



VII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE USINA DE RECICLAGEM DE ENTULHO: ESTUDO DE CASO DA PROGUARU/GUARULHOS

TAMARA FRANCINE DUARTE SILVA
UNINOVE - Universidade Nove de Julho

JOÃO ALEXANDRE PASCHOALIN FILHO
Universidade Nove de Julho

Agradeço a UNINOVE pela bolsa de estudo e pela oportunidade



GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE USINA DE RECICLAGEM DE ENTULHO: ESTUDO DE CASO DA PROGUARU/GUARULHOS

Resumo: Um dos assuntos mais debatidos, no que tange a sustentabilidade, consiste na redução dos impactos ambientais, em especial, àqueles causados pelas obras civis. Diante desta situação, o setor da construção civil vem investindo em novas técnicas no intuito de reduzir o volume de resíduos produzidos. Nesse sentido, este relato técnico tem por objetivo apresentar um estudo de caso de uma Usina de Reciclagem de Entulho (URE) localizada no município Guarulhos. A metodologia utilizada refere-se ao estudo de caso, com de visitas técnicas e entrevistas com colaboradores da URE em estudos. Foram também pesquisados preços de comercialização de agregados reciclados e naturais no intuito de compará-los. Observando-se os resultados obtidos pôde-se constatar que o reaproveitamento dos resíduos de construção civil (RCC), por meio da URE, demonstra vantagens sociais, ambientais e econômicas. 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 URE em estudos é responsável pela reinserção do resíduo na cadeia produtiva no setor da construção civil.

Palavras-chave: Usina de reciclagem de entulho, resíduos de construção civil, reciclagem.

Abstract: One of the most debated issues with regard to sustainability is the reduction of environmental impacts, especially those caused by civil works. Given this situation, the construction area has made possible technical and scientific discoveries in order to reduce the volume of waste produced. In this sense, this technical report aims to present a case study of a Scrap Recycling Plant (URE) located in the city of Guarulhos. The methodology used refers to a case study, with technical visits and interviews with URE collaborators in studies. Marketing budgets for recycled and natural aggregates were made. Observing the results obtained it was possible to verify that the reuse of the civil construction waste (RCC), through the ERU, demonstrates social, environmental and economic advantages. By recycling RCCs, the need for removal of non-renewable natural resources, as well as the disposal of waste in inappropriate places, can be reduced. Construction waste, when recycled, has the potential both for use in construction and in the manufacture of new construction materials. Thus, the ERU in studies is responsible for the reintegration of waste into the productive chain of the construction industry.

Keywords: Recycling plant, civil construction waste, recycling



1. Introdução

A construção civil é uma das atividades mais significativa para o progresso econômico e social de um país. Entretanto esta indústria é geradora de impactos ambientais devido ao consumo de recursos naturais, modificando assim paisagem e gerando resíduos sólidos, por consequência de novas obras (Pinto, 1999). Segundo Boscov (2008), os resíduos da construção civil (RCC) representam até 67% dos resíduos sólidos urbanos (RSU), sendo que a geração *per capita* mundial pode variar de 130 a 3.000kg/hab/ano. No Brasil, essa parcela chega a atingir 60% da massa total de RSU, com geração *per capita* em torno de 500 kg/hab/ano (Pinto, 1999).

No aspecto ambiental, os principais problemas decorrentes da geração de RCC são os volumes gerados em excesso e a deposição irregular destes. O descarte de forma inadequada dos RCC provoca a poluição dos mananciais, contaminação do solo, deslizamento, bloqueio dos sistemas de drenagem, assoreamento de rios e córregos, acabando, inclusive, por sobrecarregar as administrações públicas, que possuem a responsabilidade de remoção e a deposição desses resíduos (Azevedo, Kiperstok & Santos, 2006 *apud* Boscov, 2008).

Portanto, é necessário implementar medidas que possam disciplinar a geração e destinação dos RCC, construindo Usinas de Reciclagem de Entulho próximas a locais de geração desses resíduos, com o objetivo de promover a reciclagem com baixos valores de frete. O aproveitamento do RCC alivia os efeitos da deterioração do meio ambiente e alivia o consumo de matéria-prima natural (John & Agopyan, 2000).

A reciclagem na construção civil gera muitos benefícios, dentre estes destaca-se a redução do uso de recursos naturais não renováveis. Diversos pesquisadores e técnicos têm desenvolvido trabalhos em relação à utilização dos RCC reciclados como agregados em obras de pavimentação e fabricação de argamassas, na fabricação de blocos e artefatos entre outros.

As Usinas de Reciclagem de Entulho (URE) representam uma opção vantajosa visto que promovem a redução do impacto ambiental provocado pelos RCC e os reinsere na cadeia produtiva (Paschoalin Filho, Romão, Quaresma, Duarte, & Oliveira, 2014). Manfrinato, Esguícero e Martins (2008) e Cunha e Lima (2011) explicam que várias cidades brasileiras já implantaram usinas de reciclagem de entulho, os quais são aplicados em obras de pavimentação de avenidas, ruas, calçamentos e rodovias.

Portanto, diante deste contexto, este relato técnico traz o estudo de caso da Proguaru, ou seja, uma Usina de Reciclagem de Entulho situada em Guarulhos/SP, onde foram realizadas entrevistas com colaboradores, visitas técnicas, consulta a documentos fornecidos. No objetivo de demonstrar a vantagem financeira do agregado reciclado perante ao natural, foram também realizadas cotações de preços de comercialização em três URE na região e consulta à Tabela SINAPI-2018 (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

2. Referencial Teórico

De acordo com Brescansini, Ruiz, Gabriel e Silva (2015), a sociedade vem enfatizando cada vez mais o tratamento dos resíduos após sua utilização, com o intuito de diminuir, ou até mesmo conter, a geração de passivos ambientais resultantes do manuseio incorreto destes. Na procura por resultados que tornem adequada a produção e destino dos resíduos sólidos, foi sancionada a Lei n. 12.305 (2010) que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e implementou diretrizes para gestão dos resíduos sólidos.

Baseadas nas orientações apontadas na PNRS, diversas empresas adotaram a reciclagem de seus resíduos, proporcionando, além de ganhos ambientais, economia com a



obtenção da matéria-prima e encaminhando os resíduos para aterros licenciados (Brescansini, Ruiz, Gabriel & Silva, 2015).

No ano de 2002, foi publicada a Resolução n. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), sendo esta publicação considerada como principal marco legal que se refere, de modo específico, ao problema da geração e manuseio dos resíduos de construção civil. A resolução CONAMA n.307/2002 estabeleceu a seguinte designação para resíduos de construção civil:

Aqueles resultantes de reparos, construções, reformas e demolições de obras, assim como os provenientes do preparo e perfuração do solo, por exemplo: blocos cerâmicos, tijolos, concreto em geral, metais, resinas, rochas, tintas, forros, argamassa, telhas, pavimento asfáltico, vidros, gesso, madeiras e compensados, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., geralmente chamados de entulhos de obras. (CONAMA, 2002).

Segundo Paschoalin Filho, Dias e Cortes (2014), a Resolução CONAMA n. 307/2002 classificou os RCC em quatro classes: A, B, C e D, indicando como proceder o descarte correto para cada resíduo. Desde então, a resolução n. 307 sofreu algumas complementações e alterações, por exemplo: no ano de 2004, a Resolução n. 348 incluiu resíduos que contivessem amianto como perigosos, em 2011 entrou em vigor a Resolução n. 431 que classifica todo material de gesso como resíduo reciclável classe B, em 2015 a Resolução n. 469 considerou recipientes vazios de tintas imobiliárias, contanto que apresentem somente filme seco de tinta em seu revestimento interior, sem acumulação de resíduo de tinta líquida, como resíduo classe B. A Figura 1 demonstra as classes e destinações dos resíduos de acordo com as resoluções citadas do CONAMA. A Figura 2 demonstra a classificação dos agregados reciclados de acordo com sua tipologia segundo a Norma Brasileira ABNT: NBR 9935 (2011).

Classe	Origem	Tipo de resíduo	Destinação
Classe 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 reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa).	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 utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Resíduos recicláveis com outras destinações.	Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e embalagens vazias de tintas imobiliárias.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
Classe 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.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, amianto.	Deverão ser armazenados, transportados 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.	



Figura 1. Classificação e destinação dos resíduos de construção civil de acordo com CONAMA 307/2002, alteradas pelas Resoluções 348/2002, 431/2011 e 469/2015.

Fonte: Paschoalin, Dias e Cortes (2014).

Tipo	Granulometria	Similaridade ao natural	Descrição
Areia Reciclada Mista-ARM 0	0,1 a 4,8 mm	areia média	Obtido pelo beneficiamento de resíduos de telha, tijolo, bloco, pré-moldado, argamassa piso de concreto ou cerâmico
Agregado Reciclado Misto-ARM 1	4,8 a 9,5 mm	pedrisco	idem acima
Agregado Reciclado Misto-ARM 2	9,5 a 25 mm	pedra 1 e 2	idem acima
Agregado Reciclado Misto-ARM 3	25 a 50 mm	pedra 3	idem acima
Agregado Reciclado Graúdo Misto	> 50 mm	rachãozinho	idem acima
Bica Corrida Reciclada	0,1 a 50 mm	bica corrida	idem acima
Areia Reciclada de Concreto-ARC 0	0,1 a 4,8 mm	areia média	Obtido pelo beneficiamento de resíduos de concreto simples, armado, protendido, composto de no mínimo 90% de massa de fragmentos a base de cimento Portland e de rocha (ABNT/NBR 15116/2004)
Agregado Reciclado Misto-ARC 1	4,8 a 9,5 mm	pedrisco	idem acima
Agregado Reciclado Misto-ARC 2	9,5 a 25 mm	pedra 1 e 2	idem acima
Agregado Reciclado Misto-ARC 3	25 a 50 mm	pedra 3	idem acima
Agregado Reciclado Graúdo de Concreto	> 50 mm	rachãozinho	idem acima

Figura 2. Caracterização dos Agregados Reciclados, definidas pela ABNT/NBR 9935 /2011

Fonte: ABNT NBR 9935 (2011).

No Brasil, tem-se registro de usinas de reciclagem de resíduos Classe A operando no país desde 1986 (Miranda & Brocardo, 2013). Entretanto, ocorreu uma aceleração na quantidade de usinas instaladas após o ano de 2002 com a divulgação da resolução n. 307 do CONAMA, visto que, a contar deste ano, os geradores começaram a se responsabilizar pelos resíduos e por sua correta destinação. Com este novo cenário, começou a se tornar viável criar empresas especializadas em reciclagem de RCC (Miranda & Brocardo, 2013).

Conforme pesquisas efetuadas pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), os estados brasileiros recolheram no ano de 2015 aproximadamente 31 milhões de toneladas de RCC, ou seja, uma porcentagem superior a 8,7% em relação ao ano de 2014 (ABRELPE, 2015). Tal situação demonstra a necessidade do cuidado referente a correta destinação dos RCC. Destaca-se que os números apresentados pela ABRELPE podem ser ainda superiores, visto que contabiliza apenas os RCC recolhidos pelas municipalidades, não levando em conta empresas não especializadas, carroceiros e empresas de coleta pirata, as quais, comumente lançam os resíduos em locais



inapropriados. A Tabela 1 mostra as quantidades de RCC coletadas por região entre os anos de 2014 e 2015.

Tabela 1.

Quantidade de RCC coletada por região em 2014 e 2015.

Região	RCC coletado (t/dia) 2014	Índice (kg/hab/dia)	RCC coletado (t/dia) 2015	Índice (kg/hab/dia)
Norte	4.539	0,263	4.736	0,271
Nordeste	24.066	0,428	24.310	0,43
Centro-Oeste	13.675	0,899	13.916	0,901
Sudeste	63.469	0,746	64.097	0,748
Sul	16.513	0,569	16.662	0,57
Brasil	122.262	0,603	123.721	0,605

Fonte: Adaptado ABRELPE (2015)

O consumo de materiais pela construção civil nas cidades é pulverizado, ou seja, cerca de 70% dos resíduos gerados pelas obras nos municípios provêm de construções informais (obras de construção, reformas e demolições, geralmente realizadas pelos próprios usuários dos imóveis). O poder público municipal deve exercer um papel fundamental para disciplinar o fluxo dos resíduos, utilizando instrumentos para regular especialmente a geração de resíduos provenientes desse tipo de obra segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCon-SP, 2005).

Quando não ocorre um manejo apropriado, os resíduos de construção civil podem comprometer a paisagem da região, a circulação de veículos e de pedestres, acúmulo de sedimentos em córregos, rios e lagos; o bloqueio de escoamento pluvial urbano, ocasionando em enchentes, além possibilitar a multiplicação de transmissores de doenças, colocando em perigo a saúde de seus habitantes (SindusCon-CE, 2011). Em muitos casos, os RCC são transportados para aterros sanitários, ou simplesmente são depositados em bota-foras não licenciados e terrenos baldios, onde terminam acumulando-se por vários anos ou mesmo por décadas. A Tabela 2 apresenta a estimativa da geração diária de RCC em diversos municípios e a porcentagem destes na massa total de RSU.

Tabela 2.

Resíduos sólidos urbanos produzidos nas cidades de São Paulo.

Município	Fonte	Geração diária em ton.	Representação no RSU
São Paulo	I & T - 2003	17.240	55%
Guarulhos	I & T - 2001	1.308	50%
Diadema	I & T - 2001	458	57%
Campinas	PMC -1996	1.800	64%
Piracicaba	I & T - 2001	620	67%
São José dos Campos	I & T - 1995	733	67%
Ribeirão Preto	I & T - 1995	1.043	70%
Jundiaí	I & T - 1997	712	62%
São José do Rio Preto	I & T - 1997	687	58%
Santo André	I & T - 1997	1.013	54%

Fonte: SindusCon-SP, 2005.

De acordo com Budke, Cardoso e Vale (2011), a reciclagem é fundamental porque transforma os resíduos de construção em matérias-primas, que abastecerão novos empreendimentos, tendo como consequência direta a diminuição da pressão sobre o consumo de materiais naturais. A reutilização é um processo de reaplicação de um resíduo, sem transformação do mesmo. Ela consiste no aproveitamento do resíduo nas condições em que é descartado, submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento; exigindo apenas operações de limpeza, embelezamento, identificação, entre outras, modificando ou não a sua função original. Já a reciclagem é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. O resíduo retorna ao sistema produtivo como matéria-prima.



Do ponto de vista do mercado brasileiro, é importante observar que, se fosse utilizada toda a produção de RCC de origem mineral estimada em $61,6 \times 10^6$ t/ano como agregado de construção civil, a sua participação seria de 16,2%, pois o consumo de agregados está na ordem de 380×10^6 t/ano (Ângulo, 2002).

No intuito de se controlar a destinação dos RCC, é obrigatória a emissão da ficha de Controle de Transporte de Resíduos (CTR). Este documento é de grande relevância, uma vez que indica o gerador, a tipologia do resíduo destinado, seus volumes e destinação final, tal como apresentado na Figura 3.

<i>CADASTRO DOS DESTINATÁRIOS DE RESÍDUOS</i>	
<u>INFORMAÇÕES DO GERADOR</u>	
Razão Social:	
Obra:	
Endereço:	
RESÍDUOS PASSÍVEIS DE DESTINAÇÃO	
	ALVENARIA E CONCRETO
	GESSO
	MADEIRA
	PAPEL
	METAL
	PLÁSTICO
	SOLO
	OUTROS (DESCREVER)
<u>INFORMAÇÕES DO DESTINATÁRIO</u>	
DATA DO CADASTRAMENTO:	
RAZÃO SOCIAL:	
CNPJ:	
ENDEREÇO DE DESTINAÇÃO:	
NOME DO RESPONSÁVEL:	
TEL:	
ATIVIDADE PRINCIPAL DO DESTINATÁRIO:	
DESCRIÇÃO DO PROCESSO A SER APLICADO AOS RESÍDUOS:	
OUTRAS INFORMAÇÕES:	

Figura 3. Exemplo de modelo de ficha cadastral para destinatários de resíduos.

Fonte: SindusCon –SP, 2005.

Na visão de Pinto (1999) pode-se assumir que gestão ambiental de resíduos de construção, destaca-se por apresentar diversas vantagens, uma delas é o avanço no ambiente de trabalho, mediante a limpeza do mesmo. As obras, se tornando mais limpas, a empresa apresenta uma imagem positiva ao mercado, os impactos ambientais e social são diminuídos, e os custos finais serão reduzidos pela diminuição dos desperdícios de materiais. No entanto, ao implantar o gerenciamento ambiental de resíduos nas obras exige um investimento inicial.

3. Metodologia

Para realização deste relato técnico, utilizou-se a metodologia de estudo de caso, com análise qualitativa e abordagem exploratória. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso consiste em uma metodologia que abrange planejamento, técnicas de coleta de dados e análise dos mesmos. Ainda de acordo com o autor, o estudo de caso poderá se utilizar de seis fontes potenciais de informação, dentre estas se pode citar: documentos, registros, entrevistas, observação direta, observação dos participantes e artefatos físicos.

No presente estudo, foram utilizadas como fonte de informação: observação não participante, entrevistas não estruturadas realizadas *in loco*, visitas técnicas à URE e consulta a documentos e planilhas fornecidos.



A primeira entrevista foi realizada com o responsável pelo setor de reciclagem Sr. Mauro, que trabalha a 11 anos na empresa e explanou toda a história da URE. A segunda entrevista foi realizada no setor de triagem com o Sr. Paulo que trabalha há 5 anos, e com Viviane, que trabalha a 3 anos na coleta seletiva. Todas as entrevistas, bem como a publicação destas foram autorizadas pelas pessoas entrevistadas.

Também foram efetuadas pelos pesquisadores cotações de preços de aquisição de agregados reciclados em três Usinas de Reciclagem e três pedreiras localizadas na Região Metropolitana de São Paulo, de forma a poder se estimar e comparar os custos. Para determinação dos preços de aquisição de agregados naturais, foi utilizada a Tabela SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (versão 2018).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Usina de Reciclagem de Entulho de Guarulhos (Proguaru) é parte integrante da Política de Gestão de Resíduos do Município de Guarulhos, sendo responsável pelo beneficiamento de 100% de toda parcela mineral entregue nos Pontos de Entrega Voluntária (PEV) do município.

A URE, que foi implantada no ano de 2003 em uma área de aproximadamente 10.000m², produz uma série de produtos, como areia, brita, pedrisco reciclado e bica corrida reciclados a partir da moagem de resíduos de construção.

Os agregados reciclados na URE são produzidos segundo a classificação da ABNT NBR 15.116/2004 em: ARC - Agregados de Resíduos de Concreto, ou seja, compostos de diferentes concentrações de resíduos inertes de areia, brita, cimento, consolidados ou não em diversas granulometrias e; ARM - Agregados de Resíduos Mistos, que são composto de diferentes concentrações de resíduos inertes de cor cinza (concreto); resíduos inertes de cor vermelha (cerâmicos crus ou cozidos, de tamanhos diversos e parte de solos ou argila)

A Proguaru atende à Resolução CONAMA n. 307 de 2002 e opera com licença da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) sob n. 150223/03, processo n. 15/00543/03. Esta encontra-se instalada no bairro Cabuçu, em Guarulhos. Recicla resíduos da construção civil compostos por parcelas de material cinza (argamassas e concretos) e vermelho (cerâmicas, telhas e tijolos), além de materiais de outras naturezas, tais como: ferro, madeira e plásticos, o quais são enviados à cooperativas de reciclagem. Os RCC são coletados de caçambas espalhadas na região de Guarulhos SP, provenientes dos 19 Pontos de Entrega Voluntário (PEV). A Figura seguinte apresenta um *lay out* de implantação da Proguaru.

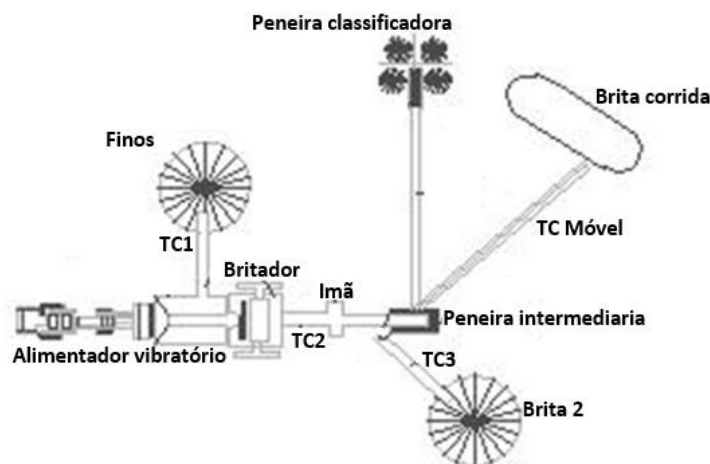


Figura 4. Adaptação Planta Máquina de Reciclagem da Empresa Proguaru.

Fonte: elaborado pelos autores a partir de informações fornecidas pela Proguaru (2018).



A seguir é apresentada a sequência de operação da Proguaru:

a) **1ª etapa:** Os resíduos são depositados na usina. Em seguida são submetidos a triagem a fim de selecionar os materiais que serão reciclados pela URE ou destinados para cooperativas. A Figura 5 demonstra uma das pilhas de armazenagem de resíduos que serão triados.



Figura 5. Armazenamento dos RCC em pilhas

Fonte: Os autores

b) **2ª etapa:** Os resíduos Classe A, após triagem, são colocados levados, por meio de caçambas metálicas ao equipamento de moagem, os quais serão reduzidos de acordo com a granulometria desejada, tal como se observa na Figura 6. Nesta etapa, possíveis resíduos de aço são separados da massa de RCC por meio de eletroímãs.



Figura 6. Máquina de moagem Proguaru

Fonte: Os autores

c) **3ª etapa:** neste processo os materiais são lançados dentro de um britador de mandíbula para que sejam triturados, a máquina possui sistema de peneiramento onde separa agregado miúdo do agregado graúdo, como observado na Figura 7.



Figura 7. Material separado na máquina britador de mandíbula

Fonte: Os autores

d) 4ª etapa: Após os materiais serem separados no britador de mandíbula, os agregados já reciclados são separados por peneiramento e classificados de acordo com sua granulometria tal como demonstrado na Figura 8.



Figura 8. Agregado já reciclado na usina.

Fonte: Os autores

A URE recicla cerca de 45 toneladas por hora de produção. Os resíduos de concreto gerados (ARC) pela Proguaru são utilizados em construção de pré-moldados sem função estrutural, meio fio, blocos de concreto e calçadas (Figura 9). Já os resíduos mistos (ARM) são utilizados na conservação e pavimentação de vias urbanas.



Figura 9. Material de RCC transformado em bloco pré-moldados para pavimentação.

Fonte: Os autores



O volume de RCC produzidos no município de Guarulhos em 2017 apresentou maior concentração nos meses entre maio e agosto, e em 2018 a geração deste resíduo foi maior, porém com pouca variância. Conforme observado nas figuras 10 e 11, onde são apresentados os volumes de produção de RCC na Usina. De acordo com ambas as Figuras também pode-se verificar que os resíduos mais produzidos pela URE são: Britas #1 e #2 e areia reciclada.

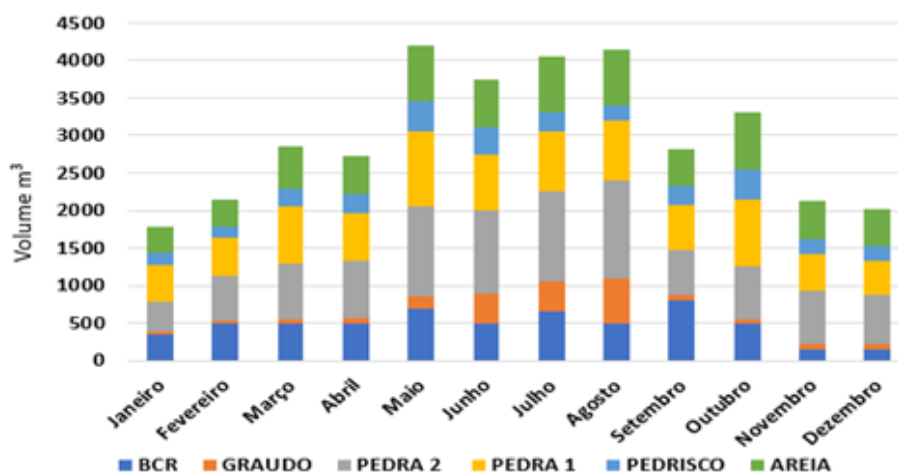


Figura 10. Produção da Usina de Reciclagem RCC para o ano de 2017

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados fornecidos pela Proguaru (2018)

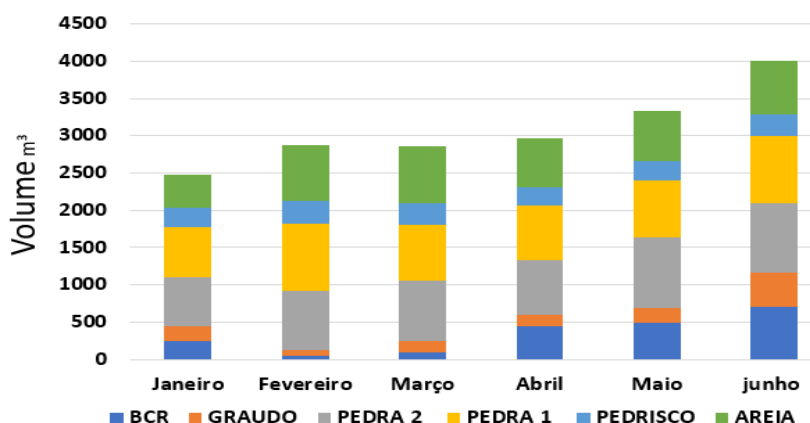


Figura 11. Produção da Usina de Reciclagem de RCC para o ano de 2018

Fonte: Elaborados pelos autores com base em dados fornecidos pela Proguaru (2018).

A Usina Proguaru recebe de dois tipos de descarte, os provenientes de obras públicas e outro descartado por municípios, tornando assim dois ciclos um aberto e outro fechado.

O ciclo aberto, neste caso, começa com o descarte pelos municípios e a destinação final será obras de pavimentação públicas. Os municípios após reformas, construção ou demolição entregam os Resíduos da Construção Civil nos Postos e Entrega Voluntária (PEV), onde o caminhão leva-os para a URE.

No caso do ciclo fechado sua destinação final visa o reaproveitamento máximo dos resíduos de obras públicas, convertendo em matéria-prima novamente, neste caso os resíduos das obras públicas são levados diretamente por caminhões para URE onde os agregados são reciclados e retornam para utilização em novas obras de pavimentação da cidade de Guarulhos. A Usina Proguaru produz reciclados de RCC exclusivamente para utilização da prefeitura de Guarulhos. A Figura 12 demonstra os dois tipos de fluxo da gestão integrada de RCC.

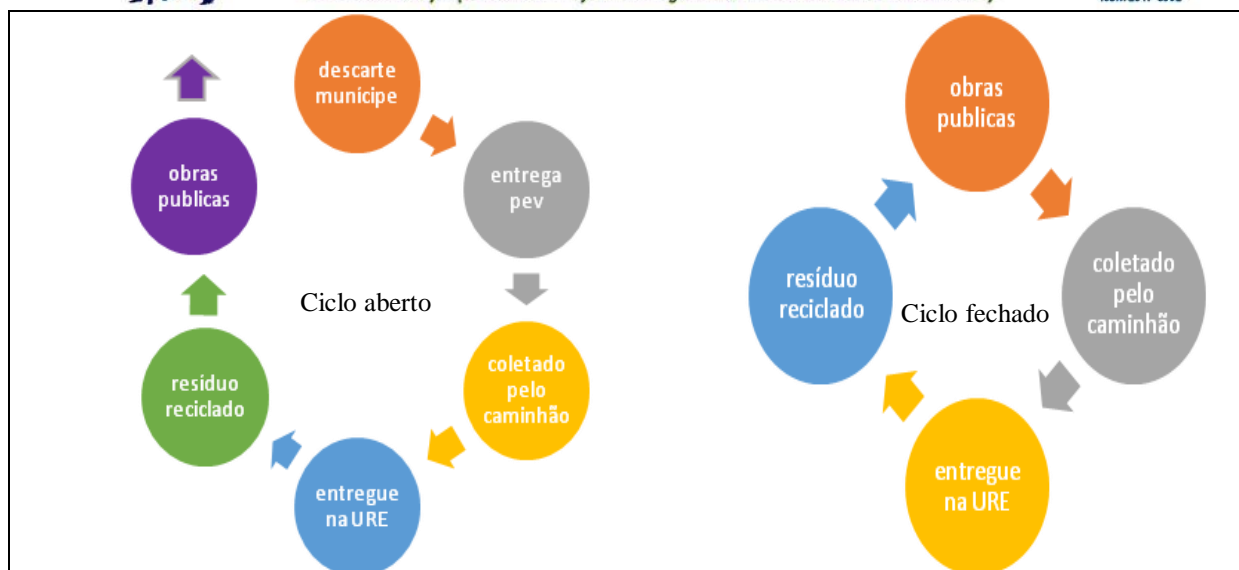


Figura 12. Fluxo da gestão integrada de RCC ciclo aberto e ciclo fechado.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados fornecidos pela Proguaru (2018)

A Tabela 3 demonstra a comparação entre os valores de comercialização obtidos para agregado naturais e reciclados. Deve-se destacar que não consta na tabela valores de comercialização da Proguaru, uma vez que esta não comercializa seus resíduos, apenas utiliza-os em obras públicas.

Tabela 3.

Comparação preços/ton. do agregado natural e reciclado (nas mesmas granulometrias)

Tipo	Nome Comercial da Empresa	Especificação (R\$/m ³).			
		Rachão	Pedra 2	Pedra 1	Areia/ Pedrisco
Pedreira	Pedreiras São Matheus Lageado	57,00	54,48	55,36	68,00
	Pedreira Anhanguera	60,00	54,48	55,36	68,00
	Embu S.A. Engenharia e Comércio	58,50	54,48	55,36	68,00
	<i>Media Materiais</i>	<i>58,50</i>	<i>54,48</i>	<i>55,36</i>	<i>68,00</i>
URE	Eco-x	42,00	38,14	38,75	47,60
	Base Sustentável	37,50	40,86	41,52	34,00
	Renotran	15,00	47,67	48,44	59,50
	<i>Media Materiais</i>	<i>31,50</i>	<i>42,22</i>	<i>42,90</i>	<i>47,03</i>
Diferença em % entre a média dos materiais da pedreira e URE		86%	29%	29%	45%

Fonte: Elaborados pelos autores

Observando-se a Tabela 3 pode-se notar que o preço médio de custo de material reciclado consiste em cerca de 29% do preço do material natural, ou seja, o valor médio do agregado reciclado foi de R\$42,00/m³, enquanto que o preço médio do material natural equivaleu a R\$55,00/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.



5. Considerações Finais

A Proguaru 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 públicas. Ademais a Proguaru 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 Proguaru se encaixa no conceito de solução sustentável proposto por Elkington (1998), ou seja, apresenta vantagens ambientais, econômicas e sociais.

Referências Bibliográficas

Ângulo, S. C. (2002) Desenvolvimento de novos mercados para a reciclagem massiva de Reciclagem de resíduos de construção. *Anais Seminário de desenvolvimento sustentável e a reciclagem na construção civil*. São Paulo, SP. Brasil. pp. 293-307.

ABNT, NBR 9935, de 03 de janeiro de 2011. Agregados - Terminologia. *Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas*.

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*.

Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (2015). *Relatório 2015*. Recuperado em 12 abril, 2018 de: http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/.

Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. (2015) *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil*. São Paulo.

Azevedo, G. O. D., Kiperstok, A., & Moraes, L. R. S. (2006). Resíduos da construção civil em Salvador; os caminhos para uma gestão sustentável Construction waste in Salvador; ways to a sustainable management. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, 11(1), 65-72.

Boscov, M.E. (2008) *Geotecnia Ambiental*. (p. 248). São Paulo, Editora Oficina de Textos.

Budke, R., Cardoso, J. R., & Vale, S. B. (2011) do Resíduos de Construção Civil: Classificação, normas e reciclagem. *Artigo do XXIV Encontro Nacional de Tratamento de Minérios & Metalurgia Extrativa*, Engenharia de Minas e Meio Ambiente. Salvador, BA.

Conselho Nacional de Meio Ambiente de 2002 (2002). Resolução Conama n.307. Recuperado em 09 de maio de 2018 de <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=714>



Conselho Nacional de Meio Ambiente 2015 (2015). Resolução Conama n.467. Recuperado em 12 de maio de 2018 de <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=712>

Cunha, G.N.Q.; Lima, & F.M.R.S. (2011). A formação de mercado de agregados reciclados na indústria da construção civil. *Anais XIX_Jornada de Iniciação Científica*, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

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

John, V. M., & Agopyan, V. (2000). Reciclagem de resíduo da construção, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Manfrinato, J.W.S., Esguícero, F.J., & Martins, B.L. (2008). Implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil como ação para o desenvolvimento sustentável- estudo de caso. *Anais. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Miranda, L.F.R. & Brocardo, L.M (2013) Relatório de pesquisa setorial da reciclagem de resíduos da construção e demolição no Brasil. Recuperado de <https://issuu.com/abrecon/docs/relatorio-pesq2015> em 04 de junho de 2018.

Paschoalin, J. A. Filho., Dias, A. J. G., & Cortes, P. L. (2014). Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, 29.

Paschoalin, J.A. Filho., Romão, A.S., Quaresma, C.C., & Duarte E.B.L., Oliveira R.B. (2014). Usinas de Reciclagem de Entulho como alternativa na redução dos impactos da Construção Civil: um estudo de caso da usina Cabuçu. *Anais. XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente*, São Paulo, SP, Brasil.

Pinto, T. D. P. (1999). Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. *São Paulo*, 189.

Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de Ceara, (2011) Manual sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil recuperado em: 22 abril, 2018 de <http://www.ibere.org.br/anexos/325/2664/manual-de-gestao-de-residuos-solidos---ce-pdf>

Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo, (2005) Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil A experiência do SindusCon-SP, Recuperado em 22 abril, 2018 de http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/Manual_Residuos_Solidos.pdf

Yin, R.K. (2001). Estudo de caso: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman.