



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS – FUPAC**  
**FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ**  
**ENGENHARIA CIVIL**

**LARA PEREIRA ONGARO PIRES**

**RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

**UBÁ – MG**

**2017**

**LARA PEREIRA ONGARO PIRES**

**RECICLAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Msc. Israel Iasbik

**UBÁ – MG**  
**2017**

## RESUMO

### Reciclagem dos resíduos sólidos da construção civil

O setor da construção civil cresceu significativamente nos últimos anos, devido ao aumento populacional e a urbanização. Com o setor em questão em desenvolvimento, os resíduos que são gerados pela construção e demolição também aumentaram. Todo resíduo descartado irregularmente causa impactos negativos ao meio ambiente, e não é diferente quando se trata dos resíduos provenientes da construção civil. Diante desse problema, as autoridades preocupadas com o comportamento do meio ambiente em relação a essas agressões começaram a estudar formas de minimizar os danos causados a ele. O trabalho tem como objetivo apresentar as vantagens que a reciclagem desses resíduos traz ao meio ambiente, à economia e à saúde da população, apresentar técnicas e alternativas para se dar melhor destino aos resíduos da construção civil, propiciando assim agressões ambientais cada vez menores e agregando ganhos econômicos. Devido à falta de conhecimento da população, ainda não é comum a utilização dos materiais reciclados nas construções civis, portanto, cabe aos profissionais informar a população sobre os benefícios que o mesmo gera, informando principalmente a qualidade do material para que a população trate como cultura comum a ideia de reutilizar.

**Palavras - chave:** Construção Civil; Meio Ambiente; Reciclagem; Vantagens

## **ABSTRACT**

### **Recycling of solid waste from civil construction**

The civil construction sector has grown significantly in the last years, due to population growth and urbanization. With the development of this sector, the waste generated by the construction and demolition has also increased. Every waste irregularly discarded promotes negative impacts to the environment, and this is not different of those derived of civil construction. Faced with this problem, authorities concerned about the environment behavior in relation of these aggressions began to study ways to minimize the damage caused to it. This study aimed to show advantages that the recycling of these kind of waste brings to the environment, the economy and health of the population. Due the lack of knowledge of the population, it is not common to use the recycled material in civil constructions, thus, it is responsibility of the professionals inform the population about the advantages of these practices, mainly informing the quality of the material for the population to treat as a common culture the idea of reuse.

**Keywords:** Civil Construction, Environment, Recycling, Advantages.

## 1 INTRODUÇÃO

A preservação ambiental vem se tornando, nos últimos tempos, uma preocupação não só das empresas em geral, mas de toda a sociedade. Já não se pode conceber empresas produzirem sem que os impactos e agressões ao meio ambiente sejam mitigados.

O setor da Construção Civil, sempre causou fortes impactos ambientais. Com o crescimento populacional, aumento da industrialização e de áreas urbanas, as ações das construtoras sobre o meio ambiente, tornaram-se alarmantes, a ponto de as empresas preocuparem-se sobremaneira em utilizar-se de técnicas sustentáveis.

Segundo Carneiro (2005), os consumos exacerbados de recursos naturais e poluição geraram problemas nas atividades no meio urbano, causando impactos negativos que ocasionaram desastres de grandes proporções.

Outra preocupação recorrente do setor da Construção Civil fez-se tocante ao descarte dos resíduos produzidos. A falta de um programa de gerenciamento para o descarte dos resíduos causa poluição visual, risco à saúde e maior propensão aos acidentes ambientais. É comum deparar-se com áreas clandestinas de descarte dos Resíduos da Construção Civil (RCC).

Com o intuito de intervir de forma positiva, minimizando os impactos ambientais, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou a resolução 307 que “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”. (CONAMA, 2002).

Dentro desta vertente de mitigação das agressões ambientais, surge a crescente conscientização da necessidade de reciclagem dos RCC. Essa reciclagem além de evitar o descarte inadequado, propicia uma economia, uma vez que algo que seria descartado poderá ser reutilizado.

O objetivo do presente trabalho é apresentar as vantagens que a reciclagem desses resíduos traz ao meio ambiente, à economia e à saúde da população, apresentar técnicas e alternativas para se dar melhor destino aos resíduos da construção civil, propiciando assim agressões ambientais cada vez menores e agregando ganhos econômicos.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Definição e classificação de resíduos na construção civil

Devido aos grandes problemas causados pelos resíduos sólidos, órgãos responsáveis pelo bem estar comum desenvolveram medidas cabíveis para melhorar a questão dos impactos ambientais. Pode-se citar como exemplo, o Conselho Nacional do Meio Ambiente que instituiu a Resolução CONAMA nº307 em 5 de julho de 2002.

Os resíduos sólidos da construção civil representados na Figura 1, que antes eram considerados parte dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) passaram a ser classificados apenas como Resíduos da Construção Civil (RCC) tendo uma legislação própria e específica.

FIGURA 1 – Resíduos gerados pela construção civil



Fonte: Ecolead – Aluguel de Caçambas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> <http://ecolead.com.br/recebimento-de-residuos/>

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, 2002).

Os resíduos da construção civil (RCC) foram classificados em quatro classes diferentes para melhor distingui-los.

### **2.1.1 Classe A**

Pertence à classe A os resíduos que podem ser reciclados ou reutilizados como agregados na Construção Civil sendo provenientes das demolições, reformas, construções, reparos em pavimentações, como exemplo, os componentes cerâmicos (tijolos, telhas, blocos) e as peças pré-moldadas em concreto que são oriundas do processo de fabricação ou demolição realizada nos canteiros de obras como os blocos, tubos e meios-fios (CONAMA, 2002).

Segundo FRAGMAC (2014)<sup>2</sup>, os restos de pisos e cerâmicas muitas vezes são utilizados esteticamente em trabalhos artísticos e até mesmo em bordas de escadas e mosaicos em construções civis.

### **2.1.2 Classe B**

Constituem a classe B os resíduos da construção civil que são recicláveis para outras destinações por não terem mais utilidade na área em questão. São esses os metais, vidros, madeiras, plásticos, papel (CONAMA, 2002).

De acordo com FRAGMAC (2014)<sup>2</sup>, o metal é considerado um dos principais geradores de resíduos em uma construção. Devido à facilidade de se transformar em líquido quando aquecido, ele pode ser reciclado com finalidades distintas.

---

<sup>2</sup> <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>

Segundo Braido, escritor do Portal de Pesquisas Temáticas e Educacionais<sup>3</sup>, afirma que conforme os dados de 2012, 47% dos vidros são reciclados e são reutilizados em diversos setores.

### **2.1.3 Classe C**

Não são todos os resíduos que possuem características para a reciclagem ou reutilização, isso pode ocorrer pela falta de tecnologia ou aplicações que não sejam economicamente viáveis para que ocorra esse processo. Os resíduos não recicláveis como a massa corrida e massa de vidro, enquadram-se na classe C (CONAMA, 2002).

Segundo Lima (2016)<sup>4</sup>, esses resíduos devem ser encaminhados para aterros sanitários que estejam preparados para o recebimento desse tipo de material ou Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) que significa:

Área de Transbordo e Triagem consiste em uma estação intermediária entre o gerador do resíduo e o destino final. Os resíduos são recebidos, passam por um processo de triagem, são acondicionados por seu tipo e classe e posteriormente são enviados para um destino final adequado (RETEC)<sup>5</sup>.

### **2.1.4 Classe D**

A classe D é composta por resíduos que são considerados perigosos provenientes de reformas de clínicas radiológicas, instalações industriais ou resíduos contaminados do processo de construção e demolição que são prejudiciais à saúde. Alguns exemplos de resíduos da classe D são as tintas, solventes, telhas e demais materiais que contenham amianto. (CONAMA, 2002).

De acordo com Lima (2016)<sup>4</sup>, os resíduos da classe C devem ser encaminhados para ATT ou para aterros industriais que sejam licenciados para receber esse tipo de produto.

---

<sup>3</sup> [https://www.suapesquisa.com/reciclagem/reciclagem\\_de\\_vidro.htm](https://www.suapesquisa.com/reciclagem/reciclagem_de_vidro.htm)

<sup>4</sup> <https://www.sienge.com.br/blog/como-classificar-e-reaproveitar-os-residuos-da-construcao-civil/>

<sup>5</sup> <http://retecsp.com.br/servicos/area-de-transbordo-e-triagem/>

## 2.2 Geração de resíduos sólidos na construção civil

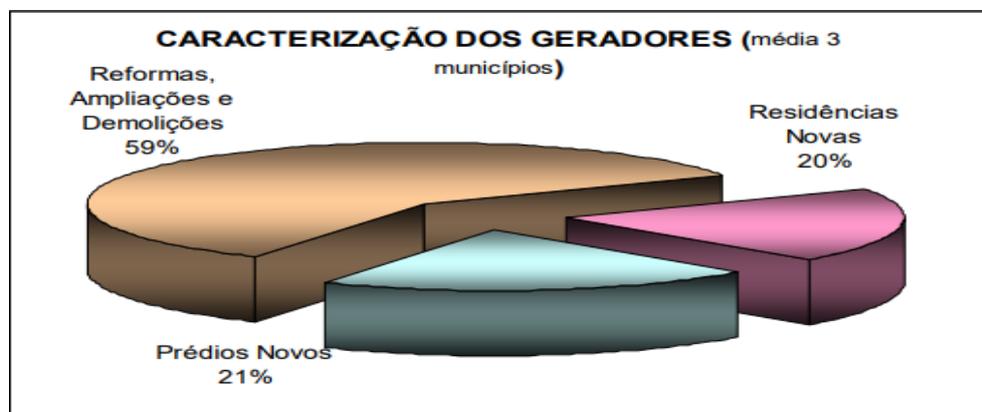
Os resíduos sólidos, conhecidos como “entulho de obra” são oriundos de atividades construtivas, desde a implantação de novas edificações à reforma e ampliação de construções já existentes. Também contribuem para geração desses resíduos as demolições, a fim de proporcionar novos usos para o local em questão.

A partir de meados da década de 90 começou a intensificação da geração de resíduos de construção e demolição (RCD). Dentre todos os responsáveis pela geração de entulhos, devem ser citados principalmente os:

- Executores de reformas, ampliações e demolições que, no conjunto, consistem na fonte principal desses resíduos;
- Construtores de edificações novas, térreas ou de múltiplos pavimentos - com áreas de construção superiores a 300 m<sup>2</sup>, cujas atividades quase sempre são formalizadas;
- Construtores de novas residências, tanto aquelas de maior porte, em geral formalizadas, quanto às pequenas residências de periferia, quase sempre autoconstruídas e informais (GONZÁLEZ; PINTO, 2005, p. 15-16).

Na Figura 2, apresenta-se um gráfico mostrando a média de resíduos RCD em algumas cidades brasileiras de acordo com a classificação citada anteriormente. As reformas e demolições atingem uma porcentagem maior de geração de resíduos em vista do somatório das construções novas (casas e prédios).

FIGURA 2 – Gráfico de dados dos geradores de RCD



Fonte: Manejo e Gestão de Resíduos da Construção Civil <sup>6</sup>

<sup>6</sup> [http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual\\_RCC\\_Vol%201.pdf](http://www.unipacvaledoaco.com.br/ArquivosDiversos/Manual_RCC_Vol%201.pdf)

De acordo com Leite (2001), várias são as causas que aumentam a necessidade de construir e reformar, o que gera os resíduos da construção civil, como por exemplo, o crescimento urbano desordenado que desde o início do século 20 tem aumentado significativamente refletindo a necessidade de aumentar às construções habitacionais. Outro fator é o crescimento econômico, que favorece o poder aquisitivo da população impulsionando às construções novas e reformas.

A precariedade de qualidades dos bens de serviços, também é responsável pela geração do RCC, pois possibilita perdas de materiais que levarão ao mau funcionamento dos mesmos, dando origem a patologias que futuramente terão que ser reformadas. As reformas devido às patologias também estão presentes nas estruturas de concreto que foram construídas no passado sem conhecimento sobre sua durabilidade, necessitando de manutenções corretivas futuras (LEITE, 2001).

Muitos são os motivos que levam a origem de resíduos oriundos da construção civil. A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON)<sup>7</sup>, destaca que o acúmulo de entulho gerado é consequência da falta de políticas aplicadas para o descarte adequado dos resíduos.

### **2.3 Impactos Ambientais causado pelos Resíduos de Construção e Demolição (RCD)**

Os impactos ambientais estão relacionados com as consequências das atividades realizadas pelo homem no meio ambiente. O Conselho Nacional do Meio ambiente criou a resolução N°001 em 23 de janeiro de 1986 que define o impacto ambiental como:

Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

V - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

VI - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986)

---

<sup>7</sup> <https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>

O principal problema causado pelos resíduos da construção civil no meio ambiente é proveniente do descarte inadequado dos mesmos. O descarte clandestino e a permanência por longo período desses materiais em ambientes, principalmente a céu aberto como quintais, calçadas, vias públicas como representado na Figura 3 e terrenos baldios, contribuem de forma significativa para o agravamento de problemas de saúde da população, devido à proliferação de vetores de doenças infecciosas. Além dos problemas à saúde, o descarte inadequado causa a poluição visual das cidades (SILVA JÚNIOR, 2011)<sup>8</sup>.

FIGURA 3 – Depósito irregular dos resíduos prejudicando o meio ambiente



Fonte: Rabello - Jornal Pequeno - Blog<sup>9</sup>

<sup>8</sup> <https://jus.com.br/artigos/19735>

<sup>9</sup> <http://jornalpequeno.blog.br/wellingtonrabello/2017/04/18/populacao-ignora-existencia-dos-ecopontos-e-descarta-residuos-em-locais-inadequados/>

## **2.4 Importância da reciclagem dos resíduos da construção civil**

Devido às séries de problemas que surgem provenientes do RCC e RCD relacionados às questões ambientais, empresas de diversos municípios buscam soluções possíveis para minimização dos impactos causados ao meio ambiente, estudando a melhor forma de gerenciamento dos resíduos. Diante dessa necessidade, surgiu a ABRECON que destaca que “nasceu com a ideia de introduzir a questão no debate público e criar unidade das empresas recicladoras de entulho no país” (ABRECON)<sup>10</sup>

Atualmente, a solução mais utilizada para esse problema é a reciclagem dos resíduos da construção civil como matéria-prima. Segundo a FRAGMAQ<sup>11</sup>, empresa de trituração de resíduos, além de diminuir o acúmulo de entulhos, a reciclagem traz outros benefícios ao meio ambiente e economicamente.

A reciclagem se faz necessária para destinação dos entulhos, que segundo o presidente da ABRECON<sup>12</sup>, de todo resíduo sólido urbano gerado cerca de 50% a 70% são provenientes da Construção Civil. Diante dessa realidade precisam-se mobilizar governos e a sociedade e oferecer soluções cabíveis.

### **2.4.1 Benefícios da reciclagem dos resíduos da Construção Civil**

A reciclagem do entulho trás benefícios de grande importância sejam elas ambientais, econômicas e de qualidade. Os resíduos que são reciclados possuem valor mais baixo e a mesma qualidade de um material natural, além de esvaziar os aterros (ALVES; CARAMALAC; MEL, 2011)<sup>13</sup>.

Outro benefício gerado pela reciclagem surge através do crescimento do país principalmente na urbanização, aumentando significativamente os resíduos, sendo assim, empresas de reciclagem tendem a lucrar com o investimento, gerando uma excelente fonte de renda (ALVES; CARAMALAC; MEL, 2011)<sup>13</sup>.

Segundo Alves, Caramalac, e Mel (2011)<sup>13</sup>, o custo total das obras que utilizam materiais recicláveis também sofre alterações positivas. Eles afirmam que

---

<sup>10</sup> <https://abrecon.org.br/quem-somos/>

<sup>11</sup> <http://www.fragmaq.com.br/politica>

<sup>12</sup> <https://abrecon.org.br/gestao-de-residuos-garante-beneficios-na-construcao-civil/>

<sup>13</sup> <http://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/atualidades/a-reciclagem-residuos-na-contrucao-civil.htm>

além de atender aos requisitos da norma técnica, areias e britas recicláveis possuem um valor 20% mais barato.

As vantagens da reciclagem relacionadas ao meio ambiente estão presentes na minimização da exploração dos recursos naturais, que segundo SJÖSTRÖM (1996), 14% a 15% do valor total da extração são provenientes da Construção Civil. Além disso, com a reciclagem a deposição irregular dos entulhos diminui evitando a proliferação de doenças e poluições visuais nas cidades.

#### **2.4.2 Desvantagens da reciclagem do RCD**

Apesar de ser uma boa solução para diversos fatores que são prejudicados pelos entulhos da Construção Civil, a reciclagem dos resíduos de construção sofrem algumas desvantagens que prejudicam as empresas que pretendem investir em tal recurso devido ao preconceito dos construtores com o material reciclado. Muitos acreditam que devido ao baixo custo, o material reciclado conseqüentemente possuirá menor qualidade, afirma Caramalac (2011)<sup>13</sup>. Sendo assim, empresas que o utilizam não divulgam a sua utilização com receios de que o imóvel seja desvalorizado.

Devido à falta de conscientização das empresas e construtoras, são poucas usinas de reciclagem existente, havendo também outros fatores que impedem o investimento nesse ramo, como por exemplo, a variação no mercado imobiliário, nas demandas e em períodos de chuvas que refletem no setor da construção civil. (ALVES; CARAMALAC; MEL, 2011)<sup>13</sup>.

### **2.5 Usinas de Reciclagem**

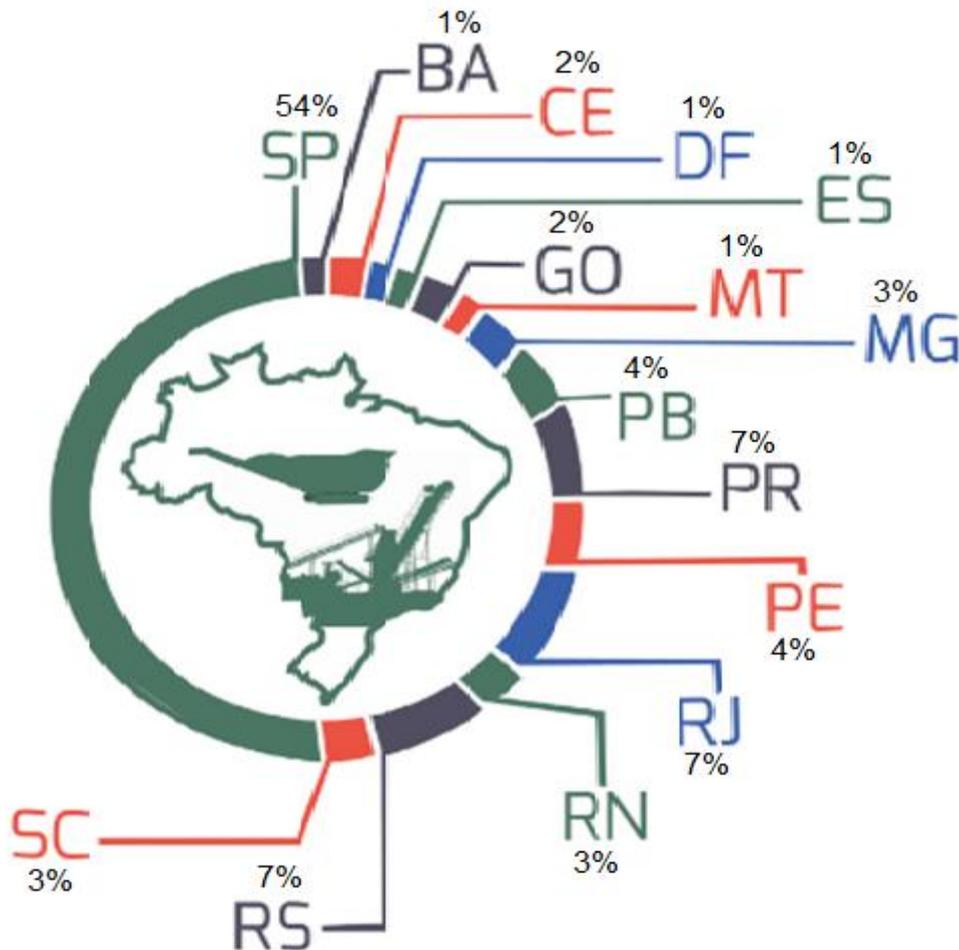
Segundo Torres (2017)<sup>14</sup>, no Brasil existem mais de 310 usinas de reciclagem de resíduos da Construção Civil e Demolição. Após a resolução 307 do CONAMA, a taxa de crescimento de usinas de reciclagem passou para nove usinas por ano, sendo, anteriormente, apenas três novas usinas por ano, afirma o CONAMA através da pesquisa setorial da reciclagem de resíduos da construção de 2014/2015.

---

<sup>14</sup> <https://abrecon.org.br/e-possivel-vender-agregado-reciclado-num-mercado-tao-tradicional-como-construcao-civil/>

Na Figura 4, apresenta-se um gráfico com a porcentagem de usinas existentes em alguns estados brasileiros, em um panorama de 105 usinas de reciclagem que responderam o questionário no site da Abrecon.

FIGURA 4 – Concentração de Usinas nos Estados Brasileiros



Fonte: Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015<sup>15</sup>

Existem duas categorias de usinas de reciclagem da Construção Civil que variam de acordo com sua mobilidade, denominadas usinas fixas (FIG. 5) e móveis. As usinas fixas são construídas em áreas que variam de acordo com a capacidade de processamento da usina.

Segundo Lillo (2015)<sup>16</sup>, em Belho Horizonte há um sistema de RCD composto por três usinas fixas que é considerado como modelo. As três usinas de reciclagem situadas na Pampulha, Estoril e BR-040, reciclaram em 2012, 112 toneladas de

<sup>15</sup> [https://abrecon.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/)

<sup>16</sup> <http://www.ambientelegal.com.br/entulho-reciclado-oportunidade-inexplorada/>

entulho. Dessa reciclagem são obtidos agregados que substituem a areia e brita utilizadas em obras públicas do município, gerando uma economia significativa.

O processo de reciclagem das usinas fixas é composto de trabalho manual e máquinas:

O processo começa quando todo o entulho é despejado e espalhado pelo pátio da usina (com área de 6000 m<sup>2</sup> em média). Em seguida é realizada a coleta das impurezas com a ajuda de jatos d'água que fazem baixar a poeira. O que não pode ser reciclado é impureza e é enviado a um aterro. Sobra o material, classificado em classe A (lajes, pilares, blocos) ou B (azulejos, telhas, tijolos de cerâmica). Esse material depois é enviado por uma pá-carregadeira até o britador de impacto, que com a vibração que gera, acaba triturando o entulho em grãos de cinco tamanhos diferentes. O que antes era considerado material descartável e virava passivo ambiental, hoje vira matéria-prima para blocos de alvenaria para construção de edifícios ou pavimentação de vias públicas, além de meio fio para calçadas (LILLO, 2015)<sup>16</sup>.

FIGURA 5 – Usina fixa de reciclagem de RCD



Fonte: Proguaru – Prefeitura de Guarulhos<sup>17</sup>

<sup>17</sup> <http://www.proguaru.com.br/site/recicladora>

Existem vários modelos e diversos tamanhos de usinas móveis, conforme representa na Figura 6, de reciclagem de resíduos da Construção Civil. Segundo Machado (2015)<sup>18</sup>, existe uma usina móvel de reciclagem de RCD chamada Britadeira de Mandíbula Móvel BMD RA 700/6 que é composta por três componentes, sendo eles um caminhão do tipo Roll On Roll Off, uma britadeira móvel e uma Peneira Rotatória Móvel que geralmente é rebocada pelo caminhão. Apesar de necessitar de três componentes, a usina citada é caracterizada pela facilidade de transporte, podendo ser transportada por apenas um caminhão e o fácil manuseio sendo que a montagem da mesma é realizada em apenas 20 minutos no local onde será utilizada.

Graças à tecnologia, todo processo realizado pela usina móvel de reciclagem de RCD é feito com índices baixos de emissão de ruídos, gases e poeiras o que faz com que a usina possa ser instalada em regiões que são sensíveis a esse problema (MACHADO, 2015)<sup>18</sup>.

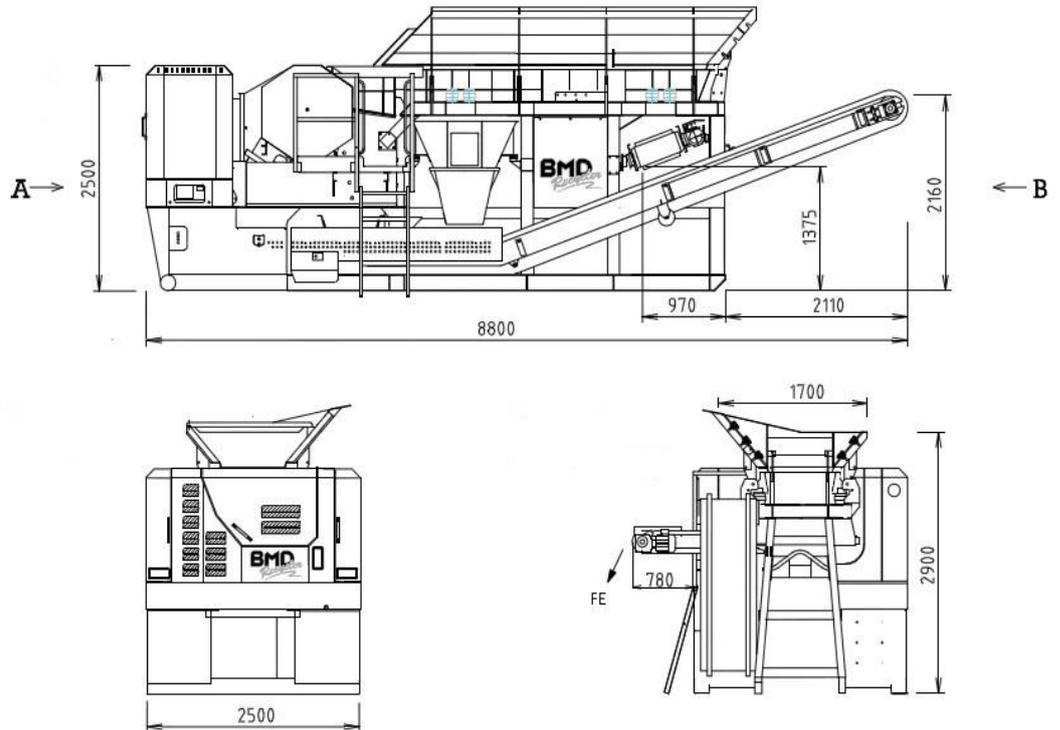
São diversas vantagens encontradas na utilização de usinas móveis de reciclagem de RCD, como por exemplo, evitar o transporte dos resíduos já que a usina estará instalada no próprio canteiro de obras, também pode ser citado:

- Sua mobilidade torna o empreendimento extremamente competitivo;
- Pode atuar em um ponto fixo ou atender grandes obras diretamente no local;
- Diminui custos de logística e construção de fundamento de base;
- Alta capacidade de adaptação geográfica do mercado;
- Versões a diesel ou energia elétrica;
- Pode ser locada completamente por empresas do setor;
- Alta capacidade de processamento;
- Comumente encontradas na Europa;
- Maior custo de investimento entre os modelos (MACHADO, 2015).

---

<sup>18</sup> <http://www.portalresiduossolidos.com/venda-usina-movel-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-nova/>

FIGURA 6 – Medidas da usina móvel de reciclagem de RCD



Fonte: Portal dos Resíduos<sup>19</sup>

## 2.6 Materiais Reciclados

Inúmeros produtos são fabricados através da reciclagem de resíduos da construção civil e demolição.

### 2.6.1 Tijolo Ecológico

Existem vários modelos de tijolos, com diferentes compostos. A ECOMÁQUINAS<sup>20</sup> sugere uma fabricação de tijolo ecológico utilizando resíduos da construção civil. Segundo a empresa, os resíduos que são coletados passam por um controle de qualidade para a retirada dos materiais que serão reaproveitados para determinado fim.

<sup>19</sup> <http://www.portalresiduossolidos.com/venda-usina-movel-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-nova/>

<sup>20</sup> <https://ecomaquinas.com.br/index.php/bra/tijolos-ecologicos-com-residuos-da-construcao-civil>

Segundo Maia (2012)<sup>21</sup>, os resíduos utilizados para fabricação de tijolos ecológicos são provenientes da classe A já reciclados que serão misturados ao cimento acrescentado de água como indicado na Figura 7 sem que haja necessidade de acrescentar terra à mistura.



Fonte: Alexandre - Monte Seu Projeto<sup>22</sup>

Depois de realizada a mistura, o composto é encaminhado para uma prensa hidráulica para a sua formação final. Existem vários moldes para cada tipo de tijolo ecológico (ECCO DOMUM)<sup>23</sup>.

Realizada a formação do tijolo, ainda não está pronto para utilização, é necessário passar pelo processo de cura, que pode ser feito de três maneiras:

- Aspersão Manual

Processo simples que consiste em realizar a aspersão de água no produto por meio de regadores ou mangueiras, mantendo os tijolos sempre úmidos para que ele possa ganhar resistência. Esse processo deve ser feito de maneira controlada, para que no ato de molhar o tijolo não deforme o produto. Deve-se ficar atento para o produto não perca a umidade, pois isso pode acarretar na queda de qualidade do produto final.

- Aspersão Mecanizada

O mesmo processo, porém nesse caso, utiliza-se de equipamentos, para gerar a aspersão em uma forma de névoa de água, o que faz com que os tijolos sejam molhados de maneira suave, o que ajudará no processo de penetração da água no tijolo. Podem ser usados canos elevados com bicos aspersores, além de poder automatizar o processo, com sensores de umidade e calor, para que a ligação do sistema seja toda automática.

- Imersão

<sup>21</sup> <http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/usina-transforma-entulho-em-material-de-construcao-1.608805>

<sup>22</sup> <http://www.monteseuprojeto.com.br/tijolo-ecologico-feito-de-residuos-de-obras/>

<sup>23</sup> <http://www.eccodomum.com.br/metodo-de-producao-do-tijolo-ecologico>

A cura por imersão é o processo mais eficiente no caso dos tijolos e pisos ecológicos, pois os produtos são imersos em um tanque de água, garantindo a umidade total dos produtos, reduzindo o tempo para que o tijolo ou piso atinja a resistência final (ECCO DOMUM)<sup>23</sup>.

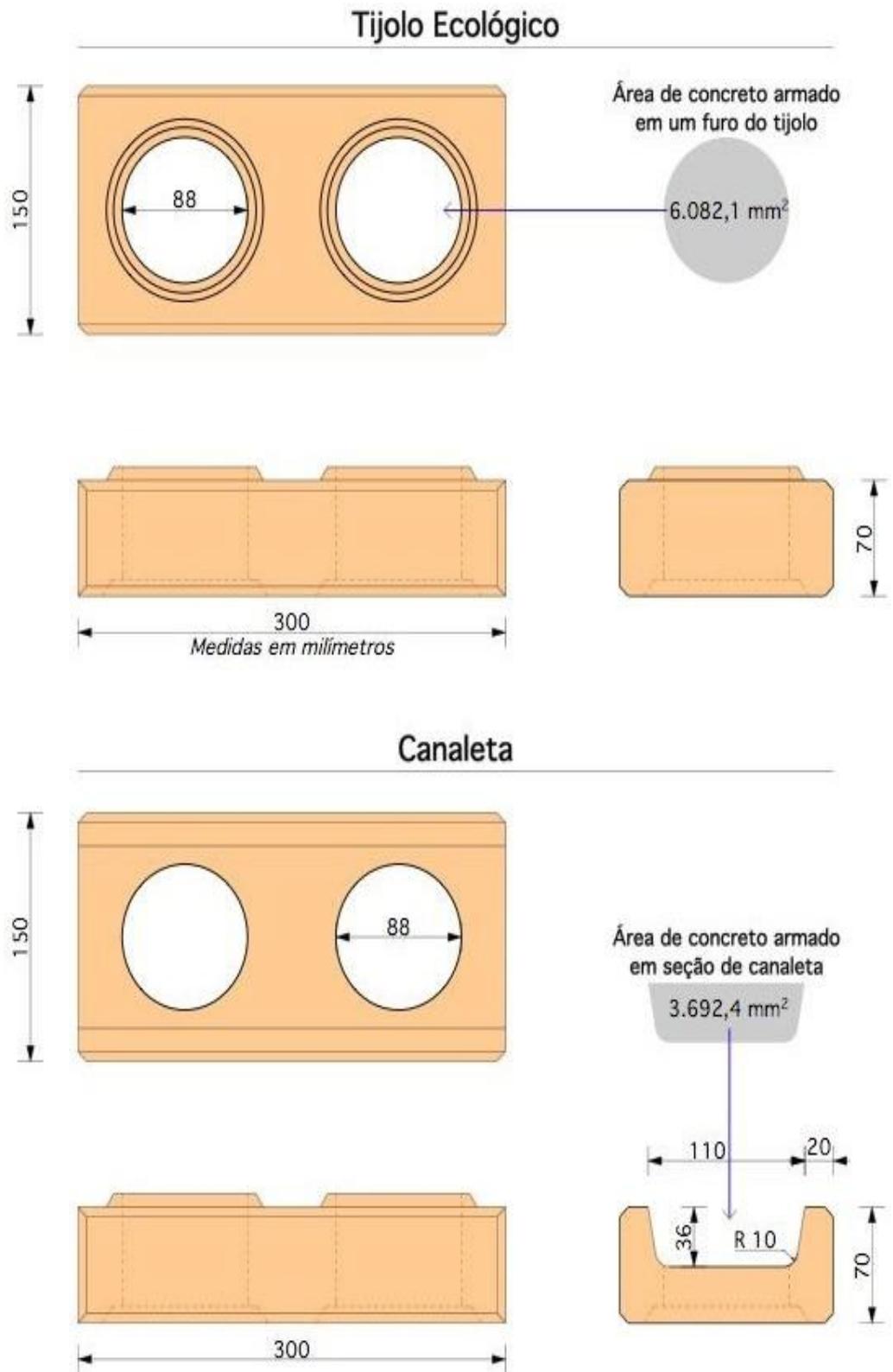
O tempo de cura varia de acordo com o material utilizado e as características que se pretende atingir. Realizada a mistura, compactação e cura do material, obtemos o produto final, pronto para utilização (FIG. 8) (ECCO DOMUM)<sup>23</sup>.

Ao utilizar tijolos ecológicos, além do benefício de utilizar material reciclado para evitar impactos ambientais, existem inúmeras vantagens que devem ser citadas:

- 1 – Não polui o meio ambiente. Não precisa ser cozido em fornos, eliminando assim a utilização de lenha e a emissão de gases de efeito estufa pela queima.
- 2 – Obra limpa. A construção modular favorece a limpeza e diminui a geração de entulho.
- 3 – Economia. Permite um melhor aproveitamento dos materiais evitando desperdícios. No custo final pode gerar uma economia de até 50% com relação a alvenaria convencional.
- 4 – Resistência. Pode ser até 6 x mais resistente do que o tijolo comum.
- 5 – Isolamento termoacústico. Os furos no meio dos tijolos formam câmaras de ar que auxiliam no isolamento térmico, regulando a temperatura interna e no isolamento acústico, diminuindo os ruídos externos.
- 6 – Diminuição do tempo de construção. Os encaixes favorecem o alinhamento e prumo da parede, podendo reduzir o tempo da construção em até 30% com relação a alvenaria convencional.
- 7 – Melhor acabamento. Suas faces lisas, dispensam acabamentos, pode ser utilizado apenas com um impermeabilizante. O assentamento dos azulejos também pode ser feito diretamente sobre os tijolos. Caso seja desejado algum acabamento, permite a redução da espessura da camada de reboco.
- 8- Maior segurança. As colunas são embutidas em seus furos, distribuindo melhor a carga de peso sobre as paredes.
- 9 – Facilitam as instalações elétricas e hidráulicas. Toda a tubulação é embutida em seus furos dispensando o quebra- qubra de paredes.
- 10 – Diminui a utilização de cimento e de madeira. No caso do cimento a economia pode ser de até 80% Da madeira de até 100% no uso das caixarias dos pilares, vergas e contra-vergas. Vantagens dos tijolos ecológicos (RANGEL, 2014).<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> <http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-dos-tijolos-ecologicos/>

FIGURA 8 – Representação do Tijolo Ecológico



Fonte: Tijolo Ponto Eco - Verdesaine<sup>25</sup>

<sup>25</sup> <http://www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/conheca-o-tijolo-ecologico/>

A finalidade dos furos do tijolo ecológico é embutir as colunas de sustentação, e facilitar a passagem das instalações hidráulicas e elétricas, além disso, os furos funcionam como câmeras que formam barreiras para frio intenso, calor e ruídos, colaborando para resultar no conforto termoacústico (PINATTI; TRIVISAN).<sup>26</sup>

### **2.6.2 Concreto Reciclado**

Desde a segunda guerra mundial que a reciclagem do concreto vem sendo assunto. A CONCREBLOG (2017)<sup>27</sup> afirma que para reconstruir as cidades destruídas pela guerra, os engenheiros alemães reciclavam o RCD e o reutilizava para construção novas edificações.

Como em todos os outros setores de reciclagem, o concreto reciclado surgiu diante da necessidade da preservação ambiental. Para a fabricação do concreto comercial há uma abusiva extração de recursos naturais que agride o meio ambiente. Diante disso, empresas buscam cada vez mais, melhores alternativas para que essa reciclagem possa reduzir os impactos ambientais causados pelo mesmo, uma vez que a função vem sendo realizada por muitos anos sendo uma alternativa viável e abrangente (CONCREBLOG, 2017)<sup>27</sup>.

Segundo a TÉCHNE (2003)<sup>28</sup>, os agregados oriundos de concretos estruturais possuem melhor qualidade em relação aos agregados que são provenientes de argamassas e tijolos cerâmicos.

De acordo com a TÉCHNE (2003)<sup>28</sup>, qualquer concreto que não contenha substâncias contaminantes como cloretos, óleos, e sulfato podem ser reciclados, respeitando sempre suas limitações técnicas e que seja utilizado de forma adequada. O concreto que possui as substâncias contaminantes em sua composição pode sofrer alterações nas propriedades do concreto, portanto não deve ser utilizado como matéria-prima.

Inicialmente, na reciclagem, a intenção não era utilizar o concreto em si, mas sim seus agregados. Hoje, o concreto também é reciclado, sendo separado de seus agregados primários, para ser aplicado na formação de um novo concreto.

---

<sup>26</sup> [https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/8-perguntas-sobre-tijolo-ecologico\\_9601\\_0\\_1](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/8-perguntas-sobre-tijolo-ecologico_9601_0_1)

<sup>27</sup> <http://concreblog.com.br/concreto-reciclado/>

<sup>28</sup> <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/77/artigo286246-1.aspx>

Segundo Pinto (2003), uma mistura de 25% de agregado reciclado com o agregado convencional não influencia a qualidade do produto. É Recomendado não utilizar somente o agregado reciclado, pois o módulo de elasticidade do material reciclado produzido poderá ser menor que o analisado no concreto convencional, sendo assim, haverá uma maior absorção de água dos agregados cerâmicos, podendo haver um aumento da relação água-cimento. No entanto, o ideal é que a reutilização seja feita misturando o agregado de concreto reciclado com o agregado convencional, acrescentado de areia, água e cimento para obter concreto fresco e de bom resultado.

Segundo Silva (2016)<sup>29</sup> o concreto pode ser reciclado tanto fresco quanto já endurecido. No concreto fresco, é feita uma lavagem com equipamentos para separar a brita dos demais materiais, sendo assim, a mesma já está pronta para reuso. No concreto endurecido, é necessário utilizar britadeiras e explosivos para reduzi-lo em pedaços menores, e moedores para obter agregados miúdos (FIG. 9). Após esse processo, os agregados são separados por tamanho e enviados para incorporação de um novo concreto ou outros destinos.

A intenção do concreto reciclado é utilizar o RCD como agregado, podendo substituir parte do material que é explorado das fontes naturais que estão cada vez mais escassas (SILVA, 2016)<sup>29</sup>.

Apesar de não haver uma especificação orientando onde o concreto reciclado pode ou não ser utilizado, geralmente usa-se esse material como camada de base para projetos de construção. Alguns estudos concluíram que o agregado de concreto reciclado é mais leve que o agregado virgem, além disso, ele ajuda a diminuir impactos ao meio ambiente e minimizar custos da construção (FRAGMAC, 2014)<sup>30</sup>.

Em algumas situações, os resultados alcançados pelos concretos reciclados chegaram até mesmo a superar os resultados obtidos pelo concreto convencional. Estudos dizem que o uso do entulho de concreto como agregado é perfeitamente viável, desde que ele passe por um processo de beneficiamento e seleção, para que seja retirada a parte não desejada, melhorando a qualidade do material (FRAGMAC, 2014)<sup>30</sup>.

---

<sup>29</sup><http://www.deviantec.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>

<sup>30</sup> <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/voce-sabe-como-e-realizada-reciclagem-concreto/>

FIGURA 9 – Concreto Triturado



Fonte: Concreblog<sup>31</sup>

### 2.6.3 Gesso Reciclado

Nos últimos anos, a utilização do gesso na construção civil cresceu significativamente. O gesso é utilizado para rebaixamento de tetos, placas para forros, molduras, divisórias, componentes de *drywall* e revestimento de paredes. O uso desse material começou a ser bem requisitado por ser leve, possuir endurecimento rápido e por sua lisura (FRAGMAC, 2014).<sup>32</sup>

Devido ao aumento da utilização do gesso na Construção Civil, os resíduos gerados pelo mesmo também aumentaram significativamente, provenientes de reformas e mão-de-obra não especializada, fazendo com que gere desperdícios constantes do material. Como os inúmeros resíduos da construção civil, quando descartado irregularmente, o gesso causa problemas ambientais oriundos de suas características físicas e químicas.

É aconselhável que os resíduos de gesso provenientes da Construção Civil não sejam misturados a outros resíduos, e também não deve ser encaminhado a aterros sanitários, pois quando em contato com o ambiente, o resíduo pode se tornar tóxico, devido ao sulfato de cálcio di-hidratado que compõe o material. Devido a sua

<sup>31</sup> <http://concreblog.com.br/concreto-reciclado/>

<sup>32</sup> <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/conheca-o-processo-de-reciclagem-gesso/>

facilidade de solubilidade, o material é absorvido rapidamente pelo solo, desestabilizando o mesmo e podendo contaminar o lençol freático (FRAGMAC, 2014)<sup>32</sup>.

Segundo a Fragmaç (2014)<sup>32</sup>, o gesso deve passar pelo processo de moagem e calcinação (aquecimento a alta temperatura prolongado do material) para voltar a obter seu formato comercial como representado na Figura 10. Primeiramente, o resíduo é triturado no processo de moagem a fim de atender as características granulométricas de gesso fino, em seguida é encaminhado para a estufa de secagem, com temperatura regulável que varia de 50° C a 350° C e sem circulação de ar. Ainda no processo de calcinação, o resíduo de gesso moído é distribuído em bandejas metálicas em camadas com média de 1 cm de espessura. Terminada a calcinação o material é resfriado à temperatura ambiente, homogeneizado e enfim armazenado em recipientes fechados pronto para a sua utilização.

FIGURA 10 – Reciclagem do Gesso



Fonte: Pensamento Verde<sup>33</sup>

São as características do processo de calcinação que viabilizam o retorno do resíduo para cadeia produtiva, minimizando a extração dos recursos naturais não renováveis, como por exemplo, o minério gipsita, que são utilizados na fabricação do gesso e evitando a contaminação do lençol freático (FRAGMAC, 2014)<sup>32</sup>.

<sup>33</sup> <http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/conheca-o-processo-de-reciclagem-gesso/>

Segundo Machado (2015)<sup>18</sup>, na Europa a prática da reciclagem do gesso é muito utilizada, começando a ser exercida pela Dinamarca e espalhando rapidamente pelo continente onde se tornou obrigatória.

O sistema de reciclagem instalado na Dinamarca é bem simples:

Coleta – A coleta de gesso conta com contêineres desenvolvidos especialmente para este tipo de material, contribuindo para a correta separação dos resíduos em sua origem. Os contêineres são fornecidos pela empresa de reciclagem para os pólos produtores e coletados periodicamente.

Logística – Os resíduos são transportados até um local apropriado dentro dos pólos produtores onde acontece uma nova triagem. Depois de separados, seguem para a usina de reciclagem.

Triagem – Um veículo contendo uma central automática de triagem faz a separação dos resíduos em basicamente papel, gesso e metal. A qualidade dos resíduos separados é tão grande que estes podem ser praticamente 100% reciclados.

Reciclagem – O gesso reciclado tem um grau de pureza muito alto que normalmente passa dos 95%. O gesso reciclado é introduzido então ao gesso natural em uma mistura de pelo menos 30%, praticamente não alterando em nada suas propriedades físico-químicas (MACHADO, 2015)<sup>18</sup>.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de materiais reciclados na construção civil ainda não é uma prática comum, isso ocorre sobremaneira devido à falta de conhecimento e informações sobre a utilidade e vantagens do reaproveitamento de resíduos da construção civil. Apesar da falta de cultura da utilização dos materiais reciclados, durante o trabalho foi possível mostrar que o material reciclado tem características similares aos materiais virgens em algumas situações, o que o credencia a ser utilizado sem nenhum prejuízo às funções às quais se destinam, obviamente se realizado corretamente todo o processo de reciclagem.

Devido à preocupação em relação às agressões ao meio ambiente, causadas pelo destino irregular dos resíduos da construção civil, a instalação de usinas fixas e a utilização de usinas móveis de reciclagem do RCC aumentaram nos últimos anos. Não é a solução final para o problema, mas o encaminhamento dos entulhos para as usinas de reciclagem ajudam a mitigar significativamente os impactos ambientais causados pelo mesmo, evitando poluições visuais e vetores de doenças oriundos do depósito irregular do resíduo. É possível também diminuir a exploração de recursos naturais, evitando sérias agressões ao meio ambiente, pois alguns recursos naturais utilizados para construção civil não são renováveis.

É necessária a conscientização da população, principalmente dos profissionais, construtoras e empreendedores para utilização de materiais reciclados para que a cultura de reaproveitar seja comum e evite a rejeição de utilizar materiais reciclados, pois além dos benefícios ambientais, a economia ao utilizar o mesmo também é considerada um ponto positivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Gestão de resíduos garante benefícios na construção civil**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Mercado**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Pesquisa Setorial 2014/2015**. Disponível em: <[https://abrecon.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/)>. Acesso em: 13 out. 2017.

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição. **Quem Somos**. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/entulho/mercado/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

ALEXANDRE. **Tijolo ecológico feito de resíduos de**. Monte seu Projeto. Disponível em: <<http://www.monteseuprojeto.com.br/tijolo-ecologico-feito-de-residuos-de-obras/>>. Acesso em: 18 de out. 2017.

ALVES, *et al.* **Reciclagem de resíduos da construção civil**. 2011. Mato Grosso do Sul, Faculdade Integrada de Três Lagoas, 2011. Disponível em: <<http://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/atualidades/a-reciclagem-residuos-na-contrucao-civil.htm>>. Acesso em: 5 out. 2017.

BRAIDO, E. *et al.* **Reciclagem do vidro**. Portal de Pesquisas Temáticas e Educacionais. Disponível em: <[https://www.suapesquisa.com/reciclagem/reciclagem\\_de\\_vidro.htm](https://www.suapesquisa.com/reciclagem/reciclagem_de_vidro.htm)>. Acesso em: 24 set. 2017.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA** nº 001 de 23 jan. 1986. Publicada no DOU nº 136 de 17 fev. 1986.

BRASIL. **RESOLUÇÃO CONAMA** nº 307 de 5 jul. 2002. Publicada no DOU nº 136 de 17 jul. 2002. Seção 1. p. 95-96.

CARNEIRO, F. P. **Diagnóstico e ações da atual situação dos resíduos de construção e demolição na cidade do Recife**. 2005. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana). Faculdade de Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2005.

CONCREBLOG. **Concreto reciclado**. 21 jul. 2017 Disponível em: <<http://concreblog.com.br/concreto-reciclado/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

ECCO DOMUM – Empresas de peças moduladas a base de solo cimento. **Método de Produção do Tijolo Ecológico**. Disponível em: <<http://www.eccodomum.com.br/metodo-de-producao-do-tijolo-ecologico>>. Acesso em: 30 out. 2017.

ECOLEED – Empresa de Aluguel de Caçambas. **Quem somos**. Disponível em: <<http://ecoleed.com.br/recebimento-de-residuos/>>. Acesso em: 4 de out. 2017.

ECOMÁQUINAS. **Tijolos ecológicos com resíduos da construção civil**. Disponível em: <<https://ecomaquinas.com.br/index.php/bra/tijolos-ecologicos-com-residuos-da-construcao-civil>>. Acesso em: 18 out. 2017.

FRAGMAC. **Pensamento verde**. Blog de Sustentabilidade. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/importancia-da-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 23 set. 2017.

FRAGMAC. **Política do sistema de gestão integrado**. Disponível em: <<http://www.fragmaq.com.br/politica/>>. Acesso em: 04 out. 2017.

FRAGMAC. **Processo de reciclagem do gesso**. 26 mar. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/conheca-o-processo-de-reciclagem-gesso/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

FRAGMAC. **Reciclagem do concreto**. 10 jul. 2014. Disponível em: <<http://www.pensamentoverde.com.br/reciclagem/voce-sabe-como-e-realizada-reciclagem-concreto/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

GONZÁLEZ; PINTO. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. **I&T** Informações e Técnicas Vol. 1. Brasília, 2005. Cap. 2. p. 15-16.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição**. 2001. 290 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

LILLO, V. **Entulho reciclado, oportunidade inexplorada**. 2015. Portal Ambiente Legal. Disponível em: <<http://www.ambientelegal.com.br/entulho-reciclado-oportunidade-inexplorada/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

LIMA, T. **SIENGE**. Blog de Gestão e Sustentabilidade 2016. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/como-classificar-e-reaproveitar-os-residuos-da-construcao-civil/>>. Acesso em: 24 set. 2017.

MACHADO, G. B. **Usina móvel de resíduos na construção civil**. 2015. Portal Resíduos Sólidos. Disponível em: <<http://www.portalresiduossolidos.com/venda-usina-movel-de-reciclagem-de-residuos-da-construcao-civil-nova//>>. Acesso em: 13 out. 2017.

MAIA, F. Usina transforma entulho em material de construção. **Diário do Nordeste**. Disponível em: <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/negocios/usina-transforma-entulho-em-material-de-construcao-1.608805>>. Acesso em: 18 out. 2017.

PINATTI, A. *et al.* Tijolo Ecológico. **Revista Digital AECweb**. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/8-perguntas-sobre-tijolo-ecologico\\_9601\\_0\\_](https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/8-perguntas-sobre-tijolo-ecologico_9601_0_)>. Acesso em: 30 out. 2017.

PINTO, Tacísio de Paula. Reciclagem de concreto. **Revista Técnica: a revista do engenheiro civil**, São Paulo: Editora Pini, Edição 11, set. 2003.

RABELLO, Wellington. **População ignora existência de ecopontos e descarta resíduos em locais**. Jornal Pequeno. 2017. Disponível em: <<http://jornalpequeno.blog.br/wellingtonrabello/2017/04/18/populacao-ignora-existencia-dos-ecopontos-e-descarta-residuos-em-locais-inadequados/>>. Acesso em: 13 de out. 2017.

RANGEL, J. **Vantagens do tijolo**. Portal de Sustentabilidade. Rio de Janeiro, 26 maio 2014. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/vantagens-dos-tijolos-ecologicos/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

RETEC. **Remoção de caçambas**. Empresa de Aluguel de Caçambas. Disponível em: <<http://retecsp.com.br/servicos/area-de-transbordo-e-triagem/>>. Acesso em: 26 set. 2017.

SILVA, F. M. **Novo desafio para sustentabilidade**, 2016. Disponível em: <<http://www.deviantec.com.br/noticias/ciencia/novo-desafio-para-sustentabilidade-o-concreto-reciclado/>>. Acesso em: 18 out. 2017.

SILVA JUNIOR, José Maria da. Aspectos jurídicos da disposição irregular de resíduos sólidos e impactos à saúde. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 16, n. 2961, 10 ago. 2011. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/19735>>. Acesso em: 7 nov. 2017.

SJÖSTRÖM, C. Service Life of The Building. In: **Applications of the performance concept in the building. proceedings**. CIB: Tel Aviv, 1996, v. 2, p. 6-1; 6-11 .

TÉCHNE. Reciclagem de concreto. **Revista Técnica: a revista do engenheiro civil**, São Paulo: Editora Pini, Edição 11, p. 26-27, ago. 2003.

TORRES, L. **É possível vender agregado reciclado num mercado tão tradicional como a construção civil?**. In Notícias: ABRECON, 20 fev. 2017. Disponível em: <<https://abrecon.org.br/e-possivel-vender-agregado-reciclado-num-mercado-tao-tradicional-como-construcao-civil/>>. Acesso em: 10 out. 2017.

VERDESAINÉ. **Tijolo Ecológico**. Disponível em: < <http://www.tijolo.eco.br/tijolo-ecologico/conheca-o-tijolo-ecologico/>>. Acesso em: 30 out. 2017