

# ESTUDOS E ANÁLISES DOS IMPACTOS DA SEGREGAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE OBRAS EM BELO HORIZONTE

Wellington Vinicius Gomes da Costa – Mestre em Construção Civil - Universidade FUMEC – kdninjacost@hotmail.com

Profa. Dra. Edna Alves Oliveira – Universidade FUMEC – ednaao@fumec.br

## RESUMO

A crescente expansão das cidades, diminuição dos espaços e a conseqüente valorização dos terrenos urbanos nas grandes metrópoles como Belo Horizonte fizeram surgir novos desafios aos setores públicos, privados e em especial na construção civil. Na cidade de Belo Horizonte, entre os anos de 2009 e 2010, houve uma súbita elevação nos valores cobrados para disposição final de resíduos de sólidos, em especial os Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Este artigo apresenta o panorama da problemática da destinação final de resíduos sólidos de construção civil na Capital Mineira após o fechamento do aterro da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR 040 (CTRS BR040) que estava em funcionamento desde 1975 e encerrou o recebimento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no final de 2009, as consequências para o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de Belo Horizonte, as modificações ocorridas no sistema de gestão de resíduos em função das altas nos preços de destinação e apresenta algumas alternativas vantajosas ao aterramento de RCD, que vem se tornando um valioso material para construção.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos de construção; obras públicas; impactos; destinação final.

## ABSTRACT

The growing expansion of cities, spaces and the consequent decrease in value of urban land in large cities like Belo Horizonte have created new challenges for public and private sectors and especially in construction. In Belo Horizonte, between the years 2009 and 2010, there was a sudden increase in the amounts charged for disposal of solid waste, especially the Construction and Demolition Waste (CDW). This article provides an overview of the problem of disposal of solid waste from construction in the mining capital of the landfill after closure of the Central Solid Waste Treatment BR 040 (BR040 CTRS) that was in operation since 1975 and ended the receipt of Construction and Demolition Waste (CDW) in late 2009, the consequences for the system of solid waste management in Belo Horizonte, the changes in the waste management system due to the high prices of destination and has some advantageous alternatives to ground CDW, which has become a valuable building material.

**Keywords:** construction and demolition waste; public projects; impacts; final destination.

## INTRODUÇÃO

A crescente expansão das cidades, diminuição dos espaços e a conseqüente valorização dos terrenos urbanos nas grandes metrópoles como Belo Horizonte fizeram surgir novos desafios aos setores públicos, privados e em especial na construção civil.

Este artigo apresenta o panorama da problemática da destinação final de resíduos sólidos de construção civil na Capital Mineira após o fechamento do aterro da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR 040 (CTRS BR040) que estava em funcionamento desde 1975 e encerrou o recebimento de Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no final de 2009.

Com a conscientização popular sobre a necessidade da conservação ambiental e a Resolução n.º 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Lei Federal N.º 12.305, de 2 de agosto de 2010, o setor da construção civil começa a integrar as discussões a respeito do controle e da responsabilidade pela destinação de seus resíduos sólidos.

Considerando que os Resíduos de Construção Civil (RCC) representam em média mais de 40%, em volume, da geração total de resíduos nos centros urbanos, tem-se o esgotamento dos aterros sanitários existentes, a escassez de áreas para construção de novos aterros que faz com que estes sejam construídos em locais cada vez mais distantes dos grandes

centros geradores, o que aumenta os custos de transporte de resíduos e, conseqüentemente, as tarifas para disposição dos entulhos em locais licenciados.

Isto posto, torna-se necessário que o ente público defina responsabilidades e deveres, inclusive, licencie as áreas para disposição final, fiscalize o setor em todo o processo e implemente o Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PIGRCC), sugerido em uma das cartilhas do Sindicato da Indústria da Construção Civil de Minas Gerais (SINDUSCON/MG). Surge assim, a possibilidade para que os setores públicos e privados possam juntos promover os meios adequados para o manejo e a disposição desses resíduos, maximizando a vida útil dos aterros e minimizando os impactos ambientais.

Para isso, deve-se incentivar, na seguinte ordem, a não geração de resíduos sólidos, na redução da geração, na reutilização, na reciclagem, no seu tratamento ou segregação e, por último, na correta disposição de resíduos, avaliando o custo financeiro e seu retorno em ganho ambiental, sendo este o tema principal desta dissertação, a realização do estudo de caso sobre o retorno ambiental e os impactos a partir da análise de obras executadas pela Prefeitura de Belo Horizonte (no período de 2008 a 2009), mediante contratação de empresas do setor privado.

Segundo Bardella e Camarini (2006), o processo de reaproveitamento de resíduos para utilização na indústria da construção civil ainda ocorre lentamente no Brasil. Há muito a se fazer em relação à legislação, à regulamentação e à fiscalização. É preciso tomar providências para que os profissionais da indústria da construção civil se preparem para implantação de processos, desenvolvimento de pesquisas e de ensino, que sejam capacitados a divulgar as mudanças necessárias e que estejam dispostos a derrubar os paradigmas existentes no setor da construção civil brasileira.

Para Jadovski (2005), existe viabilidade econômica em usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição com capacidades a partir de 30 t/h para empresa pública e de 40 t/h para empresa privada, devendo-se buscar a adoção de políticas públicas de incentivo para implementação destas usinas.

Neste contexto, este artigo apresenta um dos novos desafios dos setores públicos e privados que se refere à destinação de resíduos sólidos da construção civil e os impactos gerados pela segregação destes resíduos, utilizando para análise as obras públicas de reforma e ampliação de Belo Horizonte (MG) no período de 2008 a 2009.

## OBJETIVOS

Os principais objetivos deste estudo são: avaliar os possíveis ganhos resultantes da segregação, visando estabelecer novas exigências nos contratos de licitação; apresentar uma avaliação do desempenho das Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição implantadas em Belo Horizonte, sua importância dentro do município, assim como divulgar a experiência de Belo Horizonte na gestão de RCD, seus méritos e suas falhas; e avaliar o impacto gerado pela utilização de RCD reciclado, propondo alternativas à destinação final.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar as análises sobre os impactos gerados pela segregação de resíduos sólidos da construção civil, foi selecionada uma amostragem de vinte e quatro obras de reforma e ampliação realizadas pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte através da Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP), sendo que, desse total, dezoito são Centros de Saúde (CS), cinco são Escolas Municipais (EM) e uma Unidade de Pronto Atendimento (UPA).

Com base na avaliação das vinte e quatro obras, quantificaram-se e compararam-se os custos de transporte e disposição final dos RCD, tomando como base os preços de 2008 e 2009.

A partir desses dados foram elaboradas planilhas de custo atualizadas ao ano de 2011, através das quais tornou-se possível analisar o real impacto do aumento nos preços de aterramento de RCD após o esgotamento do CTRS 040.

Procedeu-se a análise dos impactos da utilização do RCD reciclado em obras públicas, especialmente na utilização como base e reforço de pavimentação asfáltica, e das alternativas à destinação final dos rejeitos de reciclagem e do RCD não segregado. Além disso, analisou-se a utilização de cavas de mineração exauridas como aterro para resíduos inertes, caso esse dos resíduos de construção civil.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

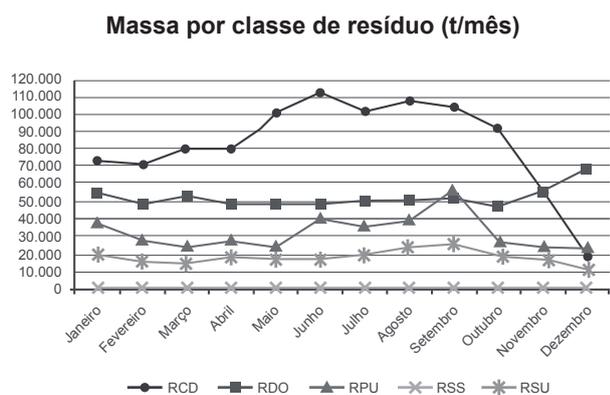
O encerramento das atividades do aterro municipal CTRS BR 040 e a contratação da CTR Macaúbas de propriedade da Vital Engenharia Ambiental S/A, por R\$ 759 milhões em 25 anos de serviço, o que equivale a, aproximadamente, R\$ 30.3 milhões por ano, trouxe várias conseqüências na disposição final dos resíduos em Belo Horizonte, MG. Isso porque na CTRS BR 040 eram cobrados R\$ 4,40 por tonelada de resíduo aterrado.

NA CTR Macaúbas em Sabará, a Prefeitura de Belo Horizonte (PBH) passou a pagar R\$ 30,93 por tonelada aterrada.

Segundo Melo (2008), em Belo Horizonte, o contrato assinado prevê a responsabilidade do transporte das atuais 3.154 toneladas/ano de resíduos para o município, quantidade que pode crescer. Serão gastos R\$ 4,13 de transporte por tonelada de resíduos ou cerca de R\$ 390,7 mil mensais para levar o lixo até a Central de Tratamento de Resíduos Macaúbas, em Sabará, na Grande BH.

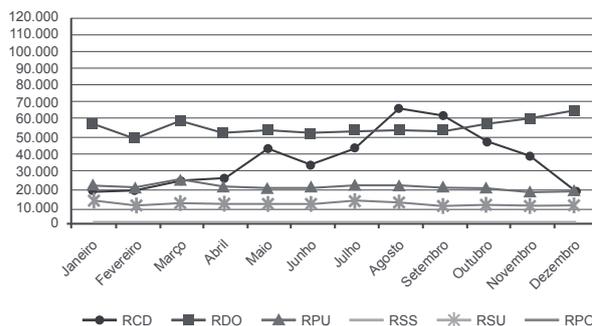
Outra consequência é que a PBH gasta R\$ 41,7 mil a mais por mês com disposições irregulares. De acordo com o sindicato das empresas de caçambas, é impossível recolher, em obras, resíduos sem contaminação. As pessoas preferem jogar o entulho nas ruas a pagar aluguel de caçamba. Para Braga (2010), a SLU passou a ter mais trabalho para recolher a quantidade de material jogada em via pública, que aumentou 15% (eram retiradas mensalmente 9 mil toneladas, que aumentaram para 10.350 toneladas). São 1.350 toneladas de entulho a mais por mês, o equivalente a 270 caçambas lotadas – cada uma carrega até 5 toneladas.

Os gráficos GRAF. 1 e GRAF. 2 mostram, respectivamente, as distribuições das quantidades de resíduos destinados pela SLU por mês e divididos em classes, nos anos de 2009 e 2010.



**Gráfico 1:** Evolução mensal dos resíduos em 2009 (ton./mês).  
Fonte: Adaptado SLU 2009.

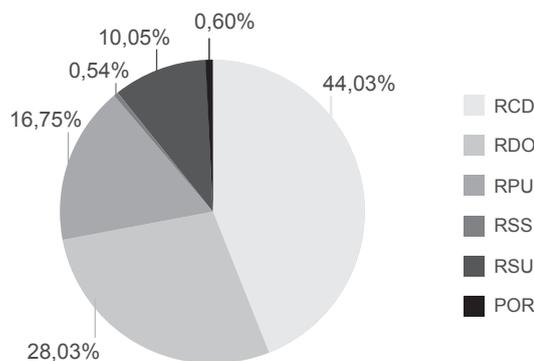
**Massa por classe de resíduo (t/mês)**



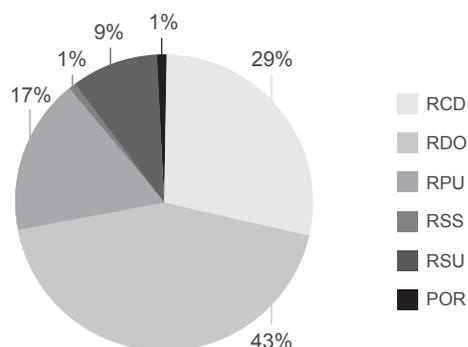
**Gráfico 2:** Evolução mensal dos resíduos em 2010 (ton./mês).  
Fonte: Adaptado SLU 2010.

Comparando os gráficos GRAF. 1 e GRAF. 2, percebe-se que a geração e destinação de Resíduos Sólidos Domiciliares (RDO) permanecem estáveis em 55.000 ton./mês nos anos de 2009 e 2010. Em Belo Horizonte, esse tipo de resíduo é recolhido na porta das casas pelos caminhões da SLU. Já os Resíduos de Construção Civil (RCC), cujas responsabilidades de disposição e custos são assumidos diretamente pela população geradora do resíduo, apresentaram queda na destinação regular de 82.367,50 ton./mês em 2009 para 36.056,50 ton./mês em 2010, queda de 43,77%, de acordo com os dados extraídos da Tabela 2.

Os gráficos GRAF. 3 e GRAF. 4 mostram a oscilação de representatividade nas classes de resíduos recolhidos pela SLU nos anos de 2009 e 2010.



**Gráfico 3:** Representatividade dos resíduos por classe em 2009.  
Fonte: Adaptado SLU (2009)



**Gráfico 4:** Representatividade dos resíduos por classe em 2010.  
Fonte: Adaptado SLU (2010)

Em Belo Horizonte, há três Estações de reciclagem de RCD em operação. De acordo com Catapreta (2008), a primeira, Estação Estoril, teve suas atividades iniciadas em 1995, e a segunda, Estação Pampulha, iniciou sua operação em 1996. A terceira, Estação BR 040, foi implantada em 2006. Juntas, essas unidades têm capacidade nominal para processar cerca de 1.000 t/dia de resíduos.

As Usinas Estoril e Pampulha têm capacidade de produzir somente material equivalente à bica corrida<sup>1</sup>, enquanto que a unidade da BR-040 pode produzir 4 tipos de materiais classificados de acordo com sua granulometria como: finos ( $D < 3/16''$ ), britas 0 ( $3/16'' < D < 3/8''$ ) e 1 ( $3/8'' < D < 3/4''$ ) e bica corrida ( $2'' < D$ ) (Maqbrit, 2006). Entretanto, destaca-se que as Usinas Estoril e Pampulha podem também produzir material agregado para confecção de blocos, desde que haja segregação prévia, sendo britados apenas materiais a base de concreto, com posterior peneiramento (CATAPRETA, 2008).

Os materiais obtidos pela reciclagem dos RCD têm sido utilizados na pavimentação de vias e na urbanização de vilas em Belo Horizonte, além de serem empregados na fabricação de blocos para alvenaria e produção de argamassa e concretos para construção de sarjetas e pisos (CATAPRETA, 2008).

A produção total de RCD expedido pelas três Estações de Reciclagem em Belo Horizonte em 2010 foi de, aproximadamente, 137.000 toneladas. Grande parte desse material foi aproveitado pela PBH, sendo que a maior demanda é para utilização como base ou sub-base de vias para pedestres ou ruas com pequeno volume de tráfego.

A Tabela 1 mostra o impacto econômico que pode ser gerado pela utilização de diferentes tipos de material na execução da base de pavimentação asfáltica. Vale lembrar que, os valores

<sup>1</sup> Material de composição granulométrica variada, sem graduação definida, geralmente composto de pedra britada, pedrisco e pó-de-pedra, obtido diretamente do britador, sem separação por peneiração (CATAPRETA, 2008).

de referência utilizados são os praticados pela PBH em julho de 2010, para implantação de vias de trânsito local com 7 metros de largura.

**Tabela 1 – Impacto econômico por quilometro de pavimentação de acordo com tipo de material utilizado como base**

Tipo de material	Preço por m <sup>3</sup> (R\$)	Diferença de preço por m <sup>3</sup> em percentual por tipo de material	Valor global por km de pavimentação (R\$)	Aumento no valor global da obra gerado pelo tipo de material empregado na base (%)
<i>Reciclado SLU</i>	R\$ 10,37		R\$ 303.954,84	
<i>Escoria</i>	R\$ 24,95	140,60%	R\$ 350.994,84	13,40%
<i>Minério</i>	R\$ 28,92	178,88%	R\$ 373.604,84	18,64%
<i>Bica corrida</i>	R\$ 54,90	429,41%	R\$ 413.252,84	26,45%

Fonte: O autor, 2011.

Verifica-se que o metro cúbico de RCD pode gerar economia de mais de 80% em relação a outros materiais, ou seja, aproximadamente, 4 vezes mais barato que outros tipos de materiais, quando utilizado como base para pavimentação. A economia no custo final da obra chega a ser superior a 26%.

A FIG. 1 mostra um corte de pavimentação com base executada com RCD reciclado em Belo Horizonte, revelando que as bases executadas com RCD reciclado apresentaram-se consolidadas. Segundo Pinto (1999), essa amostra demonstra a ocorrência de componentes reativos no RCD que reagiram com a exposição à umidade na execução e umidade natural dos solos locais, diferindo do ocorrido nas bases executadas com agregados naturais, em que há o travamento mecânico entre partículas e desagregação quando ocorre desconfinamento da camada.



**FIGURA 1:** Corte do pavimento com base executada com RCD reciclado.

Fonte: Pinto (1999)

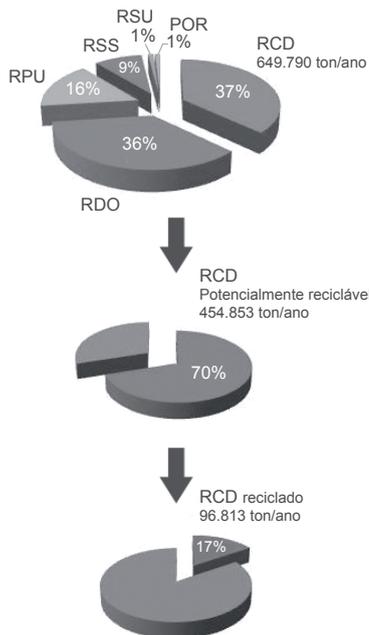
A utilização mais comum dos RCD reciclados atualmente é como base para pavimentação ou nivelamento e estabilização de vias de terra pela facilidade de uso, aplicação e por não exigir alta qualidade dos RCD destinados a esse fim.

Por outro lado, os RCD são destinados à fabricação de elementos como blocos e briquetes, exige alto grau de qualidade na segregação e britagem dos resíduos para obtenção de resultados satisfatórios.

## AVALIAÇÕES SOBRE O SISTEMA DE GESTÃO DE RCD EM BELO HORIZONTE

Conforme Abreu (2001) e outros autores, aproximadamente, 70% dos RCD têm potencial para ser reciclado, incluindo a fração de solo retirada das obras. Esse índice sobe para 90% ao desconsiderar a fração de solos.

Partindo dessa analogia, a FIG. 2 mostra um esquema sobre a situação da destinação final de RCD em Belo Horizonte pela média dos últimos 15 anos.



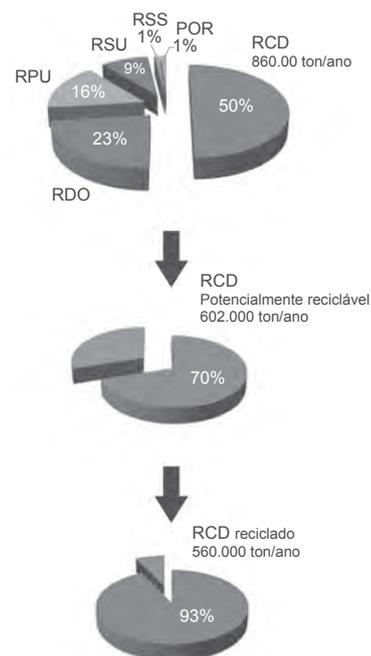
**FIGURA 2:** Média de reciclagem de RCD nos últimos 15 anos.

O esquema da FIG. 2 reflete com aproximação o cenário atual do desempenho da reciclagem de RCD. Percebe-se claramente a dissonância entre o potencial de resíduos recicláveis (70%) e o efetivamente reciclado (17%). Há que se considerar que foram

analisados apenas os RCD recolhidos pela SLU, cerca de 650.000 ton./ano ou 37% do total, pois alguns autores estimam que os RCD produzido em Belo Horizonte represente mais de 50% total da geração de resíduos sólidos. Este percentual é plausível levando em consideração que não fizeram parte dos cálculos a parcela de RCD depositada em aterros particulares ou disposta de forma irregular, (de forma clandestina em terrenos baldios, ruas e córregos da cidade).

Com a elevação do preço da disposição final dos RCD após o fechamento do aterro municipal CTRS BR 040, houve aumento de 15% nas deposições irregulares na cidade. Essa elevação percentual é compatível com o decréscimo do recolhimento de RCD pela SLU entre 2009 e 2010, como revelou a comparação entre os gráficos 1 e 2. De acordo com informações da prefeitura, a SLU gasta por ano R\$ 11,5 milhões para a retirada do material de aproximadamente 650 locais clandestinos mapeados na cidade.

Considerando somente a fração de resíduos sólidos recolhida pela SLU, a situação hipotética ideal para Belo Horizonte seria semelhante a representação esquemática da FIG. 3, considerando a média dos últimos 15 anos.



**FIGURA 3:** Situação ideal quanto aos percentuais de reciclagem de RCD.

Avaliando os gráficos apresentados nas figuras FIG. 2 e FIG. 3, verificam-se algumas desconformidades em relação ao sistema de gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC), em Belo Horizonte. A capacidade nominal instalada, somando as três estações de reciclagem é de 1000 toneladas por dia que corresponde a 264.000 toneladas por ano. Isso significa que em

2010 o sistema de reciclagem trabalhou ocioso em relação a sua capacidade, pois foram reciclados pouco mais de 136.000 toneladas de RCD, sendo que a estação mais ociosa foi a CTRS BR 040, de acordo com os dados apresentados na Tabela 2.

A Tabela 2 apresenta a quantidade de RCD encaminhada para reciclagem desde 1995, até o ano de 2010. Observa-se que

do total de resíduos computados pela SLU, em média 17,6 % foi enviada para reciclagem, sendo que entre os anos 2003 a 2005 tinham sido observados os maiores percentuais até o fechamento da CTRS BR 40 em 2010.

**Tabela 2 – Quantidade de RCD encaminhado para disposição em aterro e reciclagem (unidade: t/ano)**

Período	Encaminhado para Reciclagem				Disposição em Aterro	Total	Encaminhada para Reciclagem (%)
	Usina						
	Estoril	Pampulha	CTRS-040	Total			
1995	1.780	-	-	1.780	-	1.780	-
1996	26.196	174	-	26.370	744.175	770.545	3,40
1997	24.739	13.642	-	38.381	500.024	538.405	7,10
1998	45.141	22.649	-	67.790	651.385	719.175	9,40
1999	62.199	37.411	-	99.610	677.440	777.050	12,80
2000*	78.336	55.396	-	133.732	714.900	848.632	15,80
2001	43.629	59.149	-	102.778	509.108	611.886	16,80
2002	47.253	69.805	-	117.058	550.275	667.333	17,50
2003	51.470	65.411	-	116.881	369.999	486.880	24,00
2004	49.758	65.968	-	115.726	425.279	541.005	21,40
2005	43.978	60.805	-	104.783	211.816	316.599	33,10
2006	27.250	30.148	6.103	63.501	318.475	381.976	16,60
2007	29.104	40.958	21.317	91.379	664.332	755.711	12,10
2008	33.035	56.725	43.174	132.934	777.633	910.567	14,60
2009	23.465	51.655	29.734	104.854	883.556	988.410	10,61
2010	27.044	59.519	49.861	136.424	296.253	432.678	31,53
<b>Total</b>	<b>614.377</b>	<b>689.415</b>	<b>150.188</b>	<b>1.453.981</b>	<b>8.294.651</b>	<b>9.748.632</b>	<b>17,62</b>

Fonte: Adaptado de CATAPRETA (1995 – 2007); SLU (2008 – 2010).  
Nota: Valores e percentuais somente de aterros públicos ou contratados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caso em 2011 se repita esse quantitativo de massa aterrada, considerando o custo de R\$ 30,93 por tonelada aterrada, mais o valor de R\$ 4,13 por tonelada transportada, como o informado pela SLU, a PBH teria um gasto de R\$ 30.977.473,36 com disposição final de RCD. Essa elevada quantia faz refletir sobre a urgência de serem criadas alternativas à Parceria Público-Privada (PPP) realizada entre a PBH a CTR Macaúbas.

A subutilização das Estações da Reciclagem de RCD e a possível utilização do dinheiro público com formas pouco eficientes de destinação de RCD, como a aterragem a R\$ 30,93 a tonelada, são algumas das inferências que podem ser retiradas

deste trabalho sobre desconformidades do sistema de gestão de RCC.

A partir dos RCD, estima-se ser possível fabricar componentes de concreto com uma economia de até 70% em relação a similares com matéria-prima não reciclada e economia de até 26% se utilizado como base de pavimentação.

Os valores praticados para aterragem de resíduos sólidos em Belo Horizonte, após o esgotamento da CTRS BR 040, transformaram a reciclagem de RCD não apenas em uma necessidade ambiental, mas em um negócio extremamente lucrativo e mal explorado.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. F.; CHERNICHARO, P. D.; INÁCIO, R. A. C.; FIÚZA, S. M.; MOTA, M. L. A.; SILVA, M. E. C.; CHENNA, S. I. M.; LAGE, W. M. *Plano para minimização dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte – Período 2000 – 2004*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, João Pessoa/PB. Anais, ABES:Rio de Janeiro, ABES, 2001.

ABREU, M. F.; CHERNICHARO, P. D.; INÁCIO, R. A. C.; FIÚZA, S. M.; MOTA, M. L. A.; SILVA, M. E. C.; CHENNA, S. I. M.; LAGE, W. M. *Plano para minimização dos resíduos sólidos urbanos de Belo Horizonte – Período 2000 – 2004*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21, João Pessoa/PB. Anais, ABES:Rio de Janeiro, ABES, 2001.

ALMEIDA, A. FEAM apresenta ações executadas para a mineração em 2010. *Engenharia de minas news*. Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <[http://www.feam.br/index.php?Itemid=1&option=com\\_frontpage](http://www.feam.br/index.php?Itemid=1&option=com_frontpage)>. Acesso em: 22 de janeiro 2011.

ANGULO, S.C. *Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados*. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

ANGULO, S.C. ZORDAN, S.E.; JOHN, V.M. “*Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil*”. In: Seminário do Comitê Técnico do Ibracon CT - 206 - Meio Ambiente - Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil: Materiais Reciclados e suas Aplicações, IV, 2001, São Paulo. Anais. São Paulo: IBRACON, 2001. p.43-56.

BRAGA, E. Para poupar, população deve enviar entulho para unidades da prefeitura. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, Set. 2010. Disponível em < [http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2010/09/24/interna\\_gerais,181666/para-poupar-populacao-deve-enviar-entulho-para-unidades-da-pbh.shtml](http://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2010/09/24/interna_gerais,181666/para-poupar-populacao-deve-enviar-entulho-para-unidades-da-pbh.shtml) >. Acesso em 03 janeiro 2011.

CATAPRETA, C. A. A., PEREIRA J. C., ALMEIDA H. *Avaliação do desempenho das Usinas de Reciclagem de Resíduos de Construção Civil de Belo Horizonte, Brasil*, In: XXXI Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, AIDIS: Chile, Santiago, 2008.

CHAHUD, E *et. al. Reciclagem de resíduos para a construção civil*. Universidade FUMEC – Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte, MG. 1ª edição. 2007.

MAQBRI. *Manual de operação e manutenção* – Unidade de Reciclagem de Entulhos de Construção civil. São Paulo, 2006.

MELO, B. Aterramento mais caro. *Estado de Minas*, Belo Horizonte, Set. 2008. Disponível em: <[http://www.azevedosette.com.br/ppp/noticias/2008-09-09\\_02.html](http://www.azevedosette.com.br/ppp/noticias/2008-09-09_02.html)>. Acesso em: 15 janeiro de 2011.

PINTO, T. P. *Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana*. 1999. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

*SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DA PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE – SLU/PMBH*. Relatório Anual de Atividades da Limpeza Urbana 2008, 2009 e 2010.