

# GESTÃO E REUSO DE RESÍDUO CLASSE A<sup>1</sup>

**Viviane Gomes Rocha**

**Eric Pestana Cancio<sup>2</sup>**

**Rafael Roberto Proença<sup>3</sup>**

## **Resumo**

O artigo foi desenvolvido com o intuito de discutir sobre resíduos recicláveis na construção civil, classificados como resíduo classe “A”, de acordo com resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA de 2002, e também com as normas brasileiras - NBR relacionadas à gestão de resíduos. O artigo discorre sobre temas como a geração, técnicas de reuso, gestão e a correta destinação desta classe de resíduos, seguindo padrões de sustentabilidade com o intuito de acrescentar e viabilizar as técnicas de reaproveitamento desses resíduos classe “A” gerados nos canteiros de obras. As técnicas de reutilização são demonstradas em uma construtora com filial situada na cidade de Salvador - BA, utilizando modelos de gestão e controle simplificados para o melhor andamento da técnica e maior eficiência na execução dos serviços. Por fim, serão feitas as considerações finais onde defende-se o acompanhamento de todas as etapas desde a geração até a destinação final deste tipo de resíduo, de forma a minimizar custos para as empresas e reduzir os impactos causados ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Gestão de resíduos; Resíduo de Construção Civil; Resíduo classe “A”. Reaproveitamento; Processo de gestão.

## **1 INTRODUÇÃO**

No Brasil foram criados desde 2011 até abril de 2013 mais de quatro milhões de postos de trabalho com carteira assinada segundo o Ministério do Trabalho e Emprego. Na construção civil, foram criados mais de 500 mil empregos. O aumento é, em parte, resultado dos investimentos privados e públicos feitos em infraestrutura no país, devido ao aumento de poder de compra das classes menos favorecidas, que influenciaram a explosão imobiliária. Conseqüentemente, houve a necessidade de expansão e evolução das cidades e megalópoles. O impacto ambiental causado pela atividade de construção civil tem sido cada vez maior, uma vez que consome os recursos naturais de forma não reversível. Nesse contexto faz-se necessário a utilização de métodos de gestão e reuso dos resíduos de construção civil - RCC de forma que o seu reaproveitamento seja viável financeiramente para a empresa e que atinjam as metas de sustentabilidade que hoje são necessárias para o bem estar social.

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil da Universidade Salvador – UNIFACS no semestre 2013.2, orientado pela Prof. MSc. Viviane Gomes Rocha, Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Urbano, email: viviane.rocha@pro.unifacs.br

<sup>2</sup> Eric Pestana Cancio – Engenheiro Civil (UNIFACS em 2013.2), email: ericcancio@hotmail.com

<sup>3</sup> Rafael Roberto Proença – Engenheiro Civil (UNIFACS 2013.2), email: rafael.proenca@hotmail.com

As recentes legislações do controle de resíduos, e os órgãos responsáveis pela fiscalização de obras especificaram a destinação de cada resíduo gerado, classificado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Entretanto, existe hoje um número muito pequeno de empresas baianas, no ramo da construção civil, que fazem a gestão correta dos resíduos em seus canteiros, ou ainda aquelas que recebem e dão a destinação final e correta dos RCC. Este fato motiva as empresas a utilizarem uma alternativa de reaproveitamento dos resíduos, no caso os de classe “A”, que podem ser reutilizados como fonte de matéria prima, e inclusive reutilização nos próprios canteiros. Para a realização deste processo, existe a necessidade de uma gestão prática em canteiros como objetivo de reaproveitamento máximo dos materiais e de forma financeiramente viável. A gestão deste tipo de resíduo deve seguir as legislações vigentes, no caso a resolução 307 do CONAMA criada em 2002, na qual especifica o tipo de resíduo e disposição final conforme padrões de sustentabilidade para minimizar os impactos ambientais.

## **2 RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **2.1 DEFINIÇÕES**

De acordo com o CONAMA, órgão deliberativo tendo como principal função a definição e criação de procedimentos para o licenciamento ambiental, onde define resíduo como:

Provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha (CONAMA, 2002, p.1).

### **2.2 CLASSIFICAÇÕES**

A atividade da construção civil utiliza vários materiais, dos quais geram vários tipos de resíduos que necessitam de descarte apropriado conforme legislações. Dentre esses resíduos abrangentes na construção, temos a seguinte classificação de acordo com a resolução 307 do CONAMA criada em 2002:

Resíduo classe “A”: são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

De construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem;

De construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

De processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

Resíduo classe B: são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

Resíduo classe C: são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso.

Resíduo classe D: são os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros (CONAMA 307, p. 95, 2002).

Visto que os resíduos classe “A” são capazes de reaproveitamento, e a exigência do plano de gestão de resíduos em todo tipo de construção, pode-se utilizar métodos de reaproveitamento dos resíduos de forma a viabilizar o seu reuso não apenas no próprio canteiro, mas também como fornecedor de matéria prima para agregados.

Na Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT existem algumas normas relacionadas à gestão de resíduos e reutilização de agregados reciclados:

- NBR 15.112:2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
- NBR 15.113:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
- NBR 15.114:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
- NBR 15.115:2004 - Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos.
- NBR 15.116:2004 - Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos.

A NBR 15.113 define especificadamente o local de destinação dos resíduos de acordo com a classificação de cada resíduo, e ainda especifica como os mesmos devem ser recebidos,

triados e dispostos em aterro sanitário, além disso, especifica as capacidades de reservação dos mesmos. Segundo a própria NBR definidos como: Processos de disposição segregada de resíduos triados para reutilização ou reciclagem futura.

Pode-se classificar a matéria reciclada como material granular oriundo do beneficiamento/trituração de resíduos classe “A” de acordo com as suas características técnicas para aplicação em obras de edificação e infraestrutura, aterros sanitários e outros de acordo a destinação final apropriada conforme resolução 307 do CONAMA de 2002 e normas específicas sobre o tema.

### 2.3 GERAÇÕES DO RESÍDUO CLASSE A

Os resíduos de construção civil representam uma das parcelas do excesso de consumo de materiais nos canteiros de obras. Ao comparar-se a quantidade de material teoricamente necessária com a quantidade realmente utilizada, determinam-se as perdas dos materiais. Um dos principais fatores desse desperdício está relacionado à incompatibilização de projetos, projetos desatualizados em campo, alteração de projeto após serviço executado e a falta de padronização. Estes fatores geram muito reserção e a necessidade de quebrar paredes e “rasgar” o concreto nas lajes para passagem de tubulações elétricas e hidráulicas, gerando resíduos de bloco e concreto em sua maioria, classificados como resíduos classe “A”.

O excesso da incorporação de materiais nas edificações ocorre, principalmente, pelos serviços que exigem moldagem *in loco*, ou seja, peça ou serviço realizado somente naquele local de aplicação, como exemplo as estruturas de concreto armado, alvenaria estrutural, revestimentos cerâmicos e em argamassa.

O quadro 1 abaixo representa as perdas dos blocos na construção civil, demonstrando todos os processos desde o recebimento até sua utilização do serviço *in loco*, mostrando os vários tipos de perdas e desperdício o que no fim representa prejuízo financeiro e atraso na execução do serviço.

Quadro 1 - Resíduos de blocos para alvenaria: exemplos de forma de manifestação, momento de incidência, possíveis causas e origens.

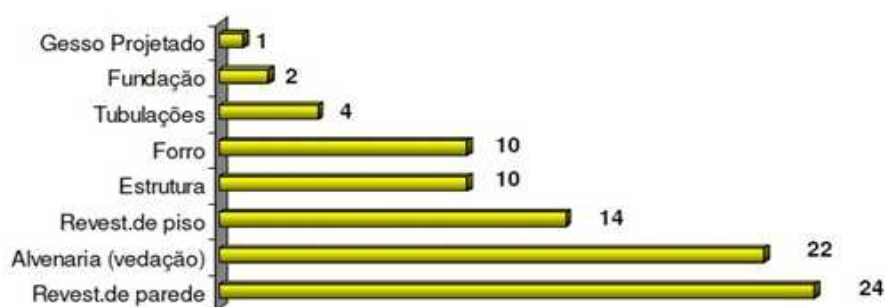
<b>Forma de manifestação</b>	<b>Momento de incidência</b>	<b>Causas</b>	<b>Origem</b>
Blocos quebrados durante o recebimento	Recebimento	Utilização de procedimentos inadequados	Falta de procedimentos (Planejamento ou Produção)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados na estocagem	Estocagem	Falta de local adequado para a sua estocagem ou estocagem em local sujeito a choques com equipamentos	Não-definição de projeto de canteiros (Planejamento)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados no trajeto estoque-aplicação	Transporte	Equipamento inadequado de transporte	Falta de projeto do processo ou não-aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
Blocos quebrados na central de produção de blocos para colocação de caixas de eletricidade	Processamento intermediário	Equipamento inadequado de corte	Falta de projeto do processo ou não-aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)
Blocos quebrados no pavimento	Processamento final	Equipamento inadequado de corte	Falta de projeto do processo ou não-aquisição dos equipamentos previstos nos procedimentos de produção (Planejamento ou Aquisição)
		Necessidade de corte excessivo de blocos para adequá-los às dimensões entre pilares ou entre laje e viga	Falta de especificação dos componentes de alvenaria a serem adotados ou projeto arquitetônico precário (Projeto)
		Choques e descuido com os blocos remanescentes nos andares executados	Falta de procedimentos para quantificar e enviar apenas a quantidade necessária por andar (Planejamento)
		Blocos de má qualidade	Aquisição pelo menor preço (Aquisição)

Fonte: (SOUZA et al., 2004).

Além das perdas com blocos, temos um número bastante representativo nas perdas de revestimento cerâmico de paredes, de acordo com LIMA et al. (2007), que após pesquisa em várias obras em Salvador, constatou que o principal gerador de resíduos foi o serviço de revestimento cerâmico de paredes, mostrado na figura 1.

Figura 1- Principais serviços geradores de resíduos segundo opiniões de engenheiros nas obras em Salvador.

### Serviços que mais geram resíduos (em volume)



Fonte: (LIMA et al., 2007).

Como é possível perceber, o serviço de revestimento cerâmico em paredes se destaca no gráfico como o maior gerador de resíduos, devido à quantidade de arremates e a necessidade de manter o esquadro correto no assentamento das pedras. O que no fim, acarreta perda de material e desperdício.

A tabela 1 apresenta dados de coleta de resíduo sólido urbano - RSU no município de Salvador nos anos de 2004, 2005 e 2006, por tipo de resíduo. Pode-se perceber que ao longo dos referidos anos, o percentual de RCC na composição do RSU do município representou, em média, 43% em média da totalidade dos resíduos que foram coletados.

Tabela 1 – Coleta de resíduos Sólidos em Salvador – BA.

COLETA DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM SALVADOR							
Tipo	2004		2005		2006		Variação 2005-2006 % +-
	(t)	%	(t)	%	(t)	%	
1. Urbano	701.480	56,03	703.066	51,20	727.984	53,01	3,54
2. RCCs	495.747	39,59	618.230	45,03	604.845	44,04	-2,17
3. Vegetal	47.046	3,75	44.201	3,22	34.480	2,51	-21,99
4. RSSs	7.989	0,63	7.601	0,55	6.013	0,44	-20,9
<b>Total</b>	<b>1.252.262</b>	<b>100</b>	<b>1.373.098</b>	<b>100</b>	<b>1.373.322</b>	<b>100</b>	<b>0,016</b>

Fonte: DIROP/LIMPURB (2006)

**Nota:** Resíduos Sólidos Urbanos (RSUs): Domiciliar, Público e Comercial.

Resíduos da Construção Civil (RCCs): Parcela da Classe A - Entulho.

Resíduos de Serviços de Saúde (RSSs): Parcela do Grupo A - Infectante.

Vegetal: Resíduos provenientes das podas das árvores e das feiras livres

(LIMPURB, 2006)

Fonte: LIMPURB 2006.

Os dados apresentados da Empresa de Limpeza Urbana de Salvador - LIMPURB estão considerando apenas RCC oriundos pelo Poder Público, podendo ser muito maiores as quantidades de resíduos gerados se considerarmos os resíduos transportados e destinados de forma irregular por iniciativa privada. Logo percebemos a extrema necessidade da redução e

controle na geração dos resíduos na construção, desde uma nova análise no projeto executivo até a utilização de técnicas modernas que oferecem melhor desempenho e funcionamento da estrutura e das instalações em geral, com o objetivo na redução do RCC.

## 2.4 DESTINIÇÃO FINAL

A destinação dos RCC é de responsabilidade de seu gerador, incluindo ações voltadas ao seu reuso, reciclagem ou destinação responsável. Neste último aspecto o gerador deverá estar atento para promover o transporte adequado e o encaminhamento dos resíduos para locais autorizados (CONAMA, p.96, 2002).

Para BLUMENSCHHEIN (2007), são gastos em torno de R\$ 2 milhões por mês com o recolhimento de resíduo disposto clandestinamente em centros urbanos acima de dois milhões de habitantes. Pode-se dizer que mais da metade do resíduo é disposto irregularmente na maioria dos centros urbanos brasileiros de médio e grande porte. Neste contexto, é importante salientar que, ações de gestão e planejamento de uso dos resíduos em canteiros são fundamentais para mantermos uma sociedade mais sustentável. Este controle pode garantir economias de grande porte para a empresa, utilizando uma reciclagem de materiais que podem ser reutilizados no próprio canteiro. Desta forma, podem-se destacar algumas medidas que podem ser tomadas para dar a correta destinação final dos resíduos que foram gerados nos canteiros de obras.

De acordo com (PINTO, 1999, et al.):

- Postos de entrega: área pública destinada ao recebimento de pequenos volumes de resíduos da construção civil.
- Área de Transbordo e Triagem (ATT): área pública ou privada que se destina a receber RCC em maiores volumes, coletados por agentes privados, com o objetivo da triagem dos resíduos recebidos, eventual transformação e posterior remoção para adequada área de disposição final.
- Área de Reciclagem: área pública ou privada destinada à transformação dos resíduos classe "A" em agregados.
- Aterros de Resíduos da Construção Civil: área pública ou privada onde são empregadas técnicas de disposição de resíduos classe "A", visando à preservação de materiais segregados, possibilitando seu uso futuro e/ou futura utilização da

área, utilizando princípios de engenharia para confiná-los ao menor volume, sem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente.

- Aterros para resíduos industriais: área licenciada para o recebimento de resíduos industriais classe I e II, conforme definição da NBR 10.004 (2004).
- Outros agentes: sucateiros, cooperativas, cerâmicas, grupos de coleta seletiva e outros agentes que comercializam resíduos recicláveis.

### **3 GESTÃO DE RESÍDUO**

#### **3.1. GESTÃO DE RESÍDUO CLASSE “A”**

Resíduos classe “A” compõe mais da metade dos resíduos da construção civil segundo (LIMA et al., 2007). Segregar concretos e alvenarias são uma boa alternativa para facilitar o uso e a reciclagem dos mesmos. A reutilização destes componentes serve como complementos de bases para pisos, revestimentos primários de vias automotivas ou até mesmo para reciclagem, podendo ser triturados e utilizados como agregado graúdo no próprio canteiro. Desta forma- faz-se necessária uma correta gestão destes resíduos no canteiro de obras, evitando assim, desperdícios, que geram prejuízos para a empresa, uma vez que este material poderia estar sendo reutilizado.

A palavra gestão pode ser definida como, a ciência humana onde reúne técnicas de administração e gerenciamento de pessoas com o objetivo de melhorar os processos dentro de uma empresa.

Logo a correta gestão do resíduo classe “A” no canteiro de obras pode ser implementada de acordo com as diretrizes traçadas em um plano de gestão dos resíduos de construção civil - PGRCC do empreendimento. Nele consta todo o processo desde a geração, acondicionamento, transporte, tratamento e destinação final, onde o resíduo poderá ser reutilizado ou descartado em local devidamente apropriado.

Para que o processo funcione de maneira eficiente é preciso que um profissional capacitado e instruído sobre modelos de gestão e administração de processos esteja disposto a aplicar o PGRCC em seu empreendimento, e como auxílio utiliza-se algumas ferramentas no controle da gestão, como planilhas e manuais de procedimentos para que o entendimento do



assunto fique de maneira simples e eficaz para os colaboradores envolvidos. O primeiro passo portanto, é a identificação dos resíduos.

No Brasil, ainda são raras as iniciativas empreendedoras que visam à correta gestão de materiais em canteiros de obras. Entretanto, algumas construtoras já perceberam que iniciativas como o reaproveitamento de materiais que geram resíduo classe “A” nas obras podem ser lucrativas e benéficas para a empresa, uma vez que contribui para os ecossistemas em seu entorno minimizando os resíduos gerados.

### 3.2 APLICAÇÕES DO AGREGADO RECICLADO

A viabilidade econômica e a necessidade de obtenção de concretos mais duráveis e resistentes conduziram estudos mais aprofundados nas propriedades dos agregados reciclados, possibilitando várias aplicações do mesmo no ramo da construção civil. Além da questão econômica os agregados influenciam na trabalhabilidade, propriedades físicas e na durabilidade do produto final. Dentre as características mais importantes podemos destacar a granulometria, absorção de água, a forma e a resistência à compressão.

O emprego de agregados na produção de componentes como blocos de pavimentação, blocos de alvenaria, concretos, entre outros, vem sendo intensificado no Brasil somente nos últimos cinco ou seis anos. Embora as pesquisas realizadas até agora indiquem um bom potencial para utilizar agregados reciclados em concretos das mais variadas classes de resistências, o emprego de agregados reciclados ainda é relativamente pequeno.

Uma das maiores dificuldades para a aplicação de agregados reciclados é a sua grande variabilidade. A tecnologia de controle de qualidade sistemática ainda é pouco conhecida no Brasil, logo ocorrendo o emprego de agregados reciclados principalmente em pavimentação.

#### 3.2.1 Aplicação em blocos de concreto

A utilização do agregado reciclado na fabricação de blocos de concreto está sendo uma técnica cada vez mais utilizada. Para SOUSA, BAUER e SPOSTO, (2002) na produção dos blocos foram percebidas algumas características físicas de comportamento como maior grau de adensamento das partículas e dificuldades do adensamento do traço das misturas com agregado reciclado. Estas diferenças foram justificadas pela presença de materiais argilosos, alto índice de materiais pulverulentos e alta porosidade e índice de absorção. Os blocos

produzidos com composição de agregados reciclados entre as faixas de 30 e 50% obtiveram resultados de resistências compatíveis aos valores obtidos com a série de referência.

De acordo com os resultados gerais desta pesquisa, podemos apontar para as potencialidades de utilização do resíduo na produção de blocos de concreto e de outros elementos pré-moldados com processo de produção semelhante.

As características físicas e mecânicas de blocos para alvenaria sem função estrutural foram estudadas de acordo com Sales e Santos (2009), o qual produziu blocos com agregado reciclado. O resíduo em questão foi britado no próprio canteiro da obra na cidade de Aracaju, reduzindo custo de transporte e os blocos foram produzidos na própria fábrica de pré-moldados da mesma empresa. Os blocos foram produzidos com dois traços em massa (1:12 e 1:13) e com consumo de cimento próximo ao aplicado na fabricação dos blocos convencionais. O agregado reciclado foi utilizado nos dois traços, e os resultados obtidos quanto à resistência à compressão foram superiores, em quase 50%, se comparados aos resultados dos blocos produzidos com agregado natural, o que podemos perceber o alto poder de viabilidade da utilização de agregados reciclados como matéria prima na fabricação dos blocos.

### **3.2.2 Aplicação em pavimentação**

Outra forma na utilização do agregado reciclado está na sua aplicação em pavimentação em placas de concreto, na qual foram destacados e estudados os ensaios de teor de materiais pulverulentos, massa específica aparente, absorção de água, massa unitária, composição granulométrica e impurezas orgânicas por BARBOSA JÚNIOR E FORTES (2008).

Para a realização dos ensaios do concreto no estado fresco e endurecido foram realizadas algumas dosagens, uma de referência e outras três utilizando agregados reciclados. Com o objetivo de avaliar a influência da idade nos resultados de resistência à compressão e à tração na flexão, foram realizados ensaios com corpos de prova após dois anos de idade. Os resultados encontrados apresentaram uma melhoria expressiva da resistência à compressão e à tração na flexão, principalmente nos corpos de prova utilizados agregados de material cerâmico, concluindo que este material também tem espaço para utilização desde que dosado adequadamente.

A utilização dos agregados reciclados é feita de forma racional e segregada, evitando-se as misturas de materiais de comportamento físico muito diferente, procurando selecionar

materiais de comportamento similar como é o caso na fabricação de blocos de concreto, argamassas e concretos com o uso de agregados reciclados.

Após a realização de ensaios em laboratório, MOTTA (2005), avaliou aspectos físicos e os comportamentos físicos de agregados reciclados com o foco na sua utilização em camadas de base, sub-base e subleito para vias com baixo volume de tráfego. Foi concluído que o agregado reciclado em geral absorve mais água (8%) em relação aos materiais convencionais (2%), devido a sua maior porosidade, conseqüentemente gera uma necessidade de água na compactação do agregado reciclado.

Inicialmente foram obtidos resultados aceitáveis de resistência, entretanto outros precisam ser mais estudados a fundo. Conclui-se que a utilização do agregado reciclado em vias de baixo volume de tráfego é aceitável, pois o tráfego elevado poderia tornar o processo de quebra de grãos mais agressivo, além disso, o agregado reciclado oriundo de RCC tem uso promissor como matéria prima na construção de bases, sub-bases e reforços do subleito em vias de baixo volume de tráfego, em substituição e opção viável e sustentável comparado aos materiais convencionais.

### **3.2.3 Outras Aplicações**

Pesquisas realizadas por Aragão et al. (2008) sobre a aplicação de agregado reciclado na produção de lajes pré-moldadas de concreto utilizando 50% e 100% de substituição dos agregados naturais por agregados reciclados em lajes de 3m x 1m x 12 cm foram avaliadas por ensaios de flexão em quatro pontos com controle de deslocamento.

Os resultados obtidos atingiram resistências similares aos das lajes fabricadas com concreto de referência, utilizando agregado convencional, validando e viabilizando a utilização do concreto reciclado para este tipo de elemento pré-moldado, atingindo a sustentabilidade em canteiros utilizando um britador de resíduos classe A, transformando-os em agregado graúdo e/ou miúdo para utilização em canteiro.

Pesquisadores acreditam que o futuro dos agregados reciclados será alavancado pela escassez de aterros. Goonan (2000) afirma que um dos motivos para aumentar a utilização dos agregados está relacionado à maior aceitação do produto e pelas políticas de incentivo do seu uso, e principalmente pelas exigências ambientais e de uma economia que se obtém lucro de forma sustentável.

- **Bases para docas em galpões**

Figura 1 – Aplicação agregado em base de pavimentação.



Fonte: Urbem tecnologia Ambiental

Figura 2 – Agregado moído para utilização em base para pavimentação.



Fonte: Urbem tecnologia Ambiental

- **Envelopamento de tubos**

Figura 3 – Envelopamento de tubos



Fonte: Urbem tecnologia Ambiental

Figura 4 - - Utilização em calçadas..



Fonte: Urbem tecnologia Ambiental

## **4 SITUAÇÃO NA CIDADE DE SALVADOR**

Na cidade de Salvador existem várias cooperativas que recebem alguns tipos de resíduos facilmente recicláveis, como papelão, plástico e metal. Para a reciclagem e destinação final dos resíduos da construção, a REVITA é umas das principais empresas que recebem e promovem a correta destinação final dos resíduos de construção e seguem normas brasileiras e a resolução 307 do CONAMA – Brasil 2002.

Dados da LIMPURB em 2002 constam que cerca de 55,80% de RCC foi transportado pela empresa do estado por meio de empresas terceirizadas. O gerador do resíduo viabilizou o transporte do restante, sendo que 5,30% foram coletados e transportados por empresas licenciadas para a destinação destes resíduos.

A REVITA, única empresa que atualmente que recebe e destina os resíduos de maneira correta e de forma a evitar a degradação de áreas comuns na cidade, também precisa de uma melhor gestão no processo de reciclagem e britagem dos resíduos, visto que a empresa possui destas máquinas, entretanto não estão sendo eficientes causando gargalos no processo, e este volume que está sendo enviado diariamente está cada vez maior. Abaixo segue tabela com os dados de coletas catalogados pela LIMPURB em 2002.

Tabela 2 - Execução da coleta de RCC em Salvador (2002)

Executor	2002	
	%	t/ano
Empresas privadas	5,30	34.770
Gerador	38,89	254.983
LIMPURB	55,80	365.816
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>655.569</b>

(LIMPURB, 2002)

## 5 APLICAÇÃO PRÁTICA DA GESTÃO DE RESÍDUOS

Devido à carência de aterros regularizados e a necessidade de tornarmos nossos canteiros mais sustentáveis, uma filial de uma das maiores construtoras no ramo Minha Casa Minha Vida (MCMV) do Brasil, implantou em suas obras localizadas em Salvador e Lauro de Freitas o sistema de gestão de RCC nos canteiros. Inicialmente a empresa desenvolveu um plano de ação com relação aos resíduos, um PGRCC, no qual especifica o método de segregação, acondicionamento, transporte e descarte final, além de procedimentos de controle e monitoramento dos resíduos e quais as ações a serem tomadas nos canteiros de acordo com a característica específica de cada obra. De acordo com o planejamento realizado, cada obra implanta a metodologia de gestão adequada, com foco nos resíduos classe “A”, os quais são coletados e transportados para uma central de blocos terceirizada para a empresa onde é realizada a reciclagem e reuso do material.

### 5.1 ANÁLISE E ESTUDO DE CONSTRUTORA NA CIDADE DE SALVADOR

### 5.1.1 Segregação e acondicionamento

Os resíduos são gerados por demolições, restos de blocos ou reserção devido má execução ou modificação de projeto após etapa cumprida do cronograma. Em seguida estes resíduos são transportados pelos colaboradores até as baias previamente construídas no canteiro para armazenamento temporário. Para cada tipo de resíduo de acordo com suas classes, existe uma baia específica, desta forma, realiza-se uma segregação inicial deste material.

Figura 7 – Exemplo baias de separação dos resíduos de acordo com sua classe.



Fonte: Construtora em estudo, 2013.

### 5.1.2 Transporte

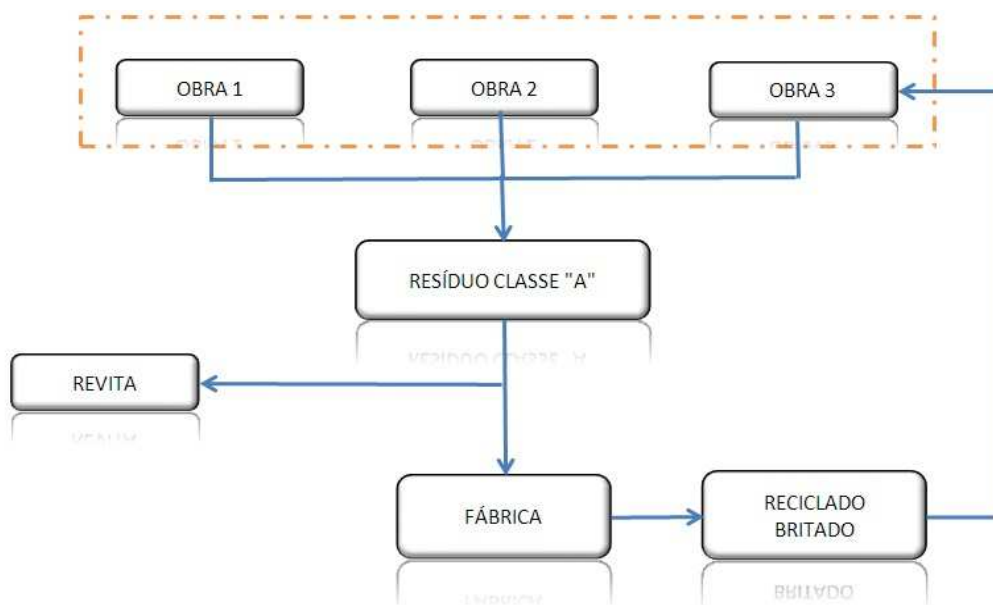
Conforme as baias vão chegando a sua capacidade de armazenamento máxima, é contratado o serviço de transporte deste material até o seu destino final. Esse processo também ocorre nas outras obras da construtora, dessa forma os resíduos segregados e classificados como classe “A” são direcionados para dois moinhos recicladores, onde um deles gera pó de pedra e o outro gera gravilhão. Essas matérias primas recicladas, são estocadas e identificadas em baias específicas, e posteriormente irão alimentar a fábrica de blocos responsável por alimentar as obras da construtora.

### 5.1.3 Processo e monitoramento do resíduo

Como demonstra o Organograma 1 abaixo, o resíduo classe "A" que por ventura esteja contaminado ou impróprio para uso é encaminhado à REVITA, que dará a disposição final correta para o mesmo. Caso contrario, este resíduo é aproveitado pela construtora, que o envia

a moínhos, aonde este é triturado e é encaminhado à uma fábrica de blocos terceirizada contratada pela construtora em estudo. Portanto, este resíduo volta para as obras reciclado, desta vez como blocos.

Organograma 1 - Gestão de resíduos classe “A”



Fonte: Autoria própria

Em todo este processo, é realizado o monitoramento com o uso de planilhas eletrônicas nas obras para a realização do inventário com a quantificação dos resíduos gerados no canteiro e as formas de descarte ou reaproveitamento do resíduo reciclado.

No anexo 1 é apresentada a planilha do acompanhamento de saída dos resíduos onde percebe-se as especificações quanto ao tipo de resíduo, sua classificação segundo resolução 307 do CONAMA criada em 2002, e o local onde são armazenados nos canteiros. Após a definição do resíduo, é identificado o tipo de veículo que realizará o transporte, sendo de extrema importância esta informação, pois registra e comprova que a obra está utilizando transporte licenciado e regularizado para este fim.

Os resíduos que não são classe “A” são enviados diretamente para a REVITA, a qual é uma empresa responsável legalmente, onde realiza a destinação final correta, de acordo com as especificações da resolução 307 do CONAMA criada em 2002 e NBRs especializadas. Os resíduos classe “A” que são destinados para os moínhos antes de seu descarregamento, passa por uma inspeção visual da carga, de modo a evitar entrada de cargas contaminadas com resíduos de outras classes a fim de evitar a diminuição da qualidade da matéria prima reciclada. Caso a carga seja recusada após a inspeção visual, a mesma retorna para a obra para



que seu descarte seja realizado. Caso a carga seja aceita, ela é encaminhada para o moinho, onde colaboradores treinados procedem com o processo de britagem dos resíduos.

Figura 8 - Resíduos sendo encaminhados ao moinho



Fonte: Arquivo particular Construtora em estudo, 2013

O material gerado após a britagem é utilizado como matéria prima para a confecção dos blocos por uma empresa terceirizada que presta serviços para a construtora. Esta terceirizada possui uma fábrica de blocos, que recebe resíduos classe “A” de várias obras e os tritura, para posteriormente, transforma-los em blocos de concreto.

A fábrica blocos abastece as diversas obras da construtora localizadas em Salvador, Lauro de Freitas e Camaçari, fornecendo blocos de concreto com função estrutural e de vedação produzidos com os agregados reciclados. Estes blocos são produzidos, analisados e testados quanto a sua resistência a tração, compressão e além do teor de umidade conferido em laboratório por empresa específica para tal análise no controle tecnológico do concreto.

A fábrica de blocos atua como fornecedora de blocos para as obras da construtora em estudos, sendo assim, toda a produção do moinho é anotada, controlada e medida quinzenalmente através da quantidade e do tipo de bloco produzido. Como a construtora fornece a matéria prima para produção dos blocos, esse volume de material quantificado é debitado na medição, somado também ao custo do aluguel do moinho para a fábrica. Os custos com a empresa laboratorista é rateado em 50% entre a construtora e a prestadora de serviços que gerencia a mesma.

O pagamento da fatura segue com base no sistema de protocolos de notas fiscais da construtora, até o depósito na conta da empresa prestadora de serviços da fábrica de blocos.



Figura 9 - Fábrica de blocos



Fonte: Arquivo particular Construtora em estudo, 2013.

Figura 10 – Fábrica de blocos.



Fonte: Arquivo particular Construtora em estudo, 2013.

Os blocos somente são liberados após cura e análise. Esta liberação dos blocos é realizada através de lotes identificados e paletizados. Caso o lote seja aprovado, o mesmo é indicado para ser utilizado em funções estruturais. Quando este lote não atinge a resistência mínima requerida, verifica-se com gestor de operações das obras e juntamente com laboratoristas, a possibilidade da utilização do bloco em paredes de vedação, caso essa decisão não seja aprovada, o lote volta para os moinhos onde serão transformados e utilizados como pó de pedra e gravilhão. O Organograma 2 abaixo demonstra esta análise.

Organograma 2 - Análise qualidade do bloco



Fonte: Construtora em estudo, 2013.

Esse acompanhamento realizado nos canteiros da construtora geram dados nos quais são consolidados em uma planilha macro, onde contém os valores resumidos do quantitativo e tipo de resíduo que cada obra gerou, proporcionando maior controle dos resíduos, eficiência na realização dos serviços, conclusões quanto à grandeza e volume de serviço e do retrabalho que foi necessário para que estes resíduos tenham sido gerados. Este controle proporciona uma visão geral em que fase encontra-se o andamento das obras da construtora.

Após a análise da planilha macro, o gestor de operações se informa sobre quais obras estão gerando uma quantidade excessiva de resíduos. Este fator é importante, pois demonstra que a obra está tendo retrabalho, ou inversão da ordem de serviços, gerando gastos excessivos de materiais para as corretas execuções dos serviços previstos no cronograma.

A planilha 2 em anexo, consta o resumo da geração e eficiência da segregação dos resíduos transportados para reciclagem proporcionando saldo negativo, ou positivo quanto à gestão de resíduos de cada obra de acordo com padrões pré-estabelecidos da empresa. Os dados nos fornecem o período de acompanhamento, status do empreendimento, o volume total gerado, média mensal e a eficiência quanto à segregação e qualidade dos resíduos para reciclagem, onde analisamos o volume excessivo de resíduos por obra, dessa forma informando o gestor de operações para ser definido um plano de ação eficiente.

Com estas informações é possível analisar se a obra “B” esta gerando muito resíduo classe “A”, o que pode-se concluir que supostamente existe desperdício ou excesso de retrabalho na realização das atividades na obra. Esta análise é repassada para o gestor de

operações no qual juntamente com o engenheiro da obra tomam as medidas cabíveis para a boa execução dos serviços e uma fiscalização de qualidade.

#### 5.1.4 DESTINAÇÃO FINAL – CONSTRUTORA

Em relação à destinação final, os resíduos que não são reaproveitados em canteiros da construtora são encaminhados para a REVITA, onde a empresa cadastrada realiza os procedimentos de descarte final de acordo com a resolução 307 do CONAMA criada em 2002 e as NBRs aplicadas à gestão de resíduos mencionadas anteriormente, evitando assim multas e principalmente danos irreversíveis ao meio ambiente, utilizando uma gestão de qualidade, eficiente e eficaz.

### 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O RCC, constituído em sua maioria de resíduos classe "A", com alto potencial de reciclagem, pode e deve ser reaproveitado ou reciclado como forma de minimizar os nocivos impactos ao meio ambiente, além da possível rentabilidade para a empresa. Com a utilização de uma gestão apropriada, obtém-se lucro devido à redução na compra de agregado natural para a realização dos serviços no canteiro.

A probabilidade da reciclagem em canteiros de obras ser viável é muito alta. No entanto, é importante ressaltar que diversos aspectos devem ser considerados para o sucesso desta prática, a exemplo da correta segregação dos resíduos classe "A", da avaliação técnica dos agregados reciclados, da análise de desempenho dos materiais gerados com estes agregados e do controle do processo. Todos estes processos são direcionados de acordo com o método de gestão utilizado pela obra.

Mesmo com os inúmeros métodos de reaproveitamento, e a utilização de materiais modernos, as perdas e desperdícios ainda existem. Entretanto, pode-se reduzi-las com a utilização de um bom plano de ação bem embasado, de forma a montar processos simples na sua execução e instruir os colaboradores para facilitar o entendimento dos serviços e que todo o processo funcione da maneira correta, evitando gargalos de produção, viabilizando a sustentabilidade no canteiro e reduzindo o custo final do material para a obra.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, H. G. et al. Produção e avaliação de lajes pré-moldadas de concreto contendo resíduo de construção e demolição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - classificação. Rio de Janeiro, 2004. 72 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10006**: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2003. 5 p.

BARBOSA JÚNIOR, A. S.; FORTES, R. M. Estudo da utilização de agregado reciclado em misturas de concreto de cimento Portland para pavimentação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

BRASIL. Lei nº12. 305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; **altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Brasília, DF, 03 de agosto de 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 08 de Junho de 2013.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Planos de gestão de resíduos sólidos**: manual de orientação apoiando a implementação da política nacional de resíduos sólidos: do nacional ao local. Brasília, DF, 2012. p. 001 – 131.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2002. **Resolução Conama nº 307**. Disponível em:< [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em 30/04/2013.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2005. **Resolução Conama nº 357**. Disponível em:< [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em 30/04/2013.

BRITO FILHO, Jerson A. Cidade versus entulho. In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E A RECICLAGEM NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2. São Paulo, 1999. **Anais**. São Paulo, Comitê Técnico CT206 Meio Ambiente (IBRACON), 1999. p.56-67.

EVANGELISTA, Patrícia Pereira de Abreu. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe a**: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras. 2009. 152 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Ambiental Urbana. Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador, 2009.

FONSECA, Jealva **Sustentabilidade na construção civil**. Disponível em: <<http://www.syene.com.br/blog/index.php/2011/05/23/sustentabilidade-na-construcao-civil>> Acesso em: 26 Mar. 2013.

GOONAN, T.G. Recycled Aggregates – profitable resource conservation. **U. S. Geological Survey**. FS-181-99, 2p. 2000. Disponível em: <<http://pubs.usgs.gov/fs/fs-0181-99/fs-0181-99so.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2009.

LIMA, José Antonio Ribeiro. et al. **Manual Resíduos de Construção** : da geração à destinação responsável. Salvador: SENAI-BA, 2007. 20 p.

**NBR 15.112**: Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

**NBR 15.113**: Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

**NBR 15.114**: Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação. Rio de Janeiro, 2004.

**NBR 15.115**: Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Execução de Camadas de Pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2004.

**NBR 15.116**: Agregados Reciclados de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Utilização em Pavimentação e Preparo de Concreto sem Função Estrutural – Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.

MARQUES NETO, José da Costa; SCHALCH, Valdir. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição**: Estudo da Situação no Município de São Carlos-SP, Brasil. 10 f. Artigo (Graduação) - Engenharia Civil. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2010.

MOTTA, R. S. **Estudo laboratorial de agregado reciclado de resíduo sólido da construção civil para aplicação em pavimentação de baixo volume de tráfego**. São Paulo, 2005. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da construção urbana**. 1999. 218 f. Tese (Doutorado) - Engenharia Civil. Escola Politécnica de São Paulo, São Paulo, 1999.

STOCK, James R. Reverse Logistics Programs. Illinois: Council of Logistics Management, 1998. Disponível em: < [http://meusite.mackenzie.com.br/leitepr/Microsoft%20Word%20-%20SIMPOI%202003%20paper\\_370.pdf](http://meusite.mackenzie.com.br/leitepr/Microsoft%20Word%20-%20SIMPOI%202003%20paper_370.pdf) >. Acesso em 07 de junho de 2013.

SOUZA, Ubiraci Espinelli. Lemes de. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

SOUSA, J. G. G.; BAUER, E. ; SPOSTO, R. M. Blocos de concreto produzidos com agregados provenientes da reciclagem de resíduos gerados pela construção civil. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, Foz do Iguaçu, 2002.

# ANEXO 1

Planilha 1 - Modelo de controle de saída de resíduos

MÊS/ANO:		GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS CONTROLE DE SAÍDA					FOR. 36.005.03 Revisão 00			
Obra:		Responsável pelo controle (nome):			Rubrica:					
Data	Resíduo	Classe	Local de armazenamento na obra	Peso (kg)	Volume (m³)	Tipo de veículo	Transportadora	Destinação final	Valor pago	Valor recebido
	Solo									
	Entulho limpo									
	Tijolos									
	Telhais comuns									
	Argamassa	A								
	Resíduos de peças pré-moldadas em concreto									
	Resíduos a base de cimento									
	Plásticos diversos									
	Papel / papelão	B								
	Metais									
	Vidros									
	Madeiras									
	Gesso									
	Outros recicláveis									
	Sacaria									
	Fibra de nylon									
	Isopor	C								
	Outros não recicláveis									
	Tintas									
	Solventes									
	Óleos	D								
	Telhais amianto									
	Outros perigosos									
	Resíduos alimentares									
	Resíduos sanitários									
	EPIs inutilizados									
	Pilhas e baterias	OUTROS RESÍDUOS								
	Toners de impressoras									
	Lâmpadas comuns									
	Lâmpadas fluorescentes									
	Mix de resíduos									

Fonte: Arquivo Construtora em estudo, 2013.

## ANEXO 2

Planilha 2 - Tipo e o volume de resíduo gerado.

RESÍDUOS POR OBRA	TOTAL(m³)	MÉDIA TOTAL(m³)	PJ-0007-10 - Faces Sion	PJ-0010-10 - Village Royale	PJ-0011-10 - Siena
Solo	4.673,00	292,1	106,00	465,00	0,00
"Entulho para agregado"	12.926,00	807,9	1.325,00	4.789,00	0,00
Madeira	11.836,00	739,8	526,00	6.449,00	194,00
Metal	577,00	36,1	39,00	180,00	4,00
Papel	521,50	32,6	110,50	131,00	11,00
Plástico	507,50	31,7	110,50	92,00	11,00
Gesso	395,00	24,7	65,00	0,00	0,00
Rejeito - Sacaria	198,00	12,4	63,00	0,00	0,00
Rejeito - Outros	261,00	16,3	0,00	0,00	0,00
Isopor	97,00	6,1	0,00	0,00	0,00
Resíduos Perigosos	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
EPI	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00
Tipo Domiciliar	10,00	0,6	0,00	0,00	0,00
Mix	12.990,00	811,9	721,00	2.955,00	1.765,00
<b>TOTAL(m³)</b>	<b>40.319,00</b>	<b>2.519,94</b>	<b>2.960,00</b>	<b>14.596,00</b>	<b>1.985,00</b>
<b>EFICIÊNCIA DA SEGREGAÇÃO</b>		67,78%	75,64%	79,75%	11,08%

DESTINO	TOTAL(m³)	MÉDIA(m³)	PJ-0007-10 - Faces Sion	PJ-0010-10 - Village Royale	PJ-0011-10 - Siena
Aterro de Inertes	4.136	258,5	108	845	0
Aterro Industrial	115	7,2	0	0	0
Aterro Sanitário	17.690	1.105,6	1.747	5.851	1.765
Reciclagem	2.661	166,3	583	443	26
Reciclagem Energética	11.630	726,9	439	6.907	194
Doação/Reutilização	716	44,8	77	550	0
Higienização/Recuperação	0	0,0	0	0	0
Área de Triagem e Transbordo	3.366	210,4	0	0	0
Outros	5	0,3	0	0	0
<b>TOTAL(m³)</b>	<b>40.319,00</b>	-	<b>2.960,00</b>	<b>14.596,00</b>	<b>1.985,00</b>

Fonte: Arquivo Construtora em estudo, 2013.