

GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: possibilidades de sua inserção no mercado da construção

Estela Boulos Abritta (IC) e Ana Lucia da Fonseca Bragança Pinheiro (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Devido à escassez de jazidas naturais e às iniciativas de crescimento sustentável, a Indústria da Construção Civil vem reformulando sua cadeia produtiva, principalmente em relação aos resíduos gerados. Surgem então medidas e legislações brasileiras que estabelecem diretrizes para gestão de resíduos da construção civil, considerando sua diminuição, aproveitamento do material gerado e disposição adequada dos rejeitos. Como a construção civil é uma indústria que necessita da exploração de jazidas e gera grandes quantidades de resíduos, possui grande responsabilidade nessa mudança do sistema de uso de agregados, geração e destinação dos resíduos. O presente trabalho busca analisar os desafios da logística reversa, a partir da avaliação do comportamento das construtoras no Brasil. Para isso, foi realizada uma pesquisa de campo com construtoras, de maneira a identificar estratégias de gestão de resíduos, levantar a prática do uso do agregado reciclado e suas limitações técnicas e mercadológicas, e por fim levantar as motivações para o uso do agregado reciclado, considerando os aspectos legais, ambientais, técnicos e econômicos. Os resultados encontrados permitiram concluir para a amostra pesquisada que ainda há muitos problemas a serem vencidos quanto às medidas de gestão eficientes e às possibilidades de reinserção do agregado reciclado. Esses problemas são enfrentados principalmente no dia a dia das construtoras. Porém, o uso da logística revela-se como promissor na opinião da maioria, embora a longo prazo.

Palavras-chave: Logística Reversa. Sustentabilidade. Reciclagem.

ABSTRACT

In view of the limited deposits of natural resources and the initiatives of sustainable growth, the construction industry has been reformulating its productive chain, especially about waste. Therefore, supportive measures and Brazilian legislation, that provide guidelines to manage the solid residues from the civil construction, arise to consider its reduction, better use of the waste and correct placement. The civil construction as an industry that requires deposits exploitation, and result in large volume of waste, have a great responsibility in this, extracting, generation and placement of the waste, system change This research pursue an analysis of the reverse logistics' challenges, therefore, study the construction companies behavioral Brazil, identify strategies of waste management, raise the use of recycled aggregate materials and its technical and market limitations, and study the motivations for using the recycled

aggregated material, considering the legal, environmental, technical and market aspects. From an exploratory research, it was concluded that there are many problems to be exceeded, about the efficient management and the possibilities of recycled aggregated material reinsertion. These problems are faced by construction company's day by day. However, the use of logistics is promising in the opinion of the majority, in the long term.

Keywords: Reversal Logistic. Sustainability. Recycling.

1. INTRODUÇÃO

A palavra gestão pode ser compreendida como ato ou efeito de gerir, administrar e gerenciar. Na área da construção civil, a gestão de resíduos contempla a sua redução, segregação, armazenamento e destinação adequada. Assim, o objetivo do gerenciamento do canteiro de obras é, principalmente, diminuir possíveis perdas e separar os resíduos de acordo com sua periculosidade e possibilidade de aproveitamento e reciclagem, evitando danos sociais e ambientais relacionados.

No Brasil, a primeira regulamentação publicada sobre o tema foi em 2002. Desde então o país vem reformulando seu sistema de coleta, separação e reciclagem, para respeitar os quesitos ambientais e a problemática geração de resíduos e escassez de matéria-prima. No dia 5 de julho de 2002, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (BRASIL, 2002), publicou a Resolução nº 307, estabelecendo diretrizes para a gestão dos resíduos da construção civil (RCC). Considerou-se, prioritariamente, sua diminuição, seguida pelo aproveitamento do potencial do material gerado, de forma direta ou após a reciclagem, e, por fim, a disposição adequada dos rejeitos. Para isso, os RCC são classificados em quatro classes:

- a) Resíduos Classe A – aqueles que podem ser reutilizáveis ou recicláveis para uso como agregados. Compreendem os materiais cerâmicos, argamassas e concretos. Estes resíduos ainda podem ser armazenados em aterros próprios, para uso futuro;
- b) Resíduos Classe B – são resíduos reciclados para outros fins, como papelão, metais, vidros, madeira e gesso. Se não forem reutilizados ou reciclados, devem permanecer em áreas de armazenamento temporário, para possível utilização;
- c) Resíduos Classe C – resíduos que ainda não possuem tecnologia para reciclagem, ou a reciclagem não se apresenta economicamente viável. Esses resíduos devem ser dispostos de acordo com o estabelecido pelas normas técnicas específicas;
- d) Resíduos Classe D – resíduos perigosos da construção civil, como solventes, tintas e componentes à base de amianto. Também inclui os resíduos de outras classes que sofreram contaminação. Esses resíduos deverão ser dispostos de acordo com o estabelecido pelas normas técnicas específicas.

A Lei 12.305, 2 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (BRASIL, 2010), reforça as diretrizes estabelecidas pela Resolução nº 307 do Conama, destacando a necessidade de práticas de logística reversa para a reinserção dos resíduos no mercado produtivo. O atendimento às diretrizes implica em práticas internas de gestão dos RCC nos canteiros de obra, e externas, de disposição dos resíduos. As estratégias

de gestão devem garantir tanto a disposição adequada de seus rejeitos, quanto à inserção dos resíduos Classes A e B no mercado produtivo, por meio da prática da logística reversa.

1.1 Problema de Pesquisa

As leis que regem a gestão de resíduos foram promulgadas nos anos de 2002 e 2010. Porém, a construção civil no Brasil ainda tem muitos problemas relacionados à gestão de seus resíduos.

São inúmeros os entraves que podem dificultar o reaproveitamento e reciclagem dos RCC, desde entraves culturais até técnicos, sendo necessário o aprofundamento em pesquisas e tecnologias para que sejam resolvidos. Porém, quais são os desafios determinantes para a limitação da logística reversa desses resíduos? A resposta a esse questionamento poderá contribuir para o aprimoramento dessa prática e de técnicas para a reinserção dos resíduos no mercado produtivo.

1.2 Justificativa

A construção civil tem grande participação e responsabilidade no consumo de recursos naturais, também respondendo por uma parcela significativa dos resíduos gerados, o que causa grandes impactos ambientais. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) (2017), em 2017 foram geradas 78,4 toneladas de resíduos sólidos urbanos, das quais apenas 71,6 toneladas foram coletadas, demonstrando que nem todos os resíduos gerados são recolhidos. Dessas 71,6 milhões de toneladas, aproximadamente 45 milhões foram resíduos da construção civil.

A disposição incorreta dos resíduos acarreta problemas ambientais e sociais, causando desde poluição visual e prejuízo ao tráfego em áreas de pontos viciados, até poluição do ar, solo e água, além da proliferação de vetores de doenças, devido ao acúmulo de materiais que atraem mosquitos, baratas e ratos. Segundo Brasileiro e Matos (2015), muitos dos impactos ambientais podem ocorrer em função da lixiviação ou solubilização de substâncias presentes nos RCC. Klein e Dias (2017) ainda relacionam a disposição irregular dos RCC com as periferias de São Paulo, onde o despejo em pontos viciados é muito mais intenso e expressivo.

Além disso, não reutilizar os resíduos gerados reflete um desperdício de insumos naturais, considerando-se que grande parte desses resíduos são de Classe A e que as jazidas naturais estão se esgotando, além do fato de grande parte dessas não poderem ser acessadas. A mineração dos agregados não consegue promover um planejamento adequado de investimentos e produção em áreas próximas aos mercados consumidores, pois enfrentam restrições legais. No Estado de São Paulo, a mineração de agregados vem gradativamente

se deslocando para áreas mais afastadas, áreas que não apresentam viabilidade técnica e econômica para a sua exploração, causando prejuízo geológico, financeiro e ambiental.

Os resíduos descartados podem ter grande valor se forem gerenciados de forma eficiente, principalmente se reciclados ou reutilizados. Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2015) alcançaram uma economia de 50% na destinação dos resíduos Classe A, devido à venda dos resíduos Classe B gerados na obra. Porém, apenas algumas obras adotam estratégias de gestão de resíduos, que possibilitem esse benefício. Em alguns casos, essas estratégias contemplam apenas a retirada dos resíduos da obra, comportamento demonstrado por uma das construtoras estudadas por Luchezzi (2014).

Assim, são importantes estudos que possam contribuir para a inserção dos resíduos no mercado produtivo, de maneira a evitar os impactos decorrentes.

1.3 Objetivo

Analisar os desafios da logística reversa dos resíduos da Construção Civil, de maneira a identificar as possibilidades de sua inserção no mercado da construção.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Apesar da regulamentação da gestão dos RCC ter ocorrido em 2002 (Resolução Conama nº 307) e 2010 (Plano Nacional de Resíduos Sólidos), ainda são encontrados problemas relacionados à sua gestão. Segundo dados da ABRELPE (2017), em 2017 a massa de RCC diminuiu 0,1% em relação ao ano de 2016. Porém, apesar dessa diminuição, nesse mesmo ano foram recolhidas 123.421 toneladas desses resíduos por dia no país.

Em 2016, uma pesquisa realizada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 65,9% dos municípios do país, que respondiam por 84% da população brasileira à época (146,3 milhões de habitantes), apontou uma diminuição significativa da reciclagem desses resíduos. A quantidade de massa recebida pelas Áreas de Transbordo e Triagem (ATT) cresceu 34% em relação a 2014, e dos aterros de RCC 68%, enquanto a massa recebida pelas áreas de reciclagem de RCC diminuiu 27%.

O SNIS (2016, 2014) levantou também a quantidade de unidades de processamento no Brasil. Os resultados de 2016 apontam a existência de 37 unidades de ATT, 24 áreas de reciclagem de RCC e 55 aterros de RCC. Esses números revelam que no ano de 2016 houve uma redução de 10% do número de ATT e redução de 8% do número de áreas de reciclagem em relação a 2014, enquanto o número de aterros cresceu 20% no mesmo ano.

Há inúmeras maneiras de gerir os resíduos, e podem ser trabalhadas em qualquer fase da obra. Luchezzi (2014) acredita que para a reciclagem ocorrer deve haver um planejamento sustentável, gestão de resíduos, uso racional dos materiais e incentivo à

reciclagem. Santos e Marchenesi (2018) consideram que o momento de concepção da obra é o mais importante, pois define e pode assegurar os níveis adequados de sustentabilidade na obra. Deve-se contemplar o adequado acondicionamento dos resíduos, separando-os de forma a facilitar a sua gestão. É importante definir o local de sua segregação e acondicionamento, para que não haja problemas e obstáculos no meio produtivo, devido à movimentação dos resíduos. Após a separação, deve-se tentar reutilizar e reciclar os resíduos dentro da obra. Se não for possível, providenciar a retirada dos resíduos para reciclagem ou destinação final, observando-se as legislações locais.

É de consenso dos estudiosos da área que há falhas na gestão dos resíduos. Dentro das empresas estudadas por Luchezzi (2014), percebe-se que, apesar de apresentarem indicadores, não há muito rigor, medição ou análise dos custos do processo. Para Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2015), os fatores ligados às falhas na gestão de resíduos devem-se à falha de planejamento das atividades executivas, má qualificação da mão de obra, precariedade das condições de trabalho e falta de padronização dos materiais de construção.

Além disso, diferentes empresas /obras podem adotar diferentes estratégias de gestão de seus resíduos. Luchezzi (2014) observou em suas pesquisas que as empresas apresentam diferentes maneiras de gerir seus resíduos. Algumas utilizam fôrmas metálicas, em vez de fôrmas de madeira o que possibilita o reuso das fôrmas, economizando materiais e reduzindo o desperdício. Há empresas que evitam o uso de madeira, não só pela geração de resíduos, mas também para limpeza e organização do canteiro de obras. Algumas empresas adotam alternativas para a parte elétrica e hidráulica, por exemplo, a negociação de kits com todos os componentes necessários, reduzindo os resíduos gerados por embalagens. Esse comportamento também foi observado pela empresa estudada por Santos e Marchenesi (2018). A empresa realiza a separação dos resíduos e reaproveita resíduos de madeira e concreto. Os resultados da pesquisa realizada revelaram que a empresa tem buscado reduzir a geração de resíduos de madeira, utilizando materiais metálicos para execução de andaimes, escoramentos e proteções para altura. Reutilizam resíduos de madeira para a produção de placas de sinalização, construção provisória de baias e área de estocagem; e resíduos de concreto para aterramento de valetas junto ao solo, concretos de piso para abrigo de automóveis e estrado sobre o solo para lançamento de contrapiso e calçada, além da estabilização dos acessos ao canteiro.

Com a necessidade de empreendimentos sustentáveis, e percebendo que a construção civil é grande responsável pela geração de resíduos, além da escassez de recursos naturais, é necessário também estudos da viabilidade do uso de agregados reciclados na obra. Diversas pesquisas focam na viabilidade dos agregados, sendo já

promissora a sua viabilidade mercadológica, porém ainda não há consenso sobre a sua viabilidade técnica.

A viabilidade mercadológica foi analisada por Luchezzi (2014) que, comparando o preço cobrado pelo agregado em uma usina e o preço que a construtora pagou por caçamba de resíduos, percebeu uma economia de R\$ 40. Isso ocorre devido ao volume de material previamente separado que a empresa envia para a usina, que pode baratear o custo comparativamente aos materiais misturados. Caso a empresa não tivesse separado os resíduos, na obra em questão, haveria um excedente de gastos de R\$ 246.600.

Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2015) estudaram a importância do modelo de pirâmide da hierarquia de gestão de resíduos sólidos. Utilizaram em seu estudo uma área específica para triagem, separando os resíduos por tipologia, planejando comercializar os resíduos Classe B com uma cooperativa de reciclagem. Com a comercialização dos resíduos Classe B, foi possível economizar 50% a cada metro cúbico com a destinação dos resíduos Classe A.

Paschoalin Filho *et al.* (2015) estudaram a maneira mais viável de destinação dos resíduos Classe A, comparando o uso de recicladoras móveis na obra, utilizando os agregados logo após sua geração, em relação à compra do material reciclado. Pesquisaram o preço do material reciclado em três usinas de reciclagem em São Paulo, Osasco e Guarulhos. Em seu estudo, esses autores verificaram que o preço dos materiais naturais é aproximadamente três vezes maior do que o preço dos materiais reciclados. Constataram ainda que a compra do material reciclado é vantajosa a partir de um volume específico. Segundo eles, esse volume na obra de estudo foi de 130 m³, custo esse que deve ser determinado para cada obra. Na avaliação de viabilidade de recicladoras móveis para britagem *in loco*, concluíram que a alternativa de reciclagem dos resíduos "*in loco*" gerou ganhos que variaram de R\$ 32,00 a R\$ 138,00.

Diversos estudos pesquisam o que pode ser feito para o reaproveitamento dessa massa descartada. O assunto é complexo. Apesar da adoção da gestão ambiental dentro dos canteiros de obras fornecer variados benefícios, é muito complicado fazer a reinserção dos resíduos no mercado. Segundo Brasileiro e Matos (2015) os RCC podem servir para matéria-prima de agregados de ótima qualidade, sendo utilizados de diversas formas como na produção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas, argamassa de revestimento, camadas de base e sub-base de pavimentos, entre outros usos. Mas ainda é difícil e há poucas tecnologias que propiciem o uso do agregado reciclado para função estrutural, sendo que ainda há pouca cultura de sustentabilidade e motivações para o uso dos agregados reciclados.

Silva *et al.* (2017) estudaram a viabilidade técnica dos agregados reciclados para a produção de blocos de vedação, utilizando agregados reciclados advindos de uma usina de Belo Horizonte, Minas Gerais. Para o experimento utilizaram cimento CPV- ARI, areia e brita provenientes de resíduos da construção civil. Com proporção de traço de 1:2,67:1,16:0,33, realizaram ensaio de resistência à compressão em seis corpos de prova. Os resultados mostraram que, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014), a amostra não passaria pela classificação C, que determina que as características de resistência à compressão do bloco (fbk) devem ser maiores ou iguais a 3 MPa. Concluíram, então, que os blocos analisados não podem ser empregados na construção civil. Os autores recomendam, para futuras pesquisas, que alterem a dosagem de agregados graúdos, e realização de um controle tecnológico mais rígido.

Sátiro *et al.* (2015) utilizaram agregados reciclados para estudo da absorção térmica de argamassas de revestimento de vedação. Uma das amostras da argamassa estudada continha substituição de 70% do agregado natural por agregado Classe A cimentícios e a outra amostra 70% de substituição por agregado de resíduos Classe A cerâmicos. Utilizou-se cal hidratada para garantir homogeneidade da massa e maior teor de água. O modelo que teve substituição por resíduos Classe A cerâmicos teve maior consumo de água, devido à sua porosidade. Concluiu-se que o comportamento térmico de argamassas com substituição do agregado natural pelo reciclado apresentou-se semelhante ao comportamento de argamassas tradicionais, apresentando, até mesmo, índices menores de absorção de calor. Os autores consideraram o material promissor.

Silva *et al.* (2015) realizaram um estudo sobre o uso de agregados reciclados em concreto seco. Os resíduos utilizados foram coletados mistos e já britados pela usina de reciclagem, e foram então rebritados, homogeneizados e quarteados. A composição (% em massa) do agregado de RCC misto estimada foi de 49,0% de partículas cimentícias, 19,4% de partículas mistas (cimentícias e rochas), 19,8% de partículas de rochas, 8,1% de partículas de cerâmica vermelha e 3,8% de outros resíduos (como madeira, gesso, papel e aço). Os traços estudados foram 1:5 (cimento CP V 40: areia mista de RCC) e 1:2,5:3 (cimento CP V 40: areia leve de RCC: areia densa de RCC), comparados ao traço 1:0,65:1,30:4,55 (cimento CP V 40: areia rosa: pó de pedra: pedrisco fino). Realizou-se separação densitária antes da formulação dos traços, e ao analisar a média ponderada da absorção de água das areias de RCC com as respectivas massas dos produtos concluiu-se que o processo de separação densitária é mais eficiente que a britagem para reduzir a porosidade das areias de RCC. A caracterização do concreto em estado seco resultou em valores semelhantes de resistência, a partir de 7 dias, para os traços com agregado natural e areia densa e leve, enquanto o traço com areia mista apresentou resistência 30% inferior. Isso se deve ao fato de haver agregados

porosos e à dificuldade durante o processo de compactação, resultante de uma granulometria sem descontinuidade.

Tavares e Kamierczak (2016) estudaram o desempenho de agregados graúdos reciclados em concreto permeável. O comparativo foi feito com teores de 100% de agregados naturais, 50% de agregados reciclados e 100% de agregados reciclados. Os resultados obtidos para resistência à compressão atendem às especificações da norma ACI 522R (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, 2006 *apud* TAVARES; KAMIERCZAK, 2016) para concretos permeáveis, porém obteve-se valores de resistência baixos para uso em locais com trânsito de veículos pesados. Os resultados para teor de agregados reciclados 100% foram satisfatórios, apesar de registrarem diminuição da resistência em 46%. Tal comportamento deve-se às fases de transição entre os agregados e a matriz cimentícia, e ao fato de o uso do agregado reciclado gerar outras fases de transição geradas pelas matrizes cimentícias remanescentes. A matriz remanescente caracteriza uma região frágil, onde podem ocorrer fissuras e porosidade. Isso gera maior consumo de água no produto. Os autores tentaram acrescentar cimento para aumentar a resistência, porém em algumas amostras notou-se que o concreto não apresentou características permeáveis. Concluiu-se que o melhor resultado obtido para o concreto permeável com uso de agregados reciclados aumentou o consumo de cimento da amostra.

Percebe-se o uso de agregados reciclados apresenta viabilidade econômica, porém quanto à viabilidade técnica ainda há muito para se estudar. Devido aos diferentes estados e composições dos resíduos, é muito difícil estudar um padrão técnico e garantir sua viabilidade. Alguns estudos demonstram que é possível o uso de concretos provenientes de RCC, até mesmo em funções estruturais, mas não se pode generalizar esse resultado.

3. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado por meio de pesquisa de campo sobre o comportamento de empresas construtoras sobre os resíduos da construção civil, considerando-se o seu ciclo logístico. Foram levantados dados acerca da separação dos resíduos nos canteiros de obras, sua destinação, classes de resíduos mais gerados, reaproveitamento dos resíduos e uso do agregado reciclado, entendimento sobre a possibilidade da reinserção dos resíduos no mercado produtivo, possibilidades de seu aproveitamento e entraves para o seu uso, problemas encontrados para a sua logística reversa e possibilidades de sua adoção pelo mercado produtivo.

A pesquisa foi realizada a partir de um questionário estruturado, apresentado de forma anônima pela ferramenta Google Forms, de maneira a garantir a privacidade das empresas que participaram da pesquisa.

Considerou-se como critério de classificação do porte das empresas:

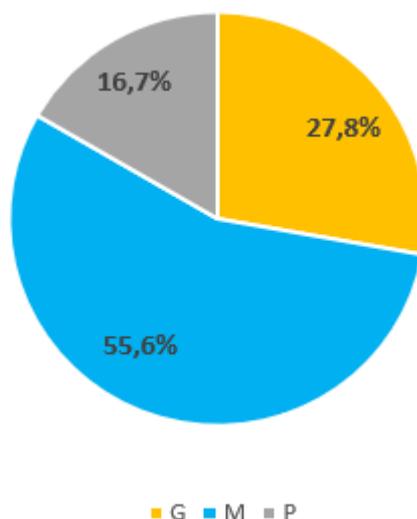
- a) pequeno porte – até 100 funcionários;
- b) médio porte – de 100 a 500 funcionários;
- c) grande porte – acima de 500 funcionários.

A amostragem contemplou 18 construtoras de pequeno, médio e grande porte, que atuam principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria das construtoras pesquisadas são de médio porte, como pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Porte das construtoras.



Fonte: Abritta (2019).

Questionados sobre a segregação dos resíduos gerados, todas as construtoras pesquisadas alegaram fazer separação dos resíduos nos canteiros de obra. Os resíduos gerados têm disposição diferenciada para a maioria das construtoras (33,3%), indicada na opção outros, do Gráfico 2. Para essas construtoras, os resíduos são dispostos de acordo com a sua classe. Assim, considerando-se os passíveis de serem reciclados/reaproveitados, os resíduos Classe A são encaminhados para aterros de resíduos da construção civil e os de Classe B para Cooperativas, catadores ou usinas de reciclagem específicas. Uma minoria das construtoras reaproveita os resíduos gerados, enquanto 16,7 % encaminham para usinas de reciclagem. Observa-se que uma parcela significativa das construtoras pesquisadas (22,2%) encaminha seus resíduos para ATT, o que pode acabar comprometendo a possibilidade de uso dos agregados reciclados, considerando-se a sua contaminação por outros resíduos.

Gráfico 2 – Destinação dos resíduos.



Fonte: Abritta (2019).

Questionados sobre a classe de resíduos mais gerada, apontaram ser comum os resíduos de Classe A ou B. Doze construtoras (66,7%) alegaram gerar mais resíduos Classe A e seis construtoras (33,3%), Classe B. Interessante observar que a maioria dos resíduos gerados é de Classe A, passíveis de serem aproveitados como agregados reciclados. Apesar disso, somente 5,6% das empresas pesquisadas aproveitam esses materiais, conforme apontado no Gráfico 2.

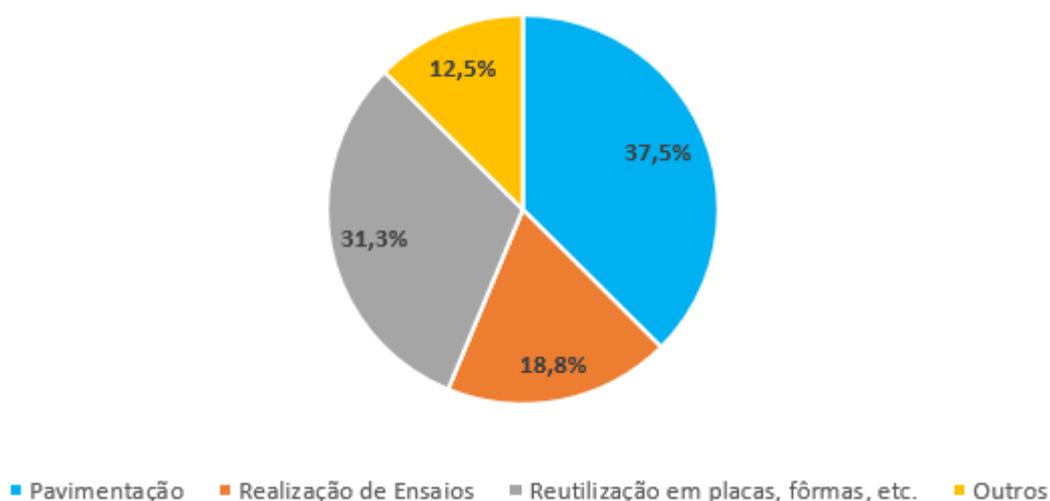
Além disso, seis construtoras (33,3%) adquirem o agregado reciclado, deixando de aproveitar seus resíduos Classe A para a obtenção desses agregados. Diversos fatores podem contribuir para isso, como a falta de espaço no canteiro de obras para a sua reciclagem, ou mesmo a falta de garantia da qualidade desses agregados.

Quanto à viabilidade da compra e venda dos mesmos, metade das construtoras pesquisadas acredita ser inviável. Muitas relatam os gastos onerosos com transporte dos resíduos e sua obtenção, além da qualidade do produto. Não é observado um benefício-custo favorável na inserção dos resíduos gerados no mercado produtivo. Os resultados encontrados refletem uma falta de consenso entre a percepção das construtoras pesquisadas e os estudos apresentados na literatura. Isso pode decorrer da falta de pesquisas feitas pelos gestores desses resíduos, que possam confirmar essa percepção, considerando-se os resultados das pesquisas realizadas por Luchezzi (2014), Paschoalin Filho *et al.* (2015) e Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2015), que apontam para a sua viabilidade.

Na esfera econômica, nota-se que a aplicação da logística reversa é capaz de diminuir os custos da obra, seja de maneira sutil ou significativamente. Lucezzi (2014) conseguiu obter uma economia de R\$ 246.000,00 no transporte, realizando a separação dos resíduos na obra. Paschoalin Filho Duarte e Faria (2015) conseguiram obter uma economia de aproximadamente 50% a cada metro cúbico de agregado, com a comercialização de resíduos Classe B.

Questionados sobre as possibilidades de aproveitamento dos resíduos nas obras, apenas dezesseis construtoras responderam à esta questão. A maioria das construtoras considerou o uso mais habitual a pavimentação, o que condiz com os comentários de Brasileiro e Matos (2015), que indicaram a viabilidade técnica do uso dos resíduos em pavimentos. Uma porcentagem relevante (31%) das construtoras alegaram reutilizar seus resíduos em placas de sinalização ou execução de fôrmas, assim como observado nos estudos de Lucezzi (2014) e Santos e Marchenesi (2018).

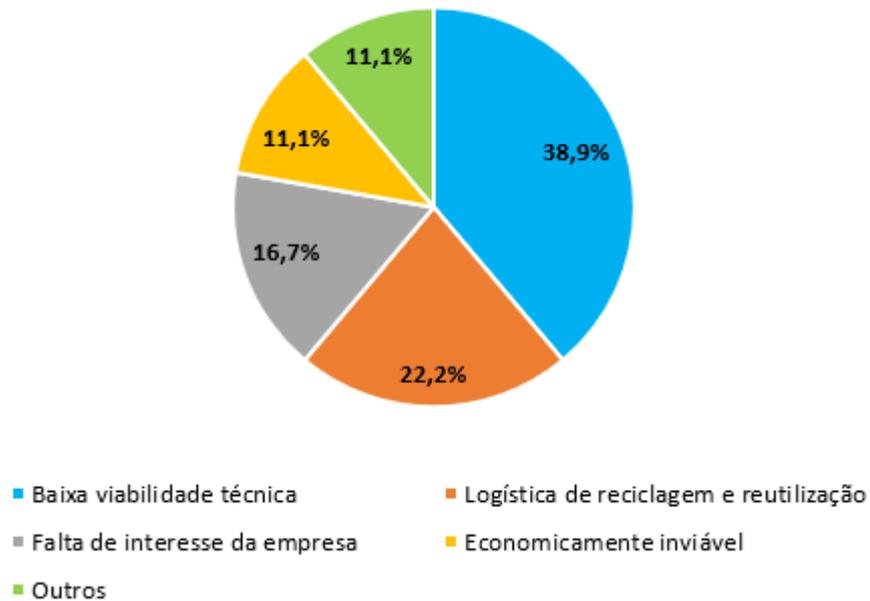
Gráfico 3 – Reutilização dos resíduos.



Fonte: Abritta (2019).

Em relação aos problemas enfrentados e que desencorajam a reutilização desses resíduos, a principal insegurança indicada pelas construtoras se refere à viabilidade técnica (39,9%). Esse fato também confronta os estudos levantados em laboratório. Silva *et al.* (2017) e Sátiro *et al.* (2015) levantaram bons resultados para aplicações em vedação, tanto em blocos quanto em argamassas. Silva *et al.* (2015) e Tavares e Kamierczak (2016) testaram as aplicações em concreto, porém não obtiveram grande viabilidade. No primeiro estudo foi concluído que o uso de areia mista (agregado natural e agregado reciclado) apresentou uma resistência à compressão 30% inferior.

Gráfico 4 – Problemas encontrados na reutilização do material reciclado.



Fonte: Abritta (2019).

A logística é o segundo fator de dificuldade com maior expressão de votos (22,2%). A dificuldade das empresas em realizar a gestão de resíduos desde a fase de projeto é analisada nos estudos de Luchezzi (2014) e Santos e Marchenesi (2018). De acordo com esses autores, esse é o momento que define se a logística reversa será realizada de forma assertiva, ou a obra encontrará problemas durante a construção.

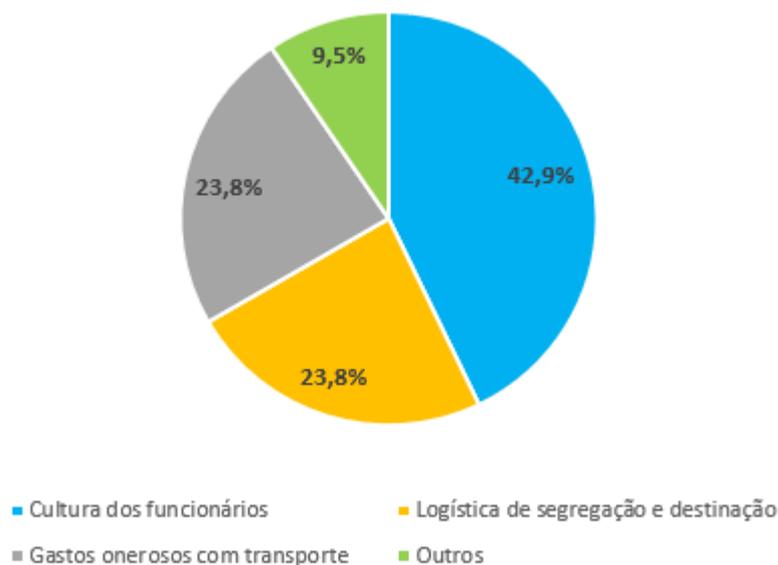
Interessante notar a expressividade de construtoras que alegaram a falta de interesse da empresa. Isso pode ocorrer devido à falta de aplicação prática dos estudos feitos em laboratório (tanto estudos técnicos quanto mercadológicos), que acarreta a percepção de que o agregado reciclado não gera viabilidade, apenas gastos e complicações dentro do canteiro. Essa informação complementa a porcentagem de construtoras que acreditam que a falta de viabilidade econômica é um problema agravante. Percebe-se que os estudos de viabilidade podem não ser aplicados na prática dessas construtoras, pois Luchezzi (2014), Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2015) e Paschoalin Filho *et al.* (2015) demonstram que é possível obter economia, tanto com a correta gestão dos agregados reciclados, quanto com a aquisição deles.

As construtoras que alegaram encontrar outros tipos de problema, apontam falta de conhecimento e acessibilidade no mercado e a falta de lugares licenciados em algumas regiões. Uma das construtoras acredita que o produto é oneroso e, apesar de ser uma medida de sustentabilidade, não apresenta qualidade. Outra construtora encontra problemas na

reutilização quando os resíduos e mesmo algum método de reuso não estão previstos em projeto, alegando que toda a estratégia deve estar contemplada no projeto, e que isso facilitaria a utilização em massa dos resíduos gerados, pensamento compartilhado por Luchezzi (2014) e Santos e Marchenesi (2018).

Conforme o Gráfico 5, o problema que gera maior dificuldade para as empresas entrevistadas é a cultura dos funcionários. Ou seja, algumas empresas não inserem a cultura de sustentabilidade dentro de seu empreendimento, desde os níveis de gestão até seus funcionários de obra. Outros fatores expressivos são a logística e os gastos onerosos, fatos que são observados tanto na reutilização dos resíduos quanto na execução da logística, as construtoras não fazem o correto planejamento e estruturação de sua logística. As construtoras que alegaram outros problemas, acreditam que a falta de locais licenciados é um problema crítico neste quesito.

Gráfico 5 – Problemas encontrados na execução da logística reversa.



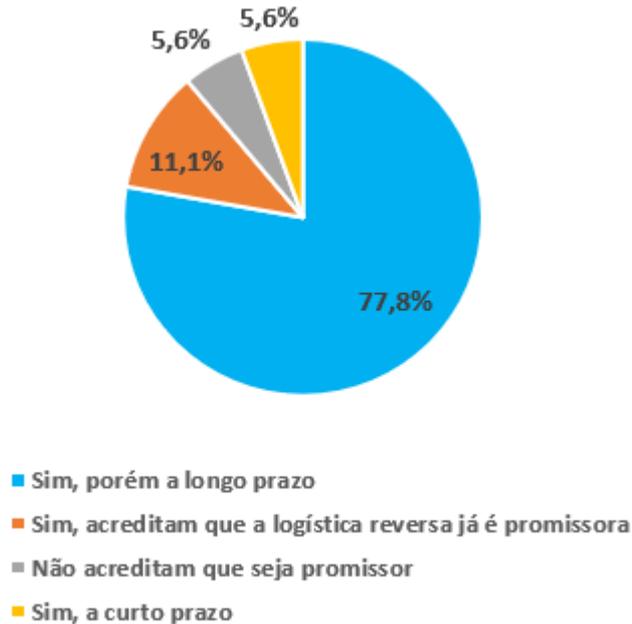
Fonte: Abritta (2019).

Uma parcela de 61,1% das construtoras entrevistadas realizam programas de conscientização quanto aos resíduos e à logística reversa. Percebe-se que o problema cultural do país é profundo, pois mesmo que a maioria das construtoras entrevistadas aleguem procurar conscientizar e investir no conhecimento de seus funcionários, isso continua sendo um problema crítico no setor. Além disso, visto que algumas empresas enfrentam dificuldade cultural e falta de interesse pela própria construtora, percebe-se que os programas de conscientização dos funcionários não são suficientes.

Quando questionadas sobre o futuro da logística reversa, a maioria das empresas acredita que é promissor (94,4%). No entanto, para 77,8%, somente a longo prazo. Uma

minoria dos entrevistados (5,6%) não acredita que a logística reversa dos resíduos seja promissora.

Gráfico 6 – Opinião das construtoras quanto ao futuro da logística reversa.



Fonte: Abritta (2019).

Apesar dos funcionários não acreditarem na logística reversa, e esse fator ser uma característica predominante nas construtoras, a logística reversa também apresenta impacto no âmbito social. Essa gera renda e empregos (LUCHEZZI, 2014), devido à existência de mais elos na cadeia produtiva da construção, com a reciclagem e comercialização, agregando essa mão de obra anteriormente excluída do mercado (PASCHOALIN FILHO; DUARTE; FARIA, 2015). Há também os fatores urbanos, como a redução da poluição (SANTOS; MARCHENESI, 2018) e melhoria no trânsito, devido à diminuição do transporte de materiais (PASCHOALIN FILHO *et al.*, 2015).

Nota-se que a adoção da logística reversa gera inúmeros benefícios às empresas, principalmente em relação à sua imagem no mercado. Luchezzi (2014) notou que uma das empresas estudadas possui certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), e este fator pode ser usado como ferramenta de *marketing*, acarretando oportunidades de negócio e lucro. Thode Filho *et al.* (2015) acreditam que essa melhoria gera vantagem competitiva e aumento de prestígio. Brasileiro e Matos (2015) ainda destacam a melhoria no ambiente de trabalho, devido à limpeza e organização. A sustentabilidade também trabalha a conscientização dos consumidores, buscando produtos ecologicamente corretos (SANTOS; MARCHENESI, 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As primeiras iniciativas quanto à política dos resíduos sólidos ocorreram em 2002. Porém percebe-se que, apesar do país ter evoluído significativamente em relação ao número de municípios que realizam a coleta de resíduos, e que a construção civil tenha aplicado a logística reversa em algum nível de complexidade, estas ainda encontram inúmeros problemas quanto aos pilares que envolvem a logística reversa.

Percebe-se que o problema cultural atinge todos os níveis dentro das empresas. Encontra-se um descaso com questões ambientais, que podem partir tanto dos funcionários, quanto dos responsáveis pelas obras, até mesmo vindo da própria construtora. Apesar de todas as empresas entrevistadas realizarem separação de seus resíduos e destinação dos mesmos, percebe-se grande dificuldade em realizar todo o processo e parte dessa dificuldade é cultural.

A adoção do agregado reciclado e uso da logística reversa acarreta em vários benefícios, porém o principal motivo de realizar essas ações é a sustentabilidade. Desenvolve-se tecnologias para seu uso com intuito de amenizar os impactos causados pelo despejo irregular dos resíduos ou até pela retirada de agregados naturais, que já se encontram escassos.

Quanto a viabilidade econômica não foi possível de se obter conclusões concretas. Segundo os estudos levantados, a logística reversa gerou economias significativas dentro dos casos estudados. Porém quando questionado às empresas, é interessante notar que essas não acreditam na viabilidade econômica, e alegam que os custos, principalmente, com a destinação dos resíduos e com a compra de agregados são altos e, quanto à aquisição dos agregados, não gera benefícios.

A viabilidade técnica também não é observada. Por mais que em diversas pesquisas apontem o seu desempenho técnico, as empresas não percebem tal viabilidade, embora algumas usem os seus agregados reciclados para certas aplicações, onde entendem existir maior desempenho e viabilidade. Algumas reutilizam seus resíduos de maneira estudada pela própria obra, como a construtora citada que reutiliza resíduos de pneu para aplicações em vedação acústica.

É complicado definir um padrão de qualidade técnica dos agregados reciclados, pois esses não apresentam um padrão de comportamento e composição. Este fator dificulta a precisão dos experimentos e da utilização dos agregados reciclados sob o ponto de vista de seu desempenho técnico.

A maioria das empresas entrevistadas acredita que a logística reversa é promissora no Brasil, porém a longo prazo. O mercado, governo e entidades de pesquisa devem trabalhar

juntos para concretizar a viabilidade técnica e econômica do uso desse material, e consequentemente fechar o ciclo da logística reversa.

A reciclagem dos resíduos não é mais apenas uma conversa para os ambientalistas, sua adoção é necessária, não apenas para sustentabilidade, mas para a própria evolução do ser humano e garantia da possibilidade de poder construir mesmo após o esgotamento das jazidas.

O objetivo deste trabalho foi analisar os desafios da logística reversa dos resíduos da Construção Civil, de maneira a identificar as possibilidades de sua inserção no mercado da construção. Buscou com isso agregar opiniões e pesquisas que demonstram a evolução dos estudos relacionados aos resíduos da construção civil e seus agregados reciclados, reunindo informações atuais sobre a situação dos resíduos no país e o comportamento das construtoras perante à gestão, a possibilidade de reinserção dos resíduos no mercado, suas vantagens mercadológicas e por fim as motivações para seu uso.

Os resultados encontrados permitem concluir, de acordo com as construtoras pesquisadas que ainda há muito a ser vencido para que os resíduos da construção civil possam ser reintroduzidos na cadeia produtiva. Para isso, devem ser superadas questões de ordem técnica e mercadológica, de maneira a ser considerado o real valor agregado dos resíduos gerados. Até lá, a sua segregação e destinação será realizada apenas para cumprir a legislação ambiental e a responsabilidade ambiental associada ao perfil das construtoras. No entanto, não deve ser desconsiderado o fato de que a maioria das construtoras pesquisadas considera a logística reversa como algo promissor a longo prazo, o que reflete a possibilidade futura dos entraves identificados serem superados.

Como pesquisas futuras sugere-se ampliar a amostra levantada e focar por tipo de empresa e região de atuação, de maneira a se verificar se há diferenças entre o porte da empresa e o local de atuação, em à sua contribuição para a logística reversa dos resíduos Classe A e ao uso do agregado reciclado de forma mais ativa nos canteiros de obras.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017**. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 05 nov. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional do meio Ambiente – Conama. **Resolução 307, de 05 de julho de 2002**: dispõe sobre a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 18 fev. 2018. Publicado originalmente no Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de jul. 2002. Seção 1, p. 95-96.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**: institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 10 mar. 2018.

BRASILEIRO, L.L.; MATOS, J. M. E. Revisão Bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Órgão Oficial da Associação Brasileira de Cerâmica**, [s.L.], v. 61, p. 178-189, abr-mai-jun. 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Luzana_Brasileiro/publication/282927361_Literature_review_Reuse_of_construction_and_demolition_waste_in_the_construction_industry/links/579bfe9f08ae802facba5c36/Literature-review-Reuse-of-construction-and-demolition-waste-in-the-construction-industry.pdf. Acesso em: 05 nov. 2018.

LUCHEZZI, Celso. **Logística reversa na construção civil**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais)- Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

KLEIN, Flávio B.; DIAS, Silmara F. G. D. A deposição irregular de resíduos da construção civil no município de São Paulo. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 40, p. 483-506, abr. 2017. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/47703>. Acesso em: 05 nov. 2018.

PASCHOALIN FILHO, João A. *et al.* Gerenciamento dos resíduos de demolição gerados nas obras de um edifício localizado na zona leste da cidade de São Paulo/SP. **Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal**, n. 30, p. 265-305, abr./jun.. 2015. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3026>. Acesso em: 05 nov. 2018.

PASCHOALIN FILHO, João A., DUARTE, Eric B. L., FARIA, Ana Cristina. Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de edifício comercial na cidade de São Paulo. **Espacios**, [s.L.], n. 06, p. 30, 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a16v37n06/16370630.html>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SANTOS, Matheus Henrique S. e MARCHENESI, Márcia Maria P. Logística reversa para a destinação ambientalmente sustentável dos resíduos de construção e demolição. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, n. 2, p. 67-85, mai./ago. 2018. Disponível em: <http://www.revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1359/pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SÁTIRO, Débora Escárlate Antunes; COUTO, Heloísa Helena; PEDRA, Solange Andrade; SALES, Rosemary Bom Conselho. **Estudos de absorção térmica das argamassas de agregados reciclados empregadas em revestimento de vedações**. Trabalho apresentado no XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, 2015.

SILVA, Luan D. *et al.* Um estudo da viabilidade técnica do uso de agregados reciclados provenientes de resíduos da construção civil para confecção de blocos de vedação. **Revista Interdisciplinar da PUC Minas no Barreiro**, Belo Horizonte, n. 13, p. 33, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/15919>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SILVA, Raphael B. *et al.* Concretos secos produzidos com agregados reciclados de RCD separados por densidade. **Revista on-line da ANTAC**, Porto Alegre, n. 4, p. 335-349, out./dez. 2015. Disponível em:
<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/48584/35133>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS (Brasil). **Diagnóstico anual de resíduos sólidos 2014**. Disponível em:
<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>. Acesso em: 05 nov. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS (Brasil). **Diagnóstico anual de resíduos sólidos 2016**. Disponível em:
<http://www.snis.gov.br/diagnostico-residuos-solidos>. Acesso em: 05 nov. 2018.

TAVARES, L. M.; KAZMIECZAK, C. S. Estudo da Influência dos Agregados de Concreto Reciclado em Concretos Permeáveis. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 9, n. 1, p. 75-90, fev. 2016. Disponível em
<http://revistas.ibracon.org.br/index.php/riem/article/view/642>.

THODE FILHO, Sérgio *et al.* A Logística reversa e a política nacional de resíduos sólidos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, n. 3, p. 529-538, set-dez. 2015. Disponível em:
<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/19322/pdf>. Acesso em: 05 nov. 2018.

Contatos: estela.abritta13@gmail.com e analucia.pinheiro@mackenzie.br