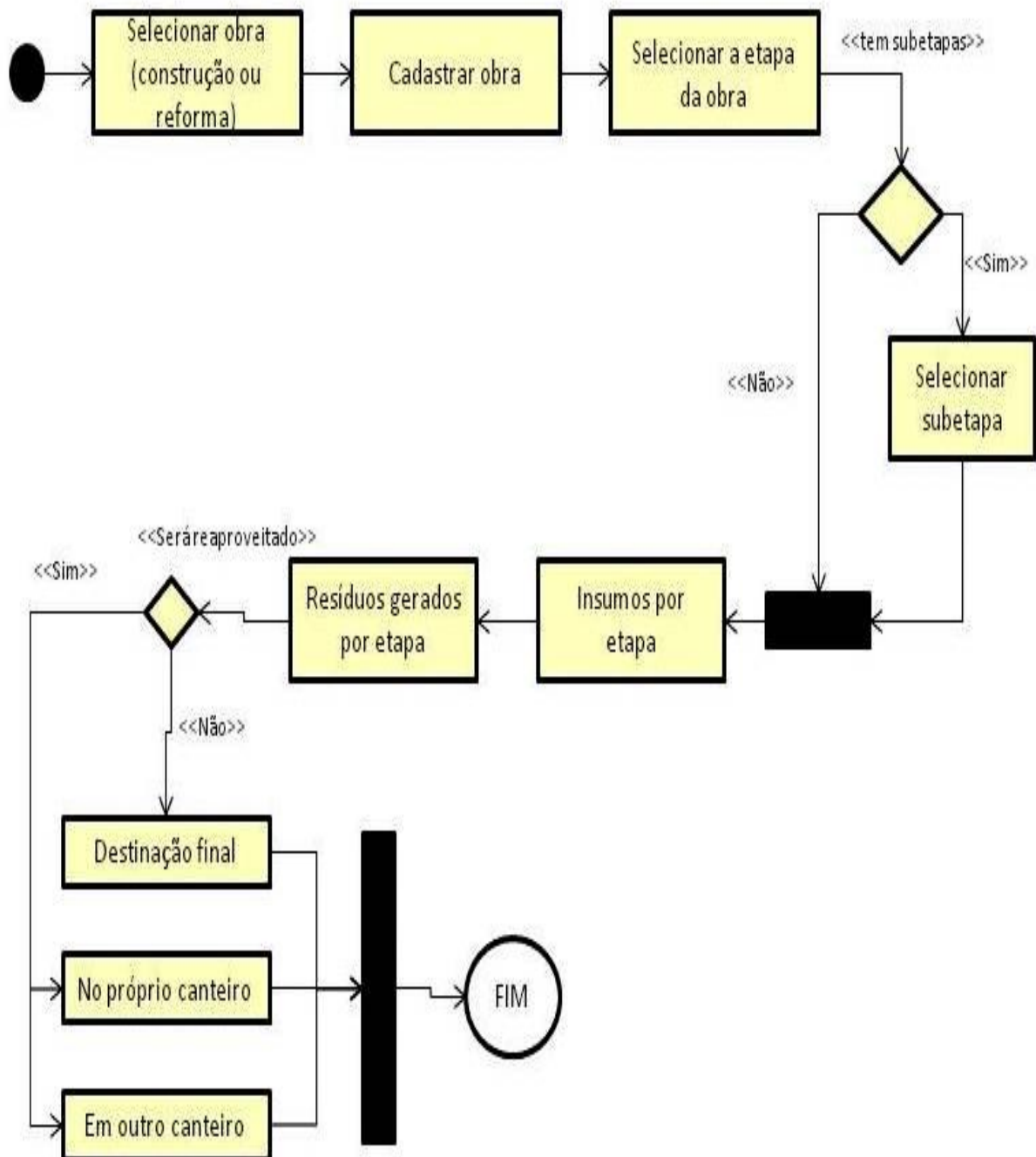
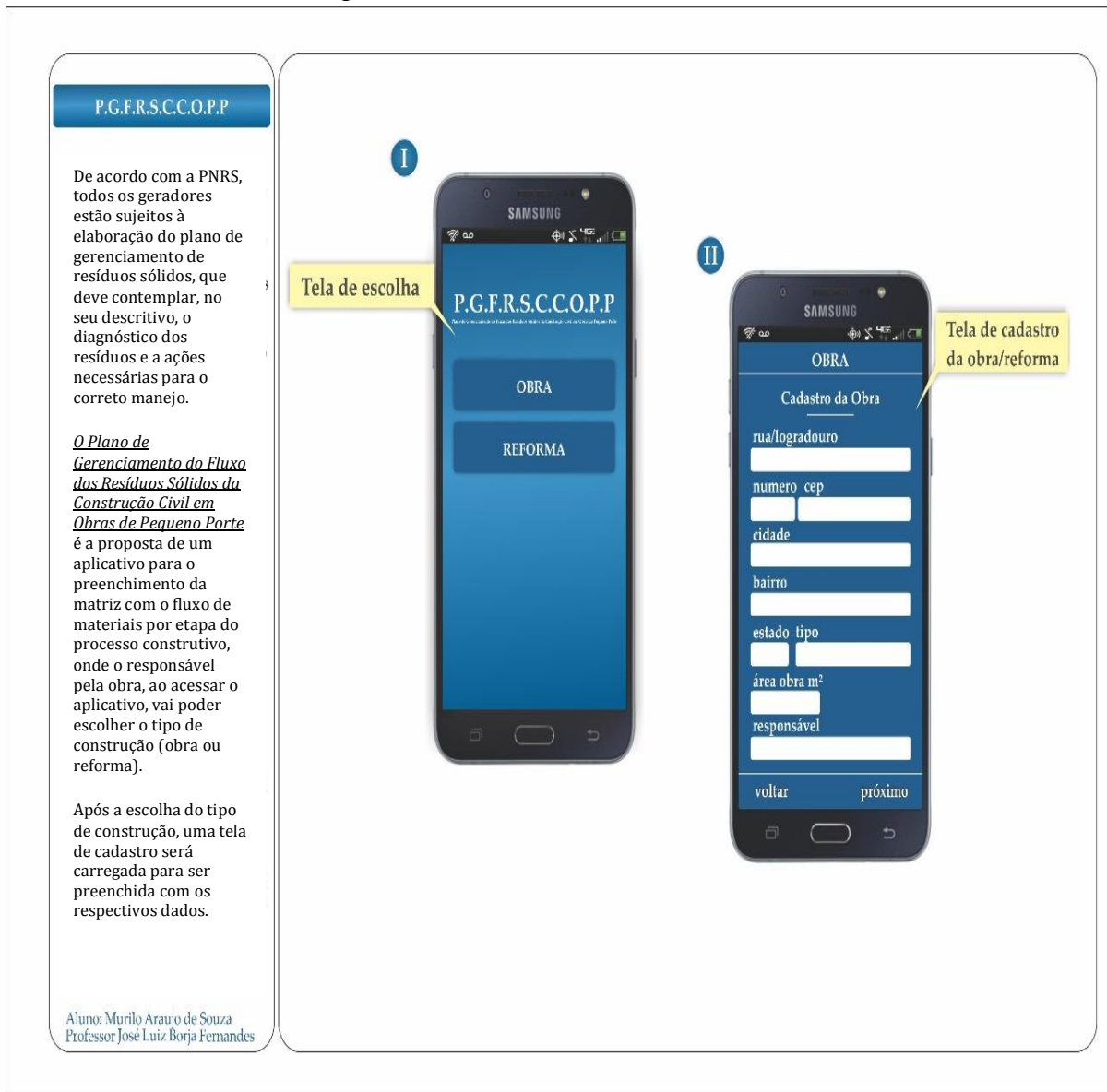


Figura 13 – Tela de cadastro da obra



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 14 – Tela etapas do processo construtivo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 15 – Tela subetapas



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 16 – Tela insumos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 17 – Tela resíduos



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 18 – Tela destinação final



Fonte: Elaborado pelos autores.

APÊNDICE B – Formulário

- 1 Você conhece a resolução CONAMA 307/2002?
 Sim Não
- 2 Você conhece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/2010?
 Sim Não
- 3 Para o licenciamento das suas obras, você elabora o Plano de Gestão de Resíduos Sólidos?
 Sim Não
- 3.1 Se sim: você implanta o PGRS no canteiro de obra?
 Sim Não
- 3.1.1 Se sim.
 Completo Parcialmente
- 4 Você conhece a classificação dos resíduos da construção civil?
 Sim Não
- 5 Existe triagem no canteiro de obra?
 Sim Não

5.1 Se sim: como é feita a triagem no canteiro de obra?

Separa os RCC que vão ser reutilizados, colocando os demais resíduos misturados para a coleta. | Separa os resíduos por classe

6 Existe a preocupação com a reutilização dos RCC no canteiro de obra?
 Sim Não

7 Como é feito o acondicionamento dos RCC no canteiro de obra?

| | |
|--|---|
| Todos os RCC são misturados e colocados no terreno; <input type="checkbox"/> | Os RCC são acondicionados por classe em baias ou caçambas estacionárias; <input type="checkbox"/> |
| Os RCC a serem reutilizados são acondicionados protegidos do tempo e da contaminação por outros resíduos. Os RCC a serem descartados são colocados misturados no terreno. <input type="checkbox"/> | Os RCC a serem reutilizados são acondicionados protegidos do tempo e da contaminação por outros resíduos. Os RCC a serem descartados são colocados misturados na caçamba estacionária. <input type="checkbox"/> |
| Os RCC são colocados misturados em caçamba estacionária. <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

8 Em sua opinião, quais os fatores que dificultam o gerenciamento dos RCC no canteiro de obra?

| | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Redução na produção | Falta de recursos financeiros |
| Falta de efetivo | Falta de interesse |
| Falta de informação | Falta de treinamento do operário |
| Falta de consciência ambiental | Outros |

9 Como é feito o transporte dos RCC?

Empresa especializada Transportador autônomo

10 Você sabe qual o destino dos rejeitos?

Sim Não

10.1 Se sim. Qual o destino do rejeito?

10.2 Você exige o comprovante do descarte no aterro do transportador?

Sim Não

11 Uma ferramenta interativa, com a orientação para o correto manejo dos RCC, que possa ser acessada pelo celular, facilitaria o gerenciamento dos RCC no canteiro de obra?

Sim Não