



28 · 29 · 30  
de OUTUBRO

**XII SEGET**  
SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA  
TEMA 2015  
Otimização de Recursos e Desenvolvimento



# GANHOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS NA ADOÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO CIVIL

**José Manuel Ferreira Correia**  
**josemcorreia2011@gmail.com**  
UNINOVE

**Geraldo Cardoso de Oliveira Neto**  
**geraldo.prod@ig.com.br**  
UNINOVE

**Resumo:** A adoção de Logística Reversa por empresas do segmento de construção civil consiste em estratégia importante para atender a legislação de resíduos sólidos do Brasil, além da possibilidade de obter benefícios econômicos e ambientais. Neste contexto, essa pesquisa tem por objetivo avaliar as vantagens ambientais e econômicas da implementação da logística reversa em uma empresa do segmento da construção civil. O método de pesquisa utilizado foi o estudo de caso por meio de entrevista semi-estruturada e observação. Para o cálculo do impacto ambiental adotou-se o método Mass Intensity Factor (MIF) e as vantagens econômicas foram obtidas por meio da utilização da Taxa Interna de Retorno (TIR), o retorno sobre o investimento (ROI) e o payback descontado. Os resultados mostraram que a avaliação desenvolvida neste estudo com a adoção da logística reversa para gestão de resíduos sólidos em empresa do segmento da construção civil trouxe redução de impacto ambiental e benefícios financeiros, que devem inspirar novos estudos e aplicações em outras empresas do mesmo segmento.

**Palavras Chave:** Logística Reversa - Resíduos sólidos - Vantagens econômicas - Vantagens ambientais -

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a maioria dos resíduos da construção e demolição não é reciclada e as empresas de construção civil em geral realizam seus projetos em locais diferentes com envolvimento de inúmeros fornecedores e uso intensivo de trabalho não qualificado (NUNES et al., 2009). O reuso e a reciclagem, bem como a redução dos resíduos gerados são preocupações em diversos países que promulgam legislação ambiental para que as empresas geradoras implementem políticas de reutilização e retorno (FLEISCHMANN et al., 2001).

À implementação da lei federal número 12.305 de 02 de Agosto de 2010, conhecida como a Política nacional de resíduos sólidos (PNRS), regulamentada pelo decreto federal de número 7.404 de 23 de Dezembro de 2010 que obriga aos que produzem, distribuem, comercializam e aos consumidores finais ações no sentido de organizar o retorno destes produtos, mais o volume de resíduos sólidos e líquidos que aumentaram significativamente em contraponto as matérias-primas e os recursos naturais que se tornam menos abundantes, também dedicou especial atenção à logística reversa, a qual foi definida no decreto no Capítulo III, Seção I no artigo 13 como: “instrumento de desenvolvimento econômico e social, caracterizada por um conjunto de ações, procedimentos e meios, destinados a facilitar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos aos seus geradores para que sejam tratados ou reaproveitados em novos produtos, na forma de novos insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, visando a não geração de rejeitos”, e na Seção II artigo 15 definiu três diferentes instrumentos que poderão ser usados para a sua implantação: regulamento, acordo setorial e termo de compromisso. Destaque para a definição na Subseção I artigo 19 para acordos setoriais são "atos de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto” (BRASIL, 2010).

Rogers e Tibben-Lembke (1998) definiram logística reversa: “Processo de planejamento, implementação e controle de eficiência, do custo efetivo do fluxo de matérias-primas, estoques de processo, produtos acabados e as respectivas informações desde o ponto de consumo até o ponto de origem, com o propósito de recapturar valor ou adequar o seu destino”.

A definição de logística reversa proposta por Leite (2009) foi: “uma nova área da logística” empresarial, que se preocupa em equacionar a multiplicidade de aspectos logísticos do retorno ao ciclo produtivo destes diferentes tipos de bens industriais, dos materiais constituintes dos mesmos e dos resíduos industriais, por meio da reutilização controlada do bem e de seus componentes ou da reciclagem dos materiais constituintes, dando origem a matérias-primas secundárias que se reintegram ao processo produtivo.

A implantação de logística reversa no setor de construção civil denota oportunidade de economia de recursos por meio de adoção de práticas de recuperação de resíduos sólidos, que transforma em matéria-prima, resultando na mitigação dos impactos ambientais (CHEMEL et al. 2012). Outro aspecto relevante é que em muitas empresas por falta de conhecimento ou por ainda considerarem que logística reversa é um processo de reciclagem envolvendo latas de alumínio, papel, plástico e vidro acabam não implementando-a em suas empresas (KRUMWIEDE e SHEU, 2002), como por exemplo, na construção de civil (SHAKANTU et al. 2015). Ainda neste contexto, uma lacuna encontrada remete as empresas brasileiras, onde poucos estudos avaliam as vantagens econômicas e ambientais (HERNANDES et al., 2012).

Desta forma, o objetivo desta pesquisa é avaliar as vantagens econômicas e ambientais da implantação das práticas da logística reversa para a gestão de resíduos sólidos em uma empresa do segmento da construção civil.

Em prosseguimento, a presente pesquisa está organizada como segue: Seção 2 é apresentada a revisão da literatura, onde se define os conceitos de logística reversa, de gestão de resíduos sólidos e das vantagens econômicas e ambientais da logística reversa no segmento da construção civil. Na seção 3 a metodologia adotada neste estudo de caso, a coleta de dados, avaliação das vantagens econômicas e ambientais e a comparação entre os ganhos econômicos e ambientais. Na seção 4, o estudo de caso em uma empresa do segmento da construção civil e na seção 5 a conclusão da pesquisa.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

A seguir são mostrados os conceitos da logística reversa, de gestão de resíduos sólidos e das vantagens econômicas e ambientais da logística reversa no segmento de construção civil.

### **2.1. LOGÍSTICA REVERSA NO SEGMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Esta subseção aborda pesquisa bibliográfica sobre a logística reversa especificamente nas empresas de construção civil.

Em Shakantu et al. (2015), a construção civil dentre as indústrias que compõe a economia moderna é a que mais utiliza materiais e componentes de valores relativamente baixos e com altos volumes em grande parte de seus processos construtivos, sendo que a logística reversa pode reduzir custos e aumentar a sustentabilidade básica destes processos.

O estabelecimento de redes eficientes e eficazes de logística reversa é pré-requisito para a reciclagem e remanufatura rentável (SRIVASTAVA, 2007). A lei de PNRS impulsionou novas e importantes oportunidades empresariais para as áreas industriais, comerciais e de serviço que fazem a logística reversa um diferencial estratégico e econômico para as empresas na busca de soluções para os resíduos sólidos. Em seu Art. 6º estão relacionados todos os princípios desta lei, dentre os quais temos: a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambientais, sociais, culturais, econômicas, tecnológicas e de saúde pública; o desenvolvimento sustentável; a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (BRASIL, 2010).

Em países em desenvolvimento existem poucos estudos focados em logística reversa, mesmo sendo parte mandatória da cadeia de suprimentos ela ainda está em fase inicial (ZHANG et al., 2011; SARKIS et al, 2011).

As empresas têm dificuldades em fazer a gestão das práticas da logística reversa, devido sua inexperiência (BAI; SARKIS, 2013). Em geral a logística reversa é pouco considerada e a existência de obstáculos financeiros, como falta de capital inicial e de fundos para os sistemas de monitoramento, o baixo comprometimento e falta de especialistas em gestão são obstáculos para a implementação de logística reversa nestas empresas (ABDULRAHMAN et al., 2014).

### **2.2. GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL**

Esta subseção aborda pesquisa bibliográfica a respeito da gestão de resíduos sólidos no Brasil.

No Brasil foi observado que as práticas da logística reversa dos resíduos sólidos do segmento da construção civil têm atraído pouca atenção de empresários e as possibilidades de utilização destes resíduos como material secundário são relativamente inexploradas, sendo que a maioria é depositada em aterros (NUNES et al., 2009).

Este problema não é exclusivo do Brasil, pesquisas evidenciam que as empresas do segmento da construção civil são responsáveis por enorme fatia do consumo de recursos naturais além de gerarem um grande volume de resíduos sólidos em suas atividades, como por exemplo: na Holanda (BARROS et al., 1998), na África do Sul (SHAKANTU et al., 2008), na China (ABDULRAHMAN et al., 2014) e no sul da Austrália (CHILESHE et al., 2015).

Os resíduos sólidos da construção civil são selecionados no próprio canteiro da obra ou em processos de triagem. A composição destes resíduos é basicamente de pedra, que dependendo da composição e após serem esmagadas, processo de britagem, transformam-se em areia (BARROS et al, 1998).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA – através da Resolução 307, de 5 de julho de 2002, define no artigo 2º que os resíduos sólidos da construção civil “são os 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, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.”.

Esta Resolução proporciona benefícios de ordem ambiental, social e econômica, fundamentando-se na viabilidade técnica e econômica de produção e emprego de materiais provenientes da reutilização, reciclagem e beneficiamento dos resíduos.

### 2.3. VANTAGENS ECONÔMICAS (VE) E VANTAGENS AMBIENTAIS (VA) NA ADOÇÃO DE LOGÍSTICA REVERSA

Esta subseção aborda as vantagens econômicas e ambientais na adoção da logística reversa.

As práticas de logística reversa movimentam mercadorias do local de descarte, com a finalidade de recuperar o seu valor, ou promover a destinação correta dos resíduos (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1998).

A importância dos programas de logística reversa como uma atividade que pode ser economicamente viável e, muitas vezes, rentável, em países desenvolvidos consiste em implantação obrigatória para o fornecimento de bens e serviços (SARKIS et al., 2011).

Em Ostlin et al. (2008) são evidenciados os benefícios de ganha-ganha entre consumidores e fabricantes no relacionamento do ciclo fechado na cadeia de suprimentos para produtos remanufaturados.

O planejamento da logística reversa para empresas do segmento da construção civil é motivado por aspectos econômicos, que incluem a redução de custos de coleta, de transporte, de aquisição de matérias-primas primárias e na eliminação dos resíduos sólidos, bem como por aspectos ecológicos tais como: redução de impactos ambientais na extração, de transporte e de processamento de recursos naturais e o prolongamento da vida útil dos aterros (NUNES, 2009).

### 3. METODOLOGIA

Para a realização da pesquisa foi utilizado estudo de caso, por se tratar de uma pesquisa empírica e de caso único, onde foi avaliado um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto real com emprego de diversas evidências (YIN, 2010).

A coleta de dados da pesquisa foi por meio de entrevista semi estruturada e observação direta, visto que é adequada para obtenção de informações em qualquer direção que pareça apropriada como decorrência do que estiver sendo obtido no decorrer da entrevista (PATTON, 1990). A observação direta permitiu o levantamento dos dados através da visualização das ações, dos fatos e dos fenômenos relacionados aos processos estudados (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A metodologia para o levantamento de dados, avaliações econômicas e ambientais e comparações de ganhos econômicos (GE) e ambientais (GA) é a adotada por OLIVEIRA NETO et al., 2010; 2014. Com acréscimo de cálculo da taxa interna de retorno (TIR) e o *payback* descontado.

No levantamento de dados foi realizado balanço de massa dos materiais utilizados nas diversas obras em execução da empresa estudada, a quantificação dos resíduos sólidos gerados, a forma de segregação e reciclagem destes resíduos e sua reaplicação para a constituição de agregado reciclado reaproveitável para avaliar vantagem econômica e vantagem ambiental e comparar o ganho ambiental e econômico.

Para a avaliação econômica foi utilizada como base ideal para obtenção de ganhos financeiros a taxa mínima de atratividade (TMA) em 15%, empregado a taxa interna de retorno que é a taxa de juros que torna o valor presente de entradas de caixa do investimento que deve ser maior que a TMA (CHENÇO, 2009); o retorno sobre investimento (ROI) que representa o retorno que determinado investimento oferece (XAVIER e CARVALHO, 2014) e o *payback* descontado que se refere ao prazo de recuperação do investimento inicial, sendo neste caso os fluxos de caixa líquidos descontados pela TMA (KASSAI et al., 2005):

$$\text{Investimento total} = \Sigma [(Geração \text{ de lucro líquido anual} / (1-TIR)^r] \times 100 \quad \text{Eq (1)}$$

$$\text{ROI\%} = (\text{Lucro líquido anual} / \text{investimento total}) \times 100 \quad \text{Eq (2)}$$

$$\text{Payback descontado} = n^\circ \text{ de períodos descontado o TMA que faz } \Sigma \text{PI} = \text{Investimento} \quad \text{Eq (3)}$$

Para avaliação ambiental foi usado o método Wuppertal (2014), que avalia as mudanças ambientais associadas à extração de recursos da natureza. Em quatro compartimentos: abiótico, biótico, água e ar.

Para cada grupo a quantidade total de material necessária para supri-lo denomina-se *Intensity Factors* (IF), conforme Tabela 1, que é a base para obtermos o MIF (*Mass Intensity Factors*), o MIC (*Mass Intensity Compartment*) e finalmente o MIT (*Mass Intensity Total*):

$$\text{MIF} = M \times \text{IF} \quad \text{Eq (4)}$$

$$\text{MIC} = \Sigma \text{MIF de cada compartimento} \quad \text{Eq (5)}$$

$$\text{MIT} = \Sigma \text{MIC} \quad \text{Eq (6)}$$

Para comparar o GE com o GA e vice versa foi calculado o índice de ganho econômico (IGE) e o índice de ganho ambiental (IGA):

$$\text{IGE} = \text{Economia total de materiais} / \text{Ganho Econômico} = \text{MET} / \text{GE} \quad \text{Eq (7)}$$

$$\text{IGA} = \text{MIT} / \text{GE} \quad \text{Eq (8)}$$

**Tabela 1:** Fatores de Intensidade de Material (kg / kg)

MATERIAL	ABIÓTICO	BIÓTICO	ÁGUA	AR
Areia	1,42		1,43	0,03
Argamassa	1,28		2,02	0,01
Concreto	1,33		3,42	0,04
Pedra Britada	2,88		32,93	0,24
Bloco de concreto	2,11		5,74	0,05
Aço/Ferro	1,47		58,76	0,52
Madeira	0,86	5,51	9,97	0,13
Papelão/Sacaria	0,24	0,04	14,8	0,05
Plástico	2,49		122,2	1,62

Fonte: adaptada de Wuppertal (2014)

#### 4. ESTUDO DE CASO

A empresa pesquisada pertence ao segmento da construção civil, localizada na cidade de São Paulo com foco na construção de edifícios residenciais ou de serviços, possui várias obras em 2015 tratando do projeto em todas as fases de execução, da preparação do terreno até a conclusão atendendo a lei municipal nº 11.228/92 – Código de obras e edificações (COE).

Em contato com o Diretor da empresa foi autorizado a entrevista com os responsáveis dos seguintes setores: execução das obras, suprimentos e classificação dos resíduos e os de reciclagem.

Realizado entrevistas com observação das etapas uma por dia, duração média de 4 horas para cada setor objetivando o levantamento de dados quantitativos de todas as obras.

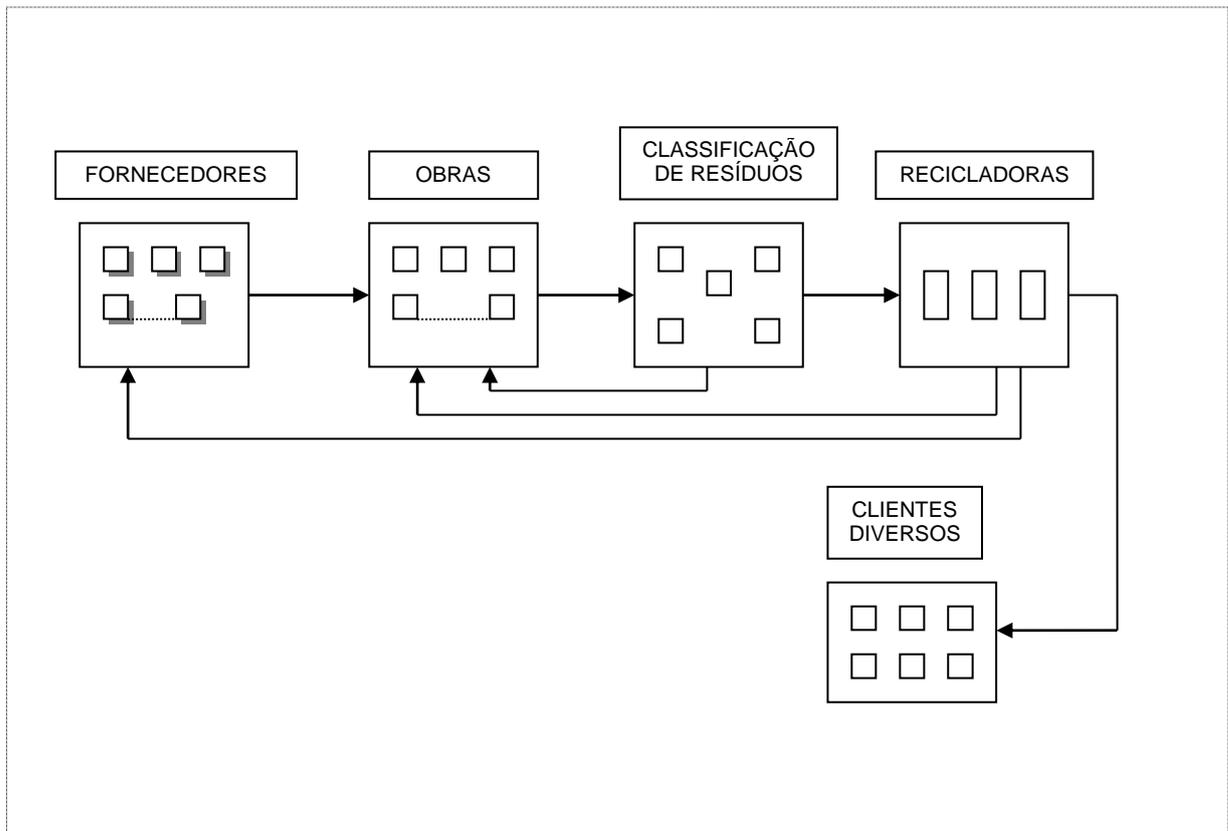
Os principais componentes geradores de resíduo são: O concreto é produzido em usinas; as peças estruturais são pré-moldadas ou moldadas *in loco*; as formas que são de tábuas de madeira, de chapas de compensado, de madeira revestida de placas metálicas, de chapas de aço ou de ferro; as estruturas metálicas e ferragens são pré-moldadas que reduz significativamente as perdas, sobras e desperdícios de materiais metálicos; as divisórias das obras são de gesso acartonado e *drywall* e finalmente os pisos e azulejos.

É importante ressaltar que a empresa possui várias obras em andamento e nenhuma ainda está concluída, portanto os valores disponibilizados são parciais e foi feito uma projeção anual para os volumes, massas utilizadas e reciclagem.

Na figura 1 o fluxograma representa os diversos fornecedores que encaminham seus produtos e materiais para as diversas obras desta empresa, que recebem, utilizam no dia a dia, efetuam a segregação dos resíduos, os quais são reusados na obra ou retirados por empresa recicladora que os classifica fazendo a disponibilização de acordo com as características tanto para reuso, reciclagem ou beneficiamento.

Os agregados reciclados são adquiridos por alguns dos fornecedores, por parte das empresas de construção civil inclusive esta empresa e por consumidores/clientes que necessitem de material para pequenas obras.

Com relação aos materiais obtidos da reciclagem dos resíduos de pisos, azulejos e tijolos são utilizados para base de pavimentação asfáltica, sendo adquirida por empreiteiras ou Prefeituras. Os demais resíduos – plásticos, papelões, ferro, ferragens, vidros etc são disponibilizados para empresas especializadas nestes tipos de materiais.



**Figura 1:** Fluxograma da gestão de resíduos com práticas de Logística Reversa.  
Fonte: Autor

A tabela 2 demonstra a vantagem econômica de R\$ 1.349.048,27 com a adoção da segregação por classe dos resíduos, o emprego das práticas da logística reversa, da reciclagem e do reemprego de materiais reciclados na redução dos custos com materiais para as obras, sendo elaborada em função dos materiais empregados nas obras e seus volumes: concreto estrutural, concreto não estrutural, argamassa, piso, gesso, bloco de concreto.

Inicialmente efetuou-se o levantamento dos materiais utilizados para composição e seus custos, obteve-se o valor para agregado natural, do valor utilizado de agregado reciclado, onde se verifica a economia por unidade de cada composto.

Com a multiplicação da economia obtida pelo volume de material necessário para as obras desta empresa chega-se ao ganho deste material, posteriormente somam-se todos os ganhos obtidos por cada item.

A exceção foi o ferro/aço onde ganho foi obtido da venda do material segregado direta e sem possibilidade de reuso.

**Tabela 2:** Vantagens econômicas na logística reversa e reciclagem dos resíduos da construção civil

Concreto estrutural			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Preço	Un.	quant.	sub total	quant.	subtotal	R\$/m <sup>3</sup>	m3 obras	R\$
cimento	0,4550	kg	300	136,50	300	136,50			
areia	75,3100	m <sup>3</sup>	0,62	46,69	0,50	37,28			
brita	67,1827	m <sup>3</sup>	0,82	55,09	0,66	44,00			
areia recicl	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,13	5,27			
brita recicl.	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,17	6,95			
<b>Total R\$</b>				<b>359,20</b>		<b>230,00</b>	<b>129,20</b>	<b>1.621,15</b>	<b>209.451,25</b>
Concreto não estrutural			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Preço	Un.	quant.	sub total	quant.	subtotal	R\$/m <sup>3</sup>	m3 obras	R\$
cimento	0,4550	kg	200	91,00	200	91,00			
areia	75,3100	m <sup>3</sup>	0,65	48,95	0,00	0,00			
brita	67,1827	m <sup>3</sup>	0,91	61,14	0,00	0,00			
areia recicl	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,65	27,38			
brita recicl.	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,91	38,34			
<b>Total R\$</b>				<b>201,09</b>		<b>156,72</b>	<b>44,36</b>	<b>987,45</b>	<b>43.808,18</b>
Argamassa			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Preço	Un.	quant.	sub total	quant.	subtotal	R\$/m <sup>3</sup>	m3 obras	R\$
cimento	0,4550	kg	200	91,00	200	91,00			
areia	75,3100	m <sup>3</sup>	1,10	82,84	0,00	0,00			
brita	67,1827	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00			
areia recicl	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	1,10	46,34			
brita recicl.	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00			
<b>Total R\$</b>				<b>173,84</b>		<b>137,34</b>	<b>36,50</b>	<b>3.586,35</b>	<b>130.894,60</b>
Contra piso			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Preço	Un.	quant.	sub total	quant.	subtotal	R\$/m <sup>3</sup>	m3 obras	R\$
cimento	0,4550	kg	400	182,00	400	182,00			
areia	75,3100	m <sup>3</sup>	1,61	210,58	1,21	91,13			
brita	67,1827	m <sup>3</sup>	1,25	83,98	0,95	63,82			
areia recicl	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,40	16,85			
brita recicl.	42,1300	m <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,30	12,64			
<b>Total R\$</b>				<b>476,56</b>		<b>366,44</b>	<b>110,12</b>	<b>2.967,15</b>	<b>326.738,73</b>
Gesso			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Unidade (kg)	R\$/kg	sub total	R\$/kg	subtotal	R\$/kg	quant. kg	R\$	
gesso	1,00	0,47	R\$ 0,47	R\$ 0,38	R\$ 0,38	0,09	4.875.884	457.845,51	
bloco concreto 14x19x39			agregado natural		agregado reciclado		Economia	Volume	Ganho
Material	Unidade	R\$/un	sub total	R\$/unid	subtotal	R\$/unid	quant.	R\$	
bloco	1,00	1,90	R\$ 1,90	R\$ 1,52	R\$ 1,52	0,38	475.000	180.310,00	
ferro/aço	1,00	0,10	R\$ 0,10		Venda direta		8.125	812,50	
<b>Total do ganho econômico R\$</b>								<b>1.349.048,27</b>	

Fonte: Autor

Na tabela 3 empregaram-se os indicadores ROI, TIR e *payback* descontado. A empresa entrevistada investiu cerca de R\$ 1.600.000,00 em aquisição de equipamentos (alimentador vibratório, britador de impacto, peneira selecionadora vibratória, transportadores e contêineres), na infraestrutura do local (fundação, alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas) e na aquisição do terreno. As despesas anuais são de R\$ 257.940,00.

**Tabela 3:** Cálculo do Payback descontado, ROE % e TIR %

Investimento em equipamentos	583.810,00			
Investimento em infraestrutura	120.000,00			
Investimento aquisição terreno	896.190,00			
<b>Investimento Total</b>	<b>1.600.000,00</b>			
<hr/>				
Despesa anual energia elétrica	35.428,00			
Despesa anual água e esgoto	9.512,00			
Despesa anual manutenção	18.000,00			
Despesa anual mão de obra	172.800,00			
Despesa anual aluguel trator	16.200,00			
Despesa anual taxas e diversos	6.000,00			
<b>Total despesas anuais</b>	<b>257.940,00</b>			
<hr/>				
Investimento em equipamentos	583.810,00			
Prazo (ano)	10			
<b>Depreciação Anual</b>	<b>58.381,00</b>			
<hr/>				
Redução de custo anual	1.349.048,27			
Depreciação anual	58.381,00			
Base para calculo do IR	1.290.667,27			
IRPJ + CSLL (%)	30			
Valor IRPJ + CSLL	387.200,18			
Redução custo líquido anual	903.467,09			
Depreciação anual	58.381,00			
Despesas anuais	257.940,00			
<b>Lucro Líquido Anual</b>	<b>703.908,09</b>			
<hr/>				
Fluxo de caixa	Ano 0 (R\$)	Ano 1 (R\$)	Ano 2 (R\$)	Ano 3 (R\$)
Investimento	- 1.600.000,00			
Geração de caixa anual	- 1.600.000,00	703.908,09	703.908,09	703.908,09
Payback descontado 15% ano	34 meses	Eq. 3		
ROI	43,99%	Eq. 2		
TIR (3 anos)	15,27%	Eq. 1		

Fonte: Autor

Na tabela 4 verifica-se a vantagem ambiental na retirada dos resíduos de construção civil, com emprego das práticas da logística reversa e respectivo reaproveitamento destes minimizando o impacto ambiental, onde é apresentado o Fator de intensidade por kg de resíduo.

No compartimento abiótico a representatividade da gestão dos resíduos sólidos soma 17.854.147 kg, contribuindo para redução do aquecimento global, no desgaste da camada de ozônio etc.

Com relação ao compartimento biótico soma 165.396 kg, contribuindo para a redução de poluição do solo, da vegetação e de decompositores.

Para o compartimento água deixa de poluir 61.783.752,5 kg e para o ar em 560.025,5 kg. O resultado total deste estudo de caso totalizou 92.078.120 kg (MIT).

**Tabela 4:** Vantagens ambientais na logística reversa dos resíduos sólidos (kg)

MATERIAL	MASSA kg	ABIÓTICO	BIÓTICO	ÁGUA	AR
Areia	4080000	5793600		5834400	122400
Argamassa	3400000	4352000		6868000	34000
Concreto	2608600	3469438		8921412	104344
Pedra Britada	1110150	3197232		36557240	266436
Bloco de concreto	475000	1002250		2726500	23750
Aço/Ferro	8125	11943,75		477425	4225
Madeira	30000	25800	165300	299100	3900
Papelão/Sacaria	2400	576	96	35520	120
Plástico	525	1307,25		64155	850,5
<b>MIC (kg)</b>	<b>11.714.800</b>	<b>17.854.147</b>	<b>165.396</b>	<b>61.783.752,5</b>	<b>560.025,5</b>
<b>MIT (kg)</b>					<b>92.078.120</b>

Fonte: Autor

Com os valores obtidos no levantamento e calculados de GE igual à R\$ 1.349.048,27; MET de 11.714.800 kg e de MIT de 92.078.120 kg pode-se obter o IGE pela equação 7 e o IGA pela equação 8:

$$\text{IGE} = 11.714.800 / 1.349.048,27 = 8,68$$

$$\text{IGA} = 92.078.120, / 1.349.048,27 = 68,25$$

Logo, o ganho ambiental é maior e fornece subsídios para os gestores decidirem pela implantação de logística reversa no segmento da construção civil.

## 5. CONCLUSÃO

O objetivo dessa pesquisa foi mostrar as vantagens e a viabilidade econômicas e ambientais na implementação das práticas da logística reversa no segmento da construção civil.

A adoção de Logística Reversa por estas empresas atende a lei de resíduos sólidos brasileira, que proporciona benefícios através do uso de materiais provenientes da reutilização, reciclagem e beneficiamento dos resíduos sólidos gerados.

O resultado total deste estudo de caso totalizou 11.714.800 kg de materiais reaproveitados, os quais correspondem a uma redução de impacto ambiental de 92.078.120 kg (MIT), sendo 17.854.147 kg de material no nível abiótico, de 165.396 kg no nível biótico, de 61.783.752,5 kg de poluentes na água e de 560.025,5 kg de poluentes no ar.

Com relação aos benefícios econômicos o resultado obtido foi de R\$ 1.349.048,27, com ROI de 43,99%, TIR de 15,27% para o período de 3 anos e com *payback* descontado (15%) de 34 meses.

Na comparação dos índices IGE de 8,68 e do IGA de 68,25, para cada R\$ 1,00 investido a empresa obteve um retorno R\$ 8,68 e um benefício de 68,5 kg de material que não foi retirado do meio ambiente, logo foi possível concluir que na implantação de logística reversa na empresa mesmo com o ganho econômico o ganho ambiental foi mais representativo.

A avaliação desenvolvida nesta pesquisa demonstrou que a adoção das práticas logística reversa na gestão de resíduos sólidos em empresa do segmento da construção civil trouxe redução de impacto ambiental e benefícios financeiros, que devem inspirar novos estudos e que outras empresas deste setor apliquem a metodologia apresentada.

A principal limitação do estudo de caso é a impossibilidade de generalização dos resultados, desta maneira sugere-se que para pesquisas futuras sejam desenvolvidas por meio de estudos de casos múltiplos com a finalidade de comparação dos resultados.

## 6. REFERÊNCIAS

**ABDULRAHMAN, M. D.; GUNASEKARAN, A.; SUBRAMANIAN, N.** Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *International Journal Production economics* n. 147, p. 460-471, 2014. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 06.05.2015.

**BAI, C; SARKIS, J.** Flexibility in reverse logistics: a framework and evaluation approach. *Journal of Cleaner Production*, n. 47, p. 306-318, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 02.04.2015.

**BARROS, A. I.; DEKKER, R.; SCHOLTEN, V.** A two-level network for recycling sand: a case study. *European Journal of operation research*, v. 110 n. 2, p. 199-214, 1998. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 06.05.2015.

**BRASIL. CONAMA.** Resolução nº 307 de 5 de julho de 2002 estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. *Diário Oficial da União* 17.07.02. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em 03.04.2015.

**BRASIL.** Decreto nº 7.404 de 23.12.10 regulamenta a Lei 12.305 de 02.10.10. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23.12.2010.*

**BRASIL.** Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03.08. 2010.*

**CHEMEL, C., RIESENMEY, C., BATTON-HUBERT, M., VAILLANT, H.** Odour-impact assessment around a landfill site from weather-type classification, complaint inventory and numerical simulation. *Journal of Environmental Management*, v.93, n.1, p.85-94, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 02.04.2015.

**CHENÇO, E. C.** Fundamentos em finanças, Curitiba: IES DE Brasil, 2009.

**CHILESHE, N.; RAMEEZDEEN, R.; HOSSEINI, M. R.** Barriers to implementing reverse logistics in South Australian construction organizations. *Supply chain management: an international journal*. v. 20, n. 2, p. 179-204, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em 06.05.2015.

**FLEISCHMANN, M.; BEULLENS, P.; BLOEMHOFRUWAARD, J.M.; VAN WASSENHOUR, L.N.** The impact of product recovery on logistics network design. *Production and operations management*, v. 10, n. 2, Summer, p. 156-173, 2001 Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: 02.04.2015.

**HERNANDEZ, C. T., MARINS, F. A. S.; CASTRO, R. C.** *Modelo de gerenciamento da Logística Reversa. Gestão da produção*, v. 19, n. 3, p. 1-12, 2012.

**KASSAI, J. R.;** et al. Retorno de Investimento. ,3.ed. São Paulo: Atlas, 2005.

**KRUMWIEDE, D.; SHEU, C.** A model for reverse logistics entry by thrid-party providers. *Omega*, v.30, n. 1, p. 325-333, 2002.

**LEITE, P. R;** *Logística Reversa: meio ambiente e competitividade.* 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

**MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M.** Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo, Atlas, 2010.

- NUNES, K. R. A.; MAHLER, C. F.; VALLE, R.A.** Reverse logistics in the Brazilian construction industry. *Journal of Environmental Management*. 2009. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> > Acesso em: 06.05.2015.
- OLIVEIRA NETO, G. C.; CARVALHO CHAVES, L. E.; VENDRAMETTO, O.** Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha. *Exacta*, São Paulo, v. 8, p. 65-80, 2010.
- OLIVEIRA NETO, G. C.; SOUZA, S. M.; BAPTISTA, A. E.** Cleaner Production Associated with Financial and Environment Benefits: A Case Study on Automotive Industry. *Advanced Materials Research*, v. 845, p. 873-877, 2014.
- OSTLIN, J.; SUNDIN, E.; BJÖRKMAN, M.** Importance of closed loop supply chain relationships for product remanufacturing. *Internacional Journal of Production Economics* v. 115, p. 336-348, 2008. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> > Acesso em: 02.04.2015.
- PATTON, M. Q.** Qualitative evaluation and research methods. Newbury Park, CA, Sage, 1990.
- ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S.** Going backwards: reverse logistics trends and practices. The University of Nevada, Reno, Center for Logistics Management, Reverse Logistics Council, 1998.
- SHAKANTU, W.; MUYA, M.; TOOKEY, J.; BOWEN, P.** Flow modeling of construction site materials and waste logistics: a case study from Cape Town, South Africa. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 15, p. 423-439, 2008. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>> Acesso em: 06.05.2015
- SHAKANTU, W.; TOOKEY, J.; BOWEN, P.** The hidden cost of transportation of construction materials: an overview. *Journal for Engineering, Design and Technology*, v. 1, n. 1, p. 103-118, 2015. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> > Acesso em: 02.04.2015.
- SÃO PAULO** (Município). LEI 11.228/92 de 25 de junho de 1992 institui o Código de Obras e Edificações do Município de SP. **Diário Oficial Municipal de 26.06.1992**. Disponível em: < <http://www.prefeitura.sp.gov.br> > Acesso em: 22.04.2014.
- SARKIS, J., ZHU, Q., LAI, K-H.** An organizational theoretic review of green supply chain management literature. *International Journal of Production Economics*. v. 130, n.1, p. 1-15, 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com> > Acesso em: 02.04.2015.
- SRIVASTAVA, S.** Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of Management Reviews*, v. 9, n. 1, p. 53-80, 2007.
- XAVIER, L. H.; CARVALHO, T. C.** Gestão de Resíduos eletrônicos. 1ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- WUPPERTAL.** Calculating MIPs, resources productivity of products and services. Disponível em: <[http://www.wupperinst.org/uploads/tx\\_wiberitrag/MIT\\_v2.pdf](http://www.wupperinst.org/uploads/tx_wiberitrag/MIT_v2.pdf)> Acesso em: 22.04.2014.
- YIN, R. K.** Case study research: design and methods. 4 ed. Newbury Park, CA: sage, 2010.
- ZHANG, T.; CHU, J.; WANG, X.; LIU, X.; CUI, P.** Development pattern and enhancing system of automotive components remanufacturing industry in China. *Resources, Conservation and Recycling*. 2011.