

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

DAIANE CRISTINE KUHN

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DOIS
ESTUDOS DE CASO NO MUNICÍPIO DE
ITAPIRANGA - SC**

Caçapava do Sul

2016

DAIANE CRISTINE KUHN

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DOIS
ESTUDOS DE CASO NO MUNICÍPIO DE
ITAPIRANGA - SC**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Profa. Ma. Mariana Ribeiro Santiago

Caçapava do Sul

2016

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais)

K367g

Kuhn, Daiane Cristine

Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil: dois estudos de caso no município de Itapiranga - SC / Daiane Cristine Kuhn.

75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)--
Universidade Federal do Pampa, ENGENHARIA
AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2016.

"Orientação: Mariana Ribeiro Santiago".

1. Resíduos da Construção Civil. 2. Geração de Resíduos. I. Título.

DAIANE CRISTINE KUHN

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DOIS ESTUDOS DE CASO NO MUNICÍPIO DE ITAPIRANGA - SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 13 de dezembro de 2016.

Banca examinadora:

Prof. M^a Mariana Ribeiro Santiago

Orientadora

UNIPAMPA

Prof. Dr. Pedro Daniel Da Cunha Kemerich

UNIPAMPA

Prof. Dr. Raul Oliveira Neto

UNIPAMPA

**Aos meus pais e irmã, pelo apoio
e amor incondicional.
Dedico este trabalho à vocês!**

AGRADECIMENTO

Em primeiro lugar quero agradecer à Deus e a Santa Maria por guiarem-me sempre e não me deixar enfraquecer e desistir frente aos diversos obstáculos e dificuldades encontradas durante o período de graduação como também para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, Rosa e Darci, não tenho palavras para descrever o quão agradecida me sinto por todo o amor e carinho recebidos em todos os momentos de angústia e cansaço, não medindo esforços para me dar o melhor. Muito obrigada, por toda a força, incentivo e apoio que me deram, muitas vezes a distância, mas essencial para mim. Vocês foram meus pilares nessa árdua trajetória.

À minha querida irmã e melhor amiga Daniele, muito obrigada por todo o companheirismo, amizade e apoio, sempre estando ao meu lado nos bons e maus momentos.

À professora orientadora Mariana Ribeiro Santiago, por todas as orientações recebidas para a elaboração deste trabalho, contribuindo com todo seu conhecimento. Obrigada pela paciência e disposição nas horas que precisei.

Aos meus avós, obrigada por todas as palavras de carinho recebidas, sempre me apoiando e incentivando em todos os momentos. Em especial ao meu vô Aloísio que aceitou a implantação do projeto em suas obras. Obrigada pela compreensão, por ter buscado contribuir com meu trabalho, com o objetivo de deixar sua neta feliz.

À todos os amigos que me apoiaram e/ou de alguma forma me ajudaram durante a vida acadêmica, agradeço a contribuição de todos. Em especial às minhas amigas Tassiane, Juliane e Milene por todo o convívio e amizade, compartilhando momentos de alegrias, estando ao meu lado em todas as horas. Vocês estarão para sempre no meu coração.

RESUMO

A indústria da construção civil depara-se hoje com um tema relevante: a potencial geração de resíduos sólidos por obras de construção nova e de reforma. O impacto ambiental torna-se inevitável e a magnitude do problema aumenta quando há uma ineficiência das políticas públicas, falta de planejamento e conhecimento do uso correto de materiais, além da prática de técnicas ultrapassadas. Como resultado, a geração de entulhos de obras da construção civil alcançou índices alarmantes, devido à inexistência de um plano de gerenciamento de resíduos na obra. Este crescimento gradativo gera discussões sobre formas de reverter a atual situação, considerando ainda que há um grande impacto ambiental devido à deposição clandestina desses resíduos e ao ramo da construção civil exigir uma vasta extração de agregados naturais. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo o gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil em obra de construção nova e de reforma, localizadas no município de Itapiranga – SC. Para tanto, realizou-se a caracterização das obras e dos resíduos gerados, com análise qualitativa e quantitativa. Após foram aplicadas ações de gerenciamento, como minimização, segregação, acondicionamento, destinação e transporte de resíduos da construção civil. Como resultados, tem-se a organização do canteiro, a sensibilização e conscientização por parte da equipe de trabalhadores contribuindo com a segregação e acondicionamento de resíduos nas obras, conseguindo reaproveitar e reciclar todos os resíduos gerados. Ao final, conclui-se que seguindo a metodologia de gestão de resíduos da construção civil apresentada, é possível reduzir expressivamente a geração de resíduos, tanto para uma obra de construção nova, como para de reforma. Entretanto, torna-se necessário o envolvimento de todos os responsáveis pela obra e o comprometimento com a destinação adequada.

Palavras chave: Geração de resíduos. Reutilização. Manejo adequado

ABSTRACT

The construction industry faces today a relevant theme: the potential generation of solid waste by new construction and renovation works. Environmental impact becomes inevitable and the magnitude of the problem increases when there is an inefficiency of public policies, lack of planning and knowledge of the correct use of materials, and the practice of outdated techniques. As a result, the generation of debris from construction sites reached alarming levels due to the lack of a waste management plan at the site. This gradual growth generates discussions about ways to reverse the current situation, considering also that there is a great environmental impact due to the clandestine deposition of this waste and to the branch of the civil construction require a vast extraction of natural aggregates. In this way, the present work had as objective the management of solid waste of the construction in new construction and renovation works, located in the municipality of Itapiranga - SC. For that, the characterization of the works and the generated residues was carried out, with qualitative and quantitative analysis. After, management actions were applied, such as minimization, segregation, packaging, destination and transportation of construction waste. As a result, there is the organization of the construction site, awareness and awareness by the team of workers contributing to the segregation and packaging of waste in the works, managing to reuse and recycle all waste generated. At the end, it is concluded that following the methodology of waste management of the construction presented, it is possible to significantly reduce the generation of waste, both for a new construction work, and for renovation. However, it is necessary to involve all those responsible for the work and the commitment to the appropriate destination.

Keywords: Waste generation. Reuse. Proper handling.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Produção de brita e areia no Brasil, entre 1988 e 2010..... | 21 |
| Figura 2 - Total de resíduos da construção e demolição coletados no Brasil e regiões, em 2013 e 2014..... | 26 |
| Figura 3 - Municípios no Brasil que dispõem de manejo de RCD com as formas de disposição no solo..... | 36 |
| Figura 4 - Mapa de localização do município de Itapiranga - SC..... | 37 |
| Figura 5 - Localização das obras de construção nova e obra de ampliação e reforma, respectivamente..... | 41 |
| Figura 6 - Baias construídas na obra de construção nova para acondicionamento de RCC..... | 46 |
| Figura 7 - Baias construídas na obra de construção nova..... | 47 |
| Figura 8 - Baias construídas para o acondicionamento de RCC na obra de reforma..... | 48 |
| Figura 9 - Transporte interno realizado com o auxílio de carrinhos de mão..... | 50 |
| Figura 10 - Capacitação realizada com a equipe de trabalhadores na obra de reforma..... | 51 |
| Figura 11 - Capacitação realizada com a equipe de trabalhadores na obra de construção nova..... | 52 |
| Figura 12 - Antes e depois da capacitação em uma área da obra de reforma..... | 54 |
| Figura 13 - Antes e depois das madeiras na obra de reforma..... | 54 |
| Figura 14 - Tijolos e areia na obra de reforma..... | 55 |
| Figura 15 - Materiais dispostos abaixo da construção na obra de construção nova..... | 55 |
| Figura 16 - Madeiras e areia na obra de construção nova..... | 56 |
| Figura 17 - Antes e depois da capacitação em uma área da obra de construção nova..... | 56 |
| Figura 18 - Segregação de resíduos na obra de construção nova..... | 57 |
| Figura 19 - Segregação de resíduos classe A na obra de reforma..... | 58 |
| Figura 20 - Segregação de resíduos na obra de construção nova..... | 59 |
| Figura 21 - Segregação de resíduos na obra de reforma..... | 59 |

| | |
|---|----|
| Figura 22 - Reutilização de resíduo em preenchimento para regularização de nível com resíduos classe A..... | 60 |
| Figura 23 - Reutilização de resíduo em preenchimento ao redor do tanque séptico..... | 61 |
| Figura 24 - Reutilização de resíduos classe A e B em canteiro de jardim..... | 61 |
| Figura 25 - Reutilização de resíduos classe B em estante para flores..... | 62 |
| Figura 26 - Reutilização de resíduos classe B como suporte para plantas..... | 63 |
| Figura 27 – Geração de RCC de agosto a novembro na obra de construção nova.. | 66 |
| Figura 28 – Geração de RCC de agosto a novembro na obra de reforma..... | 67 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Estimativa sobre a geração de RCC em diversos municípios do Brasil... | 24 |
| Tabela 2 - Composição dos RCC em diferentes cidades brasileiras (%)..... | 25 |
| Tabela 3 - Municípios no Brasil com serviço de manejo de RCC, por região..... | 26 |
| Tabela 4 - Identificação dos resíduos por etapas da obra e possível reaproveitamento..... | 34 |
| Tabela 5 - Classificação dos resíduos gerados nas obras..... | 42 |
| Tabela 6 - Classificação de RCC..... | 43 |
| Tabela 7 - Medidas das baias construídas para acondicionamento de RCC na obra de construção nova e obra de reforma..... | 47 |
| Tabela 8 - Tipos de resíduos e seus acondicionamentos na obra de construção nova..... | 48 |
| Tabela 9 - Tipos de resíduos e seus acondicionamentos na obra de reforma com ampliação..... | 49 |
| Tabela 10 - Classificação dos RCC gerados na obra de construção nova e obra de reforma..... | 65 |
| Tabela 11 - Porcentagem de resíduo e rejeito produzidos, nas obra de construção nova e obra de reforma, no período sem conscientização, em comparação com os dados de Brum (2013)..... | 68 |
| Tabela 12 - Volumes de RCC antes e depois da conscientização e sua redução na obra de construção nova..... | 68 |
| Tabela 13 - Volumes de RCC antes e depois da conscientização e sua redução na obra de reforma..... | 69 |
| Tabela 14 - RCC da obra de construção nova e suas destinações..... | 69 |
| Tabela 15 - RCC da obra de reforma e suas destinações..... | 70 |

LISTA DE SIGLAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS

ABRELPE - Associação das Empresas de Limpeza Pública

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção

ARC – Agregado Reciclado de Concreto

ARM – Agregado Reciclado Misto

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICC – Indústria da Construção Civil

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

NBR – Norma Brasileira

PDDMI – Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal de Itapiranga

PGRCC - Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RCC – Resíduo da Construção Civil

RCD – Resíduo da Construção e Demolição

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SC – Santa Catarina

SUMÁRIO

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 1.1 | Objetivo geral..... | 16 |
| 1.2 | Objetivos específicos..... | 16 |
| 2 | REVISÃO DA LITERATURA..... | 16 |
| 2.1 | Resíduos Sólidos Urbanos..... | 16 |
| 2.2 | Importância dos resíduos da construção civil..... | 19 |
| 2.3 | Geração de Resíduos na Construção Civil..... | 23 |
| 2.4 | Aspectos Legais e Normativos sobre RCC..... | 27 |
| 2.5 | Gerenciamento de RCC no canteiro de obras..... | 31 |
| 2.6 | Reciclagem e Reuso de RCC..... | 32 |
| 2.7 | Disposição de RCC..... | 35 |
| 3 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 37 |
| 3.1 | Localização..... | 37 |
| 3.2 | Indicadores básicos de Itapiranga – SC..... | 38 |
| 3.3 | RCC no município de Itapiranga – SC..... | 38 |
| 4. | METODOLOGIA..... | 39 |
| 4.1 | Diagnóstico das obras..... | 40 |
| 4.2 | Análise qualitativa e quantitativa..... | 41 |
| 4.3 | Ações de Gerenciamento para RCC..... | 42 |
| 4.3.1 | Minimização..... | 42 |
| 4.3.2 | Segregação..... | 45 |
| 4.3.3 | Acondicionamento..... | 46 |
| 4.3.4 | Transporte e Destinação de RCC..... | 50 |
| 5 | RESULTADOS..... | 50 |
| 5.1 | Análise do Gerenciamento de RCC nas obras..... | 50 |
| 5.1.1 | Capacitação com a equipe de trabalhadores..... | 51 |
| 5.1.2 | Organização dos canteiros de obras..... | 52 |
| 5.1.2.1 | Obra de Reforma..... | 53 |
| 5.1.2.2 | Obra de construção nova..... | 55 |
| 5.1.3 | Segregação de RCC..... | 56 |
| 5.1.5 | Reutilização e reciclagem de RCC..... | 59 |

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 5.1.4.1 Resíduos classe A..... | 60 |
| 5.1.4.2 Resíduos classe B..... | 62 |
| 5.1.4.3 Resíduos classe D..... | 64 |
| 5.2 Análise qualitativa..... | 64 |
| 5.3 Análise quantitativa..... | 65 |
| 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 71 |
| REFERÊNCIAS..... | 72 |

1 INTRODUÇÃO

A população mundial aumentou consideravelmente após a Segunda Guerra Mundial, o que favoreceu o surgimento e desenvolvimento de atividades econômicas e conseqüentemente o êxodo das populações do campo para a cidade. Tais fatos propiciaram um acentuado e intenso crescimento da Indústria da Construção Civil (ICC), que ao visar maiores lucros acaba por empregar mão de obra sem qualificação, buscando diminuir prazos de conclusão da obra e custos.

Hoje, a ICC é considerada uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento socioeconômico, mas é também responsável pela grande geração de impactos ambientais, pois a cadeia produtiva da construção civil consome entre 14% e 50% dos recursos naturais de todo o planeta, sendo estes, fonte de recursos não renováveis (HOSHINO *et al.*, 2010). O impacto ambiental, torna-se inevitável, e a magnitude do problema aumenta quando há uma ineficiência das políticas públicas, falta de planejamento e conhecimento do uso correto de materiais, além da prática de técnicas ultrapassadas. Como resultado, a geração de entulhos de obras da construção civil alcançou índices alarmantes, devido à inexistência de um plano de gerenciamento de resíduos na obra.

Em 2014, os municípios coletaram cerca de 45 milhões de toneladas de RCC, o que implicou em um aumento de 4,1% em relação ao ano de 2013 (ABRELPE, 2014). Essa situação exige atenção especial quanto ao destino final dado aos resíduos, tendo em vista que a quantidade total desses resíduos é ainda maior, devido à falta de conscientização dos geradores. Os geradores, sejam eles públicos ou privados, são responsáveis por destinar, após triagem, de forma correta os resíduos de acordo com sua classificação. Estes deverão ter como objetivo, primeiramente, a não geração de resíduos, e por segundo, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição ambientalmente adequada dos rejeitos (CONAMA nº 448, 2012).

Entretanto, também é importante a adoção de uma cultura de gestão de resíduos sólidos da construção civil por parte da sociedade, que na maioria dos casos desconhece a problemática. No país, existem diversas legislações que tratam da regulamentação da questão dos resíduos a serem estabelecidas por órgãos a nível municipal, estadual e federal. Entretanto, este fato não vem ocorrendo como esperado, evidenciando a importância das construtoras implantarem programas de

gestão de resíduos. A adoção de Plano de Gerenciamento de RCC na execução de obras é uma necessidade que o setor da construção civil apresenta para poder se adequar a nova realidade ambiental e socioeconômica.

Para tanto, tornam-se indispensáveis campanhas educativas que promovam a sensibilização e divulgação de informações sobre a importância da destinação e disposição adequada destes resíduos. Segundo a Resolução CONAMA nº 448/2012 os resíduos da construção civil (RCC) diferem de outros tipos de resíduos urbanos, e não podem ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de encostas, corpos de água e em locais desprotegidos por Lei. Devido a isso, foi estabelecido pela Resolução CONAMA nº 307/2002 a exigência da elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) que explanará todas as etapas de gestão e gerenciamento, que compreendem: programas de informação e educação ambiental para geradores; a redução, reutilização e reciclagem na fonte; caracterização, coleta e transporte; triagem; disposição em aterros de resíduo de classe C e D ou aterros sanitários. Assim, o objetivo é estabelecer métodos para o manejo e adequada destinação dos RCC, promovendo a responsabilidade de todos os geradores.

Neste contexto, tem-se como finalidade elaborar um plano de gerenciamento de resíduos sólidos em duas obras de construção civil, localizadas em Itapiranga – SC, sendo que neste município, não existe um plano de gerenciamento de resíduos sólidos nas obras. As obras estudadas terão características de construção nova, e outra, características de reforma. Assim, serão propostas medidas de redução de perdas de materiais ao longo da execução das obras. Para isso, será realizada a caracterização da obra, que compreende as técnicas de triagem, o acondicionamento, transporte e disposição final dos resíduos. Por conseguinte, serão sugeridas ações direcionadas a melhor segregação de resíduos, como técnicas de reutilização no próprio canteiro de obras e destinação correta do material para usinas recicladoras.

Como resultado final, serão apresentados modelos de plano de gerenciamento de resíduos sólidos para as duas obras geradoras de resíduos da construção civil, classificados como classe A (tijolos, blocos, argamassa e concreto), classe B (madeira de eucalipto, plásticos, papéis e metais) e classe D (tintas e solventes). Desta forma, a partir destes modelos, propõe-se que estes subsidiem outras obras com características semelhantes à do estudo.

1.1 Objetivo geral

- Propor o gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil no canteiro de obra com características de reforma e de construção nova, localizadas no município de Itapiranga - SC, com o intuito de propor formas de redução e perda de materiais.

1.2 Objetivos específicos

- Realizar um diagnóstico ambiental nas obras de reforma e de construção nova com vistas as suas especificidades;
- Analisar qualitativamente e quantitativamente a geração de RCC nos canteiros de obras;
- Propor métodos e incentivar a segregação e reutilização de RCC no próprio canteiro de obras.
- Incentivar a capacitação continuada, com ênfase no gerenciamento de resíduos sólidos da construção civil.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Resíduos Sólidos Urbanos

Os resíduos sólidos são gerados em todas as atividades humanas, decorrentes de processos econômicos, os quais integram atividades extrativistas, industriais e de consumo (MARTINS, 2012).

A desenfreada geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) tanto em quantidade como em diversidade, é um dos grandes problemas ambientais na atualidade tornando-se um desafio para as cidades ao longo das próximas décadas. Em 2014 a geração total de RSU no Brasil foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que representa um aumento de 2,9 % em relação ao ano de 2013. Esse número é superior à taxa de crescimento populacional no país, que foi de 0,9% no período. (ABRELPE, 2014).

A característica principal das deposições irregulares, resultados da inexistência de soluções para o recebimento de resíduos sólidos, são os efeitos de degradação do meio ambiente, além da multiplicação de vetores de doenças. Entretanto, tal cenário começou a mudar, intensificando a preocupação da sociedade com a questão da degradação ambiental e desenvolvimento sustentável. Diante disso, instituíram-se legislações ambientais referentes à problemática dos resíduos sólidos, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010) e a NBR 10004 (ABNT, 2004).

A PNRS (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 (PNRS, 2010, p. 2).

A PNRS (2010) trata da ordem de prioridade para gestão de resíduos, da seguinte forma: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, que passa a ser obrigatória. Ainda segundo a PNRS (2010), os resíduos sólidos podem ser classificados quanto à origem, que considera o local ou atividade em que a geração ocorre:

- Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- Resíduos de limpeza urbana: os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico: os gerados nessas atividades.
- Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

- Resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- Resíduos agrossilvopastoris: os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- Resíduos de serviços de transportes: os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- Resíduos de mineração: os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;
- Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis (PNRS, 2010, p. 6).

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características, além da comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido (ABNT, 2004).

Além do acréscimo na quantidade, os resíduos produzidos atualmente passaram a abrigar em sua composição elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana, em virtude das novas tecnologias incorporadas ao cotidiano (GOUVEIA, 2012).

Desta forma a NBR 10004 (2004) elaborou critérios de classificação dos resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública:

- Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos:
 - a)** Resíduos Classe II A – Não Inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Resíduos Classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
 - b)** Resíduos Classe II B – Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma 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 a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ANBT, 2004, p. 3).

Os resíduos sólidos podem ainda ser classificados de acordo com suas características físicas, químicas e biológicas (ABNT, 2004). Essas características variam de acordo com aspectos socioeconômicos, culturais, climáticos e geográficos. Segundo a NBR 10004 (2004), as características físicas compreendem a geração per capita (relação da quantidade de resíduos gerados diariamente e o número de habitantes); teor de umidade (quantidade de água presente); composição gravimétrica (percentual dos componentes em relação ao peso total); peso específico aparente (kg/m^3); compressibilidade (grau de compactação e redução do volume).

Entretanto as características químicas os resíduos sólidos são determinadas por poder calorífico (capacidade do material de desprender calor quando é queimado); relação carbono/nitrogênio – C:N (grau de decomposição da matéria orgânica); pH (teor de acidez); composição química (teor de carbono, potássio, nitrogênio, cálcio, fósforo, cinzas, matéria orgânica e gorduras).

Já as características biológicas dos resíduos sólidos abrangem comunidades microbianas e agentes patogênicos presentes. Essa característica é fundamental para em conjunto com as características químicas, conferir uma aceleração da decomposição da matéria orgânica e inibição de odores.

2.2 Importância dos resíduos da construção civil

Dentre os mais diversos resíduos produzidos, que compreendem os resíduos sólidos urbanos (RSU), estão os resíduos da construção civil (RCC). Os RCC derivam das perdas de materiais nos próprios canteiros de obras, e tem obtido uma atenção especial devido a grande expansão do ramo da construção e da demanda por bens e serviços. Para Moreira (2010), a construção civil está no topo dos setores que mais causam impactos ambientais, e o volume de resíduos sólidos gerado causa grande preocupação, à medida que sua correta destinação traz altos custos para as

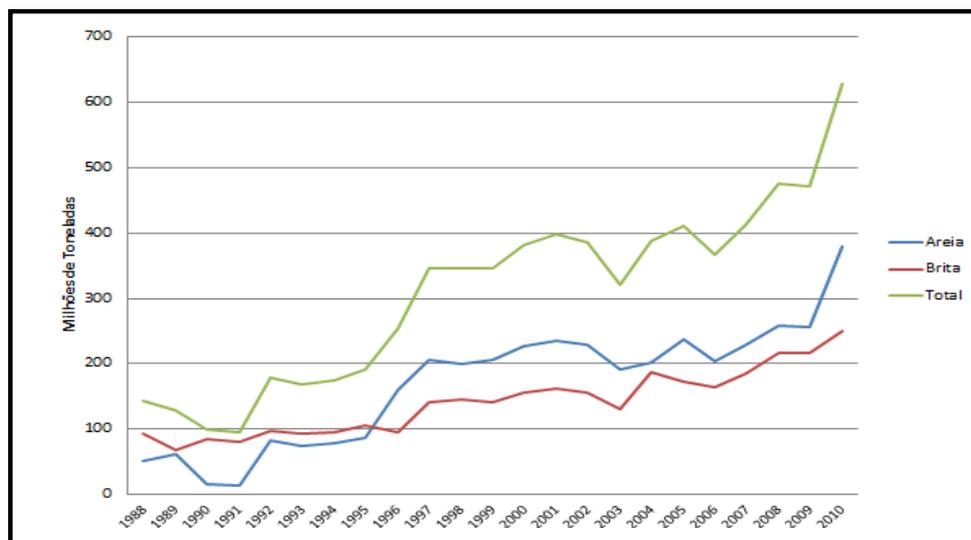
administrações municipais. Portanto, vê-se a necessidade de implantar medidas, com o objetivo de enfrentar os desafios que são gerados por suas etapas construtivas.

A Resolução 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define resíduos da construção civil:

São os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA nº 307, 2002, p. 1).

A construção civil demanda uma série de materiais fonte de recursos naturais. A extração desses materiais modifica a estrutura hidrogeológica e hidrológica (interferindo no perfil e equilíbrio dos rios, na paisagem e provocando instabilidade na extração de materiais rochosos), contribuindo para a degradação do meio ambiente. A Figura 1 apresenta a produção de agregados naturais entre os anos de 1988 e 2010. É possível perceber que houve um crescimento significativo nos anos 1988 a 2000, no período de estabilização da moeda. Já a partir dos anos 2000 teve-se um crescimento acentuado do consumo.

Figura 1 - Produção de brita e areia no Brasil, entre 1988 e 2010.



FONTE: ANEPAC, (2011).

A maior consumidora de agregados naturais é a indústria da construção civil e esse consumo aparentemente não irá reduzir, portanto, o nível de consumo dos recursos minerais (agregados) pela indústria da construção civil possivelmente será mantido pelos países desenvolvidos para que a população possa desfrutar do conforto da vida moderna (BERTOL et al., 2013).

Estimativas indicam que, entre os anos 2000 e 2030, 27% das edificações preexistentes serão substituídas e 50% do estoque total de edificações será construído (KEELER; BURKER, 2010). Este dado revela que apesar de sua importância para o desenvolvimento do país, o setor da construção civil arca com o ônus de ser um elo da cadeia produtiva responsável por um impacto ambiental significativo oriundo de suas atividades. Dessa forma, o volume de resíduos da construção civil (RCC) é, atualmente, o maior dentre todos os resíduos gerados em áreas urbanas, além de que seus constituintes também podem ser danosos à saúde e ao meio ambiente, tais como materiais contaminantes, plásticos e derivados, entre outros (FILHO, 2013). Deste modo, o que preocupa é a desenfreada geração de resíduos da construção civil, com volumes cada vez maiores lançados em locais inadequados no meio urbano.

Quando esses resíduos são descartados em locais inadequados, como rios, barrancos, florestas ou terrenos, pode haver contaminação do solo e, por conseguinte, águas subterrâneas e superficiais, favorecendo também a enchentes, atração de

pragas e alteração da paisagem. Deverá ser considerada a contaminação que o próprio resíduo pode sofrer quando, por exemplo, no Brasil, este RCC é acondicionado em caçambas nos meio fios, que contém resíduos orgânicos e outros.

Além disso, tem-se um grande obstáculo para reutilizar ou reciclar, devido ao consumo energético ser elevado, sendo que não há uma preocupação e responsabilidade pelo gerador em destinar de forma correta os resíduos produzidos de acordo com sua classificação. Desconsiderando-se a necessidade do uso consciente e controlado de determinados resíduos, os impactos ambientais, causados pela extração da matéria-prima de fontes naturais e esgotáveis, podem ser irreversíveis (BERTOL et al., 2013).

Em 2002, com o intuito de solucionar este problema no Brasil e mudar este cenário, o CONAMA publicou a Resolução nº 307/02 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, onde os municípios passaram a ser obrigados a elaborar o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil ao qual deverá incorporar o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Posteriormente essa resolução foi complementada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 448/2012 e nº 431/2011.

Conforme a Resolução citada, os resíduos são classificados da seguinte maneira:

- Classe A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: o de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; o de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; o de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré- moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;
- Classe B: resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e o gesso;
- Classe C: resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

- Classe D: resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas, demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde (CONAMA nº 307, 2002, p. 3).

Segundo a Resolução CONAMA nº 302/2002, concluiu-se que o resíduo de construção compõe-se de restos e fragmentos de materiais, já os de demolição são formados apenas por fragmentos tendo por isso maior potencial qualitativo quando comparado ao resíduo de construção (VILHENA, 2010).

Bertol et al. (2013), afirma que os RCC não apresentam riscos tão altos ao meio ambiente, devido a suas características. Eles defendem que como as características químicas encontradas nos resíduos são semelhantes as do solo, os RCC não são altamente nocivos. Entretanto, muitas vezes, este contém óleos, tintas e amianto (telhas de cimento), que são considerados resíduos perigosos pela NBR 10004 de 2004 da ABNT.

2.3 Geração de Resíduos na Construção Civil

O maior responsável pelo alto índice de geração desses resíduos, é a falta de gerenciamento dos trabalhos de construção. Para Bertol et al., (2013), o mau planejamento na fase de projetos e a grande falha na execução dos mesmos sem observar os métodos e processos construtivos são um dos grandes responsáveis pela geração dos RCC nos canteiros de obras. As falhas nas definições, e os detalhamentos insuficientes nos projetos, unidos à qualidade inferior dos materiais disponíveis no mercado, adicionando-se ainda uma mão de obra não qualificada, a ausência de procedimentos operacionais, controle na execução das tarefas contribuem para a geração de RCC.

Os custos destes desperdícios ficam distribuídos, não só pelo consumidor final das edificações, mas também pela sociedade, que irá arcar com custos de remoção e tratamento dado aos mesmos, quando depositos irregularmente. As deposições irregulares dos RCC nas cidades ocasionam grandes transtornos à sociedade,

exigindo ainda das cidades elevados investimentos para correção do problema e adequação à legislação em vigor (BERTOL et al., 2013).

Outro problema citado por alguns autores é o esquecimento e a falta de preocupação em relação ao gerenciamento dos RCC, devido à maior atenção por parte das administrações municipais com o gerenciamento de resíduos domésticos. Eles consideram esse tipo de resíduo predominante e por isso os RCC acabam por muitas vezes sendo deixados de lado.

Alguns países europeus e o Japão foram os pioneiros no desenvolvimento de esforços para o conhecimento e controle dos resíduos de construção civil. Em função das suas altas densidades demográficas e de pouco espaço para a destinação de resíduos, eles elaboraram políticas eficientes e bem consolidadas para a gestão dos RCC (NETO, 2010). BERTOL et al. (2013) relata que, em Xangai, na China, por exemplo, estima-se que a quantidade gerada desses resíduos é de 21.100.000 toneladas/ano, que representam 45% do total de resíduos sólidos gerados.

Já a estimativa de geração de RCC em várias cidades do Brasil, é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Estimativa sobre a geração de RCC em diversos municípios do Brasil.

| Municípios | População (1 mil) | Massa gerada (t/dia) | Volume gerado (m ³ /dia) | Geração per capita (l/habitante ao dia) | Fonte |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|--|--|------------------------|
| Catanduva-SP | 112 | 150 | 125 | 1,11 | Marques Neto (2009) |
| Fernandópolis-SP | 65 | 82 | 68 | 1,05 | |
| Ituitaba-MG | 89 | 67 | 61 | 0,68 | Tavares (2007) |
| Lavras-MG | 87 | 56 | 47 | 0,57 | Troca (2006) |
| Macedônia-SP | 4 | 6 | 5 | 1,25 | Marques Neto (2009) |
| Marissol-SP | 53 | 77 | 64 | 1,21 | |
| Olimpia-SP | 50 | 76 | 63 | 1,26 | |
| Paulo de Faria-SP | 9 | 17 | 14 | 1,56 | |
| Presidente Prudente-SP | 202 | 342 | 263 | 1,30 | Pinto (2008) |
| Santa Maria-RS | 242 | 127 | 106 | 0,43 | Piovesan Júnior (2007) |
| Santos-SP | 418 | 434 | 362 | 0,86 | Castro (2003) |
| São Carlos-SP | 197 | 381 | 635 | 3,22 | Marques Neto (2003) |
| São José do Rio Preto-SP | 413 | 1267 | 1056 | 2,56 | Marques Neto (2009) |

FONTE: Córdoba (2010) apud IPEA (2012).

De acordo com CASTRO (2012), a geração de resíduo da construção civil é bastante elevada no Brasil, representando muitas vezes, mais da metade dos resíduos sólidos urbanos. O autor estimou a geração de resíduo da construção civil,

chegando aproximadamente em torno de 450 kg/habitante/ano, variando de cidade pra cidade.

Uma das grandes causas da geração dos RCC é a falta de conhecimento cultural e técnico do reuso, da reutilização e da reciclagem. A vida útil de uma edificação está programada para uma faixa de 50 a 100 anos, mas depende muito da composição e utilização de seus componentes (BERTOL et al., 2013).

Segundo BERTOL et al. (2013), os resíduos de construção e demolição incluem uma vasta gama de materiais, dependendo da sua fonte. Podem ser materiais de escavação (terra, areia, cascalho, pedras e barro), da construção e manutenção de estradas (asfalto, areia, cascalho e metais), de demolição (detritos como terra, cascalho, areia, tijolos, gesso, etc.) bem como muitos outros tipos de resíduos (madeira, plástico, papel, vidro, metal e pigmentos).

A Tabela 2 mostra os resultados de pesquisas para algumas cidades brasileiras. Foram verificados, concreto e argamassa em maior porcentagem na composição dos RCC. Também se verifica uma grande variabilidade na composição dos RCC.

Tabela 2 - Composição dos RCC em diferentes cidades brasileiras (%).

| Origem do material | Concreto/argamassa | Solo (areia) | Cerâmica | Rochas | Ferro | Gesso | Outros |
|--------------------|--------------------|--------------|----------|--------|-------|-------|--------|
| São Paulo | 33 | 32 | 30 | - | - | - | 5 |
| Ribeirão Preto | 59 | - | 23 | 18 | - | - | - |
| Salvador | 53 | 22 | 14 | 5 | - | - | 6 |
| Florianópolis | 37 | 15 | 12 | - | - | - | 36 |
| Passo Fundo | 15 | 20 | 38 | - | - | - | 23 |
| Recife | 44 | 23 | 19 | 3 | - | - | 11 |
| Uberlândia | 38,7/22 | 13 | 24,3 | - | - | - | 2 |
| Rio de Janeiro | 51,2 | - | 13,7 | 29,2 | 1,2 | 1,7 | 3 |

FONTE: Carneiro e Córdoba (2010) apud IPEA (2012)

Já a tabela 3, apresenta dados sobre os municípios que possuem manejo de RCC, relacionando cada um com sua região no Brasil.

Tabela 3 - Municípios no Brasil com serviço de manejo de RCC, por região

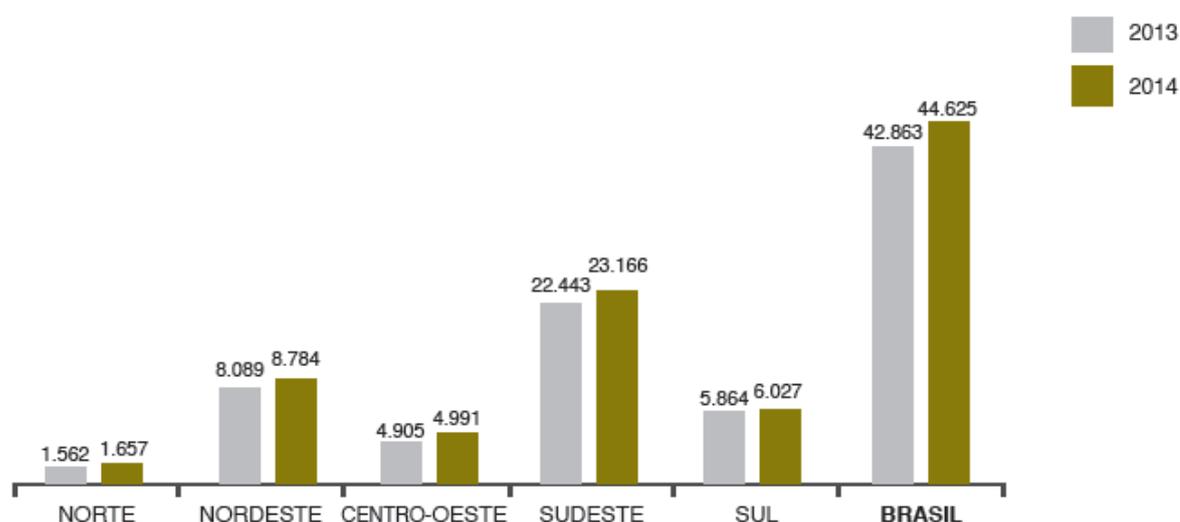
| Região | Total de municípios avaliados | Total de municípios com serviços | Porcentagem (%) |
|--------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------|
| Norte | 449 | 293 | 65,25 |
| Nordeste | 1.793 | 1.454 | 81,09 |
| Sudeste | 1.668 | 1.272 | 76,26 |
| Sul | 1.188 | 639 | 53,78 |
| Centro-Oeste | 466 | 373 | 80,04 |

FONTE: PNSB, IBGE (2010) apud IPEA (2012)

No Brasil, 4.031 municípios (72,44%) dos 5.564 municípios avaliados pela PNSB (IBGE, 2010) apud IPEA (2012) possuem serviço de manejo de RCC. Os serviços de manejos avaliados foram: reaproveitamento de agregados produzidos na fabricação de componentes construtivos, triagem e trituração simples dos resíduos classe A, classificação granulométrica dos agregados reciclados (classe A), triagem simples dos resíduos de construção e demolição reaproveitáveis (classes A e B) e outros.

A Figura 2 apresenta o total de resíduos da construção e demolição coletados no Brasil e nas diferentes regiões do país. Porém, a quantidade de resíduo coletado é ainda maior, visto que a metodologia utilizada nesta pesquisa apenas considerou os resíduos lançados em logradouros públicos.

Figura 2 - Total de resíduos da construção e demolição coletados no Brasil e regiões, em 2013 e 2014.



FONTE: ABRELPE (2014)

2.4 Aspectos Legais e Normativos sobre RCC

Como forma de auxílio na formalização da responsabilidade com o meio ambiente, existem legislações específicas que tratam sobre a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, incluindo os RCC, visando amenizar os impactos ambientais decorrentes de práticas ilegais da sociedade. Entre as legislações que tratam dos RCC e sua gestão, estão a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA e as NBR da ABNT.

No Brasil, a gestão dos resíduos sólidos sempre foi necessária e de difícil concretização. Em 2010, surgiu a Lei Federal 12.305, regulamentada pelo Decreto 7.404 (2010), que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS. A PNRS fortalece os princípios da gestão integrada e sustentável de resíduos, propõe medidas de incentivo à formação de consórcios públicos para a gestão regionalizada com vistas a ampliar a capacidade de gestão das administrações municipais, por meio de ganhos de escala e redução de custos no caso de compartilhamento de sistemas de coleta, tratamento e destinação de resíduos sólidos. A PNRS também propõe a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa de retorno de produtos, a prevenção, precaução, redução, reutilização e reciclagem, metas de redução de disposição final de resíduos em aterros sanitários e a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos inviáveis de inserção no ciclo produtivo (rejeitos), em aterros sanitários. Na questão da sustentabilidade urbana, cria meios de formação de cooperativas de catadores de materiais e possibilita o fortalecimento das redes de organizações de catadores de materiais recicláveis, além da criação de centrais de estocagem e comercialização regionais (JACOBI, 2011).

De acordo com o Art. 33 da PNRS, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são obrigados a implementar o Sistema Logística Reversa, através do retorno dos produtos após o uso pelo consumidor. “Acredita-se que, a médio prazo, a ausência de opções de adequada destinação de um RCC provocará a perda de competitividade do produto que o gerou” (FERNANDES, 2013). Portanto, de acordo com esta ideia, responsabilizar os geradores pelos resíduos de suas atividades estimulará o desenvolvimento de produtos melhores, mais duráveis, com materiais reutilizáveis e recicláveis.

Para Fernandes (2013), deve haver uma parceria entre fabricantes e

geradores, sendo que na ICC para desenvolver uma responsabilidade compartilhada, o fabricante deverá indicar opções ambientalmente adequadas de destinação e a construtora/gerador assegurar que os resíduos serão destinados a locais adequados. E com a obrigatoriedade da Logística Reversa, alguns tipos de resíduos da construção civil (como o gesso), poderão ser reinseridos na ICC, sendo indispensável à contribuição dos fabricantes.

A PNRS determina as seguintes imposições e obrigações para a ICC em seus artigos:

- a obrigatoriedade de fornecer informações completas e atualizadas (no mínimo anualmente) sobre a implementação e a operacionalização do PGRS para o município e para o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão de Resíduos Sólidos – SINIR;
- o alerta de que a contratação de serviços de coleta, armazenamento, transporte, transbordo, tratamento ou destinação final de RS, ou de disposição final de rejeitos, não isenta as pessoas físicas ou jurídicas previstas no artigo 20 (inclui os grandes geradores de RCC) da responsabilidade por danos que vierem a ser provocados pelo gerenciamento inadequado dos respectivos resíduos ou rejeitos;
- o estabelecimento de que as etapas sob responsabilidade do grande gerador de RCC (e outros do artigo 20) que forem realizadas pelo poder público serão devidamente remuneradas pelas pessoas físicas ou jurídicas grandes geradores de RCC;
- a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de RS;
- a responsabilidade dos fabricantes e distribuidores pelo desenvolvimento, produção e colocação no mercado de produtos que visem a redução, reutilização e reciclagem e a responsabilidade pelo recolhimento de resíduos;
- o dever de que as embalagens sejam fabricadas com materiais que propiciem a sua reutilização ou a reciclagem (PNRS, 2010, p. 14, 15, 16).

É estabelecido pela PNRS, para os municípios, a obrigatoriedade da elaboração e implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS, onde o financiamento e recursos estarão ao alcance dos municípios ao elaborarem o Plano. São recursos disponibilizados pelo governo federal com taxas diferenciadas, como forma de incentivo e motivação para praticar a PNRS.

A resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, para assim disciplinar as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. Para efeito da resolução, são adotadas as definições de resíduos da construção civil, geradores, agregados, reutilização, reciclagem, beneficiamento, aterro de resíduos da construção civil e áreas de destinação de resíduos (BRASIL, 2002). Posteriormente essa Resolução foi complementada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004, nº 448/2012, nº 431/2011 e nº 469/2015:

- Resolução CONAMA nº 307/2002: é estabelecido o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, que será elaborado, implementado e coordenado pelos municípios e pelo Distrito Federal, e deverá estabelecer diretrizes técnicas e procedimentos para o exercício das responsabilidades dos pequenos geradores, em conformidade com os critérios técnicos do sistema de limpeza urbana local. Já os Projetos 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 adequados dos resíduos. Os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas: caracterização, triagem, acondicionamento, transporte e destinação (BRASIL, 2002).
- Resolução CONAMA nº 348/2004: altera a Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos (classe D). Segundo Critério de Saúde Ambiental n. 203, da Organização Mundial da Saúde – OMS (2010), a exposição ao amianto crisotila aumenta os riscos de asbestose, câncer de pulmão e mesotelioma (BRASIL, 2004).

- Resolução CONAMA nº 431/2011: altera o art. 3º da Resolução n. 307 (2002), estabelecendo nova classificação para o gesso. O gesso é retirado da classe C (são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação) e adicionado à classe B, que são os resíduos recicláveis para outras destinações (BRASIL, 2011).
- Resolução CONAMA nº 448/2012: altera os art. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307/2002. Destacam-se algumas mudanças, como o licenciamento de aterro de resíduos de classe A de preservação de material e o tratamento e a disposição adequada dos resíduos sólidos pelos geradores. Tornou-se instrumento para a implantação da gestão dos resíduos da construção civil o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil, a ser elaborado pelos Municípios e pelo Distrito Federal, em consonância com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. Estes Planos Municipais de Gestão de Resíduos de Construção Civil, deverão ser implementados em até seis meses após a sua publicação BRASIL (2012).
- Resolução CONAMA nº 469/2015: altera o art. 3º da Resolução nº 307/2002, estabelecendo classificação para embalagens vazias de tintas imobiliárias, fazendo parte da classe B na classificação de resíduos da construção civil. Vale ressaltar que consideram-se embalagens vazias de tintas imobiliárias, aquelas cujo recipiente apresenta apenas filme seco de tinta em seu revestimento interno, sem acúmulo de resíduo de tinta acumulada. Dispõe ainda que as embalagens de tinta usadas na construção civil serão submetidas a sistema de logística reversa e que a destinação final determinada para as embalagens vazias de tintas imobiliárias é a reciclagem (BRASIL, 2015).

Objetivando uma padronização e o estabelecimento de métodos em relação aos resíduos da construção civil, são utilizadas normas técnicas regulamentadoras, que tem como principal função a busca por uma gestão e manejo adequado destes resíduos em todo seu ciclo. Para tanto, são utilizadas as normas da ABNT (2004) abaixo:

- NBR 15112: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de CD;
- NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil: Área de Reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação;
- NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação
- NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

2.5 Gerenciamento de RCC no canteiro de obras

A construção civil está tornando-se, cada vez mais, a maior responsável pela geração de resíduos sólidos urbanos. O local que apresenta grandes volumes de resíduos é consequência da má gestão dos geradores, relacionado ao crescimento da degradação ambiental apresentada pela construção civil. Este cenário, tem levado diversas organizações, bem como o poder público, a desenvolverem métodos de melhoria sobre o setor, a fim de diminuir a geração de resíduos, assim otimizando a gestão das obras neste aspecto e conscientizando o gerador sobre seus deveres e responsabilidades ambientais (BERTOL et al., 2013).

Para a gestão dos resíduos da construção civil, a resolução CONAMA n. 448 (2012), direciona os procedimentos a serem adotados com a definição de gerenciamento de resíduos:

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 plano de gerenciamento de resíduos sólidos. (CONAMA nº 307, 2012, p. 1).

Todas as obras devem criar seu Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), no qual devem constar os procedimentos adotados para o manejo e a destinação correta dos resíduos gerados (BRASIL, 2002).

Uma das principais etapas do processo de gerenciamento de resíduos é fazer uma previsão da geração de cada tipo de detrito, já que cada um necessita de um tratamento específico. É importante que no canteiro de obras, ocorra a separação dos resíduos em cada área logo após sua geração, tendo um espaço adequado para o acondicionamento e não haver contaminação. Sendo assim, é necessário que haja um controle rigoroso para a correta destinação e tratamento deste resíduo. Também é necessário que os operários da construção recebam orientações e treinamentos, para que estejam motivados a colaborar com a separação do resíduo em todas as etapas construtivas.

2.6 Reciclagem e Reuso de RCC

O tratamento dos RCC ganha hoje uma atenção especial por parte de pesquisadores e do setor da construção civil que visam reduzir a geração de resíduos sólidos e também buscar a possibilidade de reuso e reciclagem destes materiais. A utilização de resíduos de construção civil (RCC) em novas construções ajuda a solucionar a problemática da destinação desses materiais, com a vantagem de reduzir o uso de matérias primas e o consumo de energia durante o processo de extração, produção e transporte, bem como reduzir a ocupação de áreas em aterros sanitários e a geração de uma nova cadeia produtiva pelo artefato. (FILHO, 2012). Ao invés de simplesmente lançar o resíduo ao meio ambiente como rejeito, se poderia atribuir um valor econômico a este material, como forma de alternativa relacionada ao conceito de sustentabilidade.

No que se refere aos construtores, várias atividades realizadas ainda no canteiro de obras permitem o redirecionamento dos materiais de maneira criativa, evitando até os métodos de descarte menos poluentes (KEELER; BURKE, 2010). Inclusive o correto manejo dos resíduos no canteiro, facilita a identificação de materiais reutilizáveis.

Os materiais de construção e demolição reciclados com mais frequência incluem metal, vidro, concreto, produtos de papel, como embalagens de papelão. Os materiais recuperados e reutilizados incluem, por sua vez, tijolos, pedras, solo, madeira e aparelhos hidrossanitário, o que pode evitar o descarte. Existem outros materiais de construção e demolição recicláveis que, em razão da infraestrutura de reciclagem distante, ainda não geram retorno econômico. Entre eles, encontram-se o gesso, carpetes, azulejos e tubos de plástico (KEELER; BURKE, 2010).

Para Varela (2010), a construção civil possui uma alta capacidade para absorver materiais reciclados, porque os materiais utilizados para a produção de grande parte dos componentes de uma construção, como os de cimento Portland, são de produção e composição simples. Estes componentes aceitam baixas resistências mecânicas e não necessitam de grandes aprimorações técnicas.

No Brasil, 90% dos resíduos gerados em obras, são capazes de ser reciclados. De uma forma geral, os resíduos de construção e demolição são normalmente reciclados como agregado para produção de argamassa, concreto e tijolos. Entretanto, também são reaproveitados como material de base em obras de terraplanagem, drenagem, topografia e firmamento de encostas (ÂNGULO et al., 2011).

A NBR 15.116 da ABNT (2004), que dispõe sobre os requisitos para utilização de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição (RCD) em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural, define agregado reciclado: “material granular proveniente do beneficiamento de resíduos de construção ou demolição de obras civis que apresenta características técnicas para a aplicação em obras de edificação e infraestrutura” (ABNT, 2014, p. 2).

Ainda segundo a NBR 15.116 da ABNT (2004), os agregados reciclados são provenientes do beneficiamento de resíduo pertencente à Classe A e podem ser divididos em dois tipos, de acordo com a porcentagem de fragmentos de concreto na sua fração graúda:

- Agregado reciclado de concreto (ARC): mínimo de 90%, em massa, de fragmentos de concreto e rochas;
- Agregado reciclado misto (ARM): menos de 90%, em massa, de fragmentos de concreto e rochas.

A Tabela 4 ilustra os resíduos possivelmente gerados de acordo com as

etapas das obras e seu reaproveitamento.

Tabela 4 - Identificação dos resíduos por etapas da obra: possível reaproveitamento.

| Fases da obra | Tipos de resíduos possivelmente gerados | Possível reutilização no canteiro | Possível reutilização fora do canteiro |
|-------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| Limpeza do terreno | Solos | Reaterros | Aterros |
| | Rochas, vegetação, galhos | - | - |
| Montagem do canteiro | Blocos cerâmicos, concreto (areia, brita) | Base de piso, enchimentos | Fabricação de agregados |
| | Madeiras | Escoras/travamentos (gravatas) | Lenha |
| Fundações | Solos | Reaterros | Aterros |
| | Rochas | Jardinagem, muros de arrimo | - |
| Superestrutura | Concreto (areia, brita) | Base de piso, enchimentos | Fabricação de agregados |
| | Madeira | Cercas; portões | Lenha |
| | Sucata de ferro, fôrmas plásticas | Reforço para contrapisos | Reciclagem |
| Alvenaria | Blocos cerâmicos, blocos de concreto, argamassa | Base de piso, enchimentos, argamassas | Fabricação de agregados |
| | Papel, plástico | - | Reciclagem |
| Instalações sanitárias | Blocos cerâmicos | Base de piso, enchimentos | Fabricação de agregados |
| | Pvc; ppr | - | Reciclagem |
| Instalações elétricas | Conduites, mangueira, fio de cobre | - | Reciclagem |
| Reboco interno/externo | Argamassa | Argamassa | Fabricação de agregados |
| Revestimentos | Pisos e azulejos cerâmicos | - | Fabricação de agregados |
| | Piso laminado de madeira, papel, papelão, plástico | - | Reciclagem |
| Forro de gesso | Placas de gesso acartonado | Readequações em áreas comuns | Reciclagem |
| Pinturas | Tintas, seladoras, vernizes, textura | - | Reciclagem |
| Coberturas | Madeiras | - | Lenha |
| | Cacos de telhas de fibrocimento | - | - |

FONTE: LIMA (2009) adaptado pela autora (2016).

Para Cabral (2011), mesmo que não haja uma concordância quanto aos custos dos agregados reciclados, é verdadeiro que os valores sempre serão inferiores aos

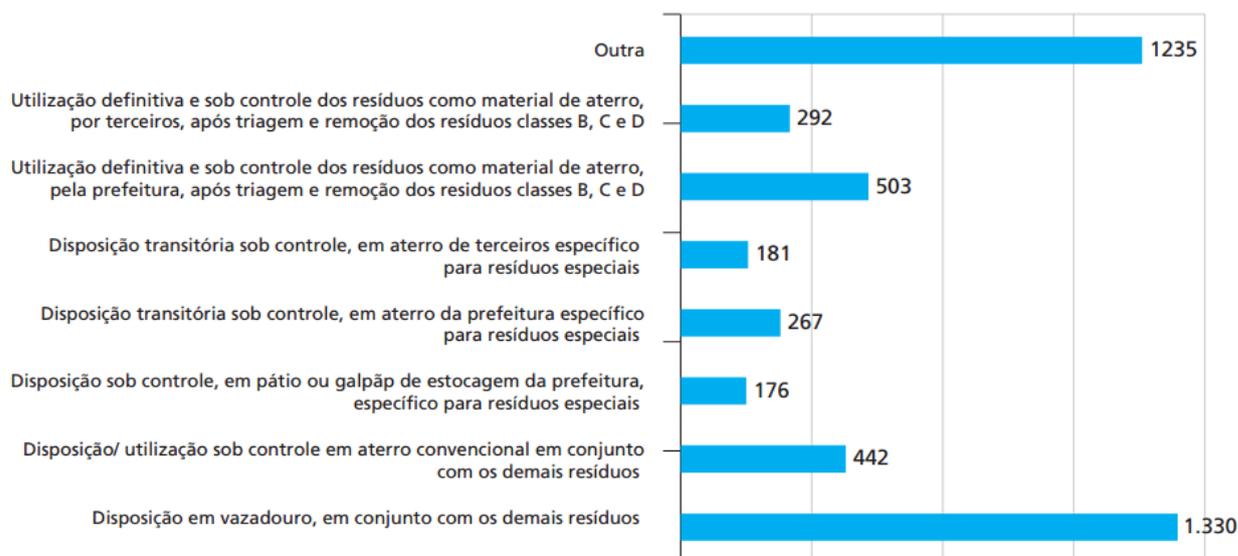
dos agregados naturais, evidenciando a importância da reciclagem de RCC. Entretanto, é necessário observar as características dos agregados, quanto a presença de materiais cerâmicos, como pisos e azulejos, o que pode interferir negativamente na resistência a compressão do concreto. Assim sua possibilidade de uso é direcionada ao uso como agregado de concreto não estrutural, de acordo com a NBR 15.116 da ABNT (2004), em substituição parcial aos agregados convencionais areia e brita.

2.6 Disposição de RCC

Os resíduos que provêm das atividades de demolição e construção, apresentam dificuldades para a destinação final, principalmente devido ao seu volume. Hoje, principalmente os pequenos geradores dispõem esse material em vias públicas, terrenos baldios ou à beira de córregos. Essa degradação da paisagem urbana estimula a criação de pequenos lixões a céu aberto que contribuem para o incentivo da disposição irregular de outros resíduos sólidos urbanos e a proliferação de vetores de doenças e o entupimento dos sistemas de drenagem (PASCHOALIN, 2012). De acordo com Pimentel (2013), a grande distância dos locais de disposição de resíduos encarece o custo unitário da ICC, acarretando em disposições irregulares e conseqüente degradação ambiental. De acordo com o mesmo autor, a distância até as recicladoras e locais regulares para disposição e ainda o aumento cada vez maior do volume de RCC tem altos custos, sendo que os transportadores optam pela disposição em áreas mais acessíveis e próximo do local gerador, o que preocupa e dificulta as ações de coleta e disposição final.

Para Pimentel (2013), são essenciais estudos cuidadosos dos RCC, com a finalidade de evitar que as deposições irregulares aconteçam para se ter conhecimento da quantidade gerada, das taxas dos mesmos na cidade e ainda, definições corretas dos possíveis locais de disposição para os mesmos. Pois eles representam um problema que sobrecarrega os sistemas de limpeza pública municipais, visto que, no Brasil, os RCC podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos – RSU (IPEA, 2012). A Figura 3 ilustra os municípios brasileiros com serviço de manejo de RCD e as formas de disposição no solo.

Figura 3 - Municípios no Brasil que dispõem de manejo de RCD com as formas de disposição no solo.



FONTE: IPEA (2012).

O destino a ser dado ao RCD deve priorizar as soluções de reutilização e reciclagem ou, quando inevitável, adotar a alternativa do Aterro de Resíduos de Construção Civil indicado na Resolução CONAMA nº 307/2002 e normatizado pela ABNT. Esse novo tipo de aterro poderá ser executado em duas hipóteses: ou para a correção de nível de terrenos, para uma ocupação futura dos mesmos (disposição definitiva); ou para a reservação (disposição temporária) dos resíduos que compõem a classe A, visando o seu aproveitamento futuro, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

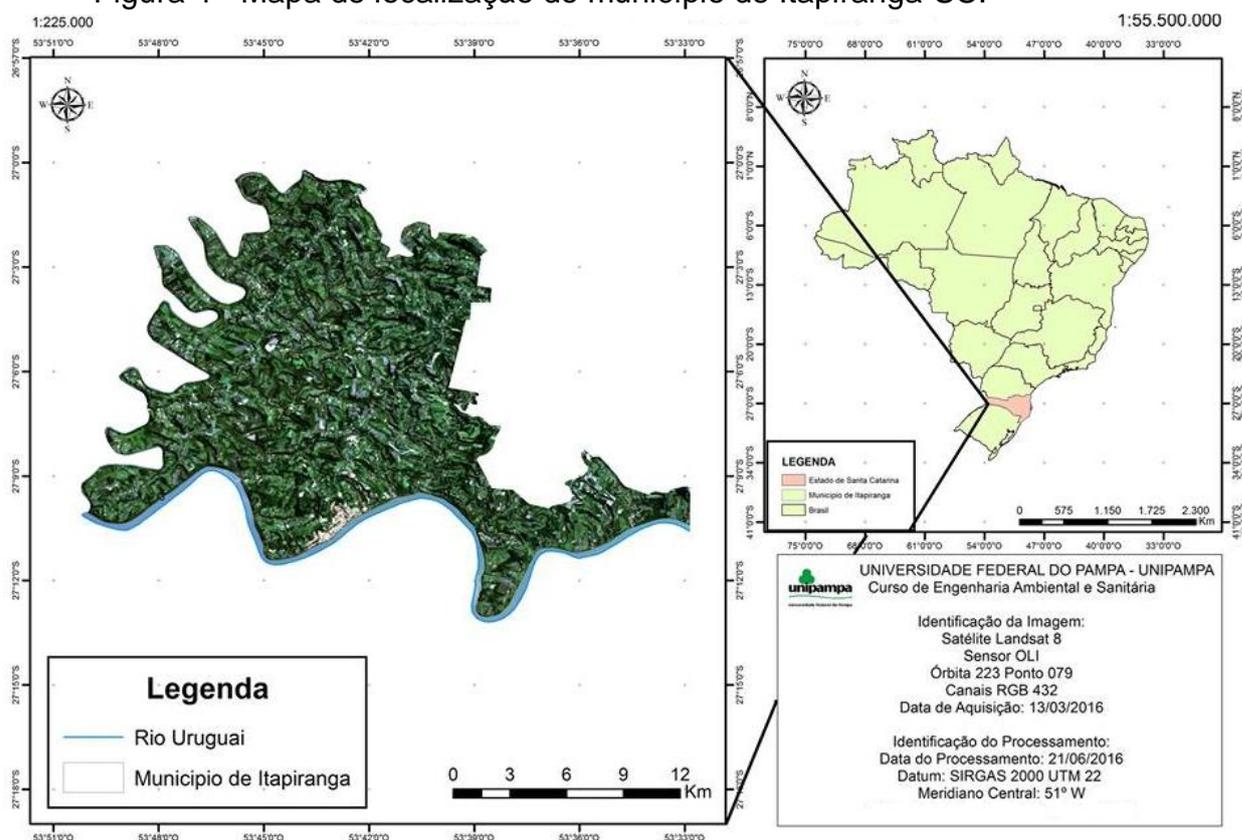
Já para os resíduos de classes B, C e D, a Resolução CONAMA nº 307/2002 apenas indica que devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas, não especificando também formas de reciclagem ou reutilização para cada tipo de resíduo. Entretanto, para BERTOL et al. (2013), a disposição de resíduos classes C e D costuma ter custo relativamente alto quando comparado aos resíduos classes A e B, o que pode levar as construtoras a esconder sua geração extraviando estes resíduos para disposições irregulares.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 Localização

A pesquisa desenvolveu-se no município de Itapiranga, que está localizado no extremo Oeste do Estado de Santa Catarina, a 800 km da capital Florianópolis, como ilustrado na Figura 4. Segundo dados do IBGE (2014), sua população é estimada em 16.253 habitantes. Itapiranga possui uma área de 280,116 km² e situa-se na latitude 25°10'12" Norte e longitude 53°51'44" Oeste. Os municípios limítrofes são Tunápolis, São João do Oeste, Barra do Guarita, Pinheirinho do Vale, Caiçara e El Soberbio (Argentina).

Figura 4 - Mapa de localização do município de Itapiranga-SC.



FONTE: autora (2016).

3.2 Indicadores básicos de Itapiranga – SC

A economia de Itapiranga, atualmente, gira em torno da agropecuária e agricultura, com destaque para o cultivo de milho, soja, feijão e tabaco, além da criação de suínos e aves, e principalmente o gado de leite. Grande parte da produção é advinda de pequenas propriedades (agricultura familiar). Além disso, a economia se firma com instalação de diversas indústrias frigoríficas e com a maior festa do município, a Oktoberfest, sendo a cidade do berço nacional da festa (ITAPIRANGA, 2016).

O município conta com um clima subtropical úmido com índice de precipitação pluviométrica média anual de 1.810 mm. Já a hidrografia compreende a bacia dos Rios Uruguai, Macaco Branco, Peperí-Guaçu, Dourado e Fortaleza. A vegetação existente é constituída predominantemente de mata atlântica, com destaque ao reflorestamento nos últimos anos, apresentando um solo basáltico argiloso. (ITAPIRANGA, 2016).

Itapiranga possui um Índice de Desenvolvimento Humano – IDH de 0,775, considerado alto quando comparado ao do Brasil que apresenta um IDH de 0,699 (PNUD, 2010).

3.3 RCC no município de Itapiranga-SC

Quanto a legislações que tratam sobre a questão de RCC no município, foi observado que não existe nenhum Plano Municipal de Gerenciamento de RCC elaborado. Contudo, têm-se artigos específicos que tratam das obrigações do munícipe durante a execução de obras no Plano Diretor do município.

No art. 39 do Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal de Itapiranga - SC (PDDMI) de 16 de agosto de 2012, é estabelecido que durante a execução das obras, o profissional responsável e/ou proprietário deverá colocar em prática todas as medidas necessárias para garantir a segurança dos operários, do público e das propriedades vizinhas e providenciar para que o leito do logradouro no trecho abrangido pelas mesmas obras seja permanentemente mantido em perfeito estado de limpeza (PDDMI, 2012).

Ainda, institui-se que quaisquer detritos caídos das obras assim como resíduos de materiais que fiquem sobre parte do leito do logradouro público, deverão ser imediatamente recolhidos sendo, caso necessário, feita a varredura de todo o trecho do mesmo logradouro cuja limpeza ficar prejudicada, além de impedir o levantamento do pó. O responsável por uma obra deverá pôr em prática todas as medidas necessárias no sentido de evitar incômodos para a vizinhança pela queda de detritos nas propriedades vizinhas, pela produção da poeira ou ruído excessivo (PDDMI, 2012).

Em Itapiranga - SC, para evitar o despejo irregular de resíduos da construção civil nas ruas e calçadas, a secretaria Municipal de Administração, Obras e Serviços Urbanos intermediou a instalação de containers para coleta dos entulhos. Uma empresa terceirizada está prestando o serviço no município, a Recotulho de São Miguel do Oeste – SC. A empresa possui um aterro licenciado pela FATMA para destinação final dos resíduos, cumprindo rigorosamente às leis municipais, estaduais e federais em vigor, realizando a recolha, transporte, triagem, armazenamento, reciclagem e disposição dos entulhos (ITAPIRANGA, 2016).

Atualmente Itapiranga conta com quinze containers de 4 m³ da empresa Recotulho, sendo que três estão por recolher. A destinação ocorre em aterro de Resíduos da Construção Civil Classe A licenciado pela FATMA (Fundação do Meio Ambiente) LAO 3973/2014 com capacidade de 49 toneladas/dia, localizado na Rodovia BR 163 KM 14, município de São Miguel do Oeste (RECOTULHO, 2016).

Segundo a empresa Recotulho (2016), os resíduos pesam em média 300 Kg/m², entretanto, resíduos de madeiras e recicláveis como metal são destinados a pessoas carentes que realizam a separação e venda deste material. A empresa pretende futuramente estudar a viabilidade de reaproveitamento, no entanto devido à baixa demanda em virtude da destinação irregular, não viabiliza o investimento.

4. METODOLOGIA

A metodologia do presente trabalho baseou-se na análise de procedimentos utilizados para a realização de um gerenciamento adequado dos resíduos da construção civil, em relação às definições da Resolução do CONAMA nº 302/2002 e

Política Nacional de Resíduos Sólidos, nº 7.404/2010 que regulamenta a Lei nº 12.305. Foram aplicadas medidas por meio de ações voltadas a necessidade de um modelo de gestão para os RCC. Para a concretização das metas foi realizado um diagnóstico com caracterização das obras, análise qualitativa e quantitativa. Após foram aplicadas ações de gerenciamento, como minimização, segregação, acondicionamento, destinação e transporte de RCC.

Estes métodos realizaram-se através de levantamento de dados, observações, anotações e registros fotográficos. Em seguida, os dados foram tabulados e aprimorados para elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil específico das obras de construção nova e reforma.

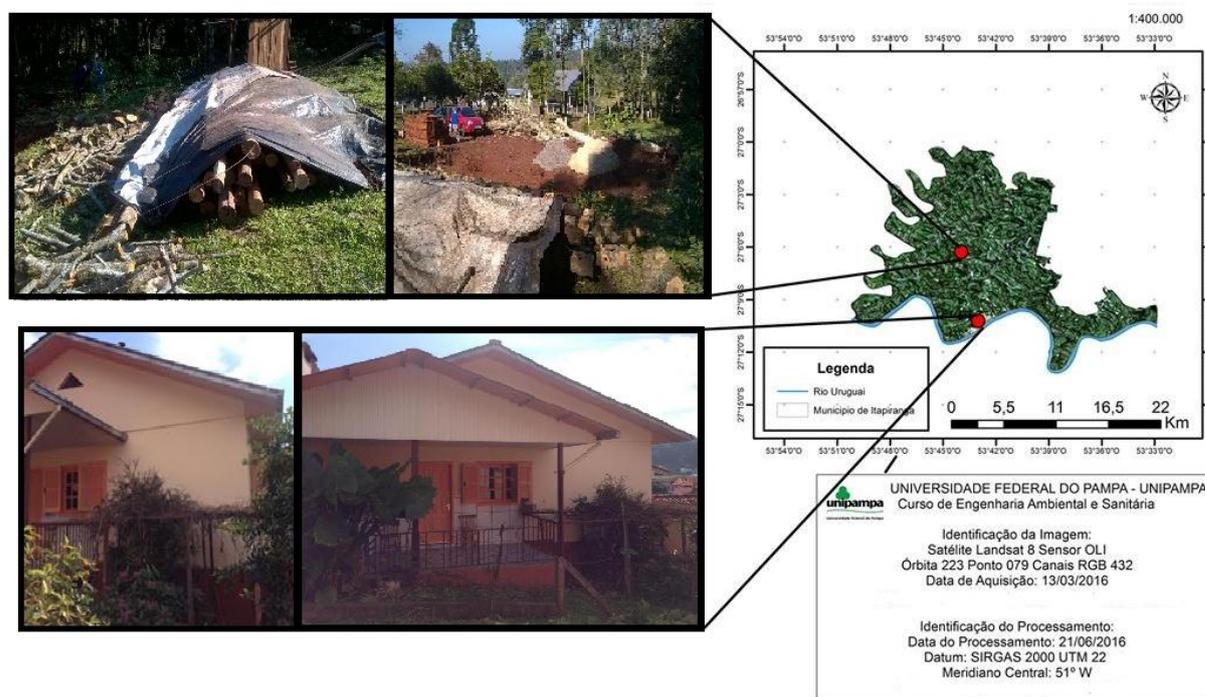
4.1 Diagnóstico das obras

Para a realização do trabalho, escolheram-se duas obras do município, ilustradas na Figura 5, sendo uma com características de construção nova e outra com características de reforma. Ambas são obras de residências de médio porte, sendo que a de construção nova localiza-se em área rural e a de reforma na área urbana.

A obra de reforma localiza-se no centro da cidade. Esta compreende uma reforma e ampliação da residência, com a demolição de uma parede para porta e construção de mais um quarto e banheiro. Ela conta com uma área total de 20 m² e a mão de obra de dois trabalhadores, sendo iniciada em meados de julho, com término em novembro de 2016.

Já obra de construção nova localiza-se numa chácara que dista 4 km do centro da cidade de Itapiranga. Esta foi construída com madeira de eucalipto, o qual foi fornecido pelo próprio dono, diminuindo custos de aquisição de matéria-prima. A obra compreende uma área de 80m² e mão de obra de dois trabalhadores, com início em junho e término em novembro de 2016.

Figura 5 - Localização das obras de construção nova e obra de ampliação e reforma, respectivamente.



FONTE: autora (2016)

4.2 Análise qualitativa e quantitativa

Para a análise qualitativa foram realizadas visitas *in loco* aos canteiros de obras. Estas ocorreram três vezes por semana, onde foram feitas verificações visuais fundamentadas na classificação dos resíduos, e proposições de melhorias com aspectos relacionados à organização do canteiro. Como contribuição adicional também foi avaliado o comportamento e aceitação da equipe frente ao desenvolvimento do trabalho.

Com o objetivo de obter informações sobre a quantificação de resíduos, foram realizadas medições e levantamento de dados nos canteiros de obras. Para isso, durante as visitas, foram medidos os volumes para cada tipo de resíduo segregado em baias de madeiras, de acordo com a Tabela 5. Realizaram-se 24 visitas no primeiro bimestre (agosto e setembro) com caracterização do volume sem o uso de medidas de reuso dos resíduos, além de mais 24 visitas no segundo bimestre (outubro e

novembro) com a implantação destas medidas. Após, os dados foram organizados e submetidos a uma análise estatística.

Em seguida, adotaram-se planilhas e cálculos de estimativa a fim de identificar valores relacionados com a geração de resíduos antes da aplicação do trabalho, sem a conscientização e após, com conscientização.

Tabela 5 - Classificação dos resíduos gerados nas obras.

| BAIA | TIPO DE RESÍDUO |
|-------------------|--|
| A | - Concreto - Solos - Tijolos - Telhas de barro |
| B | - Madeiras - Ferro |
| Rejeitos/Resíduos | - PVC - Embalagens plásticas e de papel - Embalagens de tintas |
| Tóxicos | - Restos de tintas e solventes - Pincéis e recipientes contaminados |

FONTE: CONAMA nº 307 (2002) adaptado pela autora (2016).

Para os resíduos de classe C, que são os resíduos para os quais não foram desenvolvidos processos ou tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação (CONAMA nº 307, 2002), não foi construída nenhuma baia porque não houveram resíduos dessa classificação.

4.3 Ações de Gerenciamento para RCC

4.3.1 Minimização

A minimização teve o objetivo de diminuir a geração de resíduos, sendo esta ação implantada no período de conscientização, ou seja nas últimas 24 visitas.

Inicialmente, trabalhou-se a conscientização por parte da equipe de trabalhadores, os quais estão envolvidos diretamente com os RCC. Esta etapa compreendeu uma capacitação com a equipe de trabalhadores, com a função de apresentar o trabalho e esperar a colaboração dos mesmos, que serão fundamentais no gerenciamento de resíduos. A partir disso, realizou-se uma capacitação com uma linguagem acessível para evitar mal entendidos abordando os seguintes temas:

- Definição de RCC – apresentada a definição de RCC de acordo com a Resolução CONAMA n° 307 de 2002 e a classificação de acordo com a Tabela 6.
- Identificação e classificação dos RCC – foram apresentados os RCC existentes na obra e atribuídas suas respectivas classes.
- Importância e necessidade do gerenciamento de resíduos – neste item foram abordados assuntos relacionados a mudanças físicas que deveriam ocorrer no canteiro de obras como o acondicionamento e separação dos RCC nas baias de acordo com sua classe de modo a organizar o espaço de trabalho e melhorar o fluxo dos funcionários. Também foi mencionada a necessidade dos cuidados com as matérias primas (armazenamento, transporte interno e uso).
- Técnicas e procedimentos de redução e reuso de RCC – tratou-se da importância da verificação dos tipos de materiais presentes nas obras para assim determinar os procedimentos construtivos que poderiam ser adotados para minimizar a geração de RCC nos canteiros.

Tabela 6 - Classificação de RCC.

| CLASSE | TIPO DE RESÍDUO |
|---------------|--|
| A | - Argamassa, - Concreto - Solos - Tijolos - Blocos cerâmicos - Telhas cerâmicas |
| B | - Plástico |

| | |
|---|-----------------------------|
| | - Papel |
| | - Metais |
| | - Vidros |
| | - Madeiras |
| | - Gesso |
| | - Embalagens de tintas |
| | - Ferro |
| C | - Rejeitos |
| D | - Tintas e solventes |
| | - Materiais contaminados |
| | - Materiais que tem amianto |

FONTE: CONAMA nº 307 (2002)

A minimização de resíduos envolveu ações de economia (evitando o desperdício de matéria-prima) e reutilização (reaproveitamento de sobras de materiais que seriam descartados). A partir disso, foram analisados os materiais utilizados e os resíduos gerados em ambas as construções, com o objetivo de buscar oportunidades que auxiliem na redução de rejeitos. As práticas desenvolvidas para as matérias-primas, apresentadas também na capacitação, foram as seguintes:

- Cuidados para evitar o contato dos sacos de cimento com a umidade e o sol, sendo mantidos em locais cobertos e arejados;
- Cobertura de materiais como madeira e areia com manta para evitar contato com umidade e chuva;
- Cuidados no recebimento de tijolos, blocos e vidros, evitando perdas e quebras no descarregamento de materiais;
- Conscientização para evitar o desperdício de materiais durante a execução da obra;
- Manejo e armazenamento adequado de materiais tóxicos como tintas e solventes para evitar a contaminação de outros materiais e contato com chuva;
- Compra de aço dobrado e já cortado para evitar a geração de resíduo no canteiro de obras;

- Cuidados no transporte interno de materiais para evitar perdas e/ou quebras;
- Produção de argamassa suficiente para apenas o dia de trabalho, determinada pela área a ser executada no dia;
- Armazenamento temporário de sobras de madeira em galpão para usos em outras obras.

Já as práticas de reuso apresentadas e adotadas para os resíduos gerados nos canteiros de obras foram:

- Regulação de nível com o uso de resíduos de construção e demolição como concreto, argamassa e tijolos quebrados;
- Construção de baias com os resíduos de madeira para acondicionamento de RCC;
- Uso de resíduos de madeira como lenha em lareiras;
- Uso de resíduos de madeira, serragem, solo e restos de tijolos em jardinagem;
- Uso de resíduos de madeira na construção de estante para flores.
- Reuso dos resíduos de PVC utilizado no forro para execução do forro das abas;
- Uso de resíduos de ferro como suporte para flores trepadeiras na jardinagem.

4.3.2 Segregação

Buscando a organização do espaço e um maior controle dos estoques, se formaram pilhas para segregar o material de insumo como areia, brita, tijolos, aço, madeira, cimento e argamassa. Para isso, serão considerados aspectos quanto à frequência de utilização e proximidade do local de uso.

Já para os resíduos gerados pela construção e demolição nas duas obras, considerou-se fatores como pontos de reutilização e distância de transporte. Os resíduos foram então segregados e acondicionados adequadamente em locais distintos objetivando-se a organização, limpeza e a possível utilização e

reaproveitamento nos canteiros de obras. Esta segregação foi fundamentada pela Resolução CONAMA nº 307/2002, onde realizou-se inicialmente pela autora e voluntários, a fim de expor aos pedreiros como seria desenvolvida a atividade, sendo em seguida, preparados para dar continuidade à separação dos resíduos logo após sua geração ou a cada final de dia. Assim, foi acordado que cada trabalhador separasse o resíduo que gerou, evitando possíveis contaminações.

4.3.3 Acondicionamento

Foram construídas baias com paredes de madeira, para facilitar a segregação e o acesso desses materiais pelos trabalhadores, em proporção à necessidade de ocupação de cada tipo de resíduo, associando-se também a quantidade gerada. O acondicionamento ocorreu o mais próximo possível do local de geração de RCC. A Figura 6 ilustra as baias construídas com resíduos de madeira na obra de construção nova. As baias apresentam os tamanhos apresentados na Tabela 7.

Figura 6 - Baias construídas na obra de construção nova para acondicionamento de RCC.



- (a) Baias construídas e ao fundo a obra.
(b) Vista frontal das baias
(c) Acondicionamento de RCC em 1- Rejeitos; 2- Tóxicos; 3- Classe A; 4- Classe B.
FONTE: autora (2016).

Tabela 7 - Medidas das baias construídas para acondicionamento de RCC na obra de construção nova e obra de reforma.

| Baia | Construção nova (m ³) | Reforma (m ³) |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| A | 1 | 0,9 |
| B | 1 + 2,6 | 1 |
| Rejeitos/Resíduos | 0,9 | 0,5 |
| Tóxicos | 0,5 | 0,5 |

FONTE: autora (2016).

A Tabela 7 relaciona as medidas em m³ das baias construídas para cada obra. Os tamanhos foram projetados inicialmente para suprir a necessidade de acondicionamento de todos os resíduos, entretanto, na obra de construção nova, após catorze dias, necessitou-se aumentar/construir a baia de resíduos de classe B, devido à grande geração de resíduos de madeira na obra, o que pode ser observado na Figura 7.

Figura 7 - Baias construídas na obra de construção nova.



(a) Vista frontal das baias construídas no canteiro de obras da construção nova
 (b) Aumento de 2,6 m³ da baia de resíduos da classe B.

FONTE: autora (2016).

A Figura 7 ilustra a construção de mais uma baia de resíduos de classe B, consequência da necessidade de acondicionar maior volume de resíduos de madeira. O aumento da baia foi de 2,6 m³ e ocorreu dez dias após a implantação das baias na obra de construção nova.

Figura 8 - Baias construídas para o acondicionamento de RCC na obra de reforma.



(a) Baias construídas para o acondicionamento de RCC na obra de reforma
(b) Acondicionamento de RCC em 1- Classe B, 2- Classe A, 3- Rejeitos e 4- Tóxicos
FONTE: autora (2016).

Para a construção das baias da obra de reforma, Figura 8, aproveitaram-se as paredes do canto da residência e resíduos de madeira encontrados na própria obra. As baias de resíduos da obra de reforma apresentaram medidas significativamente menores, quando comparada as baias da obra de construção nova, devido a menor geração de resíduos na obra de reforma.

As Tabelas 8 e 9 apresentam como se procedeu o acondicionamento dos resíduos para obra de construção nova e obra de reforma. As tabelas relacionam os resíduos para cada classe, considerando a viabilidade de reuso destes nas obras. Resíduos que não foram passíveis de reutilização foram considerados como rejeitos,

nesta classe são elencados resíduos de papel, plástico, papelão e PVC. Assim, para a baia de classe B são citados apenas resíduos de madeiras e ferro.

Tabela 8 - Tipos de resíduos e seus acondicionamentos na obra de construção nova.

| BAIA | TIPO DE RESÍDUO | ACONDICIONAMENTO |
|-------------------|--|-------------------------|
| A | - Concreto - Tijolos | BAIA |
| Rejeitos/Resíduos | - PVC - Embalagens plásticas/papel - Embalagens de tintas | BAIA |
| B | - Madeiras - Ferro | BAIA |
| Tóxicos | - Restos de tintas e solventes - Pincéis e recipientes contaminados | BAIA |

FONTE: autora (2016).

Tabela 9 - Tipos de resíduos e seus acondicionamentos na obra de reforma com ampliação.

| BAIA | TIPO DE RESÍDUO | ACONDICIONAMENTO |
|-------------------|--|-------------------------|
| A | - Concreto - Tijolos | BAIA |
| Rejeitos/Resíduos | - Embalagens de tintas - Embalagens plásticas/papel - PVC | BAIA |
| B | - Madeiras - Ferro | BAIA |
| Tóxicos | - Restos de tintas e solventes - Pincéis e recipientes contaminados | BAIA |

FONTE: autora (2016).

4.3.4 Transporte e Destinação de RCC

O transporte interno de resíduos foi realizado manualmente e com o auxílio de carrinhos de mão, ilustrado na Figura 9, onde o RCC era transportado até as baias. Já o transporte externo, não ocorreu, porque não foi necessário contatar nenhuma empresa de recolha de entulho para destinação final.

Figura 9 - Transporte interno realizado com o auxílio de carrinhos de mão



FONTE: autora (2016).

A destinação dos resíduos ocorreu de forma a reutilizar todos os tipos de RCC, exceto os resíduos de classe D. Os resíduos de classe A, como restos de tijolos, britas, concreto e areia tiveram como destinação final o reuso a partir da regularização de nível do terreno da residência com obra de reforma. Já os resíduos considerados anteriormente como rejeitos, foram destinados a recolha seletiva realizada pela prefeitura que recolhe resíduos recicláveis todas as semanas. Os resíduos de classe B como madeira e ferro foram reutilizados em canteiros de jardins.

5 RESULTADOS

5.1 Análise do Gerenciamento de RCC nas obras

Esta análise apresenta uma descrição do gerenciamento realizado nas obras, a partir da capacitação com a equipe de trabalhadores e assim a organização dos

canteiros de obras. Ainda, são apresentados aspectos quanto ao envolvimento da equipe de trabalhadores no desenvolvimento do trabalho como também a busca constante pelo gerenciamento de resíduos da construção civil, onde propõe-se a segregação, reutilização e reciclagem.

5.1.1 Capacitação com a equipe de trabalhadores

A capacitação que objetivou a minimização de RCC nos canteiros de obras ocorreu no início do mês de outubro e envolveu a equipe de trabalhadores da obra de construção nova e obra de reforma, como pode ser observado na Figura 10. A equipe de trabalhadores compreendia quatro funcionários no início da obra, entretanto, durante o período com conscientização, dois funcionários trabalhavam na obra. Ambos mostraram-se interessados no assunto e se comprometeram a contribuir com a organização dos canteiros de obras.

Figura 10 - Capacitação realizada com a equipe de trabalhadores na obra de reforma.



(a) Capacitação com a equipe de trabalhadores na obra de reforma.

(b) Capacitação individual pedreiro 1.

(c) Capacitação individual pedreiro 2.

FONTE: autora (2016).

Já a Figura 11 ilustra a capacitação sendo realizada na obra de construção nova, que compreendia dois trabalhadores no período. Durante os dois primeiros meses a obra contava com quatro trabalhadores.

Figura 11 - Capacitação realizada com a equipe de trabalhadores na obra de construção nova.



(a) Apresentação e capacitação sendo realizada com a equipe de trabalhadores.

(b) Esclarecimentos sendo realizados quanto a separação de RCC nas baias.

FONTE: autora (2016).

Após a capacitação, ao longo das semanas, foram realizadas algumas perguntas por parte da equipe de trabalhadores, quanto a segregação de RCC. Estes buscavam entender melhor qual deveria ser a baia de acondicionamento para os resíduos que estavam sendo gerados. Para evitar mal entendidos e consequentemente mistura de resíduos, elaborou-se uma tabela com os tipos de resíduos elencados de acordo com suas classes, como observado na Tabela 7. Deixou-se a tabela com o chefe de obra.

5.1.2 Organização dos canteiros de obras

Com a implantação da metodologia no período com conscientização, durante a execução das obras, pode-se perceber uma mudança positiva nos canteiros de obras que passaram a ser mais organizados. Durante as primeiras semanas a mudança foi notória, principalmente na obra de reforma, devido à grande colaboração da equipe de trabalhadores que buscaram organizar o canteiro a cada final de dia de trabalho. Entretanto, após algumas semanas foi observada novamente a mistura de resíduos e materiais, resíduos de PVC encontravam-se misturados aos resíduos de madeira, o que deixou a obra de construção nova desorganizada. Este fato foi ocasionado

principalmente pela resistência de um integrante da equipe de trabalhadores em se adequar a segregação e acondicionamento de RCC. Assim, foi realizada uma conversa informal novamente com a equipe de trabalhadores, ressaltando a importância da contribuição de todos para o gerenciamento adequado de resíduos na obra.

Com a organização das obras, foram percebidos, conseqüentemente outros pontos positivos, como: o aspecto visual e a segurança. O aspecto visual foi importante devido a limpeza do local, o que reflete diretamente no trabalho da equipe que se sentia mais gratificante e motivada a seguir contribuindo com o trabalho. Outro ponto importante foi a segurança, pois os canteiros de obras tornaram-se mais seguros em relação ao fluxo de trabalhadores, que antes encontravam-se mais expostos a acidentes no trabalho. Assim, eliminou-se o risco de trabalhadores se machucarem ao pisar em algum resíduo cortante ou pontiagudo, como também de tropeçar e cair no canteiro de obras.

5.1.2.1 Obra de Reforma

A obra de reforma apresentou uma significativa geração de resíduos principalmente após a demolição de uma parte da parede para colocação de porta, gerando por este motivo, grandes quantidades de resíduo classe A, como restos de tijolos e concreto. A Figura 12, ilustra a organização em uma área da obra de reforma seis dias após a capacitação realizada.

Figura 12 - Antes e depois da capacitação em uma área da obra de reforma.



(a) Obra de reforma antes da capacitação.
(b) Obra de reforma depois da capacitação.
FONTE: autora (2016).

Foi necessária a realocação de alguns materiais, como a madeira que se encontrava em frente à obra sem cobertura de proteção contra a chuva e umidade, o que é ilustrado na Figura 13a. Buscou-se então colocar toda a madeira ainda utilizada na obra em um local que não impediria o fluxo da equipe de trabalhadores, também foi colocada uma proteção contra a terra e uma manta plástica sobre o material, Figura 13b.

Figura 13 - Antes e depois das madeiras na obra de reforma.



(a) Madeiras desprotegidas e expostas.
(b) Realocação e proteção das madeiras com manta plástica.
FONTE: autora (2016).

Já os tijolos, que estavam mais espalhados, foram empilhados, Figura 14a, permanecendo no mesmo local que se encontravam (embaixo de uma árvore). A areia foi coberta com uma manta para evitar contato e dispersão com a chuva, como ilustrado na Figura 14b.

Figura 14 - Tijolos e areia na obra de reforma.



(a) Tijolos empilhados

(b) Areia coberta com manta para proteção contra de umidade.

FONTE: autora (2016).

5.1.2.2 Obra de construção nova

Na obra de construção nova, após a capacitação, iniciou-se a organização do canteiro de obras. Como os trabalhos da construção estavam sendo realizados no segundo andar, os materiais (principalmente madeiras) ainda utilizáveis permaneceram abaixo da construção para evitar contato como a chuva (figura 15). Já os resíduos foram recolhidos e acondicionados em suas respectivas baias.

Figura 15 - Materiais dispostos abaixo da construção na obra de construção nova.



FONTE: autora (2016)

As madeiras que se encontravam expostas à chuva no canteiro de obras e foram cobertas com manta para proteção, como observado na figura 16a e 16b. O

mesmo foi realizado com a areia, que foi coberta com manta para evitar contato com umidade, como ilustrado na Figura 16c.

Figura 16 - Madeiras e areia na obra de construção nova.



- (a) Madeiras desprotegidas e expostas.
- (b) Madeiras cobertas com manta de proteção contra umidade.
- (c) Areia coberta com manta de proteção contra umidade.

FONTE: autora (2016).

A organização do canteiro de obras da construção nova pode ser observado na figura 17b, seis dias após a capacitação.

Figura 17 - Antes e depois da capacitação em uma área da obra de construção nova.



- (a) Obra de construção nova antes da capacitação.
- (b) Obra de reforma após a capacitação.

FONTE: autora (2016).

5.1.3 Segregação de RCC

A equipe de trabalhadores foi instruída a separar todo resíduo que era gerado, formando-se muitas pilhas de resíduos ao longo da obra, as quais eram recolhidas diariamente pela equipe de trabalhadores, como pode ser observado nas figuras 18, 19, 20 e 21. A segregação iniciou logo após a colocação das baias e consistiu na separação de RCC que se encontravam misturados em alguns pontos da obra (figura 18) e ocorreu por classes. Em seguida estes resíduos foram acondicionados em suas respectivas baias.

A figura 18a ilustra a mistura de resíduos na área interna da obra de construção nova durante o dia de trabalho, dificultando o fluxo de trabalhadores no local. Já a figura 18b, ilustra a segregação de resíduos de acordo com suas respectivas classes, o que revela uma melhora no aspecto visual através da segregação. Após, os RCC foram encaminhados às baias.

Figura 18 - Segregação de resíduos na obra de construção nova.



(a) Resíduo misturado na área interna da obra.

(b) Segregação de RCC em classes A, B e C.

FONTE: autora (2016).

A figura 19a representa os resíduos de demolição, de classe A, provenientes da obra de reforma os quais se encontravam misturados, como tijolos, concreto e massa corrida. Os resíduos foram então aglomerados para evitar sua mistura com resíduos de outras classes. Após, mesmo todos os resíduos de demolição sendo de classe A, separou-se os resíduos de tijolos, como ilustrado na figura 19b, para posterior reutilização. Os demais resíduos foram acondicionados em sua respectiva baia.

Figura 19 - Segregação de resíduos classe A na obra de reforma.



- (a) Resíduo de demolição da obra de reforma, classe A.
(b) Segregação de restos de tijolos e quebra para posterior reutilização.
FONTE: autora (2016).

A segregação pôde ser percebida em todo o canteiro de obras da construção nova. Durante o dia de trabalho, a equipe de trabalhadores empenhava-se em segregar o resíduo, como pode ser observado na figura 20a, 20b e 20c, os resíduos de classe B, A e B, respectivamente. Ao final do dia os resíduos eram acondicionados em suas baias.

O mesmo ocorreu na obra de reforma, onde segregaram-se os resíduos de classe B e A, o que pode ser observado na figura 21a, 21b e 21c.

Figura 20 - Segregação de resíduos na obra de construção nova.



- (a) Segregação de classe B
 - (b) Segregação de resíduos classe A.
 - (c) Segregação de resíduos classe B em serragem e madeira.
- FONTE: autora (2016).

Figura 21 - Segregação de resíduos na obra de reforma.



- (a) Segregação de resíduos de classe B
 - (b) Segregação de resíduos classe B e classe A, respectivamente
 - (c) Segregação de resíduos classe A
- FONTE: autora (2016).

A segregação também ocorreu com resíduos tóxicos, de classe D, entretanto devido a sua baixa geração, principalmente na obra de reforma, seu volume foi considerado insignificante frente aos volumes de resíduos gerados pelas classes A e B. Entretanto, os resíduos de classe D, também foram segregados, evitando-se contato com outros materiais e após acondicionados em uma baia específica.

5.1.5 Reutilização e reciclagem de RCC

A reutilização dos resíduos ocorreu dentro e fora dos canteiros de obras. Dentro do canteiro de obras, pode-se reutilizar o PVC. Já fora das obras, teve-se a reutilização de madeiras, tijolos, concretos, brita, solo e restos de tintas.

A reciclagem ocorreu apenas fora dos canteiros de obras, com a destinação de resíduos de embalagens plásticas, de papel e resíduos de embalagens vazias de tintas.

5.1.4.1 Resíduos classe A

Foi possível reaproveitar resíduos de tijolos e concreto da demolição de uma parte da parede da residência onde ocorreu a reforma. Estes resíduos foram aproveitados como preenchimento para regularização de nível no canteiro de obras da obra de reforma, como pode ser observado na Figura 22. Também foi possível inserir neste preenchimento, todos os resíduos de classe A da obra de reforma e obra de construção nova. São resíduos como tijolos, concreto, solo, brita e areia.

Figura 22 - Reutilização de resíduo em preenchimento para regularização de nível com resíduos classe A.



- (a) Vista da área de preenchimento no jardim da obra de reforma.
- (b) Vista mais próxima da área preenchida.

FONTE: autora (2016).

Outra área que recebeu preenchimento para regularização de nível foi ao redor do tanque séptico construído na obra de reforma, como é ilustrado na figura 23. Nesta área foram depositados resíduos de demolição, solo e brita.

Figura 23 - Reutilização de resíduo em preenchimento ao redor do tanque séptico.



(a) Área de preenchimento.

(b) Preenchimento sendo realizado com resíduo de classe A.

(c) Preenchimento sendo realizado com resíduo de demolição da obra de reforma.

FONTE: autora (2016).

Parte dos resíduos de tijolos da demolição da obra de reforma foram separados dos resíduos de concreto. Assim, os restos de tijolos maiores, foram quebrados em pedaços menores para uso em canteiro de jardim, como é ilustrado na figura 24b e 24c. Ainda, a figura 24a, demonstra os resíduos de madeira foram reaproveitados no cercado do canteiro de jardim.

Figura 24 - Reutilização de resíduos classe A e B em canteiro de jardim.



(a) Cercado sendo feito com resíduos de classe B.

(b) Canteiro feito com madeira, serragem e tijolos.

(c) Vista frontal do canteiro de jardim na residência da obra de reforma.

FONTE: autora (2016).

5.1.4.2 Resíduos classe B

Os resíduos de classe B, como a serragem, madeira e o ferro, foram reaproveitados de diferentes formas. A serragem que foi encontrada e segregada principalmente na obra de construção nova, foi reutilizada no canteiro de jardim, o que pode ser observado na figura 24.

Ainda, tocos de madeira foram reaproveitados para a colocação de cercado ao no canteiro de jardim, como ilustrado na figura 24. Também, reutilizou-se resíduos de madeira na forma de estante para flores, que foi colocado ao lado do canteiro de jardim, o que é ilustrado na figura 25.

Figura 25 - Reutilização de resíduos classe B em estante.



(a) Estante para flores construída com resíduos classe B

(b) Vista lateral da estante com flores.

FONTE: autora (2016).

Os resíduos de madeira que não foram reutilizados e apresentavam um bom estado de conservação foram estocados em galpão para uma próxima utilização. Já os demais, como ripas e pedaços menores de madeira foram destinados a queima em fogões e lareiras para gerar energia a combustão. Já os resíduos de ferro, também pertencentes a classe B, foram reutilizados na jardinagem, como suporte para uma espécie de planta trepadeira, como ilustrado na Figura 26.

Figura 26 - Reutilização de resíduos classe B como suporte para plantas.



(a) Resíduo de ferro utilizado como suporte para planta trepadeira.

(b) Destaque para os ferros reutilizados.

FONTE: autora (2016).

Outro tipo de resíduo de classe B reaproveitado, foram os resíduos de PVC, nas abas de ambas as residências. Para o reaproveitamento, foram escolhidos detalhadamente pedaços maiores e sem danos. Entretanto, houve uma quantidade deste resíduo que não pode ser reaproveitada, representada por pedaços menores de PVC já comprometidos e não mais recomendados para uso em obras.

Portanto, os resíduos de PVC que não foram reutilizados, foram encaminhados para coleta de recicláveis realizada pela prefeitura do município de Itapiranga-SC juntamente com outros resíduos da classe B - resíduos, que de antemão, foram considerados rejeitos por não existir nenhum tipo de reaproveitamento nas obras, como embalagens plásticas, de papel ou papelão.

Os resíduos recicláveis são recolhidos em dias específicos da semana, após seguem para triagem realizada pela empresa SERNI Reciclagem, no município vizinho, em Iporã do Oeste-SC. O resíduo reciclável, como papel é então prensado e encaminhado para Recicladora Aparas Chapecó e uma pequena parcela para Metais Chapecó no município de Chapecó-SC, a 150 km de Itapiranga – SC. Também incluem-se embalagens de tintas.

5.1.4.3 Resíduos classe D

Resíduos desta classe compõe restos de tintas e solventes. Neste caso, como houveram sobras deste tipo de material, o pintor chefe responsável informou que reutilizá-los-iam em pinturas de outras obras, sendo que o mesmo recolheu todas as latas com resíduos de tintas e solventes com transporte próprio. Tal ação é recomendada pela ABRAFATI – Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (2016). Já os resíduos de embalagens de tintas não entram nessa classe, devido a alteração feita pela Resolução CONAMA nº 469 de 2015 que classifica esse tipo de resíduo como sendo de classe B.

Outros tipos de resíduos tóxicos encontrados nas obras, foram embalagens de Vedacit, Alvenarit e óleo lubrificante. Estes resíduos foram estocados e aguardam destinação ao aterro de resíduos classe I da CETRIC - Central de Tratamento de Resíduos, localizado em Chapecó – SC, a 150 km do município de Itapiranga – SC.

5.2 Análise qualitativa

A análise qualitativa traz um levantamento dos resíduos gerados nos canteiros de obras ao final do período estudado, apresentando a caracterização dos RCC para uma melhor compreensão da composição das diferentes classes encontradas, como pode ser verificado na Tabela 10.

Tabela 10 - Classificação dos RCC gerados na obra de construção nova e obra de reforma.

| OBRA CONSTRUÇÃO NOVA | | OBRA REFORMA | |
|----------------------|--------|----------------|--------|
| TIPO RCC | CLASSE | TIPO RCC | CLASSE |
| FERRO | B | PAPEL | B |
| TIJOLOS | A | PLASTICO | B |
| CONCRETO | A | PAPELÃO | B |
| MADEIRA | B | BLOCOS | A |
| SERRAGEM | B | MADEIRA | B |
| PLASTICOS | B | SERRAGEM | B |
| PAPEL | B | PVC | B |
| PAPELÃO | B | AREIA | A |
| PVC | B | FERRO | B |
| TOXICOS | D | TÓXICOS | D |
| AREIA | A | CONCRETO | A |
| BRITA | A | TIJOLOS | A |
| EMB. DE TINTAS | B | BRITA | A |
| | | TELHAS CERÂM. | A |
| | | EMB. DE TINTAS | B |

FONTE: autora, (2016).

5.3 Análise quantitativa

A análise quantitativa buscou identificar a quantidade de resíduos do volume diário e total de resíduos gerados nas obras de construção nova e obra de reforma. Ainda, relacionou-se os índices de geração de resíduos realizando comparações com dados publicados por Brum (2013).

Os dados dos volumes de cada dia de medição podem ser observados nas Figuras 27 e 28, que ilustram a geração de resíduos durante os meses de agosto, setembro, outubro e novembro na obra de construção nova e reforma, respectivamente. É importante ressaltar que houveram dois períodos de análise, sem conscientização (agosto e setembro) e com conscientização (outubro e novembro).

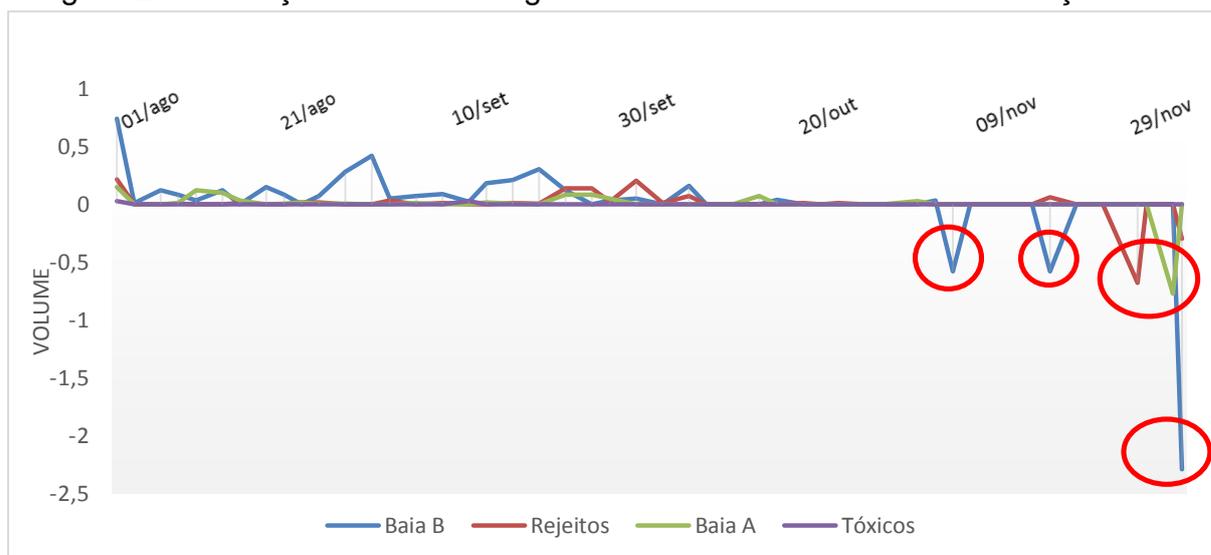
Pode-se observar, na Figura 27, que a geração de resíduos de classe B apresentou alguns picos durante o período sem conscientização, devido ao alto

consumo de matérias primas, como a madeira, o que deve-se ao fato da obra de construção nova ser de madeira, resultando na maior geração deste resíduo. Também houve geração de rejeito, resíduo classe A e resíduo tóxico, em ordem decrescente.

Nos meses seguintes, durante o período com conscientização, pôde-se observar a diminuição da geração destes resíduos. Tal fato, se deve a maior conscientização por parte da equipe de trabalhadores que buscou diminuir a geração de resíduos. Outro ponto que deve ser considerado, é o período de construção, que não exigiu tanto o uso de madeiras como no primeiro período.

Os volumes negativos de RCC observados na Figura 27 ilustram os tipos de resíduos e quantidades reutilizadas e/ou recicladas. Durante as medições realizadas nas baias foi perceptível a diminuição de RCC, fato constatado na Figura 27, e resultado da capacitação e conscientização da equipe de trabalhadores.

Figura 27 – Geração de RCC de agosto a novembro na obra de construção nova.



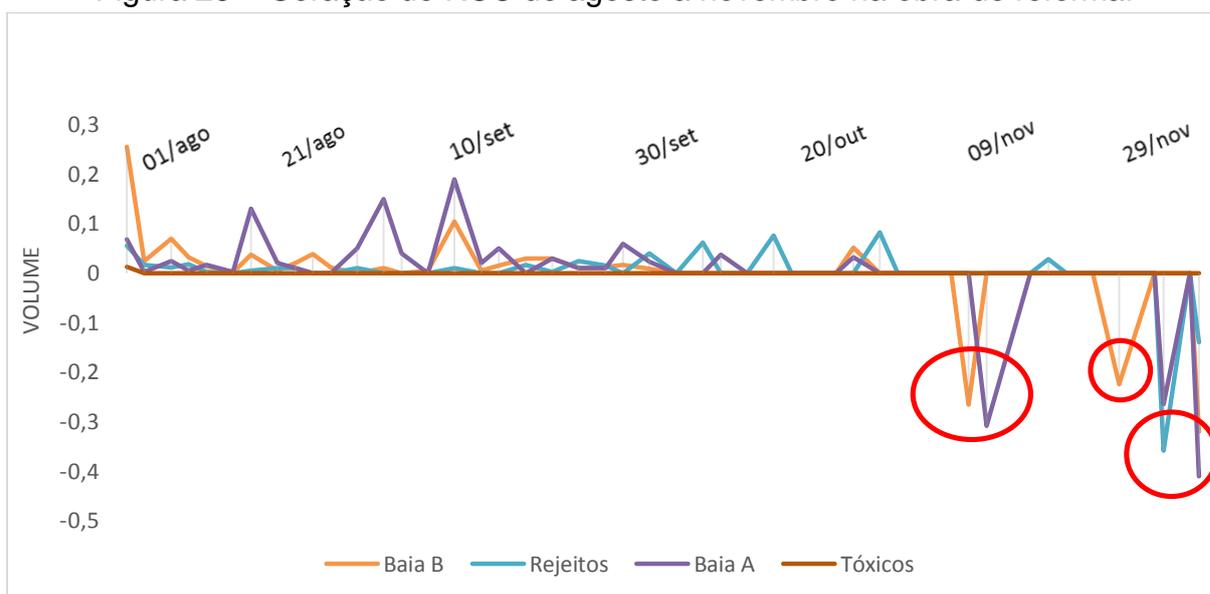
FONTE: autora (2016).

Na obra de reforma, Figura 28, a geração de resíduos também apresentou picos, principalmente para os resíduos de classe A e B. Neste período a geração de resíduos era maior, principalmente de tijolos, concreto e madeiras, considerando que a obra estava sendo iniciada e os meses de agosto e setembro foram sem conscientização.

Entretanto, durante o período com conscientização, de outubro a novembro, observou-se uma diminuição dos volumes de resíduos nas baias. Tal fato deve-se ao

maior cuidado com as matérias primas e a fase da obra que não gerava uma quantidade tão grande de RCC, como também foi observado na obra de construção nova. Contudo, o maior responsável pela diminuição de RCC neste período foi a destinação dos resíduos para reutilização e/ou reciclagem. A geração de resíduos no período foi pequena, mas pode ser notada devido a demolição de uma parte da parede para colocação de porta.

Figura 28 – Geração de RCC de agosto a novembro na obra de reforma.



FONTE: autora (2016).

Também foram quantificados os volumes acumulativos de resíduos que foram retirados da obra e destinados para reutilização registrando os locais de seu emprego. A Tabela 11 relaciona a porcentagem de resíduos gerados para cada classe na obra de reforma e obra de construção nova, durante o período sem conscientização. Após, foi feita uma comparação de dados com os dados encontrados por Brum (2013).

As porcentagens encontradas na Tabela 11, expressam uma grande quantidade de resíduos de classe A e B quando comparado às quantidades de RCC geradas por outras classes. Segundo Brum (2013) a quantidade de tóxicos em seu estudo foi insignificante, não expressando nenhum valor para resíduos de Classe D.

Na obra de reforma, o resíduo de tijolo, segundo tipo de resíduo com maior geração, foi bem nítido o aumento de seu volume na baia durante a demolição de uma parede. O mesmo foi o terceiro tipo de resíduo com maior geração na obra de construção nova.

Tabela 11 - Porcentagem de resíduo e rejeito produzidos, nas obra de construção nova e obra de reforma, no período sem conscientização, em comparação com os dados de Brum (2013).

| CLASSE | VOLUME % OBRA CONSTRUÇÃO NOVA Autora (2016) | VOLUME % OBRA DE REFORMA Autora (2016) | VOLUME% BRUM (2013) |
|---------------|--|---|--------------------------------|
| A | 14,28 | 47,18 | 51,79 |
| B | 67,61 | 39,22 | 20,1 |
| TÓXICO | 1,09 | 0,67 | - |
| REJEITO | 17,02 | 12,92 | 28,1 |
| TOTAL | 100 | 100 | 100 |

FONTE: autora (2016).

As Tabelas 12 e 13 relacionam os volumes dos resíduos ao final do período sem conscientização e ao final do período com conscientização nas duas obras. É importante ressaltar que nos primeiros dias do período com conscientização, houve um aumento da geração de RCC, devido ao maior cuidado em manter os canteiros de obra organizados com os resíduos devidamente acondicionados. Entretanto, ao final da obra os volumes diminuíram completamente devido a destinação desses resíduos para reutilização e reciclagem.

Tabela 12 - Volumes de RCC antes e depois da conscientização e sua redução na obra de construção nova.

| BAIA | VOLUME (m³) | VOLUME (m³) final | REDUÇÃO (%) |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| A | 0,68 | 0 | 100 |
| B | 3,22 | 0 | 100 |
| TÓXICO | 0,05 | 0 | 100 |
| REJEITO | 0,98 | 0 | 100 |
| TOTAL | 4,93 m³ | 0 m³ | 100 % |

FONTE: autora (2016).

Tabela 13 - Volumes de RCC antes e depois da conscientização e sua redução na obra de reforma.

| BAIA | VOLUME (m³) | VOLUME (m³) final | REDUÇÃO (%) |
|--------------|-------------------------------|---|--------------------|
| A | 0,913 | 0 | 100 |
| B | 0,76 | 0 | 100 |
| TÓXICO | 0,013 | 0 | 100 |
| REJEITO | 0,488 | 0 | 100 |
| TOTAL | 2,17 m³ | 0 m³ | 100 % |

FONTE: autora, 2016.

Tabela 14 - RCC da obra de construção nova e suas destinações.

| TIPO DE RCC | CLASSE | DESTINAÇÃO | QUANTIDADE (m³) | LOCAL DESTINAÇÃO |
|------------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------------------|--|
| Restos de tijolos e concreto | A | Reutilizado | 0,549 | Preenchimento para regularização de nível no canteiro de obras da reforma. |
| Solo | A | Reutilizado | 0,226 | Preenchimento para regularização de nível. |
| Madeiras | B | Reutilizado/ Estocadas | 3,01 | Construção de cercado e uso de serragem em canteiro de jardim, queima em fogões e estocagem em galpão para uso futuro. |
| Ferro | B | Reutilizado | 0,41 | Uso em jardins como suporte para flores trepadeiras. |
| Embalagens de Tintas | B | Reciclagem | 0,07 | Encaminhado para triagem por empresa de recolha de resíduo reciclável. |

| | | | | |
|----------------------------|---|-----------------------|-------|--|
| Plástico/Papel/ Papelão | B | Reciclado | 0,332 | Encaminhado para triagem por empresa de recolha de resíduo reciclável. |
| PVC | B | Reutilizado | 0,578 | Utilizado nas abas da construção. |
| Restos de tintas | D | Reutilizado | 0,07 | Reaproveitamento em outras pinturas. |
| Embalagens tóxicas | D | Aguardando destinação | - | Aterro de resíduos classe I |

FONTE: autora (2016).

Tabela 15 - RCC da obra de reforma e suas destinações.

| TIPO DE RCC | CLASSE | SITUAÇÃO | QUANTIDADE (m ³) | LOCAL DESTINAÇÃO |
|------------------------------|--------|--------------|------------------------------|--|
| Restos de tijolos e concreto | A | Reutilizado | 0,56 | Preenchimento para regularização de nível. |
| Restos de tijolos | A | Reutilizado | 0,32 | Uso de retalhos no canteiro de jardim. |
| Solo | A | Reutilizado | 0,103 | Preenchimento para regularização de nível. |
| Madeiras | B | Reutilizado/ | 0,8 | Construção de cercado e uso da serragem em canteiro de jardim, queima em fogões e estocagem em galpão para uso futuro. |
| Ferro | B | Reutilizado | 0,23 | Uso em jardins como suporte para flores trepadeiras. |
| Embalagens de | B | Reciclagem | 0,05 | |

| | | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------|--|
| Tintas | | | | Encaminhado para triagem por empresa de recolha de resíduo reciclável. |
| Plástico/Papel/ Papelão | B | Reciclagem | 0,25 | Encaminhado para triagem por empresa de recolha de resíduo reciclável. |
| PVC | B | Reutilizado | 0,22 | Utilizado nas abas da construção. |
| Restos de tintas | D | Reaproveitamento | 0,05 | Reaproveitamento em outras pinturas |
| Embalagens tóxicas | D | Aguardando destinação | - | Aterro de resíduos classe I |

FONTE: autora (2016)

Ressalta-se que os resíduos de classe D (que compreendem as embalagens tóxicas) não foram quantificados por seu volume expressar uma quantidade e geração mínima para efeitos de mensuração, tanto na obra de reforma como a de construção nova, como observado nas Tabelas 14 e 15. Em relação aos resíduos de restos de tintas, também de classe D, inicialmente seriam destinadas ao aterro de resíduos classe I, entretanto o próprio pintor (responsável pela pintura das duas obras) informou que os reutilizaria em pinturas de outras obras.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil apresentou uma grande evolução na última década, com o surgimento de Leis, Resoluções, Normas Técnicas e incentivos financeiros do governo, voltados especificamente para empresas que possuem interesse em gerenciar de forma adequada os RCC. Atualmente existem também uma série de metodologias que

contribuem e auxiliam no desenvolvimento de Programas de Gestão de Resíduos da Construção Civil.

Entretanto, a cobrança pela adoção de Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil não deve partir somente de legislações, mas sim como uma iniciativa das próprias empresas do ramo da Construção Civil, considerando que através disso, melhoram-se todos os aspectos envolvendo problemas ocasionados pelos grandes volumes de RCC gerados nos centros urbanos e seu descarte inadequado. Além disso, tem-se outro aspecto que recai diretamente sobre a empresa, que é a sua organização e conseqüentemente a melhor gestão do empreendimento.

No presente estudo, foi possível observar que o Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil aplicado às duas obras trouxe pontos positivos. Citam-se, a melhoria na organização, o aspecto visual, a segurança nos canteiros de obras, e uma maior visão para a gestão de RCC em obras de construção nova e reforma.

Contudo, percebeu-se uma grande geração de resíduos de classe A e B, (que compreende madeiras, tijolos, concreto e brita), que se destacaram nas duas obras estudadas. Tal situação, poderia ser corrigida através de um maior foco nas etapas construtivas onde ocorre a geração destes resíduos, podendo utilizar técnicas construtivas e matérias primas que reduzam gradativamente a sua geração.

O trabalho também ilustra o reaproveitamento máximo dos resíduos gerados em ambas as obras, decorrência do comprometimento e da responsabilidade da equipe envolvida na obra, o que mostra uma oportunidade de mudança nas atuais metodologias utilizadas nos canteiros de obras, frente a necessidade de diminuir a destinação inadequada de RCC nos centros urbanos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil**, 2014.

ANGULO, S. Cirelli et al. **Resíduos de construção e demolição: avaliação de métodos de quantificação**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 16, n. 3, p. 299-306, 2011.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS ENTIDADES DE PRODUTORES DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO. **Areia e Brita**. EMC: São Paulo – SP, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil, Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15112: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de RCD**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15113: Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros, Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15114: Resíduos sólidos da construção civil: Área de Reciclagem, Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação**. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 15116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil**. Rio de Janeiro, 2004.

BERTOL, Alessandra Cardoso; RAFFLER, Andréia; SANTOS, Jaqueline Pimentel dos. **Análise da correlação entre a geração de resíduos da construção civil e as características das obras**. 2013.

BRUM, M. Fábio, Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF. Juíz de Fora, 2013.

CABRAL, Antônio Eduardo Bezzerá; MOREIRA, Kelvya Maria de Vasconcelos. **Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. Fortaleza, p. 11, 2011.

CASTRO, Xavier. **Gestão de Resíduos na Construção Civil**. UFMG, 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307/2002**. Brasil, 2002.

_____. **Resolução nº 348/2004**. Brasil, 2004.

_____. **Resolução nº 431/2011**. Brasil, 2011.

_____. **Resolução nº 448/2012**. Brasil, 2012.

_____. **Resolução nº 469/2015**. Brasil, 2015

FERNANDES, Maria da Paz Medeiros. **Apreciação de boas práticas visando a geração de um modelo para a gestão municipal dos resíduos da construção civil**. 2013.

FILHO, J. A.; DIAS, A. J.; P. L. DUARTE, E. B. L. **Manejo de resíduos de demolição gerados durante as obras da arena de futebol Palestra Itália (Allianz Parque)**. São Paulo - SP: Revista Holos, v.6, n.3, p.73-91, 2013.

PASCHOALIN FILHO, João Alexandre; STOROPOLI, João Henrique; DUARTE, Eric Brum Lima. **Viabilidade Econômica da Utilização de Resíduos de Demolição Reciclados na Execução do Contrapiso de um Edifício Localizado na Zona Leste da cidade de São Paulo**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental (Fechada para submissões por tempo indeterminado), v. 18, n. 2, p. 928-943, 2014.

GOUVEIA, Nelson. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Solid urban waste: socio-environmental impacts and prospects for sustainable management with social inclusion. 2012.

HOSHINO, A. M., PEREIRA, G. K. M., MELO, C. A. R., NANI, C. V. **Estimativa e indicadores dos resíduos sólidos da construção civil para implantação da gestão ambiental**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Anhembi Morumbi.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2014**. BRASIL, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos 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: 19 mar. 2015, 20:02:30.

ITAPIRANGA, Santa Catarina. **Prefeitura municipal de Itapiranga-SC**. 2016.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Cap. 21, p. 292-296, 2010.

LIMA, Rosimeire S.; LIMA, Ruy Reynaldo R. Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil. **Série de Publicações Temáticas do Crea-PR**. Curitiba: Crea, 2009.

MARTINS, Flávia Gadelha. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte: estudos de caso**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

MOREIRA, H. H. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, USP, São Paulo, 2010.

NETO, F.; GONÇALVES, F. **Deposições irregulares de resíduos da construção civil na cidade de Parnaíba – PI**. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro – SP: Instituto de Geociências e Ciências Exatas Campus de Rio Claro, 2010.

PIMENTEL, U. H. O. **Análise da geração de resíduos da construção civil da cidade de João Pessoa - PB**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção Civil), Salvador-BA, 2013.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. **Lei federal nº 12.305**. Brasil, 2010.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAPIRANGA. **Plano Diretor - Código de Edificações. Lei complementar nº 52**. Itapiranga, 2012.

RECOTULHO. **RECOTULHO, recolha de entulhos**. São Miguel do Oeste-SC, 2016.

VARELA, James José. **Desenvolvimento de um novo conceito de plantas de lavagem e classificação para reciclagem de material contaminado**. Rem: Revista Escola de Minas, v. 63, n. 3, 2010.

VILHENA, A. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado**. 3º ed. São Paulo: IPT: CEMPRE, 2010. P 169-181.