

**ALFA- FACULDADE DE ALMENARA  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**KANANDA SANTOS SILVA  
SÉRGIO JÚNIOR ROCHA ANDRADE**

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**ALMENARA - MG  
2019**

**KANANDA SANTOS SILVA  
SÉRGIO JÚNIOR ROCHA ANDRADE**

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à ALFA-Faculdade de Almenara como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

**Orientadora:** Dra. Viviane Amaral Toledo Coelho.

**Professor:** Ms. Ednardo de Souza Nascimento

**ALMENARA - MG  
2019**

**KANANDA SANTOS SILVA  
SÉRGIO JÚNIOR ROCHA ANDRADE**

**RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à ALFA-Faculdade de Almenara como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.(a)\_Dra. Viviane Amaral Toledo Coelho.

---

Prof.\_Ms. Ednardo de Souza Nascimento

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por nos dar força, e por termos a certeza de que Ele esteve presente em todos os momentos dessa jornada. Agradecemos aos nossos Pais, por ser nossa maior fonte de perseverança.

A nossa professora e orientadora Dra. Viviane Amaral Toledo Coelho, pelo suporte, pelas correções e sua competência.

Ao Mr. Ednardo Nascimento de Souza, por todo ensinamento, apoio e paciência.

E a todos que de alguma forma fizeram parte da nossa formação, muito obrigado.

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste trabalho é abordar sobre a reciclagem de resíduos sólidos para assimilação das necessidades e as melhores atitudes em relação à quantidade de resíduos gerado nas obras. Metodologia: Pesquisa bibliográfica fundamenta em textos científicos com bases de dados eletrônicas usadas como, Scientific Electronic Library Oline (SciELO) e Google Acadêmico. Usando artigo preferencialmente em língua portuguesa, a partir de 1997. As palavras que resumem o tema principal do texto são as seguintes: “Reciclagem, Lixo, Resíduos Sólidos, Meio ambientes e Construção Civil”. A pesquisa também foi feita de acordo as resoluções e normas técnicas (NBR) e utilizadas como fonte, artigos científicos, teses, dissertações, monografias e livros, a fim de absorver o maior número de informações sobre a utilização do agregado de resíduos de construção civil, em materiais estruturais utilizados na Engenharia Civil. Resultados: Alguns pontos foram identificados como indispensáveis para um gerenciamento mais adequado: uma fiscalização mais ativa ou novas maneiras de fiscalização podem diminuir o número de locais clandestinos; um assíduo investimento na educação da população para tomada de consciência. Desse modo, com a implantação da sustentabilidade, foram feitas várias pesquisas voltadas para a redução, o reaproveitamento ou reciclagem dos resíduos descartados nas obras ou gerados pela demolição. Considerações finais: A utilização dos resíduos de construção e demolição é viável no ponto de vista técnico, econômico e ambiental. O desafio próximo é generalizar a prática e para atingir essa meta, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas consistentes. Considerando que os contratempos gerados por um mau gerenciamento do entulho ou até mesmo falta de um planejamento mostram impactos negativos a sociedade, ao meio ambiente, e às indústrias, a reciclagem e a reutilização dos resíduos tornam se um dos preferíveis caminhos para um desenvolvimento sustentável, ambicionado na época atual.

**Palavras-chave:** Construção Civil. Sustentabilidade. Reaproveitamento de Resíduos. Concreto.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this paper is to address the solid waste recycling to assimilate the needs and the best attitudes regarding the amount of waste generated in the works. **Methodology:** Bibliographic research based on scientific texts with electronic databases used as, Scientific Electronic Library Oline (Scielo) and Google Scholar. Using article preferably in Portuguese, from 1997. The words that summarize the main theme of the text are: "Recycling, Waste, Solid Waste, Environment and Civil Construction". The research was also made in accordance with the resolutions and technical norms (NBR) and used as source, scientific articles, theses, dissertations, monographs and books, in order to absorb the largest amount of information about the use of the construction waste aggregate, in structural materials used in Civil Engineering. **Results:** Some points have been identified as indispensable for better management: more active enforcement or new ways of enforcement may decrease the number of clandestine locations; a frequent investment in educating the population for awareness. Thus, with the implementation of sustainability, several researches were conducted aimed at reducing, reusing or recycling waste that was discarded in the works or generated by demolition. **Final considerations:** The use of construction and demolition waste is technically, economically and environmentally viable. The next challenge is to generalize the practice and to achieve this goal, the development of consistent public policies is needed. Whereas setbacks caused by poor debris management or even lack of planning show negative impacts on society, the environment and industries, recycling and reuse of waste becomes one of the preferred paths for sustainable development, desired in the present age.

**Keywords:** Civil Construction. Sustainability. Waste Reuse. Concrete.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Resíduos de Construção.....	13
Figura 2 – Resíduos de Classe A.....	14
Figura 3 – Resíduos de Classe B.....	14
Figura 4 – Resíduos de Classe C.....	15
Figura 5 – Resíduos de Classe D.....	15
Figura 6 – Reduzir, Reutilizar e Reciclar.....	18
Figura 7 – Processo de Reciclagem.....	19

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Normas Brasileiras Regulamentadora

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

RCD - Resíduo de Construção e Demolição

R's – Reduzir, Reutilizar e Reciclar



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Resíduos Sólidos e seus Tipos .....	12
2.2 Resíduos de Construções.....	13
2.3 Classificações dos Resíduos.....	14
2.4 Quantidade de Resíduo Gerado.....	16
2.5 Desperdícios de Materiais .....	16
2.6 Coletas dos Resíduos Sólidos.....	16
2.7 Impactos Gerais.....	17
2.8 Reduzir, Reutilizar e Reciclar .....	17
2.8.1 Reduzir .....	18
2.8.2 Reutilizar.....	18
2.8.3 Reciclar .....	18
2.9 Processo de Reciclagem.....	19
2.10 Fase de Construção.....	19
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>20</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....</b>	<b>24</b>

## **1 INTRODUÇÃO**

Se tratando de meio ambiente, uma prática altamente tóxica e prejudicial é o acúmulo de resíduos produzido de diversas formas, entre elas se destaca o desperdício de resíduos sólidos gerados pela construção civil (ROTH; GARCIAS, 2009).

Os resíduos sólidos podem ser definidos como todos os materiais que resultam das atividades humanas, e que muitas vezes podem ser aproveitados tanto para reaproveitamento, reciclagem e reutilização, e essas práticas estão virando algo comum na construção civil (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Segundo a norma NBR 10.004/2014, os resíduos podem ser classificados pela identificação do processo ou atividade que os deram origem, e são listados da seguinte forma: Resíduos Classe I – Perigosos Resíduos Classe II – Não Perigosos, Resíduos Classe II A – Não Inertes e Resíduos Classe II B – Inertes.

São muitas as maneiras de se classificar os resíduos sólidos. E esses resíduos (lixo) podem se agrupar em cinco classes: 1 - Lixo doméstico ou residencial; 2 - lixo comercial; 3 - lixo público; 4 - lixo domiciliar especial, que é dividido em entulho de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus; 5 - lixo de fonte especiais, dividido em: lixo industrial, lixo de portos e aeroportos e terminais rodoviários, lixo agrícola, resíduos de serviço de saúde e lixo radioativo (DA SILVA; MALHEIROS; CAMPOS, 2013).

Segundo a norma da ABNT, NBR 10.004:2004 resíduos sólidos:

Resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

O crescimento desenfreado de resíduos gerados na construção civil está fazendo com que a sociedade se preocupe com acúmulo provocado em obras (RIBEIRO; MORELLI, 2009). O resíduo da construção civil reciclado tem uma aplicação total em tudo que se refere à sub-base em pequenas edificações, pisos de todos os tipos, gabiões, entre outros. Nos dias atuais existem grande quantidade e utilização desse material, colocando-o através dos construtores, para que esses entendam melhor que em muitas fases da obra é possível utilizar esse tipo de produto e o mais importante é o valor econômico e ambiental. Sendo assim as empresas têm uma necessidade de se adequar,

não só por uma questão legal, mas por uma questão de qualidade de serviço que ela está prestando (GRADIN; COSTA, 2010).

Percebe-se que a construção sustentável é uma nova forma de pensar sobre a construção e tudo que a envolve. Tratando de uma integração a própria atividade, de uma abordagem que busca um novo paradigma: o de mudar o meio ambiente, preservando e, evoluindo, recuperando-o e trazendo equilíbrio (ARAÚJO, 2008).

Com o aumento acelerado do mercado da construção civil, sucedeu uma grande procura por matéria prima. Os recursos naturais, como a brita e a areia, por exemplo, precisam de jazidas para exploração. Essa extração implica o meio ambiente, lembrando que é uma fonte esgotável, e pode acabar um dia (FERNANDES, 2015). São gerados inúmeros tipos de resíduos, que para diminuir o volume de entulhos, deve-se preocupar com alguns elementos: a prevenção, a armazenagem, a destinação e a reciclagem.

Para prevenção é necessário criar soluções de melhor uso dos materiais e de maneira racional para diminuir o desperdício e a geração de resíduos. Para o armazenamento dos resíduos deve haver uma seleção para melhor destino desse material. A destinação é a parte que leva a reciclagem destes entulhos, sendo assim, já foram separados e levados cada resíduo ao seu local adequado. A reciclagem é o último momento desses resíduos, pois depois de serem reciclados recebem uma nova forma e já poderão ser usados em outras obras (HADDAD NETO, 2012).

Além do motivo ambiental, o tratamento dos resíduos sólidos é necessário por conta das consequências que o acúmulo em lugares errados causa ao meio ambiente. E os profissionais da área devem conhecer esses recursos e estarem aptos a atuarem na organização destes resíduos. Sendo assim, outro motivo que justifica o desenvolvimento do tema é a vontade de chamar a atenção para assuntos de grande importância e que não deve ser só divulgado e cumprido. Logo, é parte fundamental do tema desenvolvido (ANDRADE, 2013).

O objetivo deste estudo é abordar sobre a Reciclagem de Resíduos Sólidos na Construção Civil para a assimilação das necessidades e as melhores atitudes em relação aos resíduos gerados nas obras.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Resíduos Sólidos e seus Tipos

O conceito de resíduos sólidos constitui-se em "sobras das atividades humanas, considerados como Inúteis, dispensáveis ou descartáveis". Hoje em dia, este conceito está fora de uso, a "reciclagem" que é definida como "coleta e uso de materiais considerados lixo" (FONSECA, 2000).

Segundo a norma NBR 10.004/2004, os resíduos serão listados da seguinte forma:

**Resíduos Classe I – Perigosos:** São os resíduos que mostram perigos físicas, químicas ou de infecções contagiosas que apresentam riscos de saúde pública, gerando morte, existência de doenças, riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for descartado de forma errada. Os resíduos também são identificados de acordo com a, corrosão, reação tóxica e a capacidade que um agente biológico tem em produzir efeitos graves.

**Resíduos Classe II – Não Perigosos:** São os resíduos produzidos a partir de papel e papelão, resíduos de plástico polimerizado, por alimentos, materiais têxteis, resíduos de minerais não metálicos, areia de fundição, madeira, sucatas de metais ferrosos, borracha e outros materiais. Retira-se do grupo os resíduos contendo substâncias tóxicas.

**Resíduos Classe II A – Não Inertes:** Os que não se encaixam nas nos grupos de Classe I ou Classe II B. Tem propriedades como: biodegradáveis, combustíveis ou solução em água.

**Resíduos Classe II B – Inertes:** Não são solúveis e nem inflamáveis, não sofrem nenhum tipo de reação química ou física, e nem afetam de forma negativa outras substâncias que encontram com esse tipo de resíduo. São colocados em aterros sanitários ou reciclados, pois não sofrem alteração na sua composição no passar do tempo.

Têm-se várias maneiras de se classificar os resíduos sólidos, e esses resíduos podem se agrupar em cinco classes:

- 1 - Lixo doméstico ou residencial: Materiais orgânicos (restos de alimentos, madeira, dejetos humanos) ou inorgânicos (as embalagens, os vidros, os papéis).
- 2 - Lixo comercial: embalagens de plásticos, papelões, papéis e restos de alimentos.
- 3 - Lixo público: É constituído principalmente por restos de vegetais, podas de árvores, embalagens, jornais, madeira, papéis e plásticos.

4 - Lixo domiciliar especial: São divididos em entulho de obras, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus.

5 - Lixo de fonte especial dividido em: Lixo industrial, lixo de portos e aeroportos e terminais rodoviários, lixo agrícola, resíduos de serviço de saúde e lixo radioativo (DA SILVA, MALHEIROS; CAMPOS, 2013).

## 2.2 Resíduos de Construções

Os resíduos das construções civis, referente à Resolução CONAMA n° 307, de 05 de julho de 2002, define-se como provindos de construções, reformas, reparos e demolições de obras 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 entre outros, chamados de entulhos de obras. Esses resíduos são todos os materiais utilizados em uma obra e que são lixos. Necessitam serem tratados de maneira que possam ser reciclados e reutilizados ou descartados.

Figura 1 - Resíduo de Construção



Fonte: [ci.eco.br/residuos-da-construcao-e-tema-de-debate-em-nova-odessa](http://ci.eco.br/residuos-da-construcao-e-tema-de-debate-em-nova-odessa)

### 2.3 Classificações dos Resíduos

Os resíduos são classificados de acordo com a resolução no 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), como resíduos de classe A, classe B, classe C e classe D:

**Resíduos Classe A:** Os resíduos são representados pelos materiais que podem ser reutilizados na própria obra, e se não puderem ser usados na mesma construção, podem ser reciclados ou encaminhados para aterros próprios para materiais de construção civil.

Figura 2 - Resíduos de Classe A



Fonte: [www.escolaengenharia.com.br](http://www.escolaengenharia.com.br)

**Resíduos Classe B:** Os resíduos que podem ser reciclados para outras destinações, destacam-se em papel, papelão, plásticos, metais, vidros, madeiras e gesso.

Figura 3 - Resíduos Classe B



Fonte: [www.escolaengenharia.com.br](http://www.escolaengenharia.com.br)

**Resíduos Classe C:** Os resíduos são materiais que não podem ser reciclados, pois não tem tecnologia de reaproveitamento (gesso e isopor).

Figura 4 - Resíduos de Classe C



Fonte: [www.forumdaconstrucao.com.br](http://www.forumdaconstrucao.com.br)

**Resíduos Classe D:** Os resíduos são materiais perigosos que podem causar problemas à saúde humana, animal e ao meio ambiente, que são as tintas, solventes, materiais e telhas de amianto, vernizes, e materiais das classes A, B e C contaminados.

Figura 5 - Resíduos Classe D



Fonte: [www.webreforma.com.br](http://www.webreforma.com.br)

## **2.4 Quantidade de Resíduo Gerado**

Os resíduos sólidos da construção civil estão em todos os tipos de obras. A Construção Civil é destaque não somente como uma indústria de impacto na economia, é também a responsável por produzir cinquenta por cento(50%) dos resíduos do país (CARDOSO, 2017).

## **2.5 Desperdícios de Materiais**

O resíduo é produzido sempre em grandes volumes. Sempre que chega a uma obra em andamento, a primeira coisa que se observa, é uma caçamba na entrada dela. O encarregado da obra, geralmente, encontra dificuldades para a leitura do projeto, o que faz gerar muitos erros de execução. Esses “erros” devem ser corrigidos com modificações no projeto, diminuindo o que acostuma acontecer que é à perda e o desperdício do material.

Os profissionais da área devem focar-nos próprios índices, tendo com detectar onde ocorreram os maiores desperdício e perdas. Nem tudo que se perde se transforma em resíduo, uma parte fica na obra. Se tratando de uma obra pequena, essa perda não é tão significativa, mas quando é de grandes obras além do desperdício, um alto custo no final da obra é gerado. Essas perdas podem ser classificadas em dois tipos: os desperdícios de materiais e a execução de tarefas desnecessárias (FERNANDES, 2015).

## **2.6 Coletas dos Resíduos Sólidos**

As soluções para a reciclagem de Resíduos Sólidos na construção civil variam em função do tipo de resíduo a ser reciclado. Após a coleta rigorosa, os resíduos passam por um processo de fragmentação. Assim, os fragmentos se encontram envolvidos e os resíduos têm pouco valor agregado. Somente após a separação das frações é que se pode dar uma destinação adequada aos materiais. De acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita pedrisco, bica corrida e outros. Em seguida, os resíduos coletados poderão ser comercializados como matéria prima (MACHADO, 2014).



## 2.7 Impactos Gerais

A construção civil é um grande consumidor de recursos naturais e produtor de resíduos, virando responsável por boa parte dos impactos ambientais. O consumo desses recursos pela construção civil acarreta prejuízos ambientais em várias etapas do processo, como: extração, construção, uso, produção de materiais e demolição, gerando uma grande quantidade de resíduos. Esse amontoado de resíduos traz muitas desvantagens para a sociedade. Os resíduos interferem, diretamente ou indireta, a qualidade dos recursos ambientais, a saúde, e o bem estar da sociedade (FERNANDES, 2015).

## 2.8 Reduzir, Reutilizar e Reciclar

Reduzir, Reutilizar e Reciclar são os 3 R's da sustentabilidade e são ações que buscam diminuir o desperdício de materiais, poupando a natureza. Com estas práticas, é provável diminuir o custo reduzindo gastos, além de ser favorável ao desenvolvimento sustentável.

Figura 6 - Reduzir, Reutilizar e Reciclar



Fonte: sustentabilidade.com

### **2.8.1 Reduzir**

Na redução, o objetivo é comprar bens e serviços visando nossas necessidades para evitar desperdícios, gerando um consumo com consciência ambiental e econômico. São exemplos de redução do desperdício: uso racional da água, economia de energia elétrica e de combustíveis.

Para compreendermos a prática da geração de resíduos, é importante que se observe o modo construtivo, que inclui o planejamento e a análise de viabilidade do empreendimento, a elaboração do projeto, a construção (execução) e utilização.

### **2.8.2 Reutilizar**

Reutilizar é o uso de um produto mais de uma vez. A reciclagem consiste na reutilização de algum produto, gerando algo diferente da matéria prima, e com características parecidas ao original. A reutilização dos resíduos de materiais pode ser na fase de construção quanto na fase de demolição. A reutilização é de fundamental importância vindo a escassez de matéria-prima cada vez mais aumentando.

### **2.8.3 Reciclar**

Reciclagem trata-se de alterar algo que não tem mais utilidade em matéria-prima novamente, para se transformar em um item igual ou diferente do anterior. A reciclagem é feita de maneiras diferentes e encontramos o resultado desse processo no nosso cotidiano.

As primeiras pesquisas científicas sobre o uso de agregados reciclados de resíduos de construção, foram feitas por Pinto (1986), com argamassa, Zordan (1997), com concretos, e Levy (1997), com argamassas. As primeiras usinas de reciclagem instaladas foram pelas Prefeituras de São Paulo, SP (1991), de Londrina, PR (1993), e de Belo Horizonte, MG (1994). Em 1999, foi confirmada por Pinto (1999) a relevância do tema, apontando que o RCD pode corresponder a mais de cinquenta por cento(50%) da massa dos resíduos sólidos municipais. (Miranda, L. F. R.; Ângulo, S. C.; Careli, E. D.,2009)

## 2.9 Processo de Reciclagem

Existem diversos processos em uma usina de reciclagem de resíduo de construção civil, entre eles, a recepção, triagem e britagem do resíduo de construção e demolição e a separação do material por meio de uma peneira. Essa separação diferencia os materiais recicláveis dos não recicláveis, como plásticos, trapos, materiais de classe entre outros.

Figura 7: Processo de Reciclagem



Fonte: portalresiduossolidos.com

## 2.10 Fase de Construção

Com as perdas dos processos construtivos geram-se os resíduos. Boa parte das perdas contínua incorporada na construção, na forma de componentes, pois as dimensões finas são superiores as projetadas. Que é o caso da argamassa de revestimento, concretos, entre outros. Outra parte vai se transformar em resíduo de construção. A proporção entre as duas não é conhecida em detalhes, mas PINTO (1999) estipulou que cinquenta por cento(50%) das perdas são convertidas em RCD (resíduo de construção e demolição). É possível combater as perdas de materiais e a geração dos resíduos, através do aprimoramento de projetos, melhor seleção de matérias, treinamento dos recursos humanos, usa de ferramentas adequadas e uma boa gestão de processos.

Mudanças tecnológicas também podem reduzir as perdas e o entulho da construção. Processos como a incorporação de instalações em paredes de alvenaria que exigem a quebra parcial da parede recém construída e sua reconstrução com argamassa, por exemplo, devem ser abandonados. No entanto, nem todas as novas tecnologias adotadas recentemente colaboram com a redução das perdas. Este é o caso dos revestimentos internos à base de gesso, de adoção recente, com perdas de até 120% no serviço. (JOHN; AGOPYAN, 2000).

A redução das perdas geradas na fase de construção, ao provocara redução da quantidade de material incorporada às obras, reduz também a geração de resíduo nas fases de manutenção e demolição. O setor de construção encontra-se mobilizado em torno do tema de redução das perdas, pois estas significam uma oportunidade de redução de custos. Medidas de controle de deposição, transporte e até mesmo taxaço da geração de resíduos pela construção são alternativas adicionais à disposição do poder público. Estas alternativas têm sido adotadas em vários países, por exemplo, na Inglaterra .

### **3 METODOLOGIA**

De acordo com Gil (2010), a realização de uma pesquisa requer a descrição dos procedimentos que serão seguidos, abrangendo o tipo de pesquisa, o método, coleta de dados, abordagem, técnicas e recursos metodológicos.

No desenvolvimento desse trabalho foi realizado, em primeiro lugar, uma pesquisa bibliográfica sobre o começo da utilização dos resíduos sólidos da construção civil. As fontes de pesquisas utilizadas foram revisões de literatura em artigos, dissertações e livros, a fim de absorver o maior número de informações sobre a utilização do agregado de resíduos de construção civil, em materiais estruturais utilizados na Engenharia Civil.

Conforme Lakatos e Marconi (2010, p 66), a pesquisa bibliográfica “oferece meios para definir, resolver não somente problemas já conhecidos, como também explorar novas áreas onde os problemas não se cristalizaram suficientemente”.

### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Segundo Souza, (2018), foi feito um teste de granulometria do resíduo de construção e demolição. Depois da coleta de amostras, elas foram separadas. Em seguida encaixou as peneiras, limpas de modo a formar um único conjunto, com

abertura de malha de ordem crescente da base para o topo e assim, foi colocada a mostra de RCD. Então, as peneiras foram submetidas à agitação mecânica por um tempo de 2 minutos e 56 segundos, suficiente para fazer a classificação do material. Em seguida as peneiras foram retiradas, e assim foi calculada a porcentagem retida do material em cada uma, de acordo a massa inicial da amostra, obtendo assim, a sua granulometria.

De acordo Xião, (2015), a resistência diminuirá à medida que o teor de agregado reciclado aumenta (apud Souza, 2018, p. 30).

O desvio da resistência a compressão aumenta até cinquenta por cento(50%) gerando uma mistura de concreto agregado cem por cento(100%) reciclado do que o concreto convencional. Devendo ser dada a atenção a impurezas ou contaminantes existentes, que podem provocar efeitos negativos, nas propriedades mecânicas do concreto reciclado, quanto na sua durabilidade (LEITE, 2001).

De acordo com as pesquisas, existem experiências nacionais de reciclagem de RCD na forma de agregados. Os agregados reciclados são empregados em obras de pavimentação e, embora sem desenvolvimento técnico adequado, na produção de pequenos componentes de concreto, como por exemplo, blocos de pavimentação.

Os dados disponíveis demonstram a viabilidade técnica e econômica da operação destes sistemas de gestão dos RCD. Uma das condições do sucesso das usinas é a construção de uma rede de captação de resíduos dentro das cidades, capaz de atrair, via redução de distâncias de transporte, as caçambas de coleta bem como os coletores autônomos.

Do ponto de vista econômico, o sistema é interessante para as Prefeituras porque permite a redução global dos custos, além dos ganhos ambientais associados.

Na escrita de PINTO (1999), mostram que a implantação e operação do sistema de gestão do RCD são compensados pela redução da necessidade de coleta do resíduo colocado ilegalmente e pela substituição de agregados naturais adquirido de terceiros para consumo nas obras municipais pelo agregado reciclado.

Assim, o sistema será tão interessante quanto maior o custo do agregado natural e do sistema de coleta da retirada ilegal.

Até pouco tempo a reciclagem de RCD realizada pelo setor privado estava restrita à produção de argamassas a partir dos resíduos dentro do próprio canteiro onde

eles são gerados. Porém, recentemente a oportunidade de negócio na operação de centrais de reciclagem de RCD começa a chamar atenção do setor privado.

Existem grandes barreiras a serem vencidas para a colocação de novos produtos contendo resíduos: legais, regulamentares, educação e informação, tecnológicas, econômicas e geográficas e de mercado (JOHN; AGOPYAN 2000).

Primeiramente, a única tecnologia considerada capaz de consumir os grandes volumes gerados é a pavimentação, que possui praticamente um cliente, as municipalidades.

Em segundo lugar, o ingresso de um novo produto no mercado de construção civil é difícil. O caminho mais fácil para superar esta limitação, envolve o desenvolvimento de aplicações onde os produtos contendo agregado reciclado apresentem vantagens competitivas sobre os produtos tradicionais, além de preço compatível. (JOHN; AGOPYAN, 2000)

Assim, certamente seja mais fácil achar mercado para produtos contendo agregado reciclado do que para o agregado solitariamente.

Terceiro como a dificuldade anterior, no caso dos resíduos existe também o medo de que os clientes considerem um produto adicionado os resíduos como de menor qualidade. Esta fraqueza só pode ser enfrentada por uma política consistente e esticada de educação ambiental.

Também, existem vários problemas tecnológicos. As aplicações na produção de concretos, itens de baixa resistência, pavimentação e argamassas precisam ser incrementadas e, o resultado das pesquisas, vastamente divulgados. O desenvolvimento de um sistema de controle de qualidade do produto é também tarefa técnica importante.

Pode-se citar a dificuldade de localização das centrais de reciclagem. A localização de centrais de entrega em pontos que diminuem as distâncias de transporte e aspecto crítico para a captação dos resíduos. Supletivamente, a distância de transporte afeta diretamente a competitividade do produto.

É desejável melhorar o manuseio dos resíduos de construção e demolição quando sua geração é no canteiro de obra, de forma que eles cheguem classificados conforme a sua estrutura. Esta classificação pode reduzir os custos de operação das

centrais de reciclagem e viabilizar a produção de concretos utilizando agregado reciclado.

Por mais simples que possam parecer à diminuição de Resíduos da Construção Civil com as tecnologias e inovações apresentadas, que são apenas uma pequena parcela dos milhares de itens utilizados na construção civil, pois quanto maior for o volume de construções produzidas, sem estas inovações tecnológicas de processos e procedimentos, maiores seriam os volumes de resíduos, que aumentaria o custo de produção, pois a componente de reciclagem destas embalagens deve entrar no custo final do empreendimento. (HADDAD NETO, 2012).

A utilização dos RCDs é comprovadamente viável do ponto de vista técnico, econômico e ambiental. O desafio próximo é generalizar a prática e para atingir essa meta, é necessário o desenvolvimento de políticas públicas consistentes, abrangendo as áreas de legislação, pesquisa e desenvolvimento, legislação tributária e educação ambiental.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A construção civil é um dos principais agentes da poluição ambiental que ocorre por meio da produção de Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Esses resíduos mostram um excelente potencial para criação de produtos e subprodutos que podem ser utilizados pelo próprio setor da construção civil. Todavia, é necessária a conscientização das pessoas para o descarte racional desses resíduos, e o governo criar políticas que incentivem a população e as empresas privadas a utilizarem esses recursos de maneira eficiente, diminuindo os impactos ambientais, econômicos e financeiros.

O uso do resíduo sólido de construção civil é viável e contribui para um futuro sustentável. E o uso de resíduo na própria obra diminui gastos na compra de novos materiais.

Sugere-se como opção, a utilização do concreto variado de resíduo de construção e demolição em obras sem atribuições estruturais, como calçadas, contra pisos, entre outros, que não requerem grande resistência e que não prejudiquem a segurança da estrutura.

A reutilização e reciclagem dos RCD como matéria inicial traz muitos benefícios econômicos e ambientais, pois diminuem a extração de recursos naturais, que

a grande maioria das reservas estão escassa, fora que reduzem os níveis de poluição elevando em função da extração, processamento e transporte.

A taxa de crescimento das usinas de reciclagem brasileiras aumentou após a vigência da resolução CONAMA 307. A produção das usinas públicas é inconstante devido às dificuldades administrativas, às mudanças de cenário político e ao pouco conhecimento técnico.

As normas não garantem a uniformidade dos agregados reciclados, nem seu aceitação no mercado.

Considerando que os contratempos gerados por um mau gerenciamento do entulho ou até mesmo falta de um planejamento mostram impactos negativos a sociedade, ao meio ambiente, as indústrias, a reciclagem e a reutilização dos resíduos tornam se um dos preferíveis caminhos para um desenvolvimento sustentável, ambicionado na época atual.

Espera-se com este trabalho que a técnica de reciclagem possa ser propagada e que sua prática seja ampliada como alternativa sustentável para destinação dos resíduos gerados pela atividade construtiva.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANDRADE, W. L. **Reciclagem de resíduos sólidos na construção civil**. Meio Ambiente, dezembro 2013. Disponível em: <<http://professoralucianekawa.blogspot.com/2013/12/reciclagem-de-residuos-solidos-na.html>> acesso em: 14 de abril de 2019.

ARAÚJO, M. A. et al. **A moderna construção sustentável**. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, p. 1-6, 2008.

CARDOSO, L.M. **Tudo sobre os resíduos sólidos da construção civil**. Sienge Plataforma, setembro 2017. Disponível em: < <https://www.sienge.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>> acesso em: 22 de maio de 2019.

COSTA, P. S. N.; GRADIN, A. M. N. **Reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil**. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/download/RESIDUOS/leitura%20anexa%202.pdf>> Acesso em: 10 de abril de 2019.

DA SILVA, N. C. ; MALHEIROS, R. ; CAMPOS, A. C. **A reciclagem e o destino dos resíduos sólidos de construção e demolição produzidos no município de Goiânia**. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p. 1-8, 2013



FERNANDES, B. C. M. **A Utilização de resíduos da construção civil e demolição – RCD – como agregado para o concreto.** 2016. P. 1-68. Trabalho de conclusão de curso – Centro Universitário de Formiga, Formiga, 2016.

FERREIRA, M. C.; THOMÉ, A. **Utilização de resíduo da construção e demolição como reforço de um solo residual de basalto, servindo como base de fundações superficiais** – Passo Fundo, RS. Teoria e prática na engenharia civil. Passo Fundo, n. 18, p. 1 – 12, nov./2011.

FONCECA, D. C. **Metodologia para Reciclagem de Resíduos Sólidos Industriais.** 2000. Tese (Tese de Doutorado em Tecnologia Mineral)- UFMG, I Belo Horizonte, 2000.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010

HADDAD NETO, M. J. **Reciclagem de resíduos da construção civil: a engenharia – o engenheiro – a geração do resíduo – seu uso e alternativas.** 2012. P. 1-37. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico.** 4. Ed. São Paulo, Atlas S. A., 2010. 214 p.

LEITE, M.B **Avaliação das propriedades mecânicas de concreto produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal do Rio Grande de Sul, 2001.

LEVY, S.M. **Contribuição ao estudo da durabilidade de concretos produzidos com resíduos de concreto e alvenaria.** 2001, 194f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil)- Universidade de São Paulo, 2011.

MACHADO, G. B. **Reciclagem de resíduos sólidos da construção civil.** Portal resíduo sólidos, janeiro 2014. Disponível em: <<https://portalresiduossolidos.com/reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>> acesso em: 23 de maio de 2019.

MIRANDA, L.; ÂNGULO, S.C.; CARELI, E.D. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986-2008.** Ambiente Construído (online), v. 9, n 1, p. 57-71, 2009.

PEREIRA, C. **Tipos de Resíduos da Construção Civil**. Escola Engenharia, 2017. Disponível em: <<https://www.escolaengenharia.com.br/tipos-de-residuos/>> Acesso em: 23 de setembro de 2019.

PINTO, T.P. **Gerenciamento de resíduo da construção no Brasil**. In: RCD08, Universidade de São Paulo, São Paulo. Apresentação (CDROM)

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 189p.

RIBEIRO, D. V.; MORELLI, M. R. **Resíduo solido problema ou oportunidade?** Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 135p.

ROTH, C. G.; GARCIAS, C. M. **Construção Civil e a Degradação Ambiental**. Desenvolvimento em Questão, v. 7, n. 13, p. 111-128, jan/jun 2009

ZORDAN, S. E. – **Utilização de entulho como agregado, na produção de concreto**. Universidade Estadual de campinas, Departamento de Hidráulica e Saneamento. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR 10.004: **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS. NBR 15115: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.

SOUZA, G. P. **Utilização de Resíduos de Construção e Demolição como substituto de agregado graúdo no traço de concreto**. Trabalho de Conclusão de Curso – Alfa – Faculdade de Almenara, Almenara, 2018.