

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

CIVIL CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT

Chaves, V. B.¹, Servulo, A. G.¹; Santos, G. H. M.¹, Lagarinhos, C. A. F.¹

¹ Faculdade Estácio de Carapicuíba – ESTÁCIO CARAPICUÍBA - SP
clagarinhos@usp.br

Resumo

O gerenciamento de resíduos é indicado a todos os processos que realizam a transformação de matéria-prima em produto acabado, sendo aplicável na coleta, triagem, pré-tratamento e destinação ambientalmente correta, com o objetivo principal de minimizar o impacto ambiental negativo e retornando as matérias-primas constituintes destes resíduos no mesmo ou em outros processos de fabricação. Esse cenário se aplica aos Resíduos da Construção Civil (RCCs). O objetivo desta pesquisa foi apresentar a situação atual do gerenciamento dos resíduos da construção civil, os impactos ambientais negativos decorrentes do descarte inadequado destes, os processos de coleta, triagem, pré-tratamento e destinação final. Foi realizada uma visita na usina de reciclagem de RCCs, para conhecer todas as fases do processo. O levantamento demonstrou que gerenciar os RCCs significa adquirir e efetivar de forma correta a gestão destes na execução das atividades geradoras. Tem como função minimizar a geração, reduzindo-a mesmo na fonte, ao mesmo tempo estimulando a reciclagem e reutilização do que não for possível reduzir, e garantindo a destinação final adequada do restante. Neste cenário é possível observar que os geradores têm conhecimento da poluição que causam com a destinação inadequada desses resíduos, com essa se tornando cada vez mais clara, em função do maior acesso a informações. A sensibilização dos atores e a colaboração da sociedade para a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, por meio de ações e medidas estratégicas, são essenciais, devendo ser adotadas estratégias para reduzir a quantidade de resíduos gerados, desde o projeto. Para isso, a reciclagem de RCCs devem ser amplamente divulgadas na sociedade, para que todos tenham conhecimento dos impactos ambientais negativos e conheçam o destino adequado para esses resíduos, assim como sua responsabilidade.

Palavras-Chave: Resíduos de Construção Civil, Reciclagem, Gerenciamento.

Abstract

Waste management is indicated to all processes that perform the transformation of raw material into finished product, being applicable in the collection, sorting, pre-treatment and environmentally correct disposal, with the main objective of minimizing the negative environmental impact and returning the raw materials constituent of these residues in the same or other manufacturing processes. This scenario applies to Construction Waste (RCCs). The objective of this research was to present the current situation of the management of civil construction waste, the negative environmental impacts resulting from the inadequate disposal of these, the processes of collection, sorting, pre-treatment, and destination. A visit was made to the RCCs recycling plant, to know all phases of the process. The survey showed that managing the RCCs means acquiring and effectively managing them in the execution of generating activities. Its function is to minimize generation, reducing it even at source, while stimulating recycling and reuse of what cannot be reduced, and ensuring the proper destination of the rest. In this scenario it is possible to observe that the generators are aware of the pollution they cause with the improper disposal of these wastes, with this becoming

increasingly clear, due to greater access to information. The sensitization of the actors and the collaboration of society for the conservation of the environment and sustainable development, through actions and strategic measures, are essential, and strategies should be adopted to reduce the amount of waste generated since the project. For this, the recycling of RCCs must be widely disseminated in society, so that everyone has knowledge of the negative environmental impacts and knows the appropriate destination for these wastes, as well as their responsibility.

Keywords: *Construction Waste, Recycling, Management.*

Introdução

A indústria da construção civil ocupa posição de destaque na economia nacional, quando considerada a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e, também, pelo contingente de pessoas que, direta ou indiretamente, emprega. Por outro lado, esta indústria é responsável por cerca de 50% das emissões de CO₂ e por quase metade da quantidade dos resíduos sólidos gerados no mundo (JOHN, 2000).

Também, estima-se que a construção civil seja responsável por algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (SJÖSTRÖM, 1992). Por estes motivos, a construção civil é um dos grandes vilões no que se refere a impactos ambientais negativos, aparecendo como o principal gerador de resíduos de toda a sociedade (estimativas para uma produção mundial entre 2 e 3 bilhões de toneladas/ano - JOHN, 2000).

A produção de quantidades significativas de Resíduos da Construção Civil e de Demolição é um dos principais

problemas enfrentados em áreas urbanas (SJOSTROM, 1992, apud SENAI, SEBRAE, GTZ, sem data). O crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e a utilização de tecnologias inadequadas têm contribuído para que esta quantidade aumente cada vez mais. Cada brasileiro descarta cerca de 1 quilo de resíduos por dia. O efeito disso é uma geração anual total de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos no Brasil (ABRELPE, 2014).

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 melhor gestão (CASSA *et al*, 2001). 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. Nesse cenário, as políticas ambientais

relacionadas ao tema devem voltar-se para o adequado manuseio, redução, reutilização, reciclagem e disposição desses resíduos (CASSA *et al.*, 2001).

No Brasil, as políticas públicas voltadas ao gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e de Demolição buscam impulsionar as empresas geradoras de resíduos a tomarem uma nova postura gerencial e programar medidas que visem à redução da quantidade de resíduos produzidos. Estas medidas, via de regra, ainda são consideradas como não usuais ou mesmo como desconhecidas no setor (SENAI, SEBRAE, GTZ, sem data).

A principal ação efetivada em termos legais visando à mudança deste quadro foi à publicação da Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), alterada pela Resolução nº 348/2004. Em vigor desde janeiro de 2003, a referida Resolução estabelece obrigações para os geradores e para os municípios quanto aos procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Para o gerador, salienta que ele deve ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem e a correta destinação final. Além disso, o gerador é responsável pela implantação de programas de gerenciamento de resíduos da construção civil nos seus empreendimentos.

Isto envolve o estabelecimento de procedimentos necessários para o manejo e destinação ambientalmente adequados dos resíduos.

Apesar disso, e em função do aceleramento da urbanização, rápido adensamento das cidades, inúmeros problemas decorrentes do grande volume gerado de resíduos da construção e demolição vem se tornando cada vez mais relevantes, exigindo assim uma renovação em termos de infraestrutura e destinação adequada para esses resíduos, no qual os gestores adotem soluções mais eficientes para a gestão desses resíduos (BRASILEIRO, *et al.*, 2015).

Objetivos

Este trabalho busca discutir o cenário dos Resíduos da Construção Civil, levantando seus impactos negativos, assim como os atuais procedimentos de gestão aplicáveis a esses, cenário reconhecido mesmo sem o quantitativo da geração em cada ambiente urbano.

Material e Métodos

O presente foi realizado por meio de coleta de dados secundários através de levantamentos bibliográficos e, também, visitada uma empresa que recebe Resíduos

da Construção Civil e de Demolição. Para o levantamento dos artigos na literatura foram utilizadas bases de dados, assim como bancos de teses e dissertações.

Resultados e Discussão

Resíduos da Construção Civil

Na literatura existem várias definições para resíduos de construção, sendo a apresentada na resolução nº 307 do CONAMA considerada como uma das mais completas (BARRETO, 2005). Nessa, Resíduos da Construção Civil- RCC 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, concretos em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, dentre outros, comumente chamados de entulho de obras, calça ou metralha (CONAMA 307/2002).

Gerenciar os RCCs significa adquirir e efetivar de forma correta a gestão destes nas atividades e execução das atividades geradoras. Tem como função minimizar a geração, reduzindo-a mesmo na fonte, ao mesmo tempo estimulando a reciclagem e

reutilização do que não for possível reduzir, e garantindo a destinação final adequada do restante (BARBIERI, 2004).

Nesse cenário, os RCCs vêm recebendo atenção crescente por parte de construtores e pesquisadores em todo o mundo (YUAN, CHINI & SHEN, 2014, apud FLORIANI & ROEDEL, 2019). No cenário nacional, esse assunto ganhou importância e destaque especialmente pela aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, que regulamentou o setor, impondo diversas obrigações aos governantes e às corporações, buscando sempre a qualidade produtiva, da segurança e ambiental em todas as obras (NAGALLI, 2016). Assim, o gerenciamento de resíduos deve atuar como um conjunto de ações operacionais que buscam minimizar a geração de resíduos em um empreendimento ou atividade. Usualmente estruturado por meio de um programa ou plano, costuma abranger conteúdos relacionados a seu planejamento, delimitação e delegação de responsabilidades, atividades de capacitação e treinamento, diagnóstico e/ou prognóstico de resíduos (NAGALLI, op. cit.).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), a gestão de resíduos deve garantir o máximo reaproveitamento e reciclagem e a minimização dos rejeitos, com esses

representando a porção que não possui viabilidade técnica e econômica para reciclagem. Nessa realidade, cada gerador é responsável pelos resíduos gerados, que devem ser segregados na fonte.

Impactos gerados pelos Resíduos de Construção Civil

A Resolução nº 001/86 do CONAMA define impacto ambiental como sendo qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, provocada por qualquer forma de matéria ou energia resultante de atividades desenvolvidas pelo homem que possam afetar a saúde, segurança e o bem-estar da população, economia, biota, condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986).

A problemática do impacto ambiental da construção civil pode ser analisada sobre a perspectiva de um ciclo de atividades que envolvem a elaboração dos projetos, estendendo-se pela construção, operação, desativação, demolição e disposição final dos resíduos, ou seja, os resíduos são gerados durante todas as etapas do processo construtivo, desde a terraplanagem (limpeza do terreno) até a demolição (CIB, 2002).

Por outro lado, esse impacto tam-

bém pode ser analisado com base no tipo de interação com o ambiente. Por exemplo, uma das classes de impactos negativos associadas aos RCCs diz respeito a exploração de recursos naturais. No setor da construção civil estima-se que cerca de 50% dos recursos consumidos são extraídos da natureza (UNEP DTIE, 2005). O setor brasileiro da construção civil consome somente para a produção do concreto a argamassa, um valor estimado em 210 milhões de toneladas por ano de agregados naturais (JOHN, 2000). Estes não são os únicos recursos naturais explorados pela construção civil, apesar de se destacarem a areia, brita calcário, cascalho, dentre vários outros (EEA, 2005). Um aspecto importante associados a esses itens se refere ao fato de que, para sua exploração por meio da mineração, é exigida a remoção da vegetação e solo para extração dos minérios, processo que favorece a alterações sofridas pela biodiversidade local. Também não podem ser desconsideradas as emissões de gás carbônico, tanto associada a exploração dos recursos naturais, seu processamento mineral/industrial, assim como seu transporte para os grandes centros (JOHN, 2000).

Por outro lado, alguns autores consideram que alguns dos principais impactos relacionados a geração de RCCs e

a sociedade urbana se originem da deposição irregular dos resíduos. É um determinante de desequilíbrio da vida nas cidades ao causar o comprometimento da paisagem, por meio de poluição visual, além de dificultarem a circulação de pessoas e veículos nas vias públicas (PINTO, 2001). Também, desta resulta a degradação dos mananciais, assoreamento dos cursos d'água e a obstrução dos sistemas de drenagem. Ainda pode ser citada a poluição do solo, direta ou indiretamente associada ao acúmulo de resíduos não inertes a esses despejos, que oferecem simultaneamente alimento e abrigo para muitas espécies de vetores patogênicos (SCHNEIDER, 2003).

Entretanto, esses não são os únicos impactos negativos. Como impactos sociais da construção civil podem ser citados a informalidade das empresas e dos profissionais, que tem como consequências a realização de trabalhos sem contrato e a utilização de trabalhadores sem capacitação profissional (COSTA, 2011). Outras decorrências desse cenário incluem a contratação de fornecedores que não pagam tributos ou encargos, a concorrência desleal, a não conformidade intencional e o desrespeito às normas técnicas, chegando mesmo a invasão de áreas com habitações sem licenciamento, proporcionando uma vida indigna aos moradores (CARDOSO, 2007).

Alguns fatores que contribuem com a continuidade da prática de descarte inadequado dos RCCs podem ser identificados, como a falta de consciência ambiental da população, assim como o reduzido engajamento das autoridades, resultando no destino do entulho sendo geralmente os aterros clandestinos ou áreas mais isoladas e sem fiscalização. Além disso, a falta de conhecimento técnico e a especulação imobiliária colaboram para o uso inadequado do RCCs como material de aterro na recuperação de terrenos acidentados (SANTOS *et al.*, 2004).

Neste cenário, uma ferramenta básica aplicável para a avaliação de impactos ambientais é a análise do ciclo de vida do produto utilizado, onde é aplicada a expressão do “berço ao túmulo” como forma de avaliação do impacto (SCHUURMANS–STEHMANN, 1994 apud ANGULO, 2000). Busca-se dessa forma, analisar todas as etapas e impactos gerados desde a fabricação, até o descarte final do produto. Tendo em vista que a geração de RCCs é inevitável, seja devido aos descartes naturais ou a necessidade de modificação do ambiente, a definição de bases políticas e legais, capazes de proporcionar subsídios tecnológicos e econômicos para reverter o atual quadro de degradação ambiental e exploração descontrolada dos recursos naturais, são fatores essenciais para

alcançar o desenvolvimento sustentável (SANTOS, 2007).

A Construção Civil e as Perdas

O setor da construção civil está passando por um processo de reestruturação. Os recursos financeiros são cada vez menores, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, os trabalhadores, por sua vez, têm buscado melhores condições de trabalho. Todos estes fatores têm exigido uma nova postura das empresas. Estas estão sendo obrigadas a adotar estratégias empresariais mais modernas, focadas na qualidade, na racionalização e na produtividade, possibilitando a obtenção de um produto final de melhor qualidade e, ao mesmo tempo, mais barato (COSTA & FORMOSO, 1998).

Diante deste contexto, as perdas geradas ao longo do processo de produção se tornam o centro das atenções, pois cada vez mais as empresas são obrigadas a produzir apenas o necessário com a mínima força de trabalho, ou seja, eliminando desperdícios. De acordo com Formoso e colaboradores (1996) perda é qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão-de-obra e capital em quantidades superiores àquelas necessárias a produção da edificação.

Sendo assim, as perdas englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais quanto à execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor. As perdas têm origem nas mais diversas etapas do ciclo de vida. Desde a fase de projeto, uma decisão equivocada pode ser responsável por desperdícios ou por gastos com retrabalho (JAQUES, 1998 apud JOHN, 2000).

Etapas de um Projeto de Gerenciamento (PGRCC)

Os projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) são costumeiramente divididos em etapas, se iniciando pela *Caracterização*, que visa identificar e quantificar os resíduos a serem gerenciados. A essa segue a *Triagem*, que pode ser feita pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidos na resolução do Conama. O *Acondicionamento* é a etapa subsequente, a qual deve garantir o confinamento dos resíduos até a etapa de transporte, assegurando nos casos que sejam possíveis, a condição de reutilização e de reciclagem. Após essa, segue a etapa de *Transporte*, a ser realizada de acordo com as normas vigentes para o transporte de resíduos. Já a etapa de *Destinação* deve ser

feita de acordo com as classes a que pertencerem os resíduos (SENAI, SEBRAE, GTZ, sem data).

A gestão correta dos resíduos na construção civil deve existir não somente para atender às exigências legais. Afinal, este é um expediente que, quando adotado, revela claramente o nível de organização de uma obra e, por consequência, a responsabilidade e o profissionalismo dos gestores. Para isso, é preciso seguir as recomendações contidas na Resolução 307 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que define os conceitos e as diretrizes para o gerenciamento dos resíduos na construção civil, e as exigências de cada município, caso existam (AWA COMERCIAL, 2015).

Por outro lado, a separação correta e a disposição final dos diferentes tipos de RCCs permitem sua valorização, através da reutilização, reciclagem e a redução dos custos. O gerenciamento dos resíduos pelo construtor, além de expressar sua responsabilidade ambiental e atuação correta como gerador, é economicamente vantajoso e possibilita um claro avanço dos construtores em seu esforço para imprimir qualidade aos seus processos e produtos (SINDUSCON PR, 2019).

Classificação dos RCCs

A norma ABNT NBR 15114 (2004) estabelece a classificação dos RCCs, baseada em suas características e potenciais em termos de reciclagem/reutilização, ou especificidades quanto a destinação final. Nesta, os *Resíduos Classe A* são aqueles típicos de uma obra e que podem ser reutilizados ou reciclados. Por exemplo, agregado de construção, reforma e demolição, de obras de infraestrutura (tijolos, telhas, blocos, solos, entre outros materiais) que estejam em boas condições devem ser acondicionados de maneira a manter suas características. Concretos, calça, restos de argamassa, entre outros, podem ser reciclados em estações específicas para esta finalidade, onde serão triturados e transformados em material britado ou pó que, unido a um aglomerante, se transformará novamente em argamassa. A reutilização ou reciclagem destes materiais pode ser feita na própria obra ou por meio do encaminhamento às estações de reciclagem públicas ou áreas de aterros da construção civil, onde serão reservados para utilização futura.

Já os *Resíduos Classe B* incluem papéis, metais, vidros e madeiras, também sendo recicláveis, mas devendo receber outras destinações específicas para cada caso. Por isso, devem ser armazenados separadamente, até que sejam

direcionados às empresas especializadas na sua reciclagem.

Por outro lado, os *Resíduos Classe C* incluem itens, como os de gesso, que ainda não contam com tecnologia de reciclagem disponível ou que seja economicamente viável. Por isso, devem ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas, devendo ser descartados nos aterros da construção civil. Na obra, devem receber o armazenamento temporário, sendo separados dos demais resíduos.

Por fim, os resíduos perigosos, que podem causar danos ao meio ambiente ou à saúde das pessoas, são classificados em *Resíduos Classe D*. Estes exigem atenção específica sobre as condições de armazenamento, que devem estar de acordo com as especificações técnicas relacionadas a cada um deles. O transporte e o destino também são específicos para cada caso. Como exemplos desses resíduos temos as tintas, os solventes e os óleos, incluindo também os materiais das classes anteriores que tenham sido contaminados por eles.

Reciclagem e reutilização dos RCCs

A reciclagem dos RCCs apresenta vantagens econômicas, sociais e ambientais. Nesse contexto podem ser

listados benefícios para diversos envolvidos, começando pela economia nos gastos públicos em decorrência da diminuição do volume de resíduos a ser coletado e depositado em locais adequados, que minimiza a demanda de áreas para o aterramento sanitário. Já para o construtor esse decorre da execução de obras a menores custos, utilizando materiais reciclados, que também tem como consequência a redução da exploração dos recursos naturais e preservação do meio ambiente natural (FREITAS, 2009).

De acordo com dados da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON (2019), o mercado da reciclagem de resíduos da construção civil no Brasil é ainda novo, mas muito promissor. A reciclagem dos RCCs é um mercado desenvolvido em muitos países da Europa, em grande parte pela escassez de recursos naturais desses países, que veem em seus resíduos uma enorme fonte de matéria-prima (ABRECON, 2019).

De fato, a reciclagem dos RCCs é uma oportunidade de transformar despesas numa fonte de faturamento, ou, pelo menos, de reduzir as despesas com disposição e volume de extração de matérias-primas (JÚNIOR, JESUS & RIBEIRO, 2015). Essa reciclagem iniciada na Europa após a segunda guerra mundial encontra-se

no Brasil ainda muito atrasada, apesar de escassez de agregados e área de aterros nas grandes regiões metropolitanas, especialmente se comparada com países europeus, onde a fração reciclada pode atingir cerca de 90%, (ZWAN, 1997; DORSTHORST & HENDRINKS, 2000), contribuindo mesmo com a certificação dos produtos (HENDRICKS, 1994).

A variação da porcentagem da reciclagem dos RCD em diversos países é função da disponibilidade de recursos naturais, distância de transporte entre reciclados e matérias naturais, situação econômica e tecnológica dos países e densidade populacional (DORSTHORST; HENDRINKS, 2000). Independente disso, muitas ações vêm sendo implementadas nas várias etapas dos empreendimentos da construção civil, como nos canteiros de obras, para os quais já existem algumas políticas de coleta segregada dos resíduos gerados, visando à sua reciclagem ou reuso. Nesse sentido, embora seja muito importante dar uma destinação adequada a esses resíduos, tornam-se imperativas ações que visem à sua redução diretamente na fonte de geração, ou seja, nos próprios canteiros de obras, as quais, somadas às ações de adequação quanto à destinação, podem contribuir significativamente para a redução do impacto da atividade construtiva no meio ambiente (SOUZA *et al.*,

2004).

A ABRECON considera que o maior entrosamento com as questões ambientais e a adoção de uma abordagem preservacionista da atividade será uma característica vital para que a reciclagem de resíduos sólidos no país se desenvolva. Ser sustentável garante ao segmento um desenvolvimento acima do esperado e ainda facilita as articulações com órgãos públicos, iniciativa privada e com potenciais parceiros (ABRECON, 2019). A reciclagem apresenta vantagens econômicas se comparada com as deposições irregulares de RCCs, os custos da limpeza urbana para as administrações municipais são muito elevados, enquanto a correção da deposição irregular, com aterramento e controle de doenças, custa em média 25% mais do que os programas de reciclagem (CARNEIRO *et al.*, 2001).

Aplicações dos Resíduos de demolição

A aplicação dos resíduos de demolição como base de pavimentação e caracterizada por ser uma alternativa tecnologicamente consolidada (SANTOS, 2007). O pavimento asfáltico é formado pela mistura entre um conjunto de agregados minerais, com granulações pré-definidas, e um ligante, chamado de cimento asfáltico de petróleo (CAP) (SAINT MARTIN, RIBEIRO

& CORREIA, 2007). O pavimento tem a função de suportar o peso do tráfego e fornecer aos usuários segurança, conforto e economia. Em um pavimento asfáltico, os agregados minerais constituem entre 94 e 95%, em peso, da mistura e o CAP correspondem entre 5 - 6%, sendo este responsável pela agregação dos minerais (IBP, 1999 apud MOURÃO, 2003). Porém, dados nacionais demonstra que o setor de pavimentação não seria capaz de consumir todo o resíduo de demolição produzido (ANGULO *et al.*, 2002; PINTO, 1999).

Por outro lado, a ênfase dada à reciclagem de resíduo de demolição para produção de agregados para a fabricação de concreto não parece ser a mais adequada à realidade nacional, principalmente se adotados os critérios semelhantes aos propostos na normalização internacional (ÂNGULO & JONH, 2002) e considerando os processos de produção de agregados utilizados nas centrais de reciclagem brasileiras. Uma primeira análise da aplicação de RCCs em estruturas de contenção foi realizada por Lima (1999), baseando-se na possibilidade dos resíduos apresentarem resistência e dimensões necessárias para aplicações em rip-rap e gabião. Segundo o autor, para que o seu uso seja implementado, pesquisas e aplicações piloto devem ser realizadas tendo em vista as consequências geradas em eventuais

falhas das construções. Diante da necessidade de desenvolvimento de aplicações que contribuem com o fato dos volumes de solos tratados nas usinas de reciclagem podem atingir valores bastante expressivos, fica justificado assim, o direcionamento dos esforços da aplicação dos resíduos de demolição em obras geotécnicas (LIMA, 1999).

Processamento de RCCs na prática

Além do estudo bibliográfico, também foi realizada uma visita em uma usina de reciclagem de RCCs. Esta empresa recebe os resíduos, conforme a figura 1A, o convertendo em matéria-prima para ser reutilizada, tornando o ciclo da construção civil sustentável. Esse processo se dá pela separação dos itens de RCCs dos resíduos de madeira, plástico ou papelão (Fig. 1B), com esses dois últimos sendo encaminhados para reciclagem, enquanto os resíduos de madeira são direcionados a limpeza e posterior trituração. Após essa separação inicial, os RCCs são subsequentemente separados em matéria-prima vermelha e cinza, conforme a figura 1C. O material vermelho corresponde ao resíduo composto por terra e cerâmica, já o cinza são os materiais naturais, como areia, pedra e cimento, que são separados para a trituração e utilizados posteriormente como



Figura 1 - A usina de reciclagem de RCCs, B - Triagem dos resíduos, C - Maquinário utilizado para a separação dos resíduos, D - Passagem do material pela Esteira, E - Peneiramento, F - Separação do material (pedra e areia), G - Separação por granulometria (rachão e pedrisco).

matéria-prima para novas construções.

Depois desta etapa, o resíduo passa por uma esteira, onde é realizada uma nova triagem por um grupo de operários, que fazem a retirada manual de materiais que não fazem parte do processo (Fig. 1D). Por ser uma esteira magnética, é facilitada a separação de materiais metálicos encontrados dentro das massas, facilitando assim, a trituração do concreto e peneiramento, para separação do material segregado, conforme a figura 1E.

Após o processo de peneiração os agregados saem separadamente de acordo com o tamanho ou granulometria (Fig. 1F e G) permitindo a separação da areia, pedra, pedrisco e rachão. A maior parte dessa matéria retornará para as próprias empresas que descartaram os resíduos, dando início a um novo ciclo produtivo.

Conclusão

Este trabalho buscou discutir o cenário no qual as questões relativas aos RCCs se inserem, discutindo as estratégias e atuais legislações pertinentes na busca por uma melhor e mais significativa gestão. Essa se inicia com a busca por uma maior qualidade em termos de organização no canteiro de obras, visando garantir o mínimo de degradação ambiental em decorrência da geração e a destinação

inadequada destes resíduos. Entende-se que a conscientização para a implementação desta metodologia nos processos da construção civil ainda representa um desafio, em função da reduzida importância em relação ao gerenciamento correto dos RCCs. Isso porque muitos atores do setor ainda buscam uma rápida execução dos trabalhos, com a máxima redução dos custos imediatos, não importando os danos decorrentes dessa prática.

Assim como a maioria das atividades das sociedades, na construção civil, os geradores têm conhecimento da poluição que causam com a destinação inadequada desses resíduos. Essa percepção se torna cada vez mais clara, em função do maior acesso a informações, que gradualmente transforma o cenário atual, gerando uma preocupação crescente na sociedade. A sensibilização dos atores e a colaboração da sociedade para a conservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável, por meio de ações e medidas estratégicas, são as iniciativas mais importantes na busca por qualidade de vida.

Devem ser adotadas estratégias para reduzir a quantidade de resíduos gerados, desde o projeto, seleção dos materiais a serem utilizados, equipe que vai executar a obra, treinamentos,

equipamentos que permitam o controle e a redução dos desperdícios. Outro ponto importante, é que os resíduos após o processo de reciclagem, devem ser incorporados em novos projetos.

Referências Bibliográficas

- ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. São Paulo, 2000. 155p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
- ANGULO, S. C., KAHN, H., JOHN, V., ULSEN, C. Metodologia de caracterização de resíduos de construção e demolição. In: **VI Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, 2003, São Paulo. IBRACON CT -206/IPEN. Em CD-Rom.
- ANGULO, S. C.; JONH, V. M. Normalização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concreto e a variabilidade. In: **IX ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Foz do Iguaçu, 2002.
- ANGULO, S. C.; JONH, V. M. Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados. e-Mat – **Revista de Ciência e Tecnologia de Materiais de Construção Civil**. Vol.1, n.1, p.22-32, Maio 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15114. **Resíduos sólidos da construção civil – áreas de reciclagem – diretrizes para projeto, implementação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AWA COMERCIAL. **Como deve ser feita a gestão de resíduos na construção civil**. Disponível em: <http://awacomercial.com.br/blog/como-deve-ser-feita-a-gestao-de-residuos-na-construcao-civil/> Acesso em: março 2019.
- BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- BARRETO, I. M. C. B. N. **Gestão de resíduos na construção civil**. Aracaju: SENAI/SE; SENAI/DN; COMPETIR; SEBRAE/SE; SINDUSCON/SE, 28p, 2005. il. ISBN-85-7519-142-X.
- BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão Bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil**. Cerâmica, vol. 61, n° 358, São Paulo, 2015. p. 178-189. <https://doi.org/10.1590/0366-69132015613581860>
- CARDOSO, F. F.; FIORANI V. M. A.; DEGANI C. M. (2006) Impactos ambientais dos canteiros de obras: uma preocupação que vai além dos resíduos. In: XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. **Anais do XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Florianópolis - SC p. 3550-3559
- CARNEIRO, A. P., **Reciclagem de Entulho de Salvador para a Produção de Materiais de Construção**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia - UFBA. Salvador, 2001
- CASSA, J. C.; CARNEIRO, A. P.; BRUM, I. A. S. **Reciclagem de entulho para produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. Salvador: EDUFBA; Caixa Econômica Federal, 2001.312p.
- CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Presidente: José Carlos carvalho. Brasília, 2002.

- COSTA, L. R. Subcontratação e informalidade na construção civil, no Brasil e na França. **Caderno CRH** vol. 24 n° 62, Salvador, p. 413-434, 2011.
- FLORIANI, N. K., ROEDEL, T. **Gerenciamento de resíduos de construção e demolição: estudo de caso na empresa cidade limpa, em Brusque – SC**. 10° Fórum Internacional de Resíduos Sólidos, João Pessoa, 12 e 14 junho 2019.
- JONH, V. M. Pesquisa e desenvolvimento de mercado para resíduos. In: **Seminário sobre reciclagem e reutilização de resíduos como materiais de construção**, 1996, São Paulo. São Paulo: PCC – USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1996. 161 p. p. 21-30.
- JONH, V. M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: Contribuição para metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. São Paulo, 2000. 113p. Tese (Livre Docência) - Departamento de Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- JÚNIOR, A. P., JESUS, E. S., RIBEIRO, J. M. F. (Org.) **As múltiplas visões sobre o meio ambiente e os impactos ambientais**. Universidade do Estado do Pará – Campus VI – Paragominas. v. 2 306 p. ISBN: 978-85-455202-1-4.
- MEDINA, J. **Mecânica dos Pavimentos**. COPPE-UFRJ, editora UFRJ, Rio de Janeiro, 1997.
- MENDEZ, J. D., **Análisis Comparativo de Modulo Resiliente y Ensayos de Deformación Permanente em Mezclas Asfálticas Del tipo (MDC2) em Briquetas Compactadas com Martillo Marshall y Compactor Giratorio**. Pontificia Universidade Javeriana, Facultad de Ingenieria, Bogotá, 2005.
- MOURÃO, F. A. L. **Misturas Asfálticas de Alto Desempenho**. Dissertação de Mestrado, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.
- NAGALI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014. ISBN 978-85-7975-125-7.
- PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 189p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- PINTO, T. P. **Gestão dos resíduos de construção e demolição em áreas urbanas – da ineficácia a um modelo de gestão sustentável**. In: **Reciclagem de Entulho para a produção**. Salvador: Editora da UFBA, 2001.
- PINTO, S., PREUSSLER, E. S. **Pavimentação Rodoviária - Conceitos Fundamentais sobre Pavimentos Flexíveis**. Copiarte, 2 ed. Rio de Janeiro, 2002
- RIBEIRO, R. C. C., **Uses of Granite Fines in Asphalt Production: A Form of Clean Technology**. Global Symposium on Recycling, Waste Treatment and Clean Technology, REWAS 2004, Vol 1. Madri, Espanha, 2006.
- SAINT MARTIN, C. M. M.; RIBEIRO, R. C. C., CORREIA, J. C. G. **Avaliação Química da Utilização de Aditivos no Processo de Pavimento Asfáltico**. Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, **XV Jornada de Iniciação Científica** 26 e 27 julho 2007. 7 p.
- SANTOS, E. C. G.; CUSAMÃO, A. D.; BARKOKESBAS JR., B.; CARVALHO FILHO, A. C. **Caracterização dos resíduos de construção decorrentes de execução de fundações de dois edifícios em Recife**. In: **5° Seminário de fundações Especiais e Geotécnica**, São Paulo, vol. 1, p. 331-343, 2004.
- SANTOS, E. C. G. **Aplicação de resíduos sólidos de construção e demolição reciclados (RCD-R) em estruturas de solo reforçado**. Dissertação de

Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. 168 p.

SCHNEIDER, D. M. **Deposição irregulares de resíduos da construção civil na cidade de São Paulo**. São Paulo, 2003. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

SCHUURMANS-STEHMANN, A. M. Environmental life cycle analysis of construction products with and without recycling. In: Environmental aspects of construction with waste materials. **Proceedings Great Britain**, p.709-717, 1994.

SENAI, SEBRAE, GTZ. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem**. Federação das Indústrias do Estado da Bahia – FIEB., 80 p. ?

SINDUSCON PR. **Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**. Disponível em: <[http://https://sindusconpr.com.br/gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-1960-p](https://sindusconpr.com.br/gerenciamento-de-residuos-da-construcao-civil-1960-p)> Acesso: março 2019.

SOUZA, U. E. L., PALIARI, J. C., AGOPYAN, V., DE ANDRADE, A. C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**, v. 4, nº 4, p. 33-46, 2004.

SOUZA, P. C. M.; CARNEIRO, F. P.; MONTEIRO, E. C. B; BARKOKÉBAS JR., B; CUSMÃO, A. D. G Análise sobre a gestão dos resíduos sólidos de construção e demolição na região metropolitana do Recife. In: **Geo-jovem – Congresso de Jovens Geotécnico**. São Carlos, 2004. EESC-USP.