



FACULDADE VALE DO AÇO

ENGENHARIA CIVIL

JUDITH FERREIRA DE ASSIS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

AÇAILÂNDIA - MA

2021



FACULDADE VALE DO AÇO
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

JUDITH FERREIRA DE ASSIS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Açailândia

2021

JUDITH FERREIRA DE ASSIS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a FAVALE - Faculdade Vale
do Aço, como exigência para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.
Orientadora: Profa. Ms. Ana Júlia Maciel
Marinho Fernandes

Açailândia

2021

**Ficha catalográfica - Biblioteca José Amaro Logrado
Faculdade Vale do Aço**

A848a

Assis, Judith Ferreira de.

Avaliação de metodologias utilizadas na quantificação de resíduos da construção civil. / Judith Ferreira de Assis. – Açailândia, 2021.
37 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Faculdade Vale do Aço, Açailândia, 2021

Orientadora: Ms. Ana Júlia Maciel Marinho Fernandes

1. Resíduos. 2. Resíduos de construção. 3. Construção Civil. 4. Reciclagem de entulhos. I. Assis, Judith Ferreira de. II. Fernandes, Ana Júlia Maciel Marinho. (orientador). III. Título.

CDU 628.4.043

Elaborada pela bibliotecária Dulce Hirli Costa Almeida – CRB-

JUDITH FERREIRA DE ASSIS

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS UTILIZADAS NA QUANTIFICAÇÃO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a FAVALE - Faculdade Vale
do Aço, como exigência para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovada em: 08 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Ms. Ana Júlia Maciel Marinho Fernandes
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Esp. Randal Gomes
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

Prof. Msc. Ludimilla Ferreira da Silveira
Faculdade Vale do Aço – FAVALE

À minha mãe Ivanete da Silva, meu pai João Assis, à minha irmã Tamiris Alexandra, e ao meu irmão Mateus que sempre me apoiaram. Aos meus amigos que sempre me ajudaram de alguma forma.

AGRADECIMENTOS

À Deus com gratidão.

Aos meus pais, Ivanete da Silva e João de Assis, que sempre me incentivaram aos estudos.

À minha irmã Tamiris Alexandra, que sempre me apoiou e esteve ao meu lado em todas as minhas escolhas e sempre me incentivou aos estudos.

Ao meu irmão Mateus Ferreira que sempre esteve do meu lado.

À toda minha família, por sempre me apoiarem.

Ao meu parceiro e namorado Laert Barros que sempre me apoiou e esteve ao meu lado em todos os momentos.

À minha amiga Laudirene Lustosa que sempre me apoiou e tenho um carinho especial.

As minhas amigas Érika Duarte, Victória Sousa e Michelly Carolinne que desde o início do curso sobreviveram a muitas coisas.

À todos meus amigos, muito obrigada por me apoiarem, ajudarem nas atividades, provas e sempre estarem comigo ao longo desta jornada.

À minha orientadora, Ana Júlia pela paciência e dedicação, por compartilhar seu conhecimento comigo e pelo apoio e suporte que me deu durante horas de ajuda dedicadas neste trabalho.

Aos professores, pelos ensinamentos.

“Onde houver ódio, que eu leve o amor.
Onde houver ofensa, que eu leve o perdão.
Onde houver discórdia, que eu leve a união”.

(Padre Zezinho)

RESUMO

O setor da construção civil é responsável pelo elevado consumo de matérias primas não renováveis e pela alta geração de resíduos. Dessa forma, foi implantado legislação e norma de maneira que visem a redução da geração de resíduos. Os resíduos da construção são gerados em grandes volumes, impactam o ambiente, parte dos resíduos não recebem destinação ambientalmente adequada, produzindo graves problemas à gestão urbana, de onde se pode destacar a degradação da fauna e flora, assoreamento de rios e vales, local propício para proliferação de vetores de doença, dentre outros. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o CONAMA 307/2002, estabelecem diretrizes para um gerenciamento adequado desses resíduos. No entanto, até o momento, não há uma legislação ao qual demonstra como realizar uma quantificação desses resíduos.

O objetivo deste estudo foi apresentar metodologias de autores que apresentam métodos para realizar a quantificação dos resíduos da construção e poder trazer metas e planos para minimizar esses desperdícios.

A quantificação dos resíduos é uma etapa fundamental do processo de gerenciamento. É o momento que se forma toda a logística de resíduos da obra, podendo estabelecer o tamanho dos recipientes, a frequência de coleta e a melhor forma de transporte.

Podemos concluir que há necessidade da criação de uma metodologia que seja simples e eficaz pelos órgãos competentes e incluir no plano de gestão do RCD o gerenciamento da quantificação dos entulhos produzidos nos canteiros de obras.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Construção Civil. Quantificação. Gerenciamento.

ABSTRACT

The civil construction sector is responsible for the high consumption of nonrenewable raw materials and the high generation of waste. Thus, legislation and standards were implemented in order to reduce the generation of waste. Construction waste is generated in large volumes, impacts the environment, part of the waste does not receive an environmentally appropriate destination, producing serious problems for urban management, from which one can highlight the degradation of fauna and flora, siltation of rivers and valleys, a favorable location for the proliferation of disease vectors, among others. In Brazil, the National Solid Waste Policy and CONAMA 307/2002 establish guidelines for the proper management of this waste. However, so far, there is no legislation which demonstrates how to carry out a quantification of these residues.

The objective of this study was to present methodologies of authors who present methods to carry out the quantification of construction waste and be able to bring goals and plans to minimize this waste.

The quantification of waste is a fundamental step in the management process. It is the moment that the entire waste logistics of the work is formed, being able to establish the size of the containers, the frequency of collection and the best form of transport.

We can conclude that there is a need for the creation of a methodology that is simple and effective by organs competent bodies and include in the management plan of the RCD the management of the quantification of debris classified in the construction sites.

Keywords: Solid Waste. Construction. Quantification. Management.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|--------------------------------------|
| Figura 1 - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos..... | 16 |
| Figura 2 - RCD depositados próximo a afluentes do canal São Gonçalo, em Pelotas, RS | 21 |
| Figura 3 - Recuperação de via em Jandiaí/SP com uso de RCD in natura..... | 22 |
| Figura 4 - Cobertura em fibrocimento..... | 26 |
| Figura 5 - Resultados da pesquisa..... | Erro! Indicador não definido. |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRECON | Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| EAP | Estrutura Analítica de Projeto |
| INSS | Instituto Nacional de Seguridade Social |
| PIGRCC | Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil |
| PNRS | Política Nacional dos Resíduos Sólidos |
| RCC | Resíduos da Construção Civil |
| RCD | Resíduos de Construção e Demolição |
| SENAI | Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL | 14 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 14 |
| 3 JUSTIFICATIVA | 15 |
| 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 16 |
| 4.1 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO DESENVOLVIMENTO DO PAÍS | 16 |
| 4.2 LEGISLAÇÃO E NORMAS..... | 17 |
| 4.3 A TIPOLOGIA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD ... | 18 |
| 4.4 RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS IMPACTOS..... | 19 |
| 4.5 VANTAGENS EM SE FAZER UM GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS | 21 |
| 4.6 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES DE RESÍDUOS GERADOS NAS CONSTRUÇÕES..... | 23 |
| 4.6.1 Tarcísio de Paula Pinto (1999) | 23 |
| 4.6.2 Leila Seleme Mariano (2008) | 24 |
| 4.6.3 Yashuai Li e Zhang Xueqing (2016) | 26 |
| 4.6.4 Marques Neto e Schalch (2010) | 30 |
| 5 METODOLOGIA | 31 |
| 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 33 |
| 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 35 |
| REFERÊNCIAS | 36 |

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil exerce papel essencial no desenvolvimento da sociedade. No entanto, é responsável pelo elevado consumo de matérias primas não renováveis e pela alta geração de resíduos. Desta forma, nas últimas décadas, medidas que minimizem os impactos ambientais negativos gerados pelo setor da construção vem ganhando notoriedade (VIEIRA, 2013).

Segundo Pinto (1999), em cidades brasileiras de médio e grande porte, os resíduos originados de construções e demolições representam de 40 a 70% de todos os sólidos nas cidades brasileiras, cujo destino incorreto traz prejuízos econômicos, sociais e ambientais. Corroborando com este valor, segundo dados fornecidos pela Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), em 2013, os resíduos da construção e demolição no Brasil representam 2/3 dos resíduos sólidos urbanos, o dobro do volume de resíduos domiciliares (FERREIRA e MOREIRA, 2013).

Segundo Levy e Helene (1997) apud Angulo (1998) resíduo ou entulho de construção civil é um tipo de resíduo sólido urbano, dentre vários existentes, como “sobras ou rejeitos constituídos por todo material mineral oriundo do desperdício inerente ao processo construtivo adotado na obra nova ou de reformas ou demolições”.

Os impactos causados pelos resíduos sólidos oriundos da indústria da construção civil, em especial aqueles gerados nos canteiros de obras (levando em conta sua disposição e tratamento irregular), têm causado problemas graves à gestão urbana, onde se pode destacar, dentre outros, o esgotamento prematuro de áreas de disposição, a degradação da flora e fauna, e conseqüentemente, prejuízos aos cofres públicos (ROCHA, 2006).

A conscientização da construção civil para reciclar é um objetivo da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON, criada em 2011 para apoiar empresas recicladoras de entulho. Essas empresas recicladoras fazem o trabalho de separação e adaptação dos resíduos em 310 usinas espalhadas pelos estados do país, sendo que 83% delas são privadas.

A quantificação dos resíduos é uma etapa fundamental do processo de gerenciamento. É por meio da quantificação que é possível estabelecer, por

exemplo, o tamanho dos recipientes, a frequência de coleta e a melhor forma de transporte (interno e externo). Resumindo, é o momento que se forma toda a logística de resíduos da obra. (NAGALLI, 2014).

Em termos de gerenciamento destes resíduos, é etapa-chave a realização de um diagnóstico que seja capaz de identificar e quantificar a geração pelos diferentes agentes, informação necessária para elaborar planos de gerenciamento dos Resíduos da Construção e Demolição - RCD. O dimensionamento dos sistemas de gerenciamento depende da identificação das áreas de disposição irregulares nas diferentes localidades e do dimensionamento de unidades de triagem e reciclagem (PINTO, 1999; PINTO et al., 2005).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo geral, apresentar metodologias utilizadas para a quantificação de resíduos da construção civil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) Relatar a importância da Indústria da Construção Civil no desenvolvimento do país;
- b) Descrever os tipos de resíduos gerados na indústria da construção civil e destacar a importância de se fazer o seu gerenciamento.
- c) Investigar técnicas para levantamento da quantidade de resíduos gerados nas construções;

3 JUSTIFICATIVA

A disposição final dos resíduos da Construção Civil é de extrema importância para a sociedade, pois como já citamos eles apresentam um grande volume de entulho que é formado nas obras. Em diversas etapas do processo construtivo são gerados os resíduos desde a terraplanagem até a demolição de uma construção.

Ainda assim, é comum a disposição irregular de entulho na maioria das cidades do país, por este motivo, esses resíduos são considerados um problema de limpeza pública, acarretando uma série de inconvenientes para toda a sociedade, tais como: altos custos para o sistema de limpeza urbana, saúde pública, enchentes, assoreamento e contaminação de cursos d'água, contaminação de solo, erosão, obstrução de sistemas de drenagem urbanos, dentre outros (MESQUITA, 2012).

A quantidade de entulho gerada nas cidades brasileiras é muito significativa e pode servir como um indicador do desperdício de materiais. Os resíduos produzidos pela Indústria de Construção variam entre 41% e 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos. Pinto (1987), acrescenta que “a quantidade de resíduos liberados pelas atividades construtivas nas cidades é de tal porte que, se previsto uma reutilização do material gerado, as necessidades de pavimentação de novas vias ou construção de habitações de interesse social, seriam totalmente satisfeitas”.

Há uma norma que padroniza o levantamento da quantidade de resíduos gerados na construção civil? Não há uma norma nacional que padroniza o levantamento da quantidade de resíduos gerados na construção civil, existe norma e legislação, conselho e plano que demonstram o seu significado e sua característica, até mesmo seu condicionamento e disposição final. Sobre como quantificar a quantidade de resíduos, são por base de alguns autores, que apresentam um passo a passo a seguir.

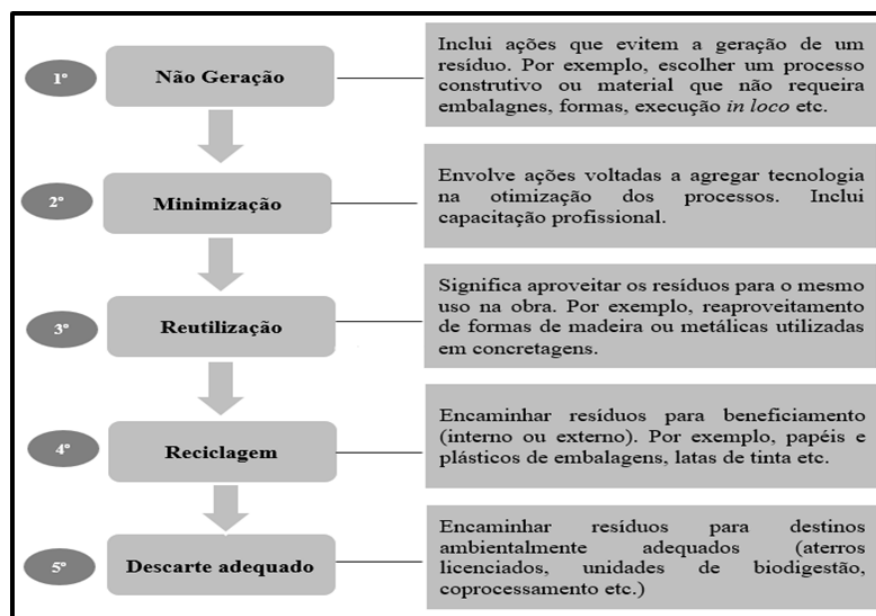
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO DESENVOLVIMENTO DO PAÍS

A construção civil é reconhecida como uma das atividades mais relevantes para o desenvolvimento econômico e social. No entanto, seus métodos de produção na indústria ao longo de seu percurso causam impacto ao meio ambiente devido a modificação de paisagem, ao consumo de recursos naturais e a geração de resíduos. Neste caso, nos últimos tempos vem aumentando a preocupação quanto a disposição final dos resíduos gerados pela construção. Parte do processo construtivo da indústria da construção civil é manual e cuja execução é praticamente realizada no canteiro de obras, os resíduos de reforma, demolição ou construção são deteriorantes para o meio ambiente, além de ocasionarem problemas logísticos e prejuízos financeiro (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

O gerenciamento dos resíduos da construção civil tem por intuito assegurar a correta gestão de resíduos durante as atividades cotidianas de execução das obras e dos serviços de engenharia. Ele se fundamenta essencialmente nas estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, primando pelas estratégias de redução da geração de resíduos na fonte, como ilustra a Figura 1 (Nagalli, 2014).

Figura 1 - Hierarquia do sistema de gerenciamento de resíduos



Fonte: Adaptado Nagalli (2014).

4.2 LEGISLAÇÃO E NORMAS

O grande aumento das construções civis tem gerado uma quantidade muito grande de Resíduos de Construção Civil (RCC) no Brasil. Com isso, foi promulgada a Resolução Conama 307/2002 que tem o objetivo de tratar prioritariamente dos RCC, assim servindo de diretriz para que o Distrito Federal e os municípios brasileiros elaborem o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (PIGRCC) vindo a contribuir para uma gestão eficiente desses resíduos a partir de ações direcionadas aos pequenos e grandes geradores de RCC (CAMPOS, 2012).

A Lei nº 12.305, de 2 junho de 2010, institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS no Brasil, abordam os princípios, objetivos, instrumentos, diretrizes para a gestão integrada as responsabilidades e os instrumentos econômicos aplicáveis. De acordo com o Art. 7 da referida lei, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos tem entre seus objetivos:

- A proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;
- As ferramentas da não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, incluindo a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumo derivados de materiais recicláveis e reciclados.

A PNRS, define resíduos sólidos como: “Resíduos sólidos: 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 técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível BRASIL, (2010).

Além da criação da PNRS no Brasil e das resoluções do CONAMA direcionadas para gestão de resíduos sólidos da construção civil, algumas normas e especificações técnicas foram elaboradas pela Associação Brasileira de Normas

Técnicas – ABNT para melhor controle e acompanhamento da geração de resíduos até o seu destino. São elas:

ABNT NBR 15112 - Esta Norma fixa os requisitos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos.

ABNT NBR 15113 - Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos da construção civil classe A e de resíduos inertes.

ABNT NBR 15114 - Esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para projeto, implantação e operação de áreas de reciclagem de resíduos sólidos da construção civil classe A.

ABNT NBR 15115 - Esta Norma estabelece os critérios para execução de camadas de reforço do subleito, sub-base e base de pavimentos, bem como camada de revestimento primário, com agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil, denominado agregado reciclado, em obras de pavimentação.

ABNT NBR 15116 - Esta Norma estabelece os requisitos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

4.3 A TIPOLOGIA DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – RCD

Os RCD apresentam um grande volume mediante o montante de lixo que é gerado nas construções. Desde a terraplanagem até a demolição da construção são gerados resíduos.

Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 307 de 5 de Julho de 2002, a definição para Resíduos de Construção e Demolição – RCD: ...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.

O artigo 1º da resolução 307 do CONAMA (2002) diz: Estabelecer diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais.

Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma:

I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;
- b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
- c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

II - Classe B - são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso; (Redação dada pela Resolução nº 469/2015).

III - Classe C - são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação; (Redação dada pela Resolução nº 431/11).

IV - Classe D - são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (Redação dada pela Resolução nº 348/04). (CONAMA 307, 2002 P. 2).

4.4 RESÍDUOS SÓLIDOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E SEUS IMPACTOS

Segundo (ABNT) 14001/1996 impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais de uma organização. Os RCD englobam os materiais empregado nas atividades de construção, renovação e demolição de edificações, nas escavações, nas obras viárias e em limpeza de terrenos entre outros (NETO et al.,2004).

Os impactos ambientais, sociais e econômicos gerados pela quantidade expressiva do entulho e o seu descarte inadequado impõem a necessidade de soluções rápidas e eficazes para a sua gestão adequada. Daí decorre a prioridade de uma ação conjunta da sociedade – poderes públicos, setor industrial da construção civil e sociedade civil organizada – na elaboração e consolidação de programas específicos que visem à minimização desses impactos. As políticas ambientais relacionadas ao tema devem voltar-se para o adequado manuseio, redução, reutilização, reciclagem e disposição desses resíduos (CASSA et al, 2001).

A disposição incontrolada e sem critérios técnicos de RCD gera impactos ambientais significativos, principalmente na formação de áreas irregulares de descarte em locais de preservação ambiental, afetando o equilíbrio ecológico, a drenagem superficial, com obstrução de córregos, erosão de solos etc. Nas cidades, a disposição em vias públicas e terrenos baldios interfere nas condições de tráfego de pedestres e veículos, ao mesmo tempo em que incentiva o descarte de outros materiais de origem industrial e doméstica, nem sempre inertes, com a consequente degradação de espaços urbanos (SINDUSCON-SP, 2005).

A excessiva geração de resíduos e seu descarte irregular, em grande parte das cidades brasileiras, causam a poluição do ambiente urbano. Como ilustra a Figura 2 (Tessalo, 2012). Como exemplo, pode-se citar a obstrução e contaminação dos leitos de rios e canais, o comprometimento do tráfego em vias públicas e a degradação da paisagem das cidades, além da poluição do ar com gás carbônico liberado pelos veículos necessários para realizar o transporte dos resíduos. (Gestão de Resíduos na Construção Civil – SENAI et al).

Figura 2 - RCD depositados próximo a afluentes do canal São Gonçalo, em Pelotas, RS



Fonte: Tessalo, (2012).

As soluções para esses problemas passam por desenvolvimento e implantação de tecnologias que busquem a redução, reutilização e reciclagem desse resíduo.

Em conformidade com Vieira e Romanel (2013), para uma análise mais criteriosa dos impactos ambientais de um empreendimento, é preciso, no entanto, a consideração de um número mais abrangente de fatores e a quantificação de suas respectivas influências.

4.5 VANTAGENS EM SE FAZER UM GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS

O gerenciamento de resíduos tem como objetivo minimizar a geração de resíduos em um empreendimento ou atividade, atuando como um conjunto de ações operacionais. Segundo Negalli (2014), algumas responsabilidades são atribuídas aos diferentes tipos de agentes envolvidos no processo de geração, tratamento e disposição dos resíduos em uma obra, o autor explicita algumas dessas responsabilidades:

- Gerador: tem como responsabilidade gerenciar os resíduos desde sua geração até a sua disposição final, adotando métodos e técnicas compatíveis com as destinações ambientais, sanitárias e economicamente desejáveis;

- Transportador: deve cumprir e fazer cumprir todas as determinações constantes em normas que tratam dos procedimentos e operações do processo de gerenciamento dos RCC;
- Cedentes de área para recebimento: devem cumprir e fazer cumprir as determinações normativas quanto aos procedimentos e operações de aterros inertes, em especial, o seu controle ambiental;
- Poder público: normaliza, orienta, controla e fiscaliza a conformidade da execução dos processos de gerenciamento do Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (PIGRCC). Também é responsabilidade propor soluções e estruturar as áreas de recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes para, depois, oferecer destinação às áreas de beneficiamento.

Uma das opções de uso do agregado reciclado é a utilização em pavimentação, conforme mostra na Figura 3. Que, além da vantagem de diminuir a quantidade de resíduos dentro dos aterros, traz benefícios como (LEITE et al., 2007):

Figura 3 - Recuperação de via em Jandiaí/SP com uso de RCD in natura



Fonte: Pinto, (1999).

(a) diminuição dos custos de pavimentação, sempre que estes materiais tenham um custo menor que os materiais convencionais levando em conta o fator transporte;

(b) expansão pequena ou nula, ou seja, com entrada de água ou saturação não se apresentaram mudanças de volume nas camadas compactadas;

(c) ganho de resistência devido à auto cimentação, em função da eventual presença de atividade pozolânica;

(d) melhoria nas condições de saneamento dos municípios e economia com a limpeza urbana, colaborando com programas municipais de gerenciamento de resíduos sólidos;

(e) poupança de recursos minerais naturais, devido à menor velocidade de exploração das jazidas, com conseqüente diminuição de agressão ao meio ambiente;

(f) diminuição dos custos de operação de aterros, devido à menor quantidade de resíduo envolvido;

(g) necessidade de áreas menores para manutenção de aterros e bota-foras, em função do prolongamento da vida útil dos existentes; e

(h) redução do consumo de energia e geração de CO₂ na produção e transporte de materiais.

4.6 METODOLOGIAS UTILIZADAS PARA LEVANTAMENTO DE QUANTIDADES DE RESÍDUOS GERADOS NAS CONSTRUÇÕES

A quantificação do RCC gerados em construção são essenciais para definição de gerenciamento para cada situação. Nessa situação, diferentes métodos têm sido desenvolvidos para ter o resultado desses dados. Segundo SELEME (2008) a quantificação de resíduos é importante, pois permite análise posterior para determinar o desperdício do sistema construtivo e comparar a geração de resíduos com outras referências.

4.6.1 Tarcísio de Paula Pinto (1999)

De acordo com o autor não existem levantamentos precisos que permitam deduzir a exata produção dos diversos agentes atuantes na construção, o que impossibilita uma análise global do volume de RCD gerado nas áreas urbanas brasileiras. Os números coletados pelo INSS – Instituto Nacional de Seguridade Social, através do recolhimento de taxas tidas como “obrigatórias”, são

absolutamente irrealistas, e os registros das municipalidades, através da aprovação de projetos, revelam apenas a parte formal da produção de edificações.

No entanto, a agregação dessas informações parcelares sistematizadas pelas municipalidades com informações recolhidas entre os agentes coletores de RCD permite a construção de um indicador confiável da intensidade de boa parte da atividade construtiva e do volume de resíduos por ela gerado.

A construção de indicadores sobre a produção de RCD pode ser realizada a partir de três bases de informação: das estimativas de área construída - serviços executados e perdas efetivadas; da movimentação de cargas por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD.

Sendo possível a delimitação de indicadores, para cada município, que apontem estimativa da geração de resíduos na construção formal. Precisa ser incorporado dados referenciados nos anos disponíveis e em períodos de tempo que permitam minimamente a absorção de defasagens provenientes do período típico de execução das obras licenciadas. Lançar as áreas anuais de construção registradas, depuração dos percentuais de reformas, ampliações e demolições, para que não ocorra sobreposição com os dados fornecidos pelos coletores. São também incluídas taxas de geração de resíduos por metro quadrado edificado, indicadores de referência compostos com base nas seguintes estimativas:

- Massa estimada para as edificações, executadas predominantemente por processos convencionais = 1.200 kg/m²;
- Perda média de materiais nos processos construtivos, em relação à massa de materiais levados ao canteiro de obra = 25%;
- Percentual da perda de materiais, removido como entulho, durante o transcorrer da obra = $[(50\%)^4]$.

A utilização dessas estimativas de referência define uma “taxa de geração de resíduos de construção” na ordem de 150 quilos por metro quadrado construído.

4.6.2 Leila Seleme Mariano (2008)

A autora afirma que os resíduos da obra são quantificados através de cálculos de sua geração, ou, pela determinação de massa, realizada utilizando uma balança antropométrica Filizola, modelo 34, com capacidade para 150 kg e graduação para 100 g.

Separando os materiais a serem quantificado por:

Concreto: Todo resíduo de concreto foi resultado do arrasamento de estacas. A obra possuía em seu total 338 estacas, das quais 324 foram ser arrasadas. Como o resíduo de concreto destas estacas foi inevitável e sua reutilização foi imediata, em enchimentos não-estruturais, este foi quantificado pelos cálculos descritos na sequência. Apenas uma parte deste concreto foi separada para realização de testes para sua reutilização na geração de concretos estruturais.

Considerando que na área denominada “didático” os blocos têm, em sua maioria, 80 cm de profundidade e os baldrames têm 60 cm de profundidade, a quantificação do resíduo de concreto gerado foi realizada, conforme a Equação (1): $V=(d1xd2x1,40) m^3$, (1) em que: d1 e d2 são as dimensões das estacas em metros. Considerando que na área denominada “ginásio” os blocos têm em sua maioria 55 cm de profundidade e os baldrames têm 50 cm de profundidade, a quantificação do resíduo de concreto gerado foi realizada, conforme a Equação (2): $V=(d1xd2x1,05) m^3$, (2) em que: d1 e d2 são as dimensões das estacas em metros. O peso específico do concreto armado é de 2,5 tf/m³. No caso de estacas, que são levemente armadas, a contribuição do aço no concreto armado é de 0,05 tf/m³.

Cerâmica: A cerâmica também foi gerada em grande volume, e sua disposição final foi próxima ao local de geração. A geração de resíduos de cerâmica foi quantificada pelo controle de carrinhos gerados por dia. Um carrinho cheio de resíduo de cerâmica é medido, descontado sua massa, têm-se a massa da cerâmica. Serão feitas três amostras de massa e a massa média foi adotada para fazer a quantificação. A quantificação do número de carrinhos de resíduos de cerâmica foi realizada diariamente pelos serventes, responsáveis por esta atividade. O resultado foi repassado ao encarregado da obra.

Argamassa: Gerada em grande volume, sua quantificação foi realizada por sala construída para determinação da taxa de geração em kg/m², esta taxa foi utilizada para determinar a geração total na obra. O resíduo de argamassa gerado foi armazenado no pátio, posteriormente foi peneirado e utilizado para composição de novas argamassas com aplicação em acabamentos.

Brita, areia, saibro: Representam resíduos que são quantificados somente no final da obra. Estes materiais são continuamente utilizados, portanto, não existem sobras. Somente no final da obra poderia haver sobras, sendo que, então, os resíduos seriam cubados e encaminhados ao depósito da empresa.

Fibrocimento: Representam resíduos que foram quantificados somente no final da execução da cobertura (Figura 4). Tiveram a massa final determinada e foram destinados ao depósito da empresa. Resíduos não-reaproveitáveis foram pesados e destinados de acordo com especificações da Resolução CONAMA nº 307/02.

Figura 4 - Cobertura em fibrocimento



Fonte: Seleme (2008).

Tinta, impermeabilizante, madeira: Representam sobras e resíduos que foram quantificados somente no final da etapa construtiva que os utiliza, sua massa final foi determinada pela pesagem para posterior encaminhamento ao depósito da empresa ou doação a funcionários e passantes.

Papel e plástico: Resíduos provenientes de embalagens tem alta geração e foram quantificados através do levantamento de materiais utilizados na obra e da massa de suas embalagens.

PVC, acrílico, metais e vidros: Estes resíduos têm baixa geração e foram quantificados no final da etapa construtiva específica ou ao preencher o volume de um saco de 100 L.

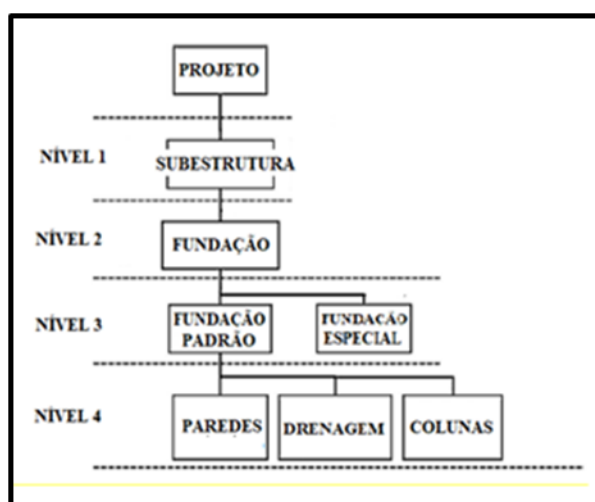
4.6.3 Yashuai Li e Zhang Xueqing (2016)

Os autores relatam a possibilidade de uma estimativa de quantidade de resíduos da construção civil, por meio de um modelo matemático, que possa prever

o quantitativo de vários tipos de resíduos gerados e, cada pacote de um trabalho de projeto de construção civil.

Elas são reorganizadas dentro de uma Estrutura Analítica de Projeto – EAP, de forma que diferentes processos da construção possam ser representados. Essa estrutura organizacional, exemplificada na Figura 5, é dividida em quatro níveis: o primeiro nível é classificado por Sistemas, o segundo é designado por Componentes, o terceiro é representado por Elementos e no quarto nível encontram-se os Subelementos.

Figura 5 – Estrutura para otimização da gestão de resíduos.



Fonte: Adaptado de Li et al. (2016).

Essa divisão por níveis facilita a identificação da quantidade de material necessária para cada atividade e etapa de execução da obra. A representação desses níveis estabelecidos pela EAP é mostrada a seguir:

- W_s , sendo $s = 1, 2, \dots, S$, e S representa a quantidade total de Sistemas do projeto.
- $W_{c, s}$, sendo $c = 1, 2, \dots, C_s$, e C_s representa o número total de Componentes no Sistema s do projeto.
- $W_{e, sc}$, sendo $e = 1, 2, \dots, E_{sc}$, e E_{sc} representa o número total de Elementos do Componente c no Sistema s do projeto.
- $W_{d, sce}$, sendo $d = 1, 2, \dots, D_{sce}$, e D_{sce} representa o número total de Subelementos do Elemento e do Componente c no Sistema s do projeto.

Então a construção da EAP é expressa como $W = \{W_1, \dots, W_s, \dots, W_S\}$, onde $W_s = \{W_{1s}, \dots, W_{cs}, \dots, W_{C_s s}\}$, $W_{sc} = \{W_{1sc}, \dots, W_{esc}, \dots, W_{E_{sc} sc}\}$ e $W_{sce} = \{W_{1sce}, \dots, W_{dsce}, \dots, W_{D_{sce} sce}\}$.

Além da EAP faz-se a retirada da quantidade de material para cada trabalho do terminal pacote.

Os materiais envolvidos na entrega de um pacote de trabalho podem ser geralmente classificados em quatro categorias:

- a) Materiais de construção (M): são os materiais usados para formar os elementos de construção alvo. Apenas uma pequena porção é descartada como resíduo de construção.
- b) Materiais de embalagem (P): referem-se àqueles que constroem embalagens. São geralmente classificados como resíduos.
- c) Materiais extraídos (E): referem-se principalmente ao solo escavado no processo de construção.
- d) Elementos de construção alvo (T): os elementos projetados de um edifício a ser construído.

Esse banco de dados gerados pelo BIM inclui informações como unidades de medida, quantidade de materiais, custos e alocação de mão de obra e maquinário para cada Subelemento. Essas informações são muito úteis para o planejamento e controle de projetos e, conforme Li et al. (2016), podem ser usadas para conduzir a análise de fluxo de material e monitorar a geração de resíduos de construção no processo de construção.

Presume-se que existem tipos de materiais de construção, G tipos de materiais de embalagem, J tipos de materiais extraídos e K tipos de elementos de construção alvo, portanto as quantidades de cada um dos quatro tipos de materiais podem ser determinadas com base no procedimento acima mencionado.

Os materiais requeridos para o Subelemento W_d^{sce} são expressos como:

$$Q_{W_d^{sce}}^{XU} = \left[Q_{1W_d^{sce}}^{XU}, \dots, Q_{yW_d^{sce}}^{XU}, \dots, Q_{YW_d^{sce}}^{XU} \right] \quad (1)$$

Onde, $Q_{W_d^{sce}}^{XU}$ representa o Vetor Quantidade de um determinado tipo de material; e $Q_{yW_d^{sce}}^{XU}$ representa a quantidade do y-ésimo material na categoria X no Subelemento W_d^{sce} , sendo X o tipo de material ("M", "P", "E" e "T") e U indicando a unidade de medida, podendo ser "W" se o material for medido em peso ou "V" se for medido em volume. A relação entre Y e X pode ser denotada como:

$$Y = \begin{cases} I, & \text{if } X = M \\ G, & \text{if } X = P \\ J, & \text{if } X = E \\ K, & \text{if } X = T \end{cases} \quad (2)$$

Quando esses materiais são quantificados, para cada tipo de material existe uma unidade de medida. Por exemplo, o concreto é medido em m³, a madeira em m², ferragem em kg e as embalagens em unidades. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de taxas de conversão para transformar várias unidades de medida em uma única medida. Nesse projeto de pesquisa será mantido a linha de trabalho conforme Li et al. (2016), onde o peso é a unidade de medida única. Assim o vetor peso de um determinado tipo de material para o Subelemento Wd^{sce} é expresso como:

$$Q_{\frac{XU}{Wd^{sce}}} = \left[Q_{\frac{XU}{1Wd^{sce}}}, \dots, Q_{\frac{XU}{yWd^{sce}}}, \dots, Q_{\frac{XU}{YWd^{sce}}} \right] \quad (3)$$

Com essas formulações, Li et al. (2016) mostram que os resíduos gerados num determinado nível será sempre a soma dos resíduos gerados pelo nível inferior sucessivo. Portanto, a quantidade de resíduos gerados num determinado projeto pode ser expressa da seguinte forma:

$$R_{\frac{AW}{W}} = \sum_{i=0}^I R_{\frac{iW}{iW}} + \sum_{g=1}^G R_{\frac{gW}{gW}} + \sum_{j=1}^J R_{\frac{jW}{jW}} + \sum_{k=1}^K R_{\frac{kW}{kW}} \quad (4)$$

Onde, $R_{\frac{XW}{yWd^{sce}}}$ é a quantidade de resíduos medida em peso do y-ésimo material na categoria de material X do $L_{\frac{X}{yWd^{sce}}}$ Subelemento Wd^{sce} e é o Nível de Desperdício do y-ésimo material na categoria de material X do Subelemento Wd^{sce} .

4.6.4 Marques Neto e Schalch (2010)

Para o autor a composição do RCD constituiu uma das etapas mais importantes do diagnóstico da situação desses resíduos no município, a caracterização física foi desenvolvida por meio da separação e pesagem dos materiais oriundos de pelo menos três caçambas metálicas descartadas nos aterros municipais. O método teve como roteiro:

- Seleção de três caçambas de 5m³ de origens diferentes, descartadas no depósito;
- Coleta de cinco amostras de 18 litros de cada caçamba;
- Reunião das amostras de 18 litros em apenas uma amostra de 90 litros, por caçamba;
- Separação dos componentes;
- Medição de volume e massa;
- Somatório das três caçambas, com total de 270 litros amostrados e considerados amostra representativa da composição dos RCD;
- Cálculo da massa unitária, cálculo percentual da composição dos materiais contidos nos RCD. Do cálculo das massas dos materiais foi determinada a composição dos RCD das amostras.

5 METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo, optará pela revisão sistemática, usando dados secundários. Esse tipo de investigação disponibiliza um resumo das evidências relacionadas a uma estratégia de intervenção específica, mediante a aplicação de métodos explícitos e sistematizados de busca, apreciação crítica e síntese da informação selecionada (SAMPAIO; MANCINI, 2007).

O uso desse tipo de metodologia possibilita identificar as evidências e sintetizá-las, buscando fundamentar mudanças ou reafirmar posturas já adotadas pelos profissionais. O método de revisão sistemática da literatura consiste em um movimento que tem base em critérios pré-determinados e evidências científicas consistentes, tendo como fim colaborar com a escolha de estudos e/ou ferramentas para o desenvolvimento de artigos com informações originais (SCHÜTZ; SANT'ANA; SANTOS, 2011).

Na fase inicial da pesquisa foi feita a definição da pergunta sobre quais são as principais metodologias utilizadas para a quantificação de resíduos.

No segundo momento, foram utilizadas as bases de dados eletrônicas Scielo, ScienceDirect, do ano 1999 ao ano 2019, no idioma português e inglês, usando as palavras-chaves: Resíduos de construção civil. Quantificação de Resíduos da Construção Civil. Estimativa de resíduos Sólidos. Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Os resultados encontrados são apresentados no quadro da Figura 5.

Figura 5 - Resultados da pesquisa

| Banco de dados | Nº | Palavra-chave | Resultados |
|----------------|----|---|------------|
| Scielo | 1 | Resíduos de Construção Civil | 139 |
| | 2 | Quantificação de Resíduos da Construção Civil | 3 |
| | 3 | Estimativa de resíduos Sólidos | 3 |
| | 4 | Gerenciamento de resíduos da construção civil | 14 |
| ScienceDirect | 1 | Resíduos de Construção Civil | 9 |
| | 2 | Quantificação de Resíduos da Construção Civil | 1 |
| | 3 | Estimativa de resíduos Sólidos | 8 |
| | 4 | Gerenciamento de resíduos da construção civil | 1 |

Fonte: Autor, (2021).

Após os resultados das palavras-chaves, foi feito um novo filtro onde buscou quais trabalhos abordavam sobre a quantificação de resíduos da construção Civil, apenas 3 artigos da base de dados Scielo apresentava sobre o tema proposto. Além dessas bases de dados, pesquisou-se nas bases de dados das principais universidades brasileiras como Universidade Federal de São Carlos, Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal de São Paulo.

No terceiro momento, aconteceu a revisão e seleção dos estudos pesquisados, selecionando assim aqueles que se adequavam ao objetivo desta pesquisa. Na quarta fase, foi avaliada a qualidade metodológica do material selecionado, a fim de utilizar adequadamente o material na pesquisa sobre os métodos de quantificação de resíduos de construção e demolição e sua conformidade com a resolução número 307 do CONOMA.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão discutidas e apresentadas as metodologias que mais se adequam aos objetivos desta pesquisa, comparando e demonstrando os métodos mais viáveis para serem aplicados na quantificação de resíduos da construção civil.

Pelo método de Pinto (1990), a construção de indicadores sobre a produção de RCD pode ser realizada a partir de três bases de informação: das estimativas de área construída - serviços executados e perdas efetivadas; da movimentação de cargas por coletores; do monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino dos RCD.

Esse método permite compor um indicador seguro ao agregar duas parcelas importantes da atividade construtiva urbana: a) a construção formal de novas edificações, cuja intensidade pode ser extraída dos registros públicos de licenciamento, e b) a execução informal de reformas e ampliações, que podem ter sua intensidade reconhecida através de pesquisas junto aos diversos agentes coletores em atuação. Oferece bons resultados, no entanto, se refere apenas à construção formal, e existe muitas construções que não são licenciadas.

Sua estimativa a partir da ação dos coletores pode ser obtida da análise das frotas de veículos de carga envolvidos com a coleta exclusiva de resíduos domiciliares e dos inertes onde predominam os RCD, que atuam nas áreas urbanas, empresas e agentes autônomos, a tração animal, além da coleta pública, permite um real indicador da quantidade dos resíduos.

Pelo método da autora Seleme (2008), foram quantificados através de cálculos de sua geração, ou, pela determinação de massa, utilizando uma balança antropométrica Filizola, modelo 34, com capacidade para 150 kg e graduação para 100 g. Juntamente com o método do plano de gerenciamento de resíduos da construção civil (PGRCC), que tem o objetivo de planejar o descarte e a destinação correta dos resíduos da construção, onde sua utilização é de grande importância na obra.

O autor Li et al. (2016), apresenta um método que utiliza a tecnologia BIM, ao qual a estimativa mostra o nível de desperdício da construção em cada etapa, onde permite um melhor controle da geração de resíduos e melhorando o plano de gerenciamento de resíduos das obras, capaz de quantificar os resíduos e identificar as atividades geradoras. Permite a identificação das classes de resíduos de

construção, fixando e apresentando os tipos mais importantes de fluxos de resíduos e a busca das origens desses resíduos.

Esse método poderia ser complementado em conjunto com o plano de gerenciamento de resíduos, tornando o plano mais preciso e presente com a realidade do canteiro de obras.

A metodologia de Marques Neto e Schalch (2010) utiliza a sua quantificação pelo movimento de cargas por coletores, através de informações diretamente ligada aos agentes coletores, fazendo corroboração com método de Pinto (1999), aonde utiliza tanto o método das áreas licenciadas, quanto de movimento de cargas por coletores de resíduos.

Com relação aos métodos dos autores apresentados sobre a quantificação de resíduos, pode ser utilizado os métodos em conjunto, aplicando juntamente com as normas e planos, para que se tenha uma melhor estimativa da quantificação dos mesmos.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos estudos das metodologias de diversos autores, constatou-se que não há uma norma ou legislação que demonstra como deve abordar e prosseguir para realizar a quantificação de resíduos da construção civil. Os autores demonstram seus métodos que acreditam ser o mais eficiente para quantificar os resíduos das construções.

É de fundamental importância que as obras, empresas, e entidades se adequem aos planos de gerenciamento, normas, legislações e juntamente com métodos de quantificação, como por exemplo de Pinto (1999), que aborda em sua metodologia formas eficientes de se quantificar resíduos gerados de obras, para que assim possa ser diminuído os desperdícios deles, e ser feito uma boa gestão.

Em relação aos métodos apresentados, verificou-se que há necessidade da criação de uma metodologia eficaz e simples pelos órgãos competentes. Desta forma, dentro das metodologias estudadas, o método de Pinto (1999) apresenta-se de forma fácil e prática, podendo ser adotado juntamente com o PGRCC na quantificação dos resíduos gerados pela construção civil.

Por fim, conforme citado em capítulos anteriores, já está havendo mudanças, mas sugere-se que coloquem em prática o que é estabelecido nas normas, legislações, planos de gerenciamentos e métodos para quantificar, para que se possa diminuir os custos diretos e indiretos do município, e tornar o setor da construção civil um setor mais sustentável, garantindo um melhor desempenho no processo construtivo e diminuindo o desperdício.

Para dar continuidade a este estudo, que apresentou metodologias para ser realizada a quantificação de resíduos de construção civil, sugere-se um estudo futuro nas obras para que seja levantado dados de qual metodologia é mais prática no dia-a-dia.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – ABRECON, São Paulo. Disponível em: <https://abrecon.org.br/categoria/noticias/>. Acesso em: 02 Set. 2020.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 10004 de 30 de Novembro de 2004. Dispõe sobre Resíduos Sólidos – Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15112 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15113 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15114 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15115 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS / ABNT NBR 15116 de 30 de Julho de 2004. Dispõe sobre Resíduos da construção civil – Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilizados em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasília, 30 de junho de 2004.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BUSS, Alessandra. Et al. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas RS. (Artigo). Ambient. constr. vol.12 no.2 Porto Alegre Apr./June 2012. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1678-86212012000200008&script=sci_arttext. Acesso em: 02 Set. 2020.

CAMPOS, P. B. Gestão de resíduos de construção civil:avaliação e propostas de metodologias de gestão. 2012. 262 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)

– Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. Resolução N° 307, de 5 de Julho de 2002. Disponível em:
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 02 Set. 2020.

POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS-PNRS. Disponível em:
https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf. Acesso em: 26 Mar. 2021.

LI, Yashuai; ZHANG, Xueqing. Web-based construction waste estimation system for building construction projects. Elsevier. Automation in Construction 35 142–156, 2013.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil. Engenharia Civil. Universidade do Minho, n.36, 2010. p.41-50

MOTTA, L. M. G.; FERNANDES, C. Utilização de Resíduo Sólido da Construção Civil em Pavimentação Urbana. 12ª Reunião de Pavimentação Urbana, ABPv, Aracaju, Sergipe. 2003.

NAGALLI, André. Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Tese (Doutorado em Engenharia da Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo 1999. Disponível em:
<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf> Acesso em: 26 mar. 2021.

SCHÜTZ, G. R.; SANT'ANA, A. S. S.; SANTOS, S. G. Política de periódicos nacionais em Educação Física para estudos de revisão sistemática. Revista Brasileira de Cineantropometria do Desempenho Humano, Santa Catarina, v. 13, n. 4, p. 313-319, 2011. doi: 10.5007/1980-0037.2011v13n4p313

SEBRAE. Gestão de resíduos na construção civil: Redução, reutilização e reciclagem.

SELEME, L. M. Gerenciamento de resíduos da construção civil com reaproveitamento estrutural: estudo de caso de uma obra com 4.000m². Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental. Curitiba, 2008. Disponível em:
https://docs.ufpr.br/~bleninger/dissertacoes/147-Leila_Seleme_Mariano.pdf. Acesso em: 26 mar. 2021.

SOARES, Carlos. Et al. A formação do engenheiro civil inovador brasileiro frente aos desafios da tecnologia, do mercado, da inovação e sustentabilidade. (Artigo).

Congresso Nacional de excelência em gestão, 2016. Disponível em:
https://www.inovarse.org/sites/default/files/T16_389.pdf. Acesso em: 12 Out. 2020

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D. S.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. SOUZA, M. T.; SILVA, M. D. S.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102-106, 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/eins/a/ZQTBkVJZqcWrTT34cXLjtBx/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 abril 2021.

