

III-293 - UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO PARA COBERTURA INTERMEDIÁRIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DISPOSTOS EM ATERROS SANITÁRIOS

Cícero Antonio Antunes Catapreta ⁽¹⁾

Eng. Civil, Mestre e Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos (UFMG), Engenheiro Sanitarista da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, MG, Brasil.

Gustavo Ferreira Simões

Eng. Civil (UFMG), Mestre e Doutor em Engenharia Civil (PUC-Rio), Professor Associado do Departamento de Engenharia de Transportes e Geotecnia da UFMG, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU/BH. Departamento de Tratamento e Disposição Final de Resíduos. Rodovia BR 040 – Km 531 – Jardim Filadélfia - Belo Horizonte – MG. Brasil - Tel: (31) 3277-9808 – e-mail: catapret@pbh.gov.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar e avaliar a utilização de resíduos de construção e demolição (RCD) como material alternativo na cobertura intermediária de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários, assim como alguns aspectos relacionados à operação e manutenção do Aterro Sanitário de Belo Horizonte, onde foram utilizados os RCD. Os resultados sugerem ser viável a utilização de RCD como material de cobertura diária de RSU dispostos em aterros sanitários, pois os mesmos exercem adequadamente a função sanitária, evitando a proliferação de vetores e exalação de odores, e proporcionam boas condições para o tráfego de máquinas e veículos durante a operação dos aterros sanitários. As propriedades hidráulicas dos RCD permitem um melhor fluxo de líquidos lixiviados e de gases no interior do aterro sanitário, evitando a formação de bolsões, que tem grande influência na estabilidade geotécnica desses empreendimentos. Deve-se considerar também que a utilização de RCD pode contribuir para que esses resíduos não sejam dispostos de forma irregular, contribuindo para a preservação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário, Resíduos Sólidos, Resíduos de Construção e Demolição, Camadas de Cobertura.

INTRODUÇÃO

Nos últimos 15 anos, a concepção e construção de aterros sanitários para disposição de resíduos sólidos urbanos tem evoluído significativamente, face às exigências imputadas por novas legislações, pelas questões ambientais e ao aprimoramento dos instrumentos e técnicas aplicadas à disposição de resíduos.

Dentro deste contexto, os sistemas de revestimento de resíduos sólidos urbanos (RSU) dispostos em aterros sanitários devem ser concebidos de maneira a minimizar o vazamento de efluentes líquidos e gasosos dessas unidades, e a infiltração de águas pela sua superfície. Esses sistemas envolvem as camadas de impermeabilização de base e de cobertura e são concebidos com elementos naturais (solo) ou sintéticos (geomembranas).

As camadas de cobertura são executadas ao longo do período de operação dos aterros sanitários, para cobertura diária dos resíduos que são dispostos (cobertura diária ou intermediária) e ao final de sua vida útil, após o encerramento das atividades de operação (cobertura final).

Segundo Coelho *et al* (2005), as camadas de cobertura intermediária, realizadas ao longo do processo de preenchimento do aterro com os RSU, têm como funções principais o controle dos seguintes problemas: proliferação de vetores de doenças (insetos, roedores etc.); emanação de odores; combustão espontânea do biogás; ação do vento ao provocar espalhamento ou escape dos resíduos do interior das células de aterramento; proteção contra pássaros; minimização da infiltração de águas pluviais para o interior do maciço de resíduos. Além disso, sob o ponto de vista operacional, essas camadas tem a função de permitir o adequado fluxo de máquinas e outros veículos, principalmente durante a operação em períodos chuvosos.

No Brasil, o solo é o material mais utilizado para a execução dessas camadas intermediárias. No entanto, muitas vezes, não há disponibilidade de solo nas áreas onde os aterros sanitários se encontram implantados, fazendo com que esse material seja obtido em outros locais, o que pode contribuir para o aumento do custo operacional dos aterros.

Desta forma, a utilização de materiais alternativos para cobertura diária de resíduos em aterros sanitários pode configurar-se como uma solução para minimizar os custos operacionais dessas unidades e desempenhar, de forma eficiente, a mesma função que os solos normalmente empregados.

Os resíduos de construção e demolição – RCD, figuram como elemento bastante atrativo, uma vez que os mesmos são compostos, geralmente, de resíduos inertes e solos diversos. Os mesmos podem ser utilizados sem nenhuma restrição para a cobertura de resíduos em aterros sanitários, desde que observados os aspectos legais e normativos inerentes ao seu manejo. A utilização de camadas de cobertura alternativas deve ser vista como uma possibilidade viável para as condições climáticas e econômicas brasileiras, sendo que a escolha do melhor tipo de material a ser adotado deve ser realizada a partir de uma análise do custo-benefício entre as técnicas disponíveis e dos aspectos ambientais.

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo descrever e analisar a utilização de resíduos de construção e demolição como material alternativo na cobertura diária de resíduos sólidos urbanos dispostos em aterros sanitários, assim como alguns aspectos relacionados à operação e manutenção do Aterro Sanitário de Belo Horizonte, onde foram utilizados os RCD.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Aterro Sanitário de Belo Horizonte

Belo Horizonte é a capital do Estado de Minas Gerais, o qual se localiza na região sudeste do Brasil, e estende-se por uma área de 1.483 km². A cidade é a 6ª mais populosa do país, configurando também como a 3ª maior região metropolitana do Brasil. Belo Horizonte tem uma população de mais de 2,4 milhões de habitantes, atingindo quase 5,4 milhões de habitantes na Região Metropolitana.

Os resíduos gerados pela população foram dispostos no aterro sanitário do município, que se encontra localizado na região noroeste da cidade. Este aterro ocupa uma área de 144 hectares, sendo 65 hectares subdivididos em 7 áreas (células), que foram utilizados para a disposição dos RSU, e possui 65 m de altura no ponto mais elevado. Aproximadamente 23 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram dispostos neste aterro durante sua operação. O aterro teve suas atividades de operação iniciadas em 1975, sendo encerrada e descomissionada em 2007, após de 32 anos de funcionamento. Na Figura 1 pode ser observado o *lay-out* final do aterro sanitário de Belo Horizonte.

Os resíduos depositados neste local incluem resíduos domésticos, como restos alimentares, papel, plástico, vidros, metais, papelão, têxteis, borracha, couro e matéria orgânica, e resíduos de construção e demolição (areia, tijolos, blocos de concreto etc.).

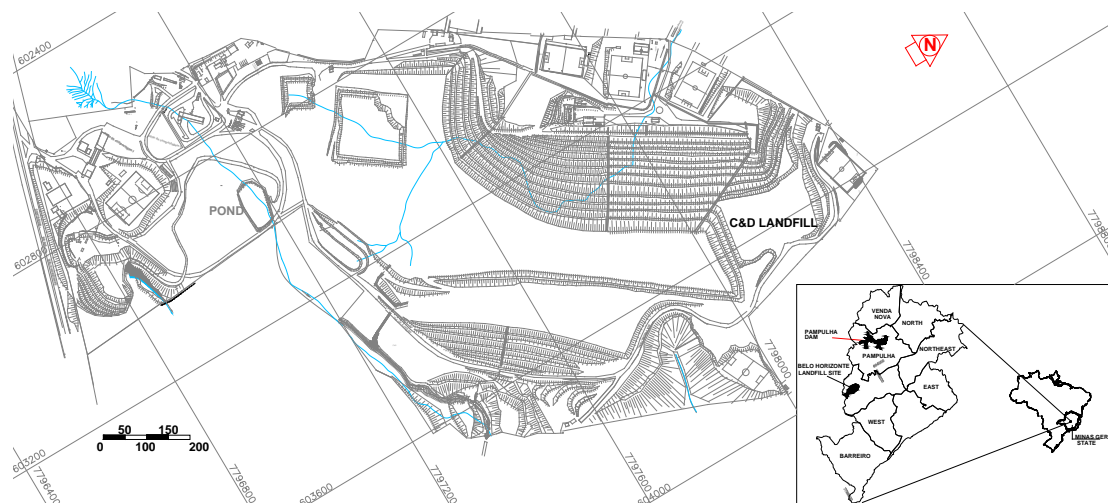


Figura 1 – Aterro Sanitário de Belo Horizonte – Lay-out

b) Cobertura dos resíduos

A cobertura intermediária dos resíduos dispostos no aterro sanitário foi realizada com RCDs oriundos de obras e serviços de terraplanagem realizados em Belo Horizonte. Na Tabela 1 são apresentados alguns dados sobre destinação de RCD ao aterro de Belo Horizonte, no período compreendido entre 1996 e 2010. As camadas de cobertura foram realizadas com espessura média de 0,50 m sendo utilizado um trator de esteiras D-65 (peso operacional ≈ 17 t) para o espalhamento e compactação dos mesmos.

Tabela 1 – Quantidade de Resíduos Gerados em Belo Horizonte (1996 – 2010)

Ano	RDO	%	RSS	%	RPU	%	RCD	%	Outros	%	Total
1996	446.447	30,5	9.240	0,6	240.050	16,4	744.175	50,8	25.690	1,8	1.465.602
1997	503.614	38,8	10.597	0,8	247.364	19,1	500.024	38,5	35.552	2,7	1.297.151
1998	538.829	36,5	11.241	0,8	218.794	14,8	651.385	44,1	57.672	3,9	1.477.921
1999	564.733	37,9	11.476	0,8	168.222	11,3	677.440	45,5	67.725	4,5	1.489.596
2000	588.464	38,7	11.292	0,7	144.111	9,5	714.900	47,0	61.591	4,1	1.520.358
2001	621.336	45,9	12.798	0,9	144.075	10,7	509.108	37,6	65.165	4,8	1.352.482
2002	655.208	44,9	13.062	0,9	172.437	11,8	550.275	37,7	67.586	4,6	1.458.569
2003	631.546	50,9	12.911	1,0	162.816	13,1	369.999	29,8	62.928	5,1	1.240.200
2004	648.522	50,7	12.858	1,0	132.501	10,4	425.279	33,2	60.896	4,8	1.280.056
2005	782.057	65,6	13.225	1,1	123.685	10,4	211.816	17,8	60.634	5,1	1.191.417
2006	749.216	59,4	13.308	1,1	150.535,92	11,9	318.475	25,2	30.769	2,4	1.262.304
2007	413.979	30,8	14.411	1,1	107.227	8,0	704.079	52,4	103.443	7,7	1.343.138
2008	-	-	11.632	1,5	-	-	746.113	98,5	58	0,0	757.803
2009	-	-	12.025	1,3	97.436	10,8	772.735	85,7	19.092	2,1	901.288
2010	-	-	11.524	3,7	4.297	1,4	290.717	94,2	2.090	0,7	308.627
Total	7.143.951	38,9	181.600	1,0	2.113.551	11,5	8.186.519	44,6	720.890	3,9	18.346.512

Fonte: SLU (2007a, 2007b, 2008, 2009 e 2010)

RDO = resíduos sólidos domiciliares; RSS = resíduos de serviços de saúde;

RPU = resíduos públicos; RCD = resíduos de construção e demolição.

c) Ensaios geotécnicos

As medidas de permeabilidade nas camadas de cobertura intermediárias foram realizadas em campo com o Permeâmetro de *Guelph*.

Os ensaios de laboratório foram realizados no Laboratório de Materiais de Construção da Universidade Federal de Minas Gerais, no ano de 2004, tendo sido realizados: análise granulométrica, teor de materiais pulverulentos e torrões de argila.

d) Líquidos lixiviados

Foi avaliada também a possível influência das camadas de cobertura intermediárias dos RSU na composição físico-químicas dos líquidos lixiviados, assim como o impacto das precipitações pluviométricas sobre vazão. Para tanto, a determinação da vazão dos líquidos lixiviados foi realizada de forma sistemática, por meio de medições diárias, tendo sido empregado o método da descarga livre. O registro das precipitações pluviométricas foi realizado diariamente, em pluviômetro e pluviógrafo instalados na área do aterro sanitário de Belo Horizonte.

Em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados para caracterizar os líquidos lixiviados gerados no aterro sanitário de Belo Horizonte, destacam-se, neste trabalho, aqueles necessários para o entendimento da influência da utilização de RCD na cobertura intermediária (diária) dos RSU dispostos. Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros considerados, as metodologias empregadas e a frequência de análise. Em relação à frequência de amostragem, inicialmente esta era mensal para todos os parâmetros monitorados, passando posteriormente para trimestral. As amostragens e análises são realizadas de acordo com métodos padronizados pelo *Standard Methods of Water and Wastewater* (APHA/AWWA/WEF, 2005).

Tabela 2 – Parâmetros monitorados, frequência de amostragem e métodos de análise empregados.

Parâmetro	Frequência	Método
Potencial Hidrogeniônico	Trimestral	SM - 4500 H
Alcalinidade		SM - 2320
Ferro Total		SM – 3120 B
Manganês Total		SM – 3120 B
Alumínio Total		SM – 3120 B
Sulfatos		SM – 4500 E

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1, os RCD que aportavam o aterro sanitário representavam em média cerca de 45%, em peso, dos resíduos destinados ao aterro sanitário em Belo Horizonte, chegando a representar 52%. Na Tabela 3 são apresentados os resultados de um estudo realizado por Silva (2007), onde se pode observar algumas características dos RCD gerados em obras realizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte. Observa-se que os mesmos possuem uma composição que favorece a sua reciclagem em unidades adequadas para tal finalidade, assim como também configuram um material de boa qualidade para sua utilização na cobertura intermediária de camadas de resíduos dispostos em aterros sanitários.

Tabela 3 - Características dos resíduos gerados em obras realizadas na Região Metropolitana de Belo Horizonte (Adaptado de Silva, 2007).

Tipo de Resíduo \ Tipo de Obra	Comercial	Industrial	Residencial	Reforma	Total	%
Entulho Classe A*	20.749	15.890	22.900	23.590	83.129	98,23
Papel/Papelão	169	49	166	30	414	0,49
Metais	139	217	55	102	513	0,61
Madeira	99	56	138	151	444	0,52
Plástico	19	11	14	67	111	0,13
Vidro	6	-	14	-	20	0,02
Total	21.181	16.223	23.287	23.940	84.631	100,00

* Resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: tijolos, concreto, argamassa, blocos, telhas, placas de revestimentos, solos provenientes de terraplanagem etc.

O aterro de Belo Horizonte foi executado com camadas de RSU sobrepostas com uma camada de RCD. Os RSU foram compactados em rampa, com inclinação média de 1 (V) : 3 (H), e com os resíduos sendo

compactados no sentido ascendente, até a camada de resíduos atingir uma altura aproximada de 4,5 m. Sobre esses resíduos foi executada uma camada de cobertura intermediária, com espessura média de 0,50 m de RCD.

Os RCD foram utilizados na forma como aportavam o aterro, não sendo triados antes de serem empregados na cobertura dos RSU, o que deveria ocorrer já que alguns desses resíduos são classificados como “Classe C ou D” pela Resolução CONAMA 307 (CONAMA, 2002), e não deveriam ser dispostos em aterros sanitários. Entretanto, se os RCD fossem submetidos a processo de triagem preliminar, antes de sua utilização na cobertura dos resíduos, haveria uma elevação de custos que inviabilizaria sua utilização para tal finalidade.

A utilização dos RCD também levava em consideração se o mesmo era composto de outros resíduos. A verificação do “grau de mistura” era realizada por meio de inspeções visuais, por funcionários do aterro, no momento da pesagem dos veículos. Caso fosse verificado um alto “grau de mistura”, os resíduos eram descartados para esta finalidade, sendo direcionados para disposição no aterro sanitário, como resíduo, ou rejeitados para recebimento e disposição no aterro sanitário.

Considerando que a presença de resíduos “Classe C ou D” nos RCD é baixa (conforme Tabela 3) e a quantidade de RSU dispostos de maneira concomitante, esperava-se que os limites de parâmetros físico-químicos estabelecidos para grande parte desses resíduos “Classe C ou D”, caso estejam presentes nos RCD, não fosse ultrapassada.

As medidas de permeabilidade nas camadas de cobertura intermediárias apresentaram valores variando entre 10^{-3} e 10^{-5} cm/s. Esta variação deve-se principalmente à heterogeneidade dos RCD utilizados.

Do ponto de vista operacional, esses resíduos apresentam-se como excelente material a ser empregado na cobertura diária de RSU e na manutenção de vias internas não pavimentadas dos aterros sanitários. Na cobertura diária, os RCD, além de desempenharem a função sanitária, contribuindo para a não proliferação de vetores e emissão de odores, também minimizam a infiltração de uma parcela considerável das águas de chuva, nos momentos de elevadas precipitações pluviométricas. Embora apresentem permeabilidade elevada, a adequada implantação de inclinações nas superfícies, favorece o escoamento superficial em direção ao sistema de drenagem superficial.

Por outro lado, considerando o comportamento hidráulico do aterro sanitário, as permeabilidades elevadas dos RCD podem contribuir para que os líquidos lixiviados e os gases gerados percolem mais facilmente pelo maciço de resíduos do aterro sanitário, minimizando a formação de bolsões de líquidos e gases entre as camadas de resíduos. Tal fato é importante, principalmente em relação à estabilidade do aterro sanitário, já que muitos casos de instabilização de aterros são atribuídos ao acúmulo desses fluidos no interior dos aterros sanitários.

No caso de manutenção de vias internas, ao longo do período de operação do aterro sanitário, os RCD mostraram-se adequados e desempenharam a função de eliminar imperfeições (borrachudos) e ondulações causadas pelo tráfego de veículos, apresentando-se como um excelente material de reforço dessas vias, permitindo o tráfego normal de veículos em todos os períodos do ano. Esse bom comportamento deve ao fato de os mesmos serem triturados pelos tratores empregados na sua compactação e também ao constante tráfego de veículos sobre esses resíduos, que promovem uma compactação extra e uma melhor acomodação dos mesmos. O tráfego de veículos também é facilitado devido ao fato desses resíduos serem mais granulares, permitindo o escoamento rápido das águas de chuva da parte superior das vias de trânsito sem pavimentação e internas ao aterro sanitário.

Além dos empregos descritos, os RCD ofereceram a vantagem de não terem representado custos em função de sua utilização, pois os mesmos aportavam o aterro de Belo Horizonte trazidos por empresas transportadoras que os coletam na cidade, sem ônus para o município. Deve-se considerar também que além das vantagens mencionadas, a sua utilização em aterros sanitários para cobertura diária de camadas de resíduos diminuem, ou até mesmo eliminam a sua disposição inadequada em vias, cursos d'água e lotes vagos no município.

Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas comparações entre as vazões de líquidos lixiviados e precipitações mensais e acumuladas, respectivamente. Observa-se que há uma relação entre esses dois parâmetros, principalmente quando se comparam os valores acumulados. Nos períodos de maiores precipitações são observadas elevações das vazões de líquidos lixiviados, embora após o encerramento das atividades no aterro sanitário (dezembro/2007) e a implantação da camada de cobertura final, as vazões tenham diminuído significativamente.

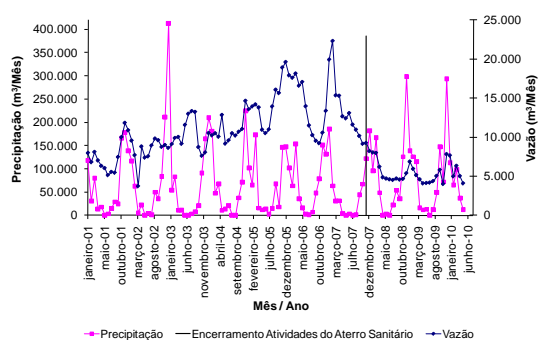


Figura 2 – Vazão mensal vs precipitação mensal

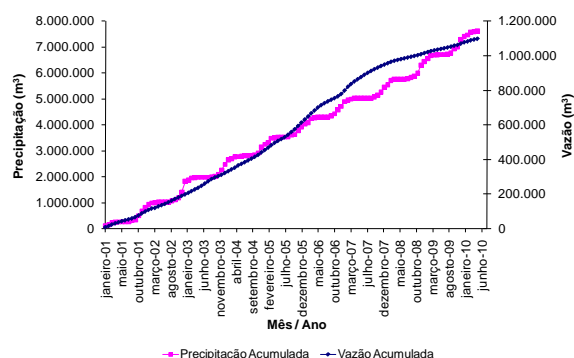


Figura 3 – Vazão acumulada vs precipitação acumulada

Os resultados sugerem que a permeabilidade observada nos ensaios realizados podem de fato estar permitindo que as águas provenientes das precipitações pluviométricas percolem pela massa de resíduos e elevem a quantidade de líquidos lixiviados que são gerados. Caso os materiais empregados na cobertura dos resíduos tivessem uma permeabilidade menor, é provável que os resultados de vazão apresentassem valores menores e um volume maior de líquidos ficasse acumulado, formando bolsões. Não foi possível determinar com clareza o tempo de resposta em que essa infiltração é percebida nas vazões.

Como mencionado anteriormente, foi avaliada também a possibilidade dos RCD estarem influenciando as características dos líquidos lixiviados gerados no aterro sanitário. Para tanto, foram avaliados os parâmetros físico-químicos pH, alcalinidade, Ferro Total, Manganês Total, Alumínio e Sulfatos. Conforme pode ser observado nas Tabelas 4 a 9, as características dos líquidos lixiviados gerados no aterro sanitário de Belo Horizonte se apresentam, em sua maioria, em conformidade com a literatura, indicando que os RCD não influenciam as suas características. Os valores mencionados nas Tabelas 4 a 9 referentes à literatura foram obtidos por Carvalho *et al* (2006), que avaliou, em lisímetros experimentais, a influência da presença de RCD na geração e nas características físico-químicas dos líquidos lixiviados de aterros sanitários.

Ressalta-se que a quantidade de RSU dispostos no aterro sanitário de Belo Horizonte é bem superior à de RCD. Tal fato, aliado à grande quantidade de matéria orgânica presente nos RSU, pode estar influenciando os resultados e dificultando que seja verificada a influência dos RCD nos líquidos lixiviados.

Tabela 4 – Resultados de Análises Físico-químicas: Alcalinidade

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	1.792	9.711	6.374	
Emergencial	PLQ6a	7	11.580	3.328	
AC 05	PLQ5	4.383	26.800	7.303	
AC 04	PLQ4a	4.875	12.421	7.614	750 - 11.400
AC 03	PLQ3a	1.195	9.206	6.327	
Ampliação	PZA1	3.325	6.388	5.349	
AC 09	PLQ1	68	6.220	4.343	

Tabela 5 – Resultados de Análises Físico-químicas: pH

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	7,1	8,3	7,6	
Emergencial	PLQ6a	7,0	8,7	7,9	
AC 05	PLQ5	5,7	8,1	7,5	
AC 04	PLQ4a	7,1	8,1	7,6	5,7 - 8,6
AC 03	PLQ3a	6,7	8,4	7,5	
Ampliação	PZA1	7,2	7,8	7,5	
AC 01	PLQ1	7,2	8,5	7,6	

Tabela 6 – Resultados de Análises Físico-químicas: Ferro Total

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	1,60	6,80	3,95	
Emergencial	PLQ6a	0,22	5,25	1,17	
AC 05	PLQ5	0,02	594,00	34,43	
AC 04	PLQ4a	0,36	24,90	5,73	0,01 - 260
AC 03	PLQ3a	1,57	52,50	5,90	
Ampliação	PZA1	0,00	0,00	0,00	
AC 01	PLQ1	0,90	64,80	5,95	

Tabela 7 – Resultados de Análises Físico-químicas: Manganês

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	0,01	4,00	0,32	
Emergencial	PLQ6a	0,02	2,25	0,25	
AC 05	PLQ5	0,02	37,20	2,64	
AC 04	PLQ4a	0,01	6,10	0,47	0,04 - 2,6
AC 03	PLQ3a	0,01	8,20	0,73	
Ampliação	PZA1	0,00	0,00	0,00	
AC 01	PLQ1	0,01	5,20	0,34	

Tabela 8 – Resultados de Análises Físico-químicas: Alumínio Total

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	0,05	2,40	0,53	
Emergencial	PLQ6a	0,02	0,84	0,22	
AC 05	PLQ5	0,28	14,20	3,14	
AC 04	PLQ4a	0,01	7,85	1,50	
AC 03	PLQ3a	0,05	5,20	0,73	
Ampliação	PZA1	0,00	0,00	0,00	
AC 01	PLQ1	0,01	1,15	0,36	

Tabela 9 – Resultados de Análises Físico-químicas: Sulfatos

Célula	Ponto	Mínimo	Máximo	Media	Literatura
Emergencial	PLQ6c	1	278	71	
Emergencial	PLQ6a	0	418	87	
AC 05	PLQ5	1	1.819	158	
AC 04	PLQ4a	0	540	105	0 - 5.400
AC 03	PLQ3a	1	473	108	
Ampliação	PZA1	1	184	50	
AC 01	PLQ1	0	300	78	

CONCLUSÕES

Os resultados sugerem ser viável a utilização de RCD como material de cobertura diária de RSU dispostos em aterros sanitários, pois os mesmos exercem adequadamente a função sanitária, evitando a proliferação de vetores e exalação de odores, além de proporcionar boas condições para o tráfego de máquinas e veículos durante a operação dos aterros sanitários.

A composição dos RCD sugere que os mesmos possuem alto grau de reaproveitamento, já que a maioria desses resíduos é classificada como “A” pela Resolução CONAMA 307/2002. No entanto, sugere-se que seja realizada uma caracterização mais completa desses resíduos, já que o conhecimento de sua composição física é a primeira etapa para se viabilizar possíveis alternativas de redução, reutilização e reciclagem, além de permitir a estimativa de maneira segura do percentual de resíduos “Classe C ou D” presentes.

Deve-se considerar também que a utilização de RCD, tendo objetivo a cobertura intermediária dos resíduos, pode também contribuir para que esses resíduos não sejam dispostos de forma irregular em áreas e lotes vagos, assim como em margens de cursos d’água e vias, contribuindo para a preservação ambiental.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte – SLU, pelo apoio na realização dos trabalhos; à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo contínuo apoio financeiro.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA/AWWA/WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington: APHA 21th Edition, 2005
2. Carvalho, A. L., Matos, A. T., Hamakawa, P. J. Azevedo, R. F. Produção de percolado por resíduos sólidos urbanos de diferentes idades, na presença de resíduos da construção civil e sob recirculação. In: Engenharia na Agricultura, Viçosa, MG, v.14, n.2, p. 131-138, 2006.
3. Castilhos Júnior, A. B.; Lange, L. C.; Gomes, L. P.; Pessin, N. (org.). Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES / RiMa, 2003, 294 p.
4. Coelho, H. M. G, Lange, L. C., Simões, G. F., Ferreira, C. F. A., Viana, D. F. Avaliação do desempenho de camadas de cobertura intermediárias e finais em células experimentais de disposição de resíduos sólidos urbanos. IN: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande/MS. *Anais...* Rio de Janeiro: ABES, 2005.
5. CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. . Ministério do Meio Ambiente, Brasil, 2002
6. Silva, A. F. F. Gerenciamento de resíduos da construção civil de acordo com a resolução CONAMA nº 307/02: estudo de caso para um conjunto de obras de pequeno porte. Belo Horizonte: EE-UFGM, 2007. 102 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
7. SLU - SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE Relatório anual de atividades da limpeza urbana. Belo Horizonte: SLU, 2007b.
8. SLU - SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE Relatório anual de atividades da limpeza urbana. Belo Horizonte: SLU, 2008.

9. SLU - SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE Relatório anual de atividades da limpeza urbana. Belo Horizonte: SLU, 2009.
10. SLU - SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE Relatório anual de atividades da limpeza urbana. Belo Horizonte: SLU, 2010.
11. SLU - SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE. Histórico da destinação de resíduos sólidos urbanos no município de Belo Horizonte 1975 a 2006. Belo Horizonte: SLU, 2007a.