
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE USINA DE RECICLAGEM**MANAGEMENT OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE THROUGH A RECYCLING PLANT**

Gilson Leno (1); Guilherme Augusto (2); Gustavo Oliveira (3); Nathalie Figueiredo (4); Osmar Novais (5); Victor Bobillo (6); Tâmara Francine Duarte (7).

- (1) Gilson Leno Santos Rocha, Universidade Anhembi Morumbi, gilsonleno.s.r@hotmail.com
- (2) Guilherme A. Davanso Alho, Universidade Anhembi Morumbi, guilherme-davanso@hotmail.com
- (3) Gustavo de Oliveira Barros, Universidade Anhembi Morumbi, guga.oliveirab@outlook.com
- (4) Nathalie Figueiredo Santos, Universidade Anhembi Morumbi, nathaliefsantos@gmail.com
- (5) Osmar Novais Barreto Junior, Universidade Anhembi Morumbi, osmarnovais.eng@outlook.com
- (6) Victor Bobillo DallAcqua, Universidade Anhembi Morumbi, victor.bobillo10@gmail.com
- (7) Tâmara Francine Duarte, orientadora, tamara.duarte@animaeducacao.com.br

Resumo

Um dos assuntos mais debatidos, no que tange a sustentabilidade, consiste na redução dos impactos ambientais, em especial, aqueles causados pelas obras civis. A governança pública e Ambiental implica em um compartilhamento e responsabilização de diversos fatores na busca por suprir as necessidades públicas, envolvendo, além do Estado, o setor empresarial, as organizações sem fins lucrativos e os cidadãos em geral. Diante desta situação, o setor da construção civil vem investindo em novas tecnologias e inovações no intuito de reduzir o volume de resíduos produzidos. A metodologia utilizada nesta pesquisa foi o estudo de caso, com visita técnica e entrevista com colaboradores da RAFA ENTULHOS localizada em Santo André, R. Joaquim Lopes da Silva – Campestre. Observando-se os resultados obtidos pode-se constatar que a reciclagem dos Resíduos de Construção Civil (RCC), por meio da RAFA ENTULHOS, demonstra vantagens sociais, ambientais e econômicas do que as demais usinas convencionais. Segundo a RAFA ENTULHOS com a reciclagem dos RCC, pode-se reduzir a necessidade de extração de recursos naturais não renováveis, bem como a deposição dos resíduos em locais inapropriados. Os resíduos de construção, quando reciclados, possuem potencial tanto na utilização em obras, bem como na manufatura de novos materiais de construção. Assim, a RAFA ENTULHOS em estudos em estudos é responsável pela reinserção do resíduo na cadeia produtiva no setor da construção civil.

Palavras-Chave: Usina de reciclagem. Resíduos de construção civil. Reciclagem. Ambientais. Econômicas.

Abstract

One of the most debated issues regarding sustainability is the reduction of environmental impacts, especially those caused by civil works. Public and Environmental governance implies sharing and making accountable different factors in the quest to meet public needs, involving, in addition to the State, the business sector, non-profit organizations and citizens in general. Faced with this situation, the civil construction sector has been investing in new technologies and innovations in order to reduce the volume of waste produced. The methodology used in this research was the case study, with a technical visit and interview with collaborators from RAFA ENTULHOS located in Santo André, R. Joaquim Lopes da Silva – Campestre. Observing the results obtained, it can be seen that the recycling of Civil Construction Waste (RCC), through RAFA ENTULHOS, demonstrates social, environmental and economic advantages than other conventional plants. According to RAFA ENTULHOS, with the recycling of RCC, the need to extract non-renewable natural resources can be reduced, as well as the disposal of waste in inappropriate places. Construction waste, when recycled, has potential both for use in construction sites and for the manufacture of new construction materials. Thus, RAFA ENTULHOS in studies in studies is responsible for the reinsertion of waste in the production chain in the civil construction sector.

Keywords: Recycling plant. Construction waste. Recycling. Environmental. Economical.

1 Introdução

A construção civil é uma área com capacidade bem expressiva na economia do país, pois tem a capacidade de elevar a taxa de emprego e de renda, assim como o desenvolvimento social (OLIVEIRA, 2012; GOMES *et al.*, 2019). Entretanto, além do consumo de recursos naturais, os empreendimentos de construção geram resíduos (IPEA, 2012).

A indústria da construção civil é responsável por gerar grande quantidade de resíduos, que acabem sendo descartados em aterros irregulares, resíduos esses que poderiam ser reciclados, diminuindo o impacto ambiental (ALMEIDA *et al.*, 2020). Os resíduos de construção civil (RCC), portanto, são os entulhos provenientes das construções, reformas, reparos e demolições de obras em geral (KIST *et al.*, 2017).

A crescente preocupação com a sustentabilidade e a necessidade de reduzir o impacto ambiental das atividades humanas têm impulsionado o desenvolvimento de soluções inovadoras na área da construção civil. Nesse contexto, a pavimentação, bases, sub-bases e guias, blocos de vedação, bancos de praças e artefatos de concreto com RCC (Resíduos da Construção Civil) surge como uma alternativa promissora, capaz de unir os benefícios econômicos, ambientais e técnicos.

O RCC serve de matéria-prima para agregados, podendo ser aplicados em vários processos construtivos: confecção de tijolos, blocos pré-moldados, meio-fio, calçadas e argamassa de revestimento (BRASILEIRO *et al.*, 2015).

Desta forma, este estudo busca contribuir para o conhecimento e a disseminação dessa técnica promissora, ressaltando seu potencial transformador e incentivando a adoção de práticas construtivas mais sustentáveis na construção civil.

Dentro do contexto apresentado, esse trabalho tem como objetivo avaliar a possibilidade de utilização de agregados reciclados de Resíduos de Construção Civil (RCC) em substituição aos materiais convencionais, propondo uma destinação simples para os Resíduos da Construção Civil.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Classificação Segundo o CONAMA

Segundo a resolução nº 307 do CONAMA (2002), no parágrafo 1 do artigo 4º “os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares [...]”. Com isso, a reutilização dos resíduos, tanto em pavimentação como nos demais processos construtivos como confecção de tijolos, blocos pré-moldados, argamassa de revestimento, calçadas e meio-fio, acabam sendo uma opção para minimizar os impactos ambientais e trazendo a sustentabilidade.

Ainda segundo esta mesma resolução, os Resíduos de Construção Civil (RCC) são gerados a partir de reformas, construções, reparos e demolições de obras de construção civil, chamados entulhos de obras, que tem em sua composição, tijolos, madeira, concreto, solos, entre outros materiais.

Os resíduos devem ser classificados de acordo com sua composição, sendo Classe A, B, C, D.

Figura 1. Classificação dos resíduos



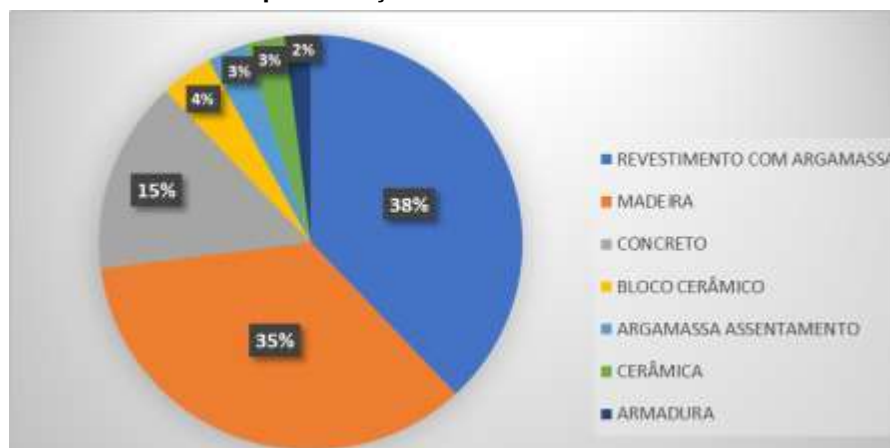
Fonte: Guia de manejo diferenciado (2023)

2.2 Composição do RCC

A composição dos resíduos de construção varia muito de um lugar para o outro, ela é dependente das características específicas de cada região, da cultura, como técnicas construtivas e matérias-primas disponíveis. No Brasil, segundo Grubba (2009), a maior parte desses resíduos é composta por materiais inertes e recicláveis, como restos de argamassas, concretos, agregados pétreos e materiais cerâmicos.

A título de exemplificação, o Gráfico 1 apresenta a construção dos RCC na cidade de São Paulo (SP). De acordo com Carneiro (2001), os resíduos de construção civil da cidade apresentam em uma composição 70% de materiais com alto potencial de reciclagem.

Gráfico 1 - Representação do RCC na Cidade de São Paulo

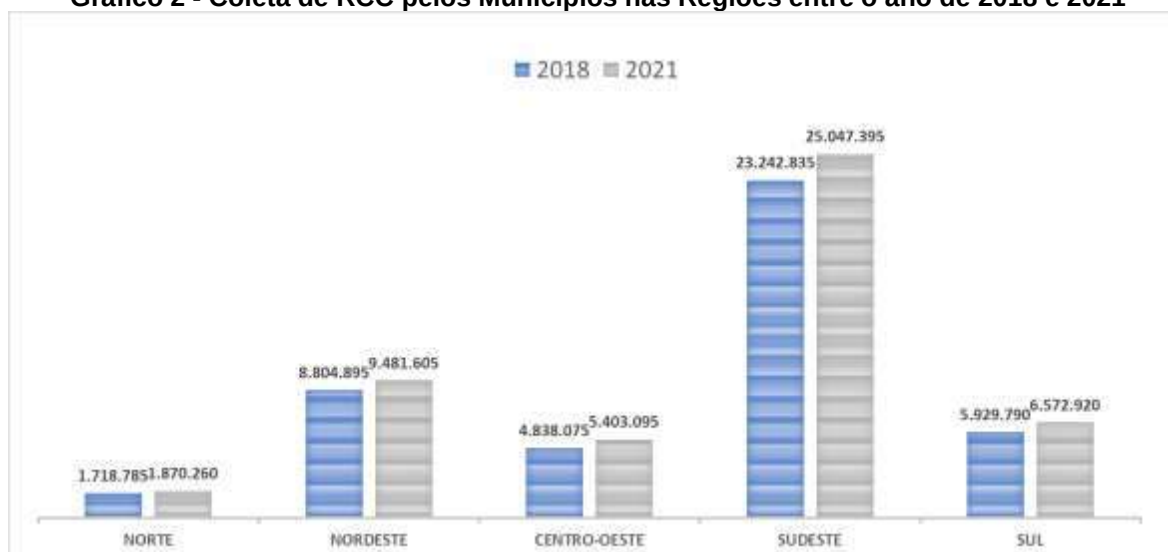


Fonte: arquivo resíduos sólidos da Construção Civil (2023)

2.3 Resíduos da Construção Civil (RCC)

Segundo Abrelpe, no ano de 2018, foram coletados pelos municípios brasileiros cerca de 44,5 milhões de toneladas de RCC; já em 2021, cerca de 48,4 milhões de toneladas, o que representa um acréscimo de aproximadamente 8% na geração e coleta de resíduos. Com isso, no ano de 2021, a quantidade coletada foi de 227 Kg por habitante/ano. A região sudeste se destaca no total de RCC coletado, por volta de 52% de participação no total coletado no país, registrando aproximadamente 24,5 milhões de toneladas coletadas em um ano. Por outro lado, a região se destaca em termos de coleta per-capita é a Centro-Oeste, com quase 319 Kg de RCC por habitante/ano (ABRELPE *et al.*, 2021).

Gráfico 2 - Coleta de RCC pelos Municípios nas Regiões entre o ano de 2018 e 2021



Fonte: ABRELPE (2018/2022)

2.4 Propriedade Físicas dos Agregados Reciclados (AR) ou Resíduos de Construção Civil (RCC)

Dentre as propriedades físicas dos AR ou RCC, densidade e absorção de água são fundamentais para se estabelecer conversões entre massa e volume de material nas aplicações de pavimentação e com materiais cimentícios, informar parâmetros técnicos que definem o tipo de AR ou RCC e de controle de qualidade para essas aplicações são usados para conseguir compactação adequada, condições reológicas (fluidez) de materiais cimentícios.

Essa propriedade é variável no AR (Agregado Reciclado) e deve ser monitorada frequentemente nas usinas até se obter certa uniformidade (variabilidade reduzida) do produto (MARE *et al.*, 2023).

2.5 Gestão de Resíduos da Construção Civil dos Municípios do Estado de São Paulo

De acordo com o arquivo disponibilizado pela SindusCon-SP por meio do Comitê de Meio Ambiente – COMASP, foi realizada uma enquete junto às suas Regionais para identificar as suas iniciativas de manejo de RCC que são realizadas nos municípios do Estado de São Paulo. Para essa atividade, foi desenvolvido um questionário como mostra o recorte da tabela 1, de preenchimento simples, com respostas fechadas, que foi apresentado, pelo COMASP a cada uma das regionais responsáveis por sua aplicação.

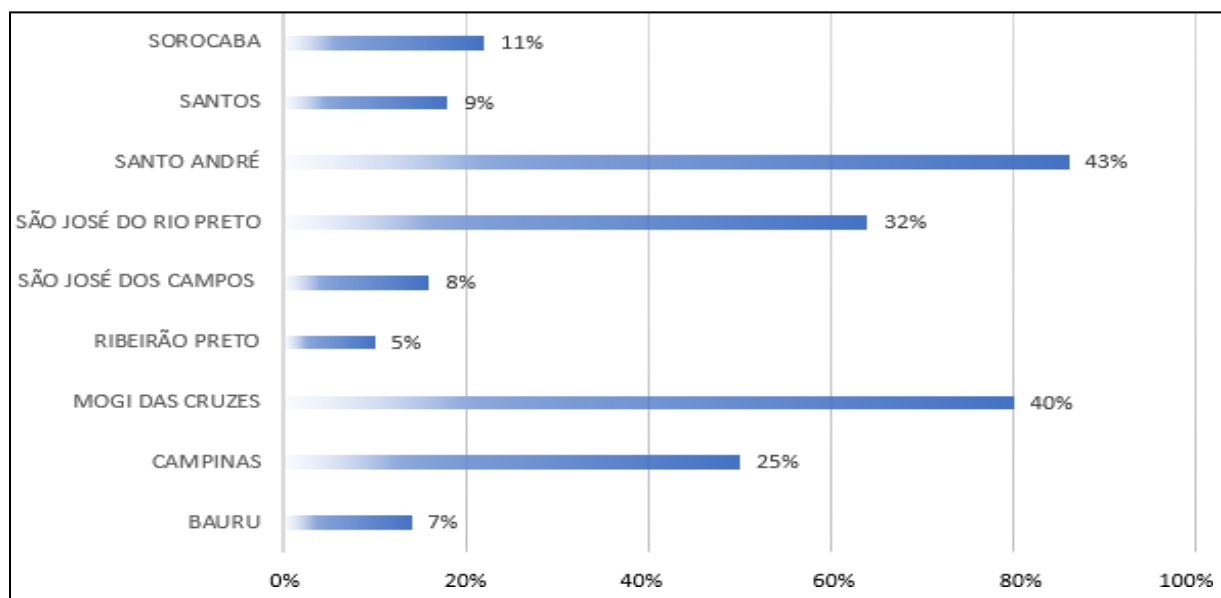
Tabela 1: Modelo de Questionário de Manejo de RCC

Legislação Municipal específica RCC aprovada ? (se sim anexar)		Legislação Municipal específica RCC em elaboração/ aprovação? (se sim anexar)		Área de Reciclagem de RCC Classe A						Área de Reciclagem de RCC Classe B (Madeira)					
				Privada		Exclusivamente Pública		Pública que Recebe Resíduo Privado		Privada		Exclusivamente Pública		Pública que Recebe Resíduo Privado	
Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não

Fonte: Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo (2023)

Os municípios que possuem área de reciclagem de RCC classe A são distribuídas da seguinte forma:

Gráfico 3 – Porcentagem de Município com Reciclagem de Classe A



Fonte: Resíduos da Construção Civil e o Estado de São Paulo (2023)

3 Estudo de Caso

Foi visitada a usina de reciclagem de resíduos da construção civil RAFA ENTULHOS, localizada no município de Santo André, onde é produzido o agregado reciclado ARCO (Agregado Reciclado de Concreto) e ARCI (Agregado Reciclado de Cimento). A empresa possui outra usina localizada no município de Suzano onde é encarregada da produção do ARM (Agregado Reciclado Misto).

A Rafa Entulhos está há 20 (vinte) anos no mercado com capacidade para processar 120.000 mil coletas e 480.000 mil toneladas de resíduos por ano, entulhos estes que iriam para aterros da cidade.

Os resíduos recebidos pela reciclagem em Santo André, cidade da região metropolitana de São Paulo, são desde blocos de concreto, argamassas de cimento ou mistas de assentamento e revestimento, até pedra britada e de areias naturais.

Com esses entulhos, a empresa consegue produzir uma série de subprodutos, como areia e brita 1 e 2 reciclada, pedrisco reciclado e bica corrida, todos de acordo com a

norma brasileira NBR 15116/04 e com as especificações técnicas do DER/SP / DNER/ Dnit/ IPT e PMSP, que definem os requisitos dos agregados reciclados para utilização em pavimentos e preparo de concreto sem função estrutural. Rafael Teixeira, proprietário da Rafa Entulhos, conta que apesar do produto ainda ser novo no mercado, ele tem inúmeras vantagens, como por exemplo, financeira, social e ambiental.

Figura 2. Usina de Reciclagem de RCC – Rafa Entulhos – Santo André



Fonte: Autores (2023)

Dentro da usina é feito todo o processo para a geração do AR, desde a chegada da matéria-prima, triagem, catação retirada de metais, britagem e ensaios como granulometria e teor de umidade.

Por ser um assunto ainda pouco difundido no Brasil, encontramos no mercado muita informalidade nos processos, o que acarreta um grande preconceito pelo AR, porém com um bom controle tecnológico seu uso fica bem interessante.

Na entrevista *in loco* com Rafael Teixeira proprietário da Rafa Entulhos, informou que com a correta coleta do processamento do entulho, podem ser utilizados os resíduos da construção de diversas formas, atualmente cerca de 90% do resíduo que chega na usina é reciclado, também salientou que é completamente plausível reciclar 100% dos resíduos que são gerados nas construções.

Atualmente a NBR 15116-2021 permite a utilização de até 20% de ARCO em concretos estruturais em substituição aos agregados naturais, porém o maior impasse que

tem para o ARCO é a sua absorção de água e o teor de finos, assim se fazendo necessária a correção com aditivos, onde teria influência direta no Slump Test, dessa forma é necessária a realização de uma pré-saturação deste agregado para sua harmonia com a pasta de cimento.

O AR é usado em sua grande maioria em concretos não estruturais e atividades primárias, como por exemplo, para a execução de calçadas de passeio, ciclovias, bancos e mesas de praças, além de outros usos, como a fabricação de blocos de vedação, artefatos de concreto, argamassa de assentamento (substituição de 100% do agregado miúdo natural pelo reciclado), argamassa farofa para execução de contra piso (substituição de 100% do agregado miúdo natural pelo reciclado), canaletas, rufos de concreto, concreto de enchimento.

Figura 3. Calçada de Passeio feita com Concreto Utilizando agregados Reciclados.



Fonte: MARE (2023)

Para uma melhor qualidade do AR pode-se adotar a ideia da desconstrução ao invés da demolição.

Ao invés de ser feita a demolição de uma suposta edificação, será retirado seus materiais aos poucos, como revestimentos cerâmicos, revestimentos de madeira, blocos cerâmicos, portas, janelas, placas de gesso, entre outros, desta forma, designando cada material para o seu correto descarte para reciclagem, assim terá um ARCO mais limpo e com menores dificuldades para uma triagem secundária, e um AR muito mais limpo e acessível para atingir os parâmetros desejados. Como mostra na Figura 4, o revestimento

cerâmico do terraço foi totalmente retirado facilitando o seu correto descarte e não contaminando um possível AR a ser produzido futuramente.

Figura 4. Modelo de Desconstrução



Fonte: Autores (2023).

Utilizando-se o AR além de preservar as jazidas pela extração de matéria-prima, também é evitado a emissão de gases nocivos a atmosfera pelo seu transporte, já que, porexemplo no caso da Cidade de São Paulo, são oriundos do interior do estado.

É possível implantar a usina de reciclagem dentro dos canteiros de obras, “hoje já temos tecnologia para isso, o que além de evitar a emissão de gases poluentes, acarretaria uma diminuição no seu valor com relação ao frete, tornando-se assim uma obra mais sustentável e com custos reduzidos [...]”.

Já no que tange a pavimentação a maior parte do RCC é utilizado na forma de ARM (Agregado Reciclado Misto), utilizado para fazer sub-base, base, camadas de ligação e acessos provisórios. O agregado reciclado também é utilizado em vias rurais não pavimentadas, através da regularização e compactação na via, melhorando assim as condições e capacidade de tráfego nas vias (MARE *et al.*, 2023).

Figura 5. Modelo de Utilização de Agregados Misto para Pavimentação



Fonte: MARE (2023)

O uso de AR também é difundido em obras geotécnicas e de saneamento, se fazendo viável a sua utilização para elevar o greide de rodovias com rachões (Guia rápido para caracterização de Agregados Reciclados 2023).

Pode-se utilizar também, o AR para obras de saneamento, um exemplo são as trincheiras drenantes, e aqui se vê mais uma vez a importância do controle tecnológico do AR citado anteriormente, naturalmente ele é mais poroso do que AN (Agregado Natural), que pode ser vantajoso na questão do escoamento da água, aumentando assim a permeabilidade do local aplicado, porém, é necessário ter cuidado com os materiais solúveis contidos no AR, como por exemplo a lixiviação do cimento que pode contaminar o solo e a água do local (Guia rápido para caracterização de Agregados Reciclados 2023).

Existem dois ciclos para os resíduos da construção civil. No ciclo aberto, os municípios após reformas, construção ou demolição entregam os resíduos da construção civil nos postos de coleta ou solicitar a retirada onde o caminhão leva-os para aterros sanitários. No caso do ciclo fechado, sua destinação final visa o reaproveitamento máximo dos resíduos de obras, convertendo em matéria-prima novamente, neste caso os resíduos das obras são levados diretamente por caminhões para URE (Usina de Reciclagem de Entulho) onde serão reciclados. A Figura 6 demonstra os dois tipos de fluxo de gestão integrada de RCC (Guia rápido para caracterização de Agregados Reciclados 2023).

Figura 6: Fluxo da Gestão Integrada de RCC – Ciclo Aberto e Ciclo Fechado



Fonte: Autores (2023)

Tabela 2. Comparação preços/ton. Do Agregado Natural e Reciclado (nas mesmas granulometrias)

Tipo	Nome Comercial da Empresa	Especificação (R\$/ m³)			
		Rachão	Pedra 1	Pedra 2	Areia/ Pedrisco
PEDREIRA	Pedreiras São Matheus Lageado	57,00	55,36	54,48	68,00
	Pedreira Anhanguera	60,00	55,36	54,48	68,00
	Embu S.A. Engenharia e Comércio	58,50	55,36	54,48	68,00
	MÉDIA MATERIAIS	58,50	55,36	54,48	68,00
URE - USINA DE RECICLAGEM	Eco-x	42,00	38,75	38,14	47,60
	Base Sustentável	37,00	41,52	40,86	34,00
	Rafa Entulhos	30,00	42,40	40,86	47,60
	MÉDIA MATERIAIS	36,33	40,89	39,95	43,07
DIFERENÇA EM % ENTRE A MÉDIA MATERIAIS DA PEDREIRA E URE		38%	26%	27%	37%

Fonte: Autores (2023)

Observando-se a Tabela 2, pode-se notar que o preço médio de custo de material reciclado consiste em cerca de 27% do preço do material natural, ou seja, o valor médio do agregado reciclado foi de R\$ 40,00/m³, enquanto o preço médio do material natural equivaleu à R\$ 54,00/m³. Assim pode-se também constatar vantagem financeira referente ao uso do agregado reciclado, pois além de substituir o material natural pelo reciclado mais barato, a obra irá mitigar a quantidade de resíduos gerados, reduzindo os custos finais. Pode-se salientar que a utilização de agregados reciclados, além da vantagem financeira, é normatizada pela ABNT NBR 15.116, a qual apresenta critérios técnicos e controles executivos rigorosos.

4 Considerações Finais

Verificou-se que a reciclagem de resíduos se apresenta como uma excelente solução para a problemática gerada pelo RCC, essa utilização reduz a necessidade extrair recursos naturais não renováveis.

Contudo, a aplicação de agregados de RCC em concretos sem fins estruturais ou em misturas de baixa resistência mostra-se bastante interessante. Diversos estudos mostram que essa utilização é viável quando utilizada em grande escala, tornando a indústria de reciclagem de RCC tão eficiente como outras indústrias de reciclagem.

Com o avanço nos estudos e nas estratégias para mitigar esses problemas causados, é possível implantar esse tipo de material até como concreto com função estrutural, como já é utilizado na Alemanha que o utiliza como componente convencional na fabricação de blocos vazados de concreto simples para alvenaria de vedação.

As resistências mecânicas à compressão, aos vinte e oito dias, para os blocos produzidos com diferentes traços, apresentaram resistência característica superior a 2,0 MPa, e absorção de água inferior a 16%, resultados em conformidade com o que estabelece a NBR 6136 (ABNT, 2006).

Considerando as definições de sustentabilidade, pesquisas têm sido conduzidas no sentido de alcançar alternativas para restringir ou minimizar os danos provocados pela utilização excessiva de matéria prima e pelas grandes quantidades de resíduos produzidos nos processos de produção.

Na pavimentação a utilização de RCC tem se mostrado um material bastante favorável. Além disto, na produção de blocos de alvenaria, por exemplo, verificou-se a viabilidade técnica da utilização de agregados produzidos pela britagem de concretos. O produto desenvolvido atende ao tripé da sustentabilidade: nos aspectos ambiental, econômico e social. Com aproveitamento de RCC, toneladas de resíduos da construção civil deixaram de ser despejadas na natureza e toneladas de areia deixaram de ser extraídas dos leitos de rios.

O produto não perdeu a competitividade no mercado e ainda tem o cunho ambiental e social, ou seja, proporciona viabilidade para investimento público e privado. Outrossim, diminui-se os gastos de recursos naturais não renováveis, contribuindo para a preservação

de ecossistemas. O produto desenvolvido é indicado para pavimentação urbana, calçadas e passeios. Em âmbito social, o projeto diminui a área destinada para depositar o RCC, passando a estar disponível à sociedade, além de ser uma alternativa a produção em cooperativa e em empresas, movimentando a economia.

A transformação do “problema” entulho, em “solução” na geração matéria-prima, inclusão social e desenvolvimento sustentável é a proposta das usinas de reciclagem de RCC. Com menos mineração, menos custos e mais inteligência na hora de construir o novo, é possível reaproveitar o que até então era considerado descarte. O potencial de crescimento desse mercado é proporcional à quantidade de RCC que ainda é desperdiçado. Recomenda-se, que novas pesquisas sejam realizadas para avaliar aspectos não contemplados neste trabalho, pois a utilização de materiais alternativos como os RCC é uma forma adequada de minimizar o passivo ambiental gerado por esse tipo de resíduo e, principalmente, de reduzir o consumo de recursos naturais não renováveis.

A Rafa Entulho possui importante papel para o município, uma vez que fornece material para pavimentação de vias e obtenção de peças e artefatos de concreto que serão utilizados em obras. Ademais a Rafa Entulho consiste em um local de destinação adequado dos RCC gerados pelo município e pelos seus habitantes.

Os agregados reciclados mostraram-se mais baratos comparados aos agregados naturais, o que significa redução nos custos nas obras realizadas pelo município. A URE também proporciona contribuição ambiental, auxiliando na redução do consumo de matérias primas naturais e reutilizando resíduos gerados por construções e demolições.

Salienta-se que a utilização destes é permitida e padronizada por Normas Técnicas Brasileiras. Destaca-se também o aspecto social da URE, a qual cria mais um elo na cadeia produtiva da construção civil, gerando emprego e renda para o município.

Portanto, pode-se afirmar que a URE Rafa Entulho se encaixa no conceito de solução sustentável proposto por Elkington (1998), ou seja, apresenta vantagens ambientais, econômicas e sociais.

5 Referencias Bibliográficas

ABNT, NBR 15116, de 31 de agosto de 2004. Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil-Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural Requisitos. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

ABNT, NBR 15116, de 20 de agosto de 2021 agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: utilização em pavimentação e preparo de concreto com função estrutural de 20%. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2018) Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo. Recuperado em 12 maio, 2023 <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2022) Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. São Paulo. Recuperado em 12 maio, 2023 <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (2018). Relatório 2018. Recuperado em 18 maio, 2023 de: http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/.

BRASILEIRO, Luzana Leite; MATOS, José Milton Elias de. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. Cerâmica, v. 61, p. 178-189, 2015.

CARNEIRO, Alex Pires; BURGOS, Paulo César; ALBERTE, Elaine Pinto Varela. Uso do agregado reciclado em camadas de base e sub-base de pavimentos. Projeto Entulho Bom. Salvador: EDUFBA/Caixa Econômica Federal, p. 188-227, 2001.

DE ALMEIDA, Giovana Goretti Feijó; DA SILVEIRA, Rosí Cristina Espindola; ENGEL, Vonia. Coleta e reciclagem de resíduos sólidos urbanos: contribuição ao debate da sustentabilidade ambiental. Future Studies Research Journal: Trends and Strategies, v. 12, n. 2, p. 289-310, 2020.

Elkington, J. (1998). Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. Environmental Quality Management, 8(1), 37-51.

FERNANDEZ, Jaqueline Aparecida Bória. Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil. 2012.

GRUBBA, David Christian Regis Pereira. Estudo do comportamento mecânico de um agregado reciclado de concreto para utilização na construção rodoviária. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

HORTEGAL, Mylane Viana; FERREIRA, Thiago Coelho; SANT'ANA, Walter Canales. Utilização de resíduos sólidos da construção civil para pavimentação em São Luís-MA. Pesquisa em foco, v. 17, n. 2, 2009.

KIST, Katcher Jeanine et al. O Uso De Resíduos de Construção e Demolição (RCD) Como Substituição da Matéria Prima Natural em Base, Sub-Base e Subleito de Pavimentações. Cricte, 2017.

LINHARES, Silvia Paixão; FERREIRA, João Alberto; RITTER, Elisabeth. Avaliação da implantação da Resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil. Estudos tecnológicos em engenharia, v. 3, n. 3, p. 176-194, 2007.

Mare Manual de Aplicação do Agregado Reciclado 2019.

Mare Manual de Aplicação do Agregado Reciclado 2023.

MESQUITA, Leonardo Carvalho et al. Análise da viabilidade técnica de utilização de resíduos de construção e demolição na fabricação de blocos de vedação. 2015.

SALLES, Pedro Valle et al. A importância da segregação do agregado reciclado na resistência e na durabilidade do concreto estrutural. Ambiente Construído, v. 21, p. 177-196, 2021.

Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, (2016) Gestão Ambiental de 135 Resíduos da Construção Civil A experiência do SindusCon-SP, Recuperado em 22 maio, 2023 de http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual_Residuos_Solidos.pdf

Trannin¹, isabel cristina de barros; pancieri, tarcísio do amaral. Uso de agregados reciclados de resíduos da construção e demolição como alternativa sustentável para a pavimentação use of recycled aggregates from construction and demolition waste as a sustainable alternative for paving.