



## Gerenciamento de Resíduos de Concreto na Construção

ANJOS, José Antonio Ventura; ALVES, Laís do Amaral  
Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão, UFRJ

### Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento:

Revisão:

Aprovação:

Palavras-chave:

Gerenciamento

Resíduos de concreto

Obra

### Resumo:

*De todos os resíduos gerados pela construção civil, destacamos o concreto, que possui maior volume em material descartado. Perante essa realidade, gerou-se uma preocupação quanto a destinação final desses resíduos. São diversas as leis que pautam o destarte desse tipo de material, desde a retirada do local, ao seu transporte e a sua destinação final. Contudo, observou-se a possibilidade de transformação desse material que seria descartado, em matéria prima, a ser reutilizado na indústria da construção, através da utilização da logística reversa, método esse que é benéfico tanto do ponto de vista ecológico, pois será reciclado, tanto do ponto de vista financeiro, pois a matéria prima oriunda do concreto reciclado tende a ser mais barata do que a convencional. A partir desse ponto, foi gerado um estudo a respeito do processo, onde concluiu-se que o gerenciamento inteligente de resíduos, aplicado na empresa, como visão estratégica, reduz os impactos ambientais, anula os possíveis custos com multas e sanções de órgãos fiscalizadores, mas também reduz o custo com matéria prima, impactando no custo final do projeto de forma positiva, em forma de lucro.*

### 1. Introdução

O concreto é o material mais utilizado na construção civil. No entanto, o mesmo tende a gerar grande quantidade de resíduos, que conseqüentemente, gera uma preocupação com o meio de descarte dos mesmos. Ele é basicamente o resultado da mistura de cimento, água, pedra e areia, sendo que o cimento, ao ser hidratado pela água, forma uma pasta resistente e aderente aos fragmentos de agregados (pedra e areia), formando um bloco monolítico. A esse aspecto, acrescenta-se a ampla divulgação e necessidade de práticas pautadas na sustentabilidade, também recomendadas pelas exigências da legislação ambiental brasileira,

que protejam e pensem na preservação ambiental, e realizem a apropriada destinação dos resíduos de concreto gerado na construção civil. Portanto, é possível reciclar qualquer concreto, desde que seja escolhido o uso adequado e se respeitem as limitações técnicas. A reciclagem do mesmo é de grandes vantagens econômicas e ambientais e o reaproveitamento garante benefício técnico: pode substituir até 25% dos agregados convencionais por reciclados sem alterar as propriedades mecânicas. [1]

Frente às amplas inovações tecnológicas e busca incessante por otimização e redução dos custos nos processos construtivos, torna-se pertinente um conhecimento melhor do

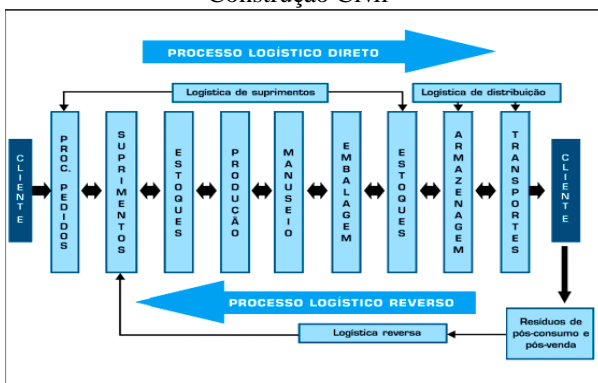
tema proposto, de modo a alcançar um aumento mais eficiente nos trabalhos e processos que envolvam o concreto.

## 2. Desenvolvimento

O crescimento da construção civil foi grande nas últimas décadas e acarretou uma concorrência acirrada entre as empresas. Logo, as mesmas buscam eficiência técnica e econômica, aumentando a importância da logística reversa nesse setor. Devido a isso, uma série de técnicas pôde ser utilizada nas obras, buscando aperfeiçoar os processos de fluxo direto e reverso, bem como a redução de custos e geração de resíduos. Com essa competitividade, as empresas têm a necessidade de adotar técnicas de produção com menor custo, mantendo sua qualidade.

De forma geral, a logística reversa se dá após os resíduos serem gerados, na maioria das vezes, por indústrias e armazéns que se constituem de materiais que podem ser reaproveitados e que voltam ao processo produtivo, portanto, para que isso aconteça, é necessário um processo de gerenciamento desse fluxo reverso, da mesma forma como acontece no fluxo direto, e, em vários momentos, o processo logístico reverso necessita das mesmas atividades do processo logístico direto. Pode-se observar o fluxo logístico direto e reverso na Figura 1.

Figura 1. Fluxo logístico direto e reverso: Procedimento de Logística reversa aplicado na Construção Civil



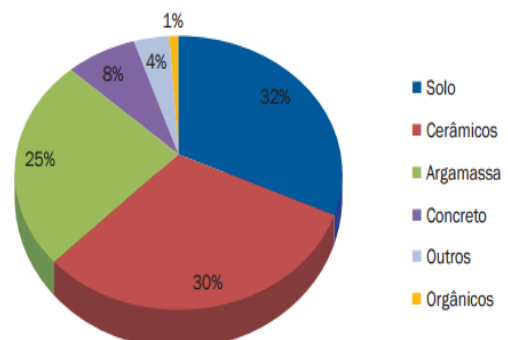
Fonte: [11]

Para resolver o problema do destino dos resíduos de concreto gerados nos canteiros de obras (elemento com 4,3 % na composição

média dos resíduos da construção civil), o ideal é que as empresas realizem a reciclagem desse resíduo e devolvam a maior quantidade possível de matéria prima ao setor da construção.

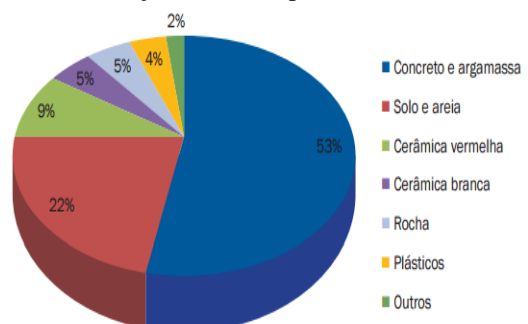
Luchezzi e Terence observaram na sua pesquisa que em São Paulo, no ano de 1999, foram descartados no aterro de Itatinga 63% de resíduos classificados como classe A. Ou seja, estes podem ser reutilizados ou reciclados e faziam parte da composição desse resíduos materiais cerâmicos, concreto e restos de argamassa, dados esses apresentados na figura 2. Também foram obtidos dados do município de Salvador em 2006, o qual mostra que a composição média dos resíduos de construção e demolição gerados são classificados como resíduos classe A, somando 67% do total gerado, dados esses apresentados na figura 3.

Figura 2. Composição média dos resíduos depositados no aterro de Itatinga, São Paulo:



Fonte: [2]

Figura 3. Caracterização dos resíduos de construção e demolição no município de Salvador:



Fonte: [2]

Sendo assim, os dados obtidos pelos autores mostram que, nos dois casos, os resíduos de construção e demolição somam

um total de 60% a 70%, o que significa que é possível reciclar esses resíduos e aproveitá-los como agregados graúdos e miúdos, e aplicá-los na própria na construção civil. Tais ações são justificáveis, tendo em vista que os clientes buscam produtos sustentáveis, pois não querem somente produtos de qualidade, querem produtos que não provoquem danos ao meio ambiente e que atendam às suas necessidades. Para garantir o sucesso na logística reversa em um setor os seguintes métodos citados abaixo devem ser adotados:

- Redução do desperdício dos materiais;
- Armazenamento correto de materiais;
- Reutilização dos materiais, quando possível;
- Reciclagem de resíduos;
- Inclusão do planejamento em todas as etapas da obra, responsabilizando a todos;
- Realização de procedimentos e recursos para desenvolver e programar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas para coleta seletiva;
- Para reduzir os desperdícios dos materiais na obra, o planejamento e etapas devem ser seguidos. Deve-se estudar, previamente, o ciclo de vida dos mesmos ao saírem das indústrias, chegarem à obra, serem armazenados e serem reciclados. A área escolhida para o armazenamento de materiais deve ser um local seco, coberto e seguro de qualquer tipo de umidade [3].

• Também são necessários colaboradores profissionais, qualificados e de boas referências para execução do serviço, sendo também oferecidas pela empresa capacitações voltadas para corresponsabilidade de todos nesse processo de redução de geração de resíduos. A capacitação dos colaboradores é algo fundamental para execução do processo da coleta seletiva. Todos precisam estar treinados e conscientes da importância desse processo [3].

De forma geral, a implantação da logística reversa, além dos benefícios econômicos,

contribui para a redução do uso de recursos naturais e dos demais impactos ambientais. A logística reversa consiste em um processo de planejamento, implantação, operação e controle, de bens e informações relacionadas a um fluxo [4].

- O mesmo autor ainda menciona que a logística reversa é um processo complementar à logística tradicional, pois enquanto a logística tradicional tem o papel de levar produtos de sua origem nos fornecedores até os clientes intermediários ou finais, a logística reversa vem para completar o ciclo trazendo de volta os produtos já utilizados dos diferentes pontos de consumo, até sua origem.

- Ao adotar logística reversa em uma empresa, a mesma passa atender algumas legislações e normas técnicas sobre resíduos da construção civil. Exemplos dessas legislações são a Lei nº 12.305/2010 e o Conama no 307/2002, que proíbem que produtos sejam descartados indiscriminadamente e, ao mesmo tempo, incentivam a reciclagem de recipientes de bebidas e embalagem.

## **2.1 Legislação e normas técnicas sobre resíduos da construção civil**

As legislações e normas técnicas definem métodos de execução, manutenção e qualidade dos serviços na construção civil. As resoluções estabelecem exigências para construir uma melhor gestão do resíduo e as normas garantem aperfeiçoar os serviços com mais eficiência e de forma sustentável

## **2.2 Resolução CONAMA 307 de 2002**

A Resolução [5] CONAMA 307 (2002) estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. A mesma Resolução considera que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reformas, reparos e demolições de estruturas e estradas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

De acordo com Resolução CONAMA 307, os resíduos da construção civil são classificados da seguinte forma:

- Classe A – São resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados;
- Classe B – São resíduos recicláveis para outras destinações;
- Classe C – São resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias, ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação;
- Classe D – São resíduos perigosos oriundos do processo da construção saúde;

Figura 4. Tipos de resíduos da construção civil



Fonte: [6]

É de suma importância que os geradores proporcionem um destino adequado para os resíduos da construção civil, considerando que a Resolução citada anteriormente menciona que “os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei”.

### 2.3 Associação Brasileira de Normas Técnicas

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece todas as diretrizes referentes aos resíduos sólidos. Segundo NBR 10004:2004, os resíduos sólidos são classificados de acordo com os seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, propiciando serem gerenciados adequadamente. A caracterização do resíduo deve ser estabelecida de acordo com as matérias-primas, identificando e avaliando os insumos e o processo que lhe deram origem.

A Norma classifica os resíduos em:

- Resíduos classe I - Perigosos;
- Resíduos classe II – Não perigosos;
- Resíduos classe II A – Não inertes;
- Resíduos classe II B – Inertes;

A norma ainda os classifica como:

- Resíduos Perigosos: tem como características a inflamabilidade, corrosividade, reatividade e patogenicidade.
- Resíduos Não inertes: podem ter propriedades, tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
- Resíduos Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, a temperatura ambiente, não apresente nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Os exemplos de Resíduos Não Perigosos podem ser visualizados na figura 5:

Figura 5. Resíduos classificados como não perigosos

Código de identificação	Descrição do resíduo	Código de identificação	Descrição do resíduo
A001	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	A009	Resíduo de madeira
A004	Sucata de metais ferrosos	A010	Resíduo de materiais têxteis
A005	Sucata de metais não ferrosos (latão etc.)	A011	Resíduos de minerais não-metálicos
A006	Resíduo de papel e papelão	A016	Areia de fundição
A007	Resíduos de plástico polimerizado	A024	Bagaço de cana
A008	Resíduos de borracha	A099	Outros resíduos não perigosos

NOTA Excluídos aqueles contaminados por substâncias constantes nos anexos C, D ou E e que apresentem características de periculosidade.

Fonte: [7]

A NBR 15114:2004 é a norma voltada para resíduos sólidos da construção civil, áreas de reciclagem, diretrizes para projeto, implantação e operação. Esta norma é voltada para “reciclagem de materiais já triados para a



produção de agregados com características para a aplicação em obras de infraestrutura e edificações, de forma segura, sem comprometimento das questões ambientais, das condições de trabalho dos operadores dessas instalações e da qualidade de vida das populações vizinhas”.

A mesma NBR ainda menciona sobre área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil e resíduos volumosos (ATT): para que não haja danos à saúde pública e ao meio ambiente, essa área é destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos, para triagem, armazenamento temporário dos materiais segregados, eventual transformação e posterior remoção para destinação adequada. As empresas precisam atender às exigências das normas, leis e legislações. Porém, para se obter resultados positivos no gerenciamento de resíduos da construção civil, se faz necessária a implantação de políticas sustentáveis, podendo ser citada a política de 3Rs, que traz vários benefícios, como aumento da vida útil de aterros, redução da extração de matéria-prima e aprimoramento ambiental da cidade.

#### 2.4 Política dos 3R's

A adoção da Política de 3R's pelas empresas da construção civil apresenta como alternativa a redução da quantidade de resíduos de concreto, pois reduzindo e reutilizando, se evita que maiores quantidades de materiais se transformem em resíduos e reciclando se tem a redução de resíduos jogados fora.

A política de 3R's é válida para todo o tipo de resíduo ou efluente sólido, líquido e gasoso. Define-se:

- Reduzir: consiste em evitar a produção de resíduos, evitando desperdícios de materiais e gerações de resíduos. Pode ser visualizada na figura 6 a etapa para redução de resíduo.

Figura 6. Reduzir



Fonte: [9]

- Reutilizar: consiste em utilizar um produto mais do que uma vez, tendo como fim o mesmo exercer as mesmas ou outras funções. A figura 7 ilustra o modelo de 3R's (reutilizar).

Figura 7. Reutilizar



Fonte: O autor.

- Reciclar: consiste em recuperar os componentes dos resíduos para produzir novos produtos, garantindo assim, a sustentabilidade do planeta. A figura 8 ilustra modelo de 3R's (reciclar).

Figura 8. Reciclar



Fonte: O autor.

Apesar de todas as vantagens na reciclagem de resíduos, tais como: lucros,

redução da extração de matérias primas, de custos de transporte, impactos ambientais, ainda existem algumas barreiras que impedem o avanço dessa política de reciclagem na construção civil como, por exemplo, a rejeição popular, falta de investimentos de implantação de tecnologias apropriadas para a reciclagem, e a falta de investimento do governo. Uma prática a ser adotada no canteiro de obras para ser é reduzir os desperdícios na utilização dos materiais e a organização de todo o setor. De forma, é possível evitar materiais novos espalhados pelo canteiro, no qual os mesmos são danificados e como consequência, são descartados, aumentando a geração de resíduos no canteiro de obra. “A redução da geração de resíduos também implica na redução dos custos de transporte externo e destinação final”. Ao adotar a política dos 3 Rs de no processo da construção no canteiro de obra, podem ser identificados alguns resultados de acordo com a tabela 1.

O primeiro passo para reduzir os desperdícios dos materiais em um canteiro de obra é o planejamento, no qual deve-se estudar previamente o ciclo de vida dos mesmos ao saírem das indústrias, chegarem à obra, serem armazenados e reciclados.

Para reduzir a geração de resíduos no canteiro de obra, todos os resíduos gerados na obra devem passar por um processo de avaliação da sua qualidade, certificando que não sofreram danificações e que poderão ser reutilizadas para outros fins no canteiro de obra. As peças danificadas são separadas para processo de reciclagem.

Tabela 1. Aplicação dos 3 Rs no canteiro de obra

OS 3 Rs	APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
Redução	1 – diminuição do consumo de materiais desnecessários;
	2 – otimização de procedimentos industriais, como o controle de qualidade de bens e serviços;
	3 – desenvolvimento de produtos mais duráveis;
	4 – evitar uso de produtos descartáveis.
Reutilização	1 – reutilizar os materiais de obras de demolição, chamados de entulhos (ex: esquadrias, louças sanitárias, dormentes)
Reciclagem	1 – todo material oriundo da construção pode ser passível de reciclagem (ex: utilização de resíduos de materiais classe A para a obtenção de agregados)

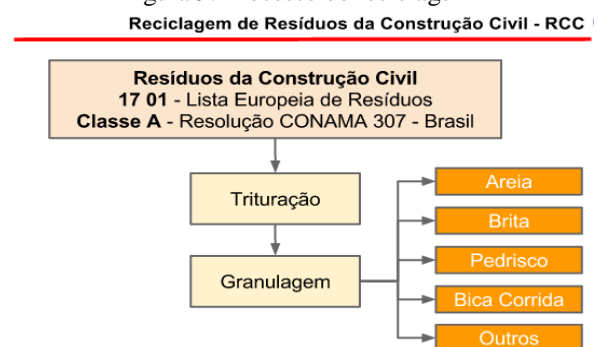
Fonte: [9]

## 2.5 Métodos de Reciclagem de Concreto

Os resíduos de concreto coletados nas obras da construção civil podem então ser processados e transformados em matéria prima na própria fonte de geração ou em uma usina de reciclagem. Os processos de reciclagem de concreto, destacando o momento após a coleta seletiva, cujo primeiro processo é passar os resíduos para serem triturados. Nesta etapa, os resíduos se encontram misturados com pouco valor agregado. Somente após o processo de granulagem, ou seja, a separação dos resíduos é que se pode dar uma destinação adequada aos novos materiais. Depois da separação dos resíduos de acordo com o tamanho da fração, os resíduos serão classificados em areia, brita, pedrisco, bica corrida, dentre outros e, a partir disso, poderão ser comercializados como matéria prima secundária.

Em um terceiro momento, a matéria prima poderá servir para fabricar produtos de base para a construção civil como tijolos, blocos de cimento, britas, dentre outros. O processo de reciclagem é demonstrado na figura 9 abaixo:

Figura 9. Processo de reciclagem



Fonte: [8]

Quando se tem um menor volume de resíduos, a técnica de reaproveitamento na própria obra não exige equipamentos sofisticados. A vantagem da reciclagem *in loco* é a economia financeira, já que a

construtora não precisa se desfazer de um produto pelo qual já pagou .

Devido a menor homogeneidade dos resíduos processados, recomenda-se o reaproveitamento como agregado para revestimento ou argamassa de assentamento. O procedimento pode ser realizado em minicentral de processamento, na qual o material é encaminhado por dutos, onde é triturado para ser normalmente utilizado como agregado. É possível, também, utilizar um moinho de rolo para a trituração.

Figura 10. Central especializada



Fonte: [7]

Antes do processo de reciclagem, o gestor da obra precisa buscar empresas ou o órgão da cidade responsável para realizar o transporte dos resíduos até a central especializada, certificando, assim, a destinação final do mesmo e evitando seu encaminhamento para locais não licenciados.

**2.6 Transporte**

No Rio de Janeiro, a Companhia de Limpeza Urbana (COMLURB), é responsável pelo transporte dos resíduos gerados na construção civil, “exceto quando os forem enviados a empresas comercializadoras de resíduos, ou recicladoras, essas por sua vez poderão utilizar caminhões próprios”

É preciso ter ainda uma preocupação com o extravasamento de resíduos em vias públicas. Logo, o transporte de resíduos deve obedecer às regras estabelecidas pelo órgão municipal responsável pelo meio ambiente, inclusive no que diz respeito à sua adequada documentação [3].

Segundo a Resolução SMAC 387, o controle do transporte do resíduo deverá ser feito através do documento NTR – Nota de

Transporte de Resíduo. Este controle, que contém as informações mínimas estabelecidas, além da discriminação da classe do resíduo transportado e a etapa da obra que foi gerado.

Figura 11. Nota de Transporte de Resíduos (NTR)

NOTA DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS		Nº
<b>GERADOR / ORIGEM</b>		
Razão Social:		UF: / Nº:
CNPJ:		DATA: / /
<b>ENDEREÇO DA RETIRADA</b>		
Rua: Avenida:		Nº:
Bairro / Cidade:		CEP:
<b>TRANSPORTADOR</b>		
Razão Social:		CNPJ / CPF:
Licença Ambiental Nº:		Inscrição:
<b>DESTINATÁRIO / RECEPTOR</b>		
Razão Social:		CNPJ / CPF:
Licença Ambiental Nº:		Inscrição:
<b>ENDEREÇO DO DESTINO</b>		
Rua: Avenida:		Nº:
Bairro / Cidade:		CEP:
<b>DESCRIÇÃO DO MATERIAL TRANSPORTADO</b>		
CLASSIF. DOS RESÍDUOS (de acordo com a resolução CONAMA 307/2002)		
Tipo		Quantidade (de acordo com a Tabela)
A	<input type="checkbox"/> SOLO	
A	<input type="checkbox"/> CONCRETU / ARGAMASSA / ALVENARIA	
B	<input type="checkbox"/> GESSO	
B	<input type="checkbox"/> MADEIRA	
C	<input type="checkbox"/> OUTROS NÃO RECORRIDOS (tela, papel, papelão, plástico, etc.)	
B	<input type="checkbox"/> PLÁSTICOS	
B	<input type="checkbox"/> PAPEL / PAPELÃO	
B	<input type="checkbox"/> PÓDAS	
B	<input type="checkbox"/> SUJATA	
Especificar outros: _____		
Etapa que foi gerado:		TOTAL
<input type="checkbox"/> Preparo do terreno		Quantidade Transportada
<input type="checkbox"/> Fundação		<input type="checkbox"/> m³
<input type="checkbox"/> Estruturas		<input type="checkbox"/> toneladas
<input type="checkbox"/> Acabamentos		
ASSINATURA DO GERADOR DATA: / /		ASSINATURA DO TRANSPORTADOR DATA: / /
ASSINATURA DO DESTINATÁRIO DATA: / /		Carimbo:
DATA: / /		
<small>Transportador de Resíduos licenciado pelo Poder Judiciário Municipal de Curitiba, inscrita no CNPJ nº 08.908.108/0001-00, inscrita no CNPJ nº 08.908.108/0001-00, inscrita no CNPJ nº 08.908.108/0001-00.</small>		
RABANCO 03 - 25/10/14		Via da Obra Via %

Fonte: [3].

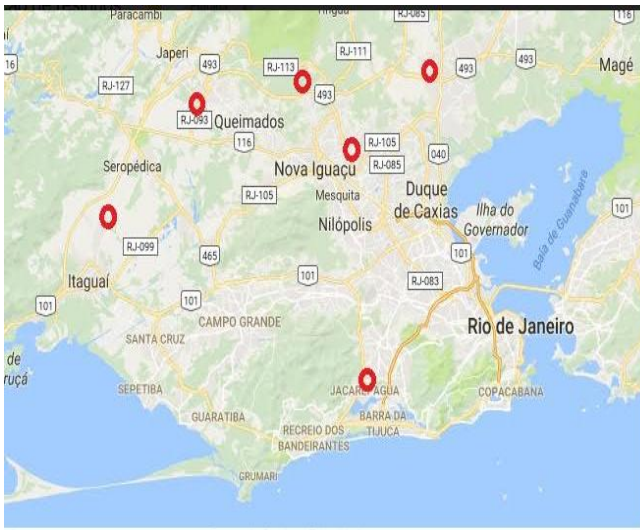
Deverão ser emitidas quatro vias da Nota de Transporte de Resíduos, uma para o controle interno da obra e as demais para o gerador, transportador e destinatário. “Caberá ao transportador a devolução à construtora contratada pela execução da obra da sua via assinada pelo destinatário”.

A Resolução CONAMA 307/2002 cita a importância da área de transbordo e triagem de resíduos da construção civil, a ATT, que é destinada ao recebimento de resíduos da construção civil e resíduos volumosos para triagem e armazenamento temporário dos materiais segregados. As ATTs (Áreas de Transbordo e Triagem) devem estar estruturadas para receber os resíduos desde a escolha do material, do treinamento dos aplicadores e o emprego do produto, até a fase de coleta, segregação, transporte e destinação final dos resíduos [10].

No Rio de Janeiro, as principais localidades destinadas para receber os resíduos de concreto são apresentadas na figura 12 através do mapa.

Figura 12 localidades destinadas para receberem os resíduos





Fonte: O Autor.

A empresa X contribuiu para realização desse estudo através de documentos, fotos e entrevistas. A mesma é uma empresa que trabalha com obras de demolição e também com execução e, portanto, devido à preocupação com excesso de resíduos gerados nessas obras, foi implantada a política dos 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar). Sendo assim, todos os resíduos gerados na obra passam por um processo de avaliação da sua qualidade, certificando que não sofrem danificações e que poderão ser reutilizadas para outros fins. E as peças danificadas são separadas para processo de reciclagem, dentre eles, o concreto. Através da análise realizada da obra localizada no bairro Recreio (Zona Oeste do Rio de Janeiro), pôde-se perceber a importância do gerenciamento dos resíduos de concreto principalmente para obra de demolição. Cabe aos geradores de resíduos proporcionarem um destino apropriado para o mesmo, evitando assim impactos ambientais e multas dos órgãos fiscalizadores.

A empresa trabalha com novas tecnologias e ferramentas para o gerenciamento desses resíduos, a fim de diminuir a perda de materiais, reduzir custos e diminuir o acúmulo de geração de resíduos no meio ambiente.

Figura 13. Após a demolição



Fonte: O Autor

A extensão da área da edificação demolida foi de 250 m<sup>2</sup>, uma edificação considerada de pequeno porte. Para calcular volume gerado de entulho nessa obra, foi calculada a área (em m<sup>2</sup>) e avaliada a espessura da edificação, dados transformados em m<sup>3</sup>, acrescentado um coeficiente 50% de empolamento (cálculo de quanto o material vai expandir). O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (2008, p. 85) descreve o método do coeficiente de empolamento:

<p>Área: 250m<sup>2</sup>          Espessura: 0,15m;          Coeficiente de empolamento = 50/100 ou 0,5;  <math>Q_e = (A \times E) \times (1 + 0,5)</math>;  <math>Q_e = (250 \times 0,15) \times (1 + 0,5) = 56,25 \text{ m}^3</math>;          Quantidade de entulhos gerados por paredes:          4 paredes com 12,5 m de comprimentos e 2,7 m de altura;          Área: <math>12,5 \times 2,7 = 33,75 \text{ m}^2 \times 4 = 135 \text{ m}^2</math>;          4 paredes com 10,0 m de comprimentos e 2,7 m de altura;          Área: <math>10,0 \times 2,7 = 27 \text{ m}^2 \times 4 = 108 \text{ m}^2</math>;          Total = <math>135 + 108 = 243 \text{ m}^2</math>;          Espessura: 0,15m;          Coeficiente de empolamento : 50/100 ou 0,5  <math>Q_e = (243 \times 0,15) \times (1 + 0,5) = 54,68 \text{ m}^3</math></p>
---

Fonte: Fonte o Próprio Autor

Nos cálculos, não foram consideradas as aberturas das portas e janelas, e os pilares foram considerado como paredes. O total de entulhos gerados pela demolição foi:

- Total =  $56,25 + 54,68 = 110,93 \text{ m}^3$ .

Ainda como a empresa de reciclagem contratada paga por entulhos recebidos e depois vende o agregado, acordou com a mesma que doaria o entulho e, em



contrapartida, compraria esse material com desconto de 30%.

A empresa paga pelo material natural (da jazida):

- Pó de pedra = R\$ 56,00 / m<sup>3</sup>;
- Bica corrida = R\$ 52,00 / m<sup>3</sup>;

Portanto, o custo do material reciclado para empresa será:

- Pó de pedra = R\$ 42,00 / m<sup>3</sup> (com 30% de desconto);
- Bica corrida = R\$ 38,00 / m<sup>3</sup> (com 30% de desconto).

Comparativo de custo

Insumo	Volume m <sup>3</sup>	Agregado Convencional		Agregado Reciclado		Economia
		Custo Unitário	Custo Total	Custo Unitário	Custo Total	
Pó de Pedra	20.098,12	R\$ 56,00	R\$ 1.125.494,67	R\$ 42,00	R\$ 844.121,00	R\$ 281.373,67
brita Corrida	15.073,59	R\$ 52,00	R\$ 783.826,65	R\$ 38,00	R\$ 572.796,40	R\$ 211.030,25
<b>Total</b>						<b>R\$ 492.403,92</b>

Fonte: O autor

Pode-se observar a redução de 25% e 27%, respectivamente do custo final dos itens referidos, e uma redução final de 26% no custo global que os itens representam na planilha orçamentária.

Em obras maiores da empresa, parte do entulho também é utilizada para aterros na própria obra. Esses processos de gerenciamento dos resíduos trazem lucros significantes para empresa. O número de caçambas cedidas pela a empresa de reciclagem na obra foi duas (visualizadas na figura 14). Porém, como a caçamba tem apenas capacidade de 5m<sup>3</sup>, a retirada de caçambas da obra foi:

- 1 caçamba= 5 m<sup>3</sup>
- Total de resíduos= 110,93m<sup>3</sup>
- N° de caçambas = 110,93m<sup>3</sup>/ 5m<sup>3</sup> = 22,19

Logo será adotado:

- N° de caçambas= 23

Figura 14. Caçambas



Fonte: O Autor

A retirada dos resíduos foi realizada através de caminhões (exemplo na figura 15), no período de 20 dias, o controle desse processo é através do documento NTR – Nota de Transporte de Resíduo, atendendo a Deliberação CECA n° 4.497, de 03 de setembro de 2004. Esse documento será composto de quatro vias, sendo elas:

- 1ª via – Para o gerador;
- 2ª via – Para o transportador;
- 3ª via – Receptor;
- 4ª via – INEA - Instituto Estadual do Ambiente;

Figura 15. Caminhões para retirada de caçamba



Fonte: O Autor

O transporte dos resíduos e o seu manuseamento no local da obra foi acompanhado por profissionais da empresa X, a fim de certificar que as caçambas estavam condicionadas corretamente e protegidas com telas, evitando assim extravasamento de resíduos em vias públicas. A figura 16 apresenta esse processo.

Figura 16. Processo de retirada de resíduos



Fonte: O Autor

O modelo de planejamento adotado pela empresa X para o gerenciamento de resíduos foi elaborado levando em consideração os aspectos referentes à todas as etapas adotadas, atendendo a [5] Resolução n. 307 (CONAMA), que atribui responsabilidades compartilhadas aos geradores, transportadores e destinatários.

Faz parte do gerenciamento dos resíduos de concreto, a capacitação dos colaboradores, pois a mesma é considerada pela empresa algo fundamental para execução do processo da coleta seletiva, tendo em vista que todos precisam estar treinados e conscientes da importância desse processo. Esse processo de Educação Ambiental foi realizado em toda a etapa de demolição, entre os gestores e todos os colaboradores que atuaram diretamente na execução do serviço, através de palestras e capacitações visando à conscientização dos mesmos em relação ao procedimento que deverá ser adotado para a efetivação do processo de coleta seletiva.

### **2.7 Lições adquiridas no gerenciamento de resíduos de concreto gerados em obra de demolição.**

No gerenciamento, as lições adquiridas são de suma importância para qualquer ramo ou área da empresa, pois trabalhar buscando antecipadamente evita e/ou resolve situações e problemas futuros, baseados em conhecimentos passados, pode significar um ganho financeiro para as empresas.

Pode-se constatar que a empresa deve tomar medidas para evitar impactos ambientais e multas dos órgãos fiscalizadores,

e, se possível, buscar parcerias com outras empresas que tenham políticas de sustentabilidade. A logística reversa dos resíduos de obras de demolição pode transformar materiais que seriam inutilizados, em materiais recicláveis, agregando assim, valor econômico e ecológico. Sendo assim, estudos vêm sendo criados para que essa área de reciclagem de concreto seja cada vez mais eficiente e possa gerar um ganho positivo no setor ambiental.

Porém, se não houver um gerenciamento dos resíduos das obras de demolição, podem ser acarretados vários danos, tais como: descarte inapropriado dos resíduos, impactos ambientais e multas para empresa. Dessa maneira, as atividades e lições adquiridas podem ajudar a prevenir os erros graves cometidos com frequência na área de gerenciamento, principalmente na conscientização dos colaboradores sobre as etapas da coleta seletiva, tendo em vista que a mão de obra dos mesmos está diretamente ligada ao sucesso desse processo.

O seguinte estudo buscou apresentar as etapas que devem ser seguidas para alcançar o sucesso no gerenciamento de resíduos de concreto de obras de demolição. Pode-se observar que uma boa parceria, fiscalização do serviço e conscientização dos colaboradores podem atuar de uma forma direta no aumento da economia de materiais e na sustentabilidade do meio ambiente. Essas lições podem ser consideradas fonte de conhecimento para a empresa adotar em suas obras.

### **2.8 Aspectos dos resultados e conhecimentos adquiridos**

Pôde-se observar que o sucesso do trabalho na área de reciclagem de resíduos é obtido quando são realizadas parcerias com empresas comprometidas com meio ambiente e quando sem têm colaboradores capacitados, pois a organização dessa cadeia leva, de uma forma prática, a empresa ter o controle do armazenamento dos resíduos e certificação do destino final dos resquícios de concreto gerados nas obras de demolição. Uma grande ferramenta adotada no processo de

gerenciamento é a planilha de acompanhamento, pois com a mesma dificilmente haverá falha ou problemas com órgãos fiscalizadores, evitando assim, problemas futuros para empresa.

Para se obter um resultado satisfatório no gerenciamento de resíduos de concreto é de suma importância implantar políticas como 3Rs em cada setor da obra, pois através dessas políticas a empresa alcança uma diminuição de acúmulo de geração de resíduos e certificar o destino final dos resíduos para um processo de reciclagem de qualidade. Nos dados obtidos no estudo, pode-se constatar que o processo de gerenciamento dos resíduos de concreto gerados pela obra de demolição pode ser desenvolvido com qualidade dentro do prazo exigido, e esse sucesso é alcançado caso o gestor da obra possua uma equipe de colaboradores capacitados e com uma empresa parceira que possibilite nas construções das etapas desse processo.

Soluções de gerenciamento de obra compartilhadas são verdadeiras ferramentas para processos de gerenciamento. As lições adquiridas em um gerenciamento de resíduos de concreto na construção civil servem para que qualquer gestor, a qualquer momento, possa buscar dados e informações a serem adotados como soluções para os obstáculos encontrado nas obras de demolição. Repensar as estratégias. As lições aprendidas podem, ainda, trazer vantagens que superam a execução de cada um dos projetos de forma individual. Algumas podem servir para que a empresa reavalie a forma como mantém seu portfólio de projetos e até mesmo a sua estrutura organizacional atual para que eles sejam gerenciados e executados com sucesso.

A atividade de lições aprendidas, como já vista, pode ser uma ferramenta muito importante quando utilizada de maneira correta.

Analisando o processo do gerenciamento, pode-se observar que buscar parcerias com empresas do setor de reciclagem é crucial, pois só através de parceiros que estão comprometidos com práticas sustentáveis através de reciclagem dos resíduos gerados

serão obtidos resultados positivos para o setor financeiro da empresa e para o meio ambiente. A economia financeira nessa obra, com locação de caçambas, chegou a R\$ 9600,00, dados esses comparados com outras obras da empresa visualizados na figura 19.

Figura 17. Controle de Caçambas

Controle de Caçambas					
Empresa:					
Locação de Caçambas					
Obra:		Período: 16/04/15 a 05/05/15			
Responsável:					
Data	Nº Serviço	Descrição	Quant	Valor	
15/04/2015	4640	Caçamba 5m³	3	R\$	720,00
17/04/2015	4527	Caçamba 5m³	2	R\$	480,00
20/04/2015	4537	Caçamba 5m³	2	R\$	480,00
22/04/2015	4649	Caçamba 5m³	2	R\$	480,00
24/04/2015	4557	Caçamba 5m³	3	R\$	720,00
27/04/2015	4562	Caçamba 5m³	3	R\$	720,00
29/04/2015	3681	Caçamba 5m³	3	R\$	720,00
30/04/2015	3943	Caçamba 5m³	4	R\$	960,00
05/05/2015	4594	Caçamba 5m³	3	R\$	720,00

Fonte: O Autor

Os resultados adquiridos podem contribuir para o conhecimento dos profissionais e estudantes de engenharia civil, já que a pesquisa apresenta informações sobre os pontos negativos e positivos de um gerenciamento de resíduos em obras de demolição. As etapas apresentadas no estudo, uma vez utilizadas, podem evitar gastos desnecessários ou até mesmo implementar boas práticas, que podem gerar ganhos financeiros a empresa. Pode-se constatar que o gerenciamento é realizado em várias etapas, destacando a busca de parcerias com empresas que estão atuando no mercado de reciclagem de concreto. Uma vez que esse processo foi realizado com segurança, pode-se obter ganhos financeiros para empresa e evitar impactos ambientais

Outra relevante prática adotada foi o monitoramento do serviço, realizado diariamente na obra e quando ocorria a retirada dos resíduos de concreto todo o processo era fiscalizado, assegurando a qualidade de serviço prestado. As planilhas foram ferramentas fundamentais no processo de gerenciamento, pois através dela pode-se realizar o acompanhamento das etapas realizadas e quando necessário foram

realizadas intervenções para melhoria dos serviços. Na visão do gerente da obra, todo o sucesso do trabalho é obtido quando se tem um bom acompanhamento feito pela equipe capacitada e comprometida, pois essa forma permite que se tenha resultados positivos no gerenciamento de resíduos de concreto. Por isso, é importante citar a importância da integração da equipe e trocas de informações entre os colaboradores e o gestor da obra.

### 3. Conclusão

Conclui-se que, o debate sobre as políticas de reciclagem e tratamento de resíduos na construção civil, vem crescendo, pois o investimento de implantação de tecnologias apropriadas para a reciclagem, uma prática de gerenciamento de resíduos, pode sim, gerar além de redução da extração de matérias primas, impactos ambientais, também é uma prática econômica viável, gerando, lucros, redução de custos de transporte, para empresas que as empreguem de forma inteligente e estratégica. Cabe a cada gestor por em prática, essa visão, em cada setor de sua empresa, desde o planejamento a execução em *loco*, os resultados serão positivos.

### 4. Referencias

- [1] CIOCCHIIOCCHI, Luis. **Reciclagem de concreto**. Disponível em: <<http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/reciclagem-de-concreto-80112-1.aspx>>.
- [2] LUCHEZZI, C.; TERENCE, M. C. (2013). Logística Reversa Aplicada na Construção Civil.
- [3] SILVA, Marlon Gonçalves da. 2016. 62 f. Gerenciamento de Resíduos do Sistema Drywall na Construção Civil. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia) – Centro Universitário Augusto Motta, Rio de Janeiro, 2016.
- [4] MARCONDES, Fábica Cristina Segatto. Sistemas logísticos reversos na indústria da construção civil - estudo da cadeia produtiva de chapas de gesso acartonado. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana)- Escola <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-08012008-101200/>>
- [5] RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de Julho de 2002, Publicada no DOU no 136, de 17 de Julho de 2002.
- [6] SAMESHIMA, A. F. A. S. Gerenciamento e Reciclagem de Resíduos de gesso na Construção Civil. 68 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM, Rio de Janeiro 2015.
- [7] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 1004: Resíduos sólidos – classificação
- [8] Instituto Brasileiro de desenvolvimento da Arquitetura
- [9] COLETA SELETIVA E O PRINCÍPIO DOS 3RS - Ana Paula Macedo Soares e Elisabeth Grimberg. Instituto Pólis
- [10] CARTILHA Controle Eletrônico de Transporte de Resíduos – C.T.R. do Estado de São Paulo <<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/servicos/Apres%20AMLURB%20CTR.pdf>>
- [11] Ministério do Meio Ambiente <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>>