

A Utilização dos Agregados Reciclados na Ótica de Profissionais do Setor da Construção Civil e Gestores de Usinas de Reciclagem de Entulho (URE)

SUELI APARECIDA FRASSON

UNINOVE – Universidade Nove de Julho
sueli_frasson@yahoo.com.br

JOÃO ALEXANDRE PASCHOALIN FILHO

Universidade Nove de Julho
jalexandre@uni9.pro.br



A UTILIZAÇÃO DOS AGREGADOS RECICLADOS NA ÓTICA DE PROFISSIONAIS DO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL E GESTORES DE USINAS DE RECICLAGEM DE ENTULHO (URE)

Resumo

A utilização de agregados reciclados de resíduos da construção civil (RCC) vem se apresentando como uma solução alternativa em relação a utilização dos agregados naturais (areia e brita). Dessa forma, discussões técnicas em torno dessa temática têm surgido, de modo a entender se o agregado reciclado tem potencial para substituir os agregados extraídos do meio natural, tanto em termos técnicos, como econômicos. Dentre deste contexto, este artigo discute como profissionais do setor da construção civil veem a utilização de agregados reciclados, de forma a esclarecer o porquê da baixa utilização destes nas obras. Dessa forma, por meio de entrevistas conduzidas, este artigo traz a visão e o posicionamento de profissionais do setor da construção civil, representantes e gestores do setor de reciclagem de entulho, os quais expuseram suas opiniões acerca do potencial econômico, técnico e ambiental da utilização de agregados reciclados na construção civil e apontaram dificuldades enfrentadas em relação a aceitação destes. Por meio das respostas coletadas, pode-se concluir que a falta de divulgação e esclarecimento acerca da aplicação dos agregados reciclados, em substituição aos naturais, apesar de ser técnica e economicamente viável, consiste no principal entrave para ampliação da utilização do material reciclado nas obras de construção.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Construção Civil, Agregados Reciclados, Usinas de Reciclagem

Abstract

The use of recycled aggregates of construction waste (RCC) has been presented as an alternative solution in relation to the use of natural aggregates (sand and gravel). Thus, technical discussions around this theme have arisen in order to understand if the recycled aggregate has the potential to replace the aggregates extracted from the natural environment, both in technical and economic terms. Within this context, this article discusses how professionals in the construction sector see the use of recycled aggregates, in order to clarify why the low use of these in the works. Thus, through interviews conducted, this article brings the vision and positioning of professionals in the construction sector and managers of the rubble recycling sector, who presented their opinions about the economic, technical and environmental potential of the use of aggregates Recycled in construction and pointed out difficulties faced in relation to their acceptance. By means of the collected answers, it can be concluded that lack of dissemination and clarification of the application of the recycled aggregates, in substitution of the natural ones, in spite of being technically and economically feasible, is the main obstacle to increase the use of the recycled material in the construction works .

Keywords: Solid Waste, Construction, Recycled Aggregates, Recycling Plants



1 Introdução

Segundo Takenaka *et al.* (2012), o crescimento desordenado da população influencia diretamente no desenvolvimento dos centros urbanos, agravando a situação dos municípios em relação a geração de resíduos sólidos, causando problemas ambientais, sociais e econômicos.

O setor da construção civil destaca-se pela alta geração de resíduos advindos de suas atividades, bem como pela alta demanda por recursos naturais (Blumenschein, 2009). John (2000) e Dias (2004) comentam que a construção civil é responsável por cerca de 50% do consumo de tudo que é extraído mundialmente em termos de reservas naturais. John (2000) destaca a produção de concretos e argamassas, que segundo o autor, consomem juntas cerca de 220 milhões de ton./ano de agregados naturais, tais como brita e areia, contribuindo para o esgotamento das jazidas e pedreiras.

Ainda para John (2000), além da voracidade no consumo de recursos naturais, o setor da construção civil também é responsável por elevada geração de resíduos sólidos decorrentes de sua extensa cadeia produtiva. Segundo o autor, são gerados aproximadamente 2500 caminhões de entulho por dia, somente na cidade de São Paulo. Azevedo e Kiperstok (2006) comentam que na cidade de Salvador, o volume de RCC constitui aproximadamente 45% do total gerado diariamente de resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Gomes *et al.* (2008), nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, o volume de RCC gerado diariamente consiste em 21% do volume de RSU. Barros e Jorge (2008) apresentam que, na União Europeia, a geração média diária de RCC consiste em cerca de 22% do volume total de RSU produzido. Esta situação, além de causar prejuízos econômicos, pois as distâncias percorridas para a destinação final dos RCC oneram os custos das obras, também impacta diretamente o meio ambiente (Agopyan, 2011 *apud* Kern *et al* 2015).

De acordo com Paschoalin Filho, Storópoli, Dias e Duarte (2015), devido aos volumes gerados diariamente de Resíduos da Construção Civil (RCC), esta problemática tem merecido atenção de pesquisadores e técnicos, que buscam além de reduzir a geração, também viabilizar o reuso, a reciclagem e o manejo sustentável destes. Segundo os autores, além de reduzir a demanda por matérias-primas naturais, a reciclagem dos RCC, em novas obras, ajuda a resolver o problema de destinação destes materiais, aliviando a pressão em aterros e agregando valor econômico a um material que seria descartado.

Na visão de Paschoalin Filho *et al.*, (2016) a utilização de Usinas de Reciclagem de Entulho (URE) constitui uma alternativa interessante na reciclagem de resíduos de construção civil, pois representa o ponto de partida para a transformação do resíduo gerado pelas atividades de construção em matéria-prima para novas obras, reduzindo impactos ambientais e custos de transporte e destinação, além de aumentar a vida útil de aterros licenciados.

Diante da situação apresentada a questão que norteou este artigo foi: “Quais os fatores que dificultam a utilização de agregados reciclados, em substituição aos naturais, na visão de engenheiros e representantes do setor da reciclagem dos RCC?”

Para responder esta questão foram realizadas entrevistas com engenheiros civis, representante e gestores de usinas de reciclagem de entulho (URE) no intuito de identificar fatores que prejudicam a aceitação da utilização dos agregados reciclados nas obras em geral, mesmo estes demonstrando vantagens técnicas, econômicas e ambientais significativas em relação aos agregados naturais convencionais.

2 Referencial Teórico

Para Tessaro, Sá e Scremin (2012), o setor da construção civil requer especial atenção, pois para atender às necessidades do mercado imobiliário, impacta o meio ambiente por meio da geração de grandes volumes de resíduos e consumo de matérias-primas naturais. Ainda para estes autores, a deposição irregular dos resíduos gerados pela Construção Civil



intensifica os problemas de saneamento, afetando também o meio ambiente urbano, conforme observa-se na Figura 1.



Figura 01: Resíduos de construção civil depositados em logradouros públicos no município de São Paulo.
Fonte: Os Autores

De acordo com o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da cidade de São Paulo (PGIRS), estima-se que o município produza entre 18,5 e 24,6 mil toneladas/dia de RCC, ou uma média de 520kg/hab./ano (PMSP, 2014). Schneider (2003) contabilizou a geração *per capita* de RCC entre 490 e 499 kg/hab./ano. Em relação à composição de RCC na cidade, segundo o PGIRS, predomina a ocorrência dos resíduos Classe A e B, representando percentuais de 80 e 18%, respectivamente; enquanto que os resíduos Classe C e D, juntos correspondem a apenas 2% do volume gerado.

Para Schneider e Philippi Jr. (2004), uma alternativa de solução no gerenciamento dos resíduos de construção seria a reciclagem destes como forma de reduzir os impactos ambientais causados pelas deposições irregulares. Para John (2000), a reciclagem dos RCC contribui na produção de novos materiais de construção e agregados, que poderão ser utilizados em novas construções, reduzindo o custo das obras e a necessidade de extração de matérias-primas naturais.

Schneider e Philippi Jr. (2004) comentam que até o ano de 2002, o Brasil ainda não dispunha de nenhuma legislação que atuasse de forma específica, em âmbito nacional, em relação ao problema dos RCC, no sentido de mitigar os problemas referentes a geração e destinação final. Ainda nesta época, na cidade de São Paulo, segundo Schneider e Phillip Jr (2004), a legislação municipal limitava-se apenas a proibir a deposição de RCC em vias e logradouros públicos, atribuindo ao gerador a responsabilidade pela sua remoção e destinação final.

Contudo, no ano de 2002, foi publicada a Resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a qual traz um conjunto de aspectos normativos que consideraram, de forma efetiva, a problemática dos RCC no Brasil. A Resolução nº 307, classifica e separa os resíduos em quatro classes: A, B, C e D, conforme detalhado no Quadro 1. Indicando também destinação correta para cada uma. Posteriormente, a Resolução nº 307, foi alterada pelas Resoluções: 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015.

| Classe | Origem | Tipo de resíduo | Destinação |
|--------|--|---|---|
| A | São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados. | De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem. Da construção, demolição reformas e | Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da Construção Civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua |



| | | | |
|---|--|---|---|
| | | reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa). | utilização ou reciclagem futura. |
| B | Resíduos recicláveis com outras destinações. | Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias e secas de tintas | Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura. |
| C | Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam a sua reciclagem ou recuperação. | Não especificado pela resolução | Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |
| D | Resíduos perigosos oriundos de processo de construção. | Tintas, solventes, óleos, amianto. | Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas. |
| | Aqueles contaminado, oriundos de demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe I na NBR10004. | Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros. | |

Quadro 1: Classificação e destinação dos resíduos de construção civil segundo resoluções 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015 do CONAMA. Fonte: Paschoalin Filho *et al.* (2016).

Além das resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também elaborou uma série de normas no intuito de possibilitar e estimular a utilização dos resíduos de construção, tanto como agregado para concretos sem finalidade estrutural, bem como para composição de base de pavimentação de vias. As normas técnicas da ABNT referente aos RCC são: ABNT NBR 15112/2004, ABNT NBR 15113/2004, ABNT NBR 15114/2004, ABNT NBR 15115/2004, ABNT NBR 15116/2004 e ABNT NBR 10.004/2004.

Posteriormente, foi promulgada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei 12.305/2010, a qual incentiva a redução na geração de resíduos e busca o aumento da prática de reciclagem/reutilização destes. A PNRS também estabelece a obrigatoriedade da criação de planos de gestão de resíduos no âmbito público e privado (Brasil, 2010).

Apesar das discussões no meio técnico serem recentes, a reciclagem de RCC já ocorre desde os anos 1920 (Levy e Helene, 2002). Segundo os autores, por volta do ano de 1928, foram iniciadas as primeiras pesquisas brasileiras no intuito de se avaliar tecnicamente a utilização de RCC na dosagem de concreto.

A utilização dos RCC foi de grande importância na Europa após a II Guerra Mundial. Devido ao fato dos edifícios estarem sem condições de uso e por falta de matéria-prima, os escombros e entulhos foram utilizados na produção de agregados para reconstrução das cidades (Levy, & Helene, 2002).

No Brasil, segundo Melo (2011), o primeiro registro de gestão de resíduos da construção civil, ocorreu no ano de 1993 na cidade de Belo Horizonte, no intuito de se reciclar os resíduos e evitar a deposição final destes em local clandestino. Isso ocorreu dois anos após a implantação da primeira usina de reciclagem de entulho (URE) que se tem registro no Brasil, no ano de 1991 (Nunes, 2004) em Belo Horizonte. A gestão dos RCC adotada em Belo Horizonte contemplou a instalação de estações de reciclagem, bem como unidades para recebimento de pequenos volumes de entulho (Galvão Junior, *et al.*, 2005 *apud* Melo, 2011).



As Usinas de Reciclagem de Entulho (URE) surgiram como alternativa para que fosse possível processar os RCC, evitando ou reduzindo sua deposição irregular, bem como gerando um novo agregado a ser reutilizado. Melo, Ferreira e Costa (2013) comentam que as URE são definidas como áreas industriais equipadas para o processamento de resíduos Classe A em dois produtos finais distintos; ou seja, agregado de resíduo de concreto (ARC) e agregado de resíduo misto (ARM).

Na visão de Paschoalin Filho *et al.* (2016) as URE caracterizam-se como importantes agentes na demanda pela inserção da variável ambiental na construção civil; pois reduzem os impactos causados por este setor ao produzirem novos materiais de construção a partir da reciclagem dos resíduos gerados pelas obras, caracterizando-se, também, como uma forma de destinação alternativa em relação aos aterros licenciados tradicionais.

Na cidade de São Paulo também pode-se destacar diversos casos de reutilização e reciclagem de RCC. Um destes casos, relatado por Bodi, Brito Filho e Almeida (1995), foi a atitude da população que, por conta própria, utilizou RCC como revestimento primário para mitigar os problemas que ocorriam em uma via pública, tais como lama em período chuvosos e poeira em períodos de estiagem. Bodi, Brito Filho e Almeida (1995), também registram que no ano de 1984 foi executada a pavimentação da primeira via de tráfego em São Paulo, com utilização de agregados reciclados compondo as camadas de reforço do subleito e sub-base, garantindo qualidade satisfatória no desempenho da via.

Paschoalin Filho, Duarte e Faria (2016) descrevem a gestão do RCC realizada durante as obras de um edifício comercial em São Paulo. Os ganhos financeiros obtidos com comercialização do resíduo Classe B com uma cooperativa, ajudaram a pagar os custos de transporte dos resíduos Classe A para aterros licenciados na cidade.

O RCC pode ser reutilizado na própria obra, comercializado com usinas e cooperativas e servir de matéria-prima para manufatura de materiais de construção diversos. Para Souza, Bauer e Sposto (2002), a utilização de agregados reciclados na fabricação de blocos demonstra-se, geralmente, satisfatória e, no geral, os autores apontam que há potencial na utilização de entulho reciclado, tanto de blocos quanto de outros elementos pré-moldados.

Para Ricci e Balbo (2009), a experiência de utilizar agregado reciclado em pavimentação é viável tecnicamente. Triches e Kryckyj (1999) utilizaram misturas de entulho com solo para compor base de pavimento de uma via e concluíram que o resultado foi satisfatório em termos de aplicação, tanto nas camadas de reforço, quanto na sub-base.

Ricci e Balbo (2009) estabeleceram uma comparação entre características mecânicas do concreto compactado com rolo (CCR) dosado com RCC, com um concreto que utilizou agregados naturais. Os autores concluíram que a aplicação do agregado reciclado em obra de pavimentação em concreto mostrou-se sustentável e tecnicamente viável. Os autores concluem que a utilização de agregados em camadas de pavimentação é promissora.

3 Metodologia

Para a realização desta pesquisa foram conduzidas entrevistas semiestruturadas com cinco engenheiros civis no intuito de se verificar o conhecimento e a opinião destes em relação à utilização de agregados em obras. Os profissionais entrevistados possuíam experiência de mais de 20 anos no setor da Construção Civil e conhecimento nos segmentos: meio ambiente, obras de arte (pontes e viadutos), pavimentação asfáltica, infraestrutura e saneamento básico; ocupando posições diversas, tal como descrito no Quadro 1. As questões são apresentadas no Quadro 2.



| Engenheiro entrevistado | Qualifica3o profissional |
|-------------------------|---|
| E1 | Est3 diretamente envolvido no trato junto ao meio ambiente, buscando e divulgando formas de mitigar impactos, orientando e atuando junto a usinas de reciclagem |
| E2 | Profissional com largo conhecimento de execu3o de obras, desde sua composi3o a finaliza3o, atuante na parte de or3amentos. |
| E3 | Engenheiro de estruturas com larga experi3ncia em obras de grande porte de pontes e viadutos. |
| E4 | Profissional experiente em diversos tipos de obras, atuando em pavimenta3o asf3ltica. |
| E5 | Profissional atuante e envolvido no tratamento de RCC, com vis3o abrangente e esclarecedora sobre produ3o e uso de agregados reciclados. |

Quadro 1. Qualifica3o dos engenheiros entrevistados

Fonte: Dados da pesquisa

| Quest3es | Objetivo |
|--|---|
| 1- Qual sua opini3o em rela3o a utiliza3o de agregados reciclados? | <i>Verificar o posicionamento do entrevistado em rela3o a utiliza3o do agregado reciclado na constru3o civil</i> |
| 2- Mesmo sendo permitida pelo poder p3blico a utiliza3o dos agregados reciclados de RCC, observa-se que ainda se usa pouco para aplica3o em obras. O que influencia na decis3o de comprar o agregado reciclado ou natural? | <i>Obter do entrevistado opini3o acerca dos fatores que s3o levados em considera3o para a aquisi3o, ou n3o, de agregados reciclados em substitui3o ao natural</i> |
| 3- Como os 3rg3os p3blicos poderiam influenciar no consumo de agregados reciclados de RCC em substitui3o dos agregados naturais em obras sob sua administra3o? | <i>Conhecer a opini3o do entrevistado acerca do papel do poder p3blico no incentivo a utiliza3o de agregado reciclado.</i> |
| 4- Voc3 j3 usou ou usaria RCC em uma obra sua? Sim/N3o? Por qu3? | <i>Verificar o conhecimento do entrevistado acerca das vantagens ambientais, t3cnicas e econ3micas da utiliza3o de agregados reciclados. Identificar o porqu3 alguns engenheiros n3o utilizam o agregado reciclado, apesar de suas vantagens.</i> |
| 5- Conhece alguma central de reciclagem? Acha que elas est3o promovendo a3es voltadas ao Meio Ambiente ou s3 veem o lado econ3mico/financeiro? | <i>Identificar a percep3o dos engenheiros acerca do papel das URE na inser3o da vari3vel ambiental na constru3o civil.</i> |

Quadro 2. Quest3es utilizadas nas entrevistas com os engenheiros

Fonte: Dados da pesquisa

Tamb3m foram entrevistados 7 gestores de usinas de reciclagem de entulho, al3m do presidente da Associa3o Brasileira para Reciclagem de Res3duos da Constru3o Civil e Demoli3o (ABRECON). No Quadro 3 s3o apresentadas as quest3es utilizadas na entrevista com o presidente da ABRECON.

| Quest3es | Objetivo |
|---|--|
| 1- Qual sua opini3o em rela3o ao uso de agregados reciclados? | <i>Verificar o posicionamento do entrevistado em rela3o a utiliza3o do agregado reciclado na constru3o civil.</i> |
| 2- Mesmo sendo permitida pelo poder p3blico a utiliza3o do RCC, observa-se que ainda se usa pouco para aplica3o em obras. O que influencia na decis3o de comprar o agregado reciclado ou natural? | <i>Obter do entrevistado opini3o acerca dos fatores que s3o levados em considera3o para a aquisi3o, ou n3o, de agregados reciclados em substitui3o ao natural.</i> |
| 3- Como os 3rg3os p3blicos poderiam influenciar no consumo do RCC em substitui3o dos agregados naturais em obras sob sua administra3o? | <i>Conhecer a opini3o do entrevistado acerca do papel do poder p3blico no incentivo a utiliza3o de agregado reciclado.</i> |
| 4- Qual sua opini3o em rela3o as barreiras ainda existentes para a utiliza3o dos agregados, mesmo estes | <i>Obter posicionamento do entrevistado acerca das dificuldades enfrentadas pelas recicladoras em</i> |



| | |
|---|---|
| apresentando-se em média 30% mais baratos que os agregados naturais? | <i>relação a comercialização dos agregados.</i> |
| 5- Quais as suas expectativas em relação ao potencial do mercado consumidor de agregado reciclado e o que deve acontecer para que o consumo aumente? | <i>Verificar a opinião do entrevistado em relação ao potencial mercado para o agregado reciclado e detectar estratégias para incremento de consumo.</i> |
| 6- Qual é a percepção do público consumidor acerca dos RCC? | <i>Conhecer o posicionamento do presidente da ABRECON acerca da opinião que este julga possuir o público consumidor acerca da utilização de agregados reciclados.</i> |
| 7-Muitos engenheiros reclamam que mesmo sendo mais barato, os agregados reciclados ainda vêm muito heterogêneo na obra. O que você acha disso e se há algum esforço das usinas em relação a melhoria da qualidade do produto? | <i>Verificar junto ao entrevistado se há, por parte das usinas, preocupação com o controle de qualidade dos agregados reciclados produzidos.</i> |
| 8- Os incentivos governamentais hoje existentes são suficientes para promover a utilização do agregado reciclado? Caso não, o que falta? | <i>Identificar a visão do entrevistado em relação a existência de políticas públicas de incentivo a utilização de agregado reciclado nas obras</i> |
| 9-Sobre o papel das URE públicas, privadas e PPP. Qual o modelo de gestão que seria mais interessante para melhorar a gestão das URE e aumentar a participação do agregado no mercado? | <i>Identificar junto ao entrevistado sua opinião em relação as diversas formas existentes de gerenciamento das URE</i> |
| 10-E sobre as normas técnicas existentes? O que poderia ser feito para melhorar a gestão das URE e aumentar a participação do agregado no mercado? | <i>Conhecer a opinião do entrevistado a respeito de estratégias para aumentar a participação dos agregados reciclados no mercado consumidor.</i> |

Quadro 3. Questões utilizadas na entrevista com o presidente da ABRECON

Fonte: Dados da pesquisa

Após a realização das entrevistas, as opiniões dos entrevistados foram transcritas, analisadas e confrontadas, de forma a poder se identificar pontos de concordância, tendências e conflitos.

4 Resultados e discussões

A seguir são apresentadas as respostas colhidas dos engenheiros a partir das entrevistas realizadas:

| Questão | Resposta |
|--|--|
| 1- Qual sua opinião em relação a utilização de agregados reciclados? | E1 – “São materiais que atendem a diversas soluções da construção civil, considerando aspectos técnicos de desempenho requeridos às aplicações. Sua utilização soluciona ou minimiza problemas das cidades com descartes clandestinos e locais para disposição final. Para o meio ambiente representa a minimização de uso de recursos naturais” |
| | E2 - “Sua utilização é muito importante, pois além de mitigar impacto ambiental, são materiais que poderão ser reaproveitados quantas vezes for preciso”. |
| | E3 - “Em razão da dificuldade de descarte de materiais de obra, o RCC torna-se uma opção que além de econômica é ecologicamente correta”. |
| | E4 - “O uso do material reciclado é muito bom. Já executei obras com estes materiais, uma das obras foi na Av. Sapopemba, entre o Rodoanel e av. Bento Guelf → total 5,4km de extensão”. |
| | E5 - “O beneficiamento desses resíduos acaba sendo extremamente importante tanto para o âmbito ambiental em que se aliviam os impactos ocasionados pelo mesmo ao meio ambiente, assim como em caráter econômico. Em diversos estudos em que se analisa a viabilidade do reaproveitamento dos resíduos da construção, se observa que não há uma garantia em relação aos parâmetros de que garantem segurança quando o mesmo utilizado em artefatos de concreto. Com isso, este trabalho tem como objetivo determinar |



os parâmetros de resistência de peças cimentícias e blocos vibropressado”.

Quadro 4. Respostas dos engenheiros – Questão 1

Fonte: Dados da Pesquisa

De acordo com o demonstrado no Quadro 4, quando questionados acerca do uso de agregados reciclados, os profissionais creem que é importante sua utilização, pois, segundo estes, esta consiste uma forma de minimizar destinações irregulares e aliviar os impactos ambientais decorrentes das obras. Percebe-se que, de uma forma geral, todos os entrevistados conhecem os aspectos favoráveis da utilização dos agregados reciclados e concordam entre si. O Quadro 5 traz as respostas dos engenheiros a respeito da opinião destes acerca de fatores que podem influenciar na aquisição de agregados reciclados.

| Questão | Resposta |
|--|---|
| 2-Mesmo sendo permitida pelo poder público a utilização do agregado reciclado de RCC; observa-se que ainda se usa pouco para aplicação em obras. O que influencia na decisão de comprar o agregado reciclado ou natural? | E1- “Aspectos relevantes: <ul style="list-style-type: none"> • Cultural – há um estigma/preconceito sobre o agregado reciclado, induzindo principalmente pelos produtores de agregados naturais; • Normatização – é necessário que a Norma para utilização de agregados reciclados (ora em revisão) forneça critérios sólidos e que ofertem segurança à utilização do AR pelos usuários; • Transporte – este item pesa muito sobre o custo do AR para quem compra. As máximas distâncias que o mesmo se apresenta competitivo para transporte (a partir da usina de produção) é da ordem de 30 a 45 km; • Variabilidade – Agregado Reciclado produzido em pequenas usinas (escala reduzida) apresentam elevada variabilidade textural e composicional devido ao material fonte. Exceção a isso é a Usina de Valorização de Recicláveis - UVR, onde comprovamos através de ensaios, que produz um AR com reduzida variabilidade”. |
| | E2 – “Tudo vai depender do custo final, pois ainda são poucas as usinas recicladoras”. |
| | E3- “Acho uma decisão técnica, em função do nível de solicitação da obra a ser executada”. |
| | E4- “Porque os órgãos públicos não utilizam e os projetistas não recomendam em seus projetos. Por falta de conhecimento técnico dos materiais e que não temos literatura sobre ele que no Brasil”. |
| | E5- “Por um lado, o governo apertou a fiscalização sobre o descarte de resíduos de construção. Por outro, as construtoras têm buscado enxugar custos. Nesse contexto, as luzes se voltaram para o reaproveitamento dos resíduos sólidos, que podem reduzir gastos tanto para quem gera resíduos quanto para quem compra materiais naturais para fins não estruturais”. |

Quadro 5. Respostas dos engenheiros – Questão 2

Fonte: Dados da Pesquisa

A decisão entre utilizar agregado reciclado ou natural, segundo os profissionais pesquisados, decorre de fatores como: cultura, falta de normatização, práticas de projeto, qualidade dos agregados e preço. Para eles, a determinação em se utilizar agregados reciclados nas obras deveria partir dos projetistas, no momento da elaboração do projeto a ser executado.

Os engenheiros também ressaltam a importância de normas técnicas que habilitem o agregado reciclado para uso nas obras em uma escala maior. Estes também pontuam que os custos de utilização ainda inviabilizam os valores cobrados pelo material reciclado. No entanto, o entrevistado 5 comenta que o aumento da fiscalização por parte do poder público em relação ao descarte dos resíduos e os altos custos com a destinação destes, são fatores que poderão incentivar a ampliação da utilização dos agregados reciclados. Evangelista, Costa e



Zanta (2010) *apud* Paschoalin Filho *et al.* (2016) preveem que o futuro dos agregados reciclados será impulsionado pela indisponibilidade de aterros para deposição final, pela aceitação do gradual do mercado consumidor, por políticas públicas de incentivo de utilização e produção dos agregados reciclados, pelo esgotamento das jazidas de materiais naturais e consequente elevado custo destes, bem como por exigências ambientais e de uma economia sã.

O Quadro 6 traz as opiniões dos entrevistados a respeito do papel do poder público no fomento à utilização do agregado reciclado nas obras.

| Questão | Resposta |
|---|--|
| 3- Como os Órgãos públicos poderiam influenciar no consumo dos agregados reciclados de RCC em substituição dos agregados naturais em obras sob sua administração? | E1- “Criação de leis e decretos com obrigatoriedade do uso parcial de AR em obras públicas; imposição em editais de licitação do uso de AR para obras públicas; instrumentos de incentivo para obras da iniciativa privada”. |
| | E2 – “Deve ser feita uma avaliação prévia, se nas proximidades de suas utilizações existem usinas recicladoras. Também deve-se aproveitar o próprio entulho gerado pela obra contratada, exigindo da contratada a instalação de dispositivos que gerem a reciclagem com controle”. |
| | E3- “Através de projetos que contemplem a sua utilização”. |
| | E4- “Teria que fazer uma Lei de âmbito nacional obrigando a usar um percentual em suas obras, onde diminuiria os descartes deste nobre material em bota-fora, hoje em virtude da economia o material virgem está com o mesmo preço, ou quase igual ao reciclado”. |
| | E5- “ Além das vantagens econômicas e ecológicas, o reaproveitamento garante benefício técnico, pode substituir até 25% dos agregados convencionais por reciclados sem alterar as propriedades mecânicas. Com a reciclagem de concreto é possível obter agregado com as características bastante semelhantes ao produto original, a partir de matérias primas com custo baixo”. |

Quadro 6. Respostas dos engenheiros – Questão 3

Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo as respostas apresentadas no Quadro 6, os profissionais apontam que os órgãos públicos poderiam atuar mais no fomento ao uso dos agregados reciclados por meio de leis e decretos; acrescentando a obrigatoriedade de utilização de agregados reciclados em editais de licitação de obras públicas.

No entanto, deve-se destacar que de acordo com o Decreto 48.075 de 28 de dezembro de 2006, a Prefeitura Municipal de São Paulo já estabelece a obrigatoriedade da utilização de agregados reciclados para obras de pavimentação municipais. Segundo o Artigo 2º a utilização dos agregados reciclados de construção civil deverá ocorrer mediante as recomendações técnicas apresentadas na ABNT NBR 15.115 e ABNT NBR 15.116. Deverão também ser obedecidas as disposições constantes da Especificação Técnica de Serviço ETS nº 001/2003 – “Camada de Reforço do Subleito, Sub-base e Base Mista de Pavimento com Agregado Reciclado de Resíduos Sólidos da Construção Civil, publicada no Diário Oficial da Cidade em 20 de março de 2003 (PMSP, 2006).

A seguir, no Quadro 7 são apresentadas as respostas dos entrevistados se estes já utilizaram agregados reciclados em suas obras.

| Questão | Resposta |
|--|--|
| 4- Você já usou ou usaria RCC em uma obra sua? Sim/Não? Por quê? | E1- “Acabei de fazer uma reforma em minha residência, onde utilizei areia e pedra 1 reciclados da UVR Grajaú. Esses materiais atendem a todos os requisitos de desempenho construtivo ao fim que foram empregados”. |
| | E2 – “Sim, grande quantidade de entulhos gerados na obra que ao invés de serem destinados a bota fora, foram rebritados, classificados e aproveitados |



| | |
|--|---|
| | <i>na própria obra”.</i> |
| | E3- <i>“Sim, neste caso por motivo econômico”.</i> |
| | E4- <i>“Sim usei e voltaria a usar em reforço de subleito para obras de pavimentação. Av. Sapopemba 15.120 m³ de RCC”.</i> |
| | E5- <i>“Sim, usaria e recomendo o uso, porém não na função estrutural por enquanto. Além da contribuição e apelo ambiental sem agredir tanto o meio ambiente, deixando de extrair o agregado natural, nesse sentido o gerador estará garantindo que a destinação foi adequada, por outro, adquirindo uma economia no transporte praticando a logística reversa, aproveitando a volta com agregado reciclado, adquirindo um material útil na obra e de valor inferior ao agregado natural”.</i> |

Quadro 7. Respostas dos engenheiros – Questão 4

Fonte: Dados da Pesquisa

Em relação as respostas apresentadas no Quadro 7, observa-se que, em se tratando da utilização de agregados reciclados nas obras, os profissionais destacam que usariam, pois já conhecem a qualidade dos materiais e têm conhecimento dos preços mais baixos em relação ao agregado natural. Ademais, os engenheiros ressaltam que a utilização de agregados naturais nas obras reduz os volumes de resíduos destinados a aterros (apropriados) e áreas de bota-fora irregulares, o que acaba tornando mais barato a destinação dos resíduos. No Quadro 8, os entrevistados comentam acerca do papel das usinas de reciclagem de entulho na inserção da variável ambiental na Construção Civil.

| Questão | Resposta |
|---|--|
| 5- Conhece alguma central de reciclagem? Acha que elas estão promovendo ações voltadas ao Meio Ambiente ou só veem o lado econômico/financeiro? | E1- <i>“Conheço a UVR Grajaú, que possui programas com a comunidade para educação ambiental voltada ao aproveitamento de resíduos da construção civil, abrangendo a produção de AR e reciclagem dos resíduos Classe B”.</i> |
| | E2 - <i>“Sim, acho que atuam visando principalmente o lado econômico/financeiro”.</i> |
| | E3- <i>“Sim, acho que atuam com foco nos 2 lados”.</i> |
| | E4- <i>“Eu acredito que hoje as que estão montadas e em operação não olham muito o lado ambiental, mas sim o econômico”.</i> |
| | E5- <i>“Conheço centrais de pequeno porte. Para as empresas que querem trabalhar serio não vejo que elas veem só o lado econômico/financeiro, difícil e formar empresas sustentáveis, o próprio governo não incentiva tornando o negócio competitivo, não agregando valor ao uso do agregado reciclado na busca pela sustentabilidade”.</i> |

Quadro 8. Respostas dos engenheiros – Questão 5

Fonte: Dados da Pesquisa

Observando-se as opiniões apresentadas no Quadro 8, constata-se que há entre os entrevistados discordâncias acerca do papel das URE. Alguns entrevistados demonstram a percepção de que as URE somente são orientadas em relação ao aspecto econômico/financeiro em suas operações; enquanto que outros engenheiros demonstram opinião que as URE consistem em importantes agentes no desenvolvimento sustentável no setor da construção civil. Segundo Paschoalin Filho *et al.* (2016) a reciclagem dos RCC, além de ser uma solução, em consonância com a ideia do *triple botton line*, também introduz na Construção Civil o conceito de economia circular. Neste caso, a URE não pode ser considerada uma forma de destinação final dos resíduos gerados, mas, sim, o local onde estes são reinsertos nas atividades de construção, gerando, assim, uma cadeia produtiva cíclica.



A seguir, no Quadro 9 é apresentada a opinião dos gestores das URE acerca da aceitação do agregado reciclado pelo mercado e quais os entraves que dificultam sua comercialização.

| | |
|-----------------------|---|
| Gestor Usina 1 | <i>Para o gestor desta planta seria importante melhorar a divulgação da aplicabilidade do agregado reciclado, como também a normatização de atividades indicando o uso, pois para as usinas públicas é mais fácil a colocação diretamente em obras sob a administração dos órgãos públicos.</i> |
| Gestor Usina 2 | <i>Para o gestor dessa URE, o material seria melhor aceito se houvesse um trabalho de divulgação para que as pessoas tivessem conhecimento da aplicabilidade do RCC, isso iria mudar a cultura adotada em que só o material natural tem valor.</i> |
| Gestor Usina 3 | <i>Para o gestor da planta, o uso de agregados reciclados tem beneficiado o meio ambiente evitando a retirada de agregados do meio natural e também na economia em obras com a deposição de resíduos produzidos nos processos. Acha que falta incentivo do governo para tornar o produto competitivo.</i> |
| Gestor Usina 4 | <i>Na opinião do gestor os impactos que possam ser causados no processo da britagem e estocagem são minimizados pela localização da usina, que é protegida por árvores e ficam longe de corpos d'água. Para ele falta incentivo do governo e esclarecimento da população acerca do conhecimento da qualidade dos agregados reciclados, os quais que podem substituir alguns materiais no processo de construção.</i> |
| Gestor Usina 5 | <i>Para o gestor o mercado ainda não aqueceu. Falta melhorar a imagem que se tem do material reciclado e mais incentivo do poder público, até mesmo para uso em obras públicas e assim evitar o consumo de agregados naturais.</i> |
| Gestor Usina 6 | <i>Segundo o entrevistado, reciclar exige compromisso com o meio ambiente, mas falta estímulo do poder público para se expandir e também tornar o processo mais barato, bem como divulgação da qualidade do material para que o mercado tenha melhor aceitação do reciclado.</i> |
| Gestor Usina 7 | <i>O gestor dessa usina informou que está em estudo um projeto de lei para precificar o material reciclado e este poderá competir com o mercado de agregados naturais. Para ele falta normatização que exija o uso de reciclados em obras públicas, ainda que no município já se aplica uma lei municipal que prevê em licitação a obrigatoriedade de se usar ao menos 25% de material reciclado nas obras sob sua contratação.</i> |

Quadro 9. Posicionamento dos Gestores das URE em relação ao agregado reciclado.

Fonte: Dados da Pesquisa

Segundo as opiniões apresentadas no Quadro 9 ainda há muito preconceito no uso de agregados reciclados nas obras por parte dos consumidores de uma forma geral, e para mudar essa visão, é necessária a realização de um melhor trabalho de divulgação e incentivo para que este seja mais amplamente utilizado nas obras. Como ação para melhor divulgação das vantagens (ambientais, econômicas, técnicas e sociais) dos agregados reciclados, os gestores citam a melhoria em relação à normatização e incentivo dos governos na regulamentação do uso do agregado reciclado em obras pública, além de incentivos fiscais.

Também foi realizada uma entrevista com o presidente da Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON) acerca do uso do RCC em obras, bem como atuação do poder público, expectativa em relação ao mercado e percepção dos consumidores. O Quadro 10 traz o posicionamento do entrevistado.

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| 1-Qual sua opinião em relação ao uso de agregados reciclados? | <i>“O agregado reciclado ainda não é largamente difundido e conhecido na Construção Civil. Ainda há resistência sobre a sua qualidade e aplicação”.</i> |
| 2-Mesmo sendo permitida pelo poder público a | <i>“Muitas vezes não é previsto em edital ou projeto, o que</i> |



| | |
|---|---|
| utilização do RCC; observa-se que ainda se usa pouco para aplicação em obras. O que influencia na decisão de comprar o agregado reciclado ou natural? | <i>leva a empreiteira a se sentir ainda mais insegura sobre a aplicação. Com a crise as pedreiras reduziram consideravelmente o preço, o que diminui a diferença para o reciclado dificultando ainda mais a entrada do produto no mercado”.</i> |
| 3-Como os órgãos públicos poderiam influenciar no consumo do RCC em substituição dos agregados naturais em obras sob sua administração? | <i>“O mais importante é criar leis e decretos que incentivem o agregado reciclado. Ajuda também o desenvolvimento de tabelas com parâmetros de preços de mercado. Por fim, prever em editais e projetos o uso do material para fins não estruturais”.</i> |
| 4-Qual sua opinião em relação as barreiras ainda existentes para a utilização dos agregados, mesmo estes apresentando-se em média 30% mais baratos que os agregados naturais? | <i>“As barreiras são naturais e estão sendo superadas dia-a-dia. O produto ainda é novo e entendemos que cada vez mais ele será difundido e se tornará mais comum nos canteiros de obras”.</i> |
| 5-Quais as suas expectativas em relação ao potencial do mercado consumidor de agregado reciclado e o que deve acontecer para que o consumo aumente? | <i>“As expectativas a curto e médio prazo para a construção civil não são boas. Mas o agregado tende a ganhar seu espaço por trazer redução de custos, algo que todos buscam em momento de crise”.</i> |
| 6-Qual é a percepção do público consumidor acerca dos RCC? | <i>“Acho que varia muito, mas, na média entendem que por ser reciclado não tem qualidade e, portanto, tem receio ou preconceito sobre o uso do material”.</i> |
| 7-Muitos engenheiros reclamam que mesmo sendo mais barato, os agregados reciclados ainda vêm muito heterogêneo na obra. O que você acha disso e se há algum esforço das usinas em relação a melhoria da qualidade do produto? | <i>“Esse é um mito. A questão não é ele ser heterogêneo e sim compatível para o seu fim. Para funções não estruturais o agregado reciclado, mesmo sendo misto, atende ao propósito. A grande questão está ligada a impureza. Muitas vezes as usinas não conseguem triar com eficácia os outros materiais como plástico, madeira e ferro, prejudicando a qualidade do produto. A ABRECON está desenvolvendo um Selo de Qualidade para mudar essa realidade”.</i> |
| 8-Os incentivos governamentais hoje existentes são suficientes para promover a utilização do agregado reciclado? Caso não, o que falta? | <i>“Os incentivos são mínimos. Ficam muito mais no campo da teoria do que pratica. Um avanço importante seria a isenção do ICMS, por exemplo”.</i> |
| 9-Sobre o papel das URE públicas, privadas e PPP. Qual o modelo de gestão que seria mais interessante para melhorar a gestão das URE e aumentar a participação do agregado no mercado? | <i>“Não existe um modelo ideal ou perfeito. Cada caso precisa ser estudado. O fato é que o mercado privado domina o setor e as usinas puramente públicas estão fechando. O modelo de concessão tem se mostrado viável em alguns casos”.</i> |
| 10-E sobre as normas técnicas existentes? O que poderia ser feito para melhorar a gestão das URE e aumentar a participação do agregado no mercado? | <i>“A norma 15.116 está em fase final de revisão. Ela se tornou mais flexível para as usinas e está em vias de ampliar a possibilidade do uso do material para fins estruturais também”.</i> |

Quadro 10. Respostas do presidente da ABRECON

Fonte: Dados da Pesquisa

O Quadro 10, traz opinião do presidente da ABRECON em relação à produção, aplicação e consumo do RCC. Para este, não existe um modelo de gestão das usinas que seja ideal. Ademais, este concorda em relação a maior necessidade de esclarecimento do potencial de utilização dos agregados reciclados nas obras e na maior necessidade de apoio do poder público. Para ele, o agregado reciclado consiste em um material novo e pouco difundido e as usinas poderiam receber mais incentivos do governo, seja por meio de redução de impostos ou criação de exigências de utilização de reciclados em obras públicas.



5 Conclusões

Por meio das respostas coletadas percebeu-se que a aceitação por parte dos engenheiros é verificada na maioria das respostas. Os profissionais veem com bons olhos a utilização do RCC como agregado reciclado em substituição material natural. Alguns até relataram suas experiências na aplicação do agregado reciclado em suas obras.

Os entrevistados salientaram a falta de normatizações técnicas mais específicas acerca da utilização dos agregados reciclados. Segundo os entrevistados (engenheiros e gestores) a falta destas normatizações reforça a desconfiança do mercado acerca das condições do agregado reciclado ser aceito em obras. No entanto, deve-se destacar que a Associação Brasileira de Normas Técnicas possui as seguintes normas que versam acerca do agregado reciclado: ABNT NBR 15.112, ABNT NBR 15.113, ABNT NBR 15.114, ABNT NBR 15.115 e ABNT NBR 15.116. Salienta-se que, atualmente a norma ABNT NBR 15.116 está passando por revisões e atualizações e que, dentro em breve, esta já será submetida a consulta pública.

Apesar do agregado reciclado de RCC consistir em uma alternativa interessante na redução dos impactos ambientais gerados pelo setor da construção civil, a utilização deste ainda enfrenta entraves. Entre as dificuldades apontadas pelos entrevistados pode-se citar: falta de conhecimento do público consumidor, ausência de incentivos fiscais, pouca fiscalização, falta de divulgação das vantagens (econômicas, ambientais, técnica e sociais) de utilização dos agregados reciclados, falta de controle de qualidade mais eficiente por parte das URE em relação aos agregados produzidos e ausência especificações para projetos executivos parte de engenheiros e projetistas.

Portanto, conclui-se que a utilização dos agregados reciclados é de grande importância para a inserção da variável ambiental no setor da construção civil, sendo as URE importantes agentes neste processo, uma vez que cabe a estas a produção de agregados que satisfaçam requisitos de qualidade exigidos por normas técnicas. Aos engenheiros e técnicos, cabe a função de procurar conhecer melhor as vantagens de utilização dos agregados reciclados nas obras, por meio de especificações de serviços e elaboração de projetos executivos alinhados com a utilização destes materiais. A ABRECON deve ser responsável pela divulgação ao mercado consumidor das vantagens em relação a substituição do agregado natural pelo reciclado, bem como exigir das municipalidades maior utilização do material reciclado nas obras públicas. Destaca-se que algumas cidades, como São Paulo e Rio de Janeiro, já possuem a obrigatoriedade de utilização de agregados reciclados em obras de pavimentação, dessa forma é função da ABRECON fiscalizar se esta utilização vem sendo cumprida. Ademais, é de grande importância a união entre engenheiros, técnicos, gestores de URE e ABRECON, no intuito de se pensar um Programa de Qualidade dos agregados produzidos, de forma que estes possam ser mais homogêneos, apresentar menos impurezas e garantir que suas características físicas estarão de acordo com normas técnicas pertinentes. Somente assim, o mercado consumidor demonstrará confiança e segurança no consumo do material reciclado.

Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.112*: 2004. Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para o projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro.

_____ – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.113*: 2004. Resíduos da construção civil e resíduos inertes – Aterros - Diretrizes para o projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro.



_____ – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.114*: 2004. Resíduos da construção civil – Áreas de reciclagem – Diretrizes para o projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro.

_____ – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.115*: 2004. Resíduos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação - Procedimentos. Rio de Janeiro.

_____ – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.116*: 2004. Resíduos da construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro

Azevedo, G., & Kiperstok, A. (2006). Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para um gestão sustentável. *Engenharia Sanitária Ambiental, II (I)*, 65-72.

Barros, E., & Jorge, F. C. (2008). Gestão de RCD Resíduos de Construção e Demolição, na Obra de Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro. *Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia*. Porto. - 62 – 74

Blumenschein, R.N. (2009). *Introduzindo Sustentabilidade na cadeia produtiva da construção*. Revista Mosaico, 2 (1), p.17-25.

Bodi, J.; Brito Filho, J. A. & Almeida, S. (1995). Utilização de entulho de construção civil reciclado na pavimentação urbana. In: 29a Reunião Anual de Pavimentação, ABPv, Cuiabá, MT, 3. 409-436.

BRASIL - Presidência da República – Casa Civil. *Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010*, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm - acesso em 22/04/15

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. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.

_____ - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 348, de 16 de agosto de 2004*. Altera a resolução CONAMA no 307 de 5 de julho de 2002, incluindo amianto na classe de resíduos perigosos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.

_____ - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 431, de 25 de maio de 2011*. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.

_____ - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 448, de 19 de janeiro de 2012*. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º, 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.



_____ - Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 469, de 30 de julho de 2015*. Altera a Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002, que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/-index.cfm>>.

Dias, J. (2004). A Construção civil e o meio ambiente. *In: Anais do Congresso Estadual de Profissionais CREA*. Uberlândia, Minas Gerais.

Galvão Junior, A. C.; Nishio, S. R.; Bouvier, B. B. & Turolla, F. A. (2009). Marcos regulatórios estaduais em saneamento básico no Brasil. *Revista de Administração Pública*, 43, (1). 207-227.

Gomes, C.F.; Nunes, K.R.; Xavier, L.H.; Cardoso, R.; Valle, R. (2008). Multicriteria decision making applied to waste recycling in Brazil. *Omega*, 36 (3). 395-404.

John, V.M. (2000). Reciclagem de resíduos na construção civil : contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. (Tese de Livre Docência). São Paulo. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Kern, A. P. et al. (2015). Waste generated in high-rise buildings construction: A quantification model based on statistical multiple regression. *Waste Management*, 39, 35–44.

Levy, S.M. & Helene, P.R.L. (2002). Evolução histórica da utilização do concreto como material de construção. *Boletim Técnico da Escola Politécnica – USP*. São Paulo.

Melo, A. V. S.; Ferreira, E. A. M.; Costa, D. B. (2013) Fatores críticos para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de RCC da região Nordeste do Brasil. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 99-115.

Melo, A.V. S. (2011). Diretrizes para a produção de agregado reciclado em usinas de reciclagem de resíduos da construção civil. (Mestrado). Federal da Bahia. Salvador.

Nunes, K.R.A. (2004). Avaliação de investimentos e de desempenho de centrais de reciclagem para resíduos sólidos de construção e demolição. Tese (Doutorado). COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

Paschoalin Filho, J.A., Duarte, E., & Faria, A. C. (2016). Geração e manejo dos resíduos de construção civil nas obras de edifício comercial na cidade de São Paulo. *Espacios*, 37 (6), 30.

Paschoalin Filho, J. A.; Faria, A.C.; Pires, G.O.W.; Duarte, E.B.L. (2016). Investimentos em ativos imobilizados para instalação de usina de reciclagem de resíduos de construção civil de médio porte na Zona Leste da Cidade de São Paulo. *Revista Desenvolvimento em Questão*, Unijuí, v.14, n.36, p320-351.

Paschoalin Filho, J., Storopoli, J., & Duarte, E. (2014). Viabilidade econômica da utilização de resíduos de demolição reciclados na execução do contrapiso de um edifício localizado na Zona Leste da cidade de São Paulo. *REGET - UFSM, Santa Maria*, 18 (2), 928-943.



PMSP- Prefeitura Municipal de S3o Paulo. *Decreto Lei n3o 48.075 de dezembro de 2006*, S3o Paulo, 2006, 3p.

PMSP – Prefeitura Municipal de S3o Paulo. *Plano de Gest3o Integrada de Res3duos S3lidos (PGIRS) da cidade de S3o Paulo*. S3o Paulo, 2014. 456p.

Ricci, G., & Balbo, J. (2009). Resist3ncia e elasticidade de concretos compactados com agregados reciclados de constru3o e de demoli3o para aplica33es em pavimenta3o. *Transportes*, XVII (2), 27-35.

Schneider, D. M. (2003) *Deposi33es irregulares de res3duos da constru3o civil na cidade de S3o Paulo*. 2004. 131p. Disserta3o (Mestrado em Sa3de P3blica) – Faculdade de Sa3de P3blica da Universidade de S3o Paulo, 2003.

Schneider, D., & Philippi Jr., A. (2004). Gest3o p3blica de res3duos da constru3o civil no munic3pio de S3o Paulo. *Ambiente Constru3do*, Porto Alegre, 4 (4), 21-32.

Sousa, J., Bauer, E., & Sposto, R. (2002). Blocos de concreto produzidos com agregados provinientes da reciclagem de res3duos gerados pela constru3o civil. *Anais: IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Constru3do*, - ENTAC, Foz do Iguaçu . 1633 - 1642.

Takenaka, E.M.M., Arana, A.R.A., & Albano, M.P. (2012). Constru3o civil e res3duos s3lidos: coleta e disposi3o final no munic3pio de Presidente Prudente – SP. *Anais...* In: VIII F3rum Ambiental da Alta Paulista, 8 (12), p. 177-186.

Tessaro, A., S3, J., & Scremin, L. (2012). Quantifica3o e classifica3o dos res3duos procedentes da constru3o civil e demoli3o no munic3pio de Pelotas, RS. *Ambiente Constru3do*, Porto Alegre, 12 (2), 121-130.

Trich3s, G; Kryckyj, P. R. (1999). Aproveitamento de entulho da constru3o civil na pavimenta3o urbana. In: *Anais: Congresso Brasileiro de Geotecnia Ambiental*, 4., S3o Jos3 dos Campos. S3o Paulo. 259-265.