



Mapeamento de áreas potenciais para implantação de aterro sanitário em Passo Fundo (RS), utilizando análise multicriterial.

**Matheus B. Viacari¹, Francisco G. Magro², Guilherme Kochenborger³
Everton Goettem⁴ e Luis A. Pereira⁵.**

¹ Universidade de Passo Fundo (matheus_boni_vicari@hotmail.com)

² Universidade de Passo Fundo (chicomagro2@hotmail.com)

Resumo

O crescimento excessivo dos padrões de consumo leva à uma situação de sobrecarga de aterros sanitários e a necessidade de implantação de novos. Assim, o trabalho teve como objetivo utilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG), em conjunto com métodos de análise multicriterial, como uma ferramenta para seleção de áreas adequadas para implantação de aterros sanitários no município de Passo Fundo - RS. Para realização do estudo, utilizou-se o pacote de software ArcGIS 9.3 para realizar a análise multicriterial, considerando alguns fatores importantes na implantação de um aterro sanitário, como a distância de corpos hídricos, estradas, centros urbanos e aeroportos, e a declividade do terreno. Os resultados demonstraram que apesar de a maior parte do município não ter áreas aptas, cerca de 38% do município apresenta boa aptidão. Dessa forma, observa-se que a análise multicritério, junto com o SIG se constitui uma ferramenta de importante valor para escolhas de áreas com maior potencial para implantação desses aterros, simplificando os levantamentos preliminares.

Palavras-chave: Aterro sanitário. Sistema de Informações Geográficas. ArcGIS.

Área Temática: Resíduos Sólidos.

Abstract

The excessive growth of consumption patterns lead to an overload situation of landfills and the need of new final disposal areas. Thus, this work aimed to use a Geographic Information System(GIS), along with methods of multicriteria analysis as a tool for selection of suitable sites for the establishment of landfills in the city of Passo Fundo - RS. In the study was used the software package ArcGIS 9.3 to perform the multicriteria analysis, considering some important factors for the implementation of a landfill, as the distance of water bodies, roads, urban centers and airports, and land slope. The results demonstrated that although most of the city area are not suitable, almost 38% of the city has good suitability. Thus, can be observed that the multicriteria analysis, along with the GIS, constitutes an important tool for the choosing of areas with the greatest potential for the deployment of these landfills, simplifying the preliminary surveys.

Key words: Landfill. Geographic Information System. ArcGIS.

Theme area: Solid Waste



1 Introdução

O crescimento populacional nas últimas décadas e o avanço tecnológico industrial, os quais favoreceram o aumento excessivo do consumo, aliados à falta preocupação com uma disposição adequada para os produtos considerados ultrapassados ou inutilizados, levam à uma situação de grande impacto ambiental.

A disposição incorreta dos resíduos sólidos acaba comprometendo o solo, o lençol freático, além de gerar odores, concentração de vetores, entre outros impactos significativos.

Além do aumento na geração de resíduos, o crescimento populacional acarreta em uma crescente urbanização, reduzindo a quantidade de áreas aptas à instalação de aterros sanitários.

A implantação de uma planta de destinação adequada para resíduos sólidos, definida como uma atividade causadora de impacto ambiental significativo, conforme Resolução CONAMA, 001/1986, e passa por diversas etapas.

Uma dessas etapas, sendo de grande importância, é a escolha da área na qual será implantado o aterro sanitário. Sendo assim, observa-se a importância de estudos que viabilizem mecanismos e metodologias para escolher o local adequado para o depósito desses resíduos de forma a minimizar os possíveis impactos ambientais desses aterros sanitários (ANTONIO & RIBEIRO, 2011).

Segundo Monteiro et al. (2001), na escolha das áreas para implantação de aterro sanitários é necessário se considerar os parâmetros técnicos das normas e diretrizes federais, estaduais e municipais, além de planos diretores dos municípios, pólos de desenvolvimentos locais e regionais, distâncias de transporte, vias de acesso e os aspectos político relacionados com a aceitação do empreendimento, pela mídia e pela comunidade.

A escolha de uma área adequada para a instalação de um aterro sanitário costuma ocupar tempo e recursos significativos, pois de acordo com as metodologias tradicionais é preciso ir a campo para realizar levantamentos e análises, visando avaliar diversas características de áreas potenciais e definir a melhor área dentre elas.

Assim, segundo Calijuri et al. (2002), a consideração dos aspectos técnicos, ambientais e socioeconômicos, aliada às técnicas de geoprocessamento, permite a obtenção de algumas alternativas para a localização desses aterros.

Como a instalação de um aterro depende da satisfação de diversos critérios, a avaliação do potencial de uma área para a implantação de um aterro sanitário passa pela realização de uma análise multicritério (CALIJURI et al., 2002), a qual compreende a definição de pesos para cada critério, a normalização dos critérios e a combinação dos critérios avaliados (PEREIRA et al., 2008). Sendo assim, esse estudo permite analisar conjuntamente diferentes critérios heterogêneos, padronizando-os, de forma a gerar um resultado sintético da avaliação.

Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo utilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG), em conjunto com métodos de análise multicriterial, como uma ferramenta para seleção de áreas adequadas para implantação de aterros sanitários no Município de Passo Fundo - RS.

2 Metodologia

O estudo em questão foi realizado para o município de Passo Fundo, no Estado do Rio Grande do Sul, com as coordenadas 25° 23' 26" latitude Sul e 51° 27' 15" longitude Oeste. O município apresenta um clima do tipo fundamental úmido (f) com variação específica subtropical úmido (Cfa), altitude média de 690m, com uma área total de 780,355 km² e



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

população de 186.028 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

Para realizar esse estudo, utilizou-se o pacote de software ArcGIS 9.3. Essa suíte de programas possui diversas ferramentas para análise espacial de dados, criação de mapeamentos, entre outros.

Visando realizar a análise multicriterial foram considerados alguns fatores importantes na implantação de um aterro sanitário, os quais foram escolhidos pela sua influência nos impactos ambientais associados à instalação e operação do aterro, assim como ao risco de impactos causados por acidentes, além de influenciarem na viabilidade econômica da operação do mesmo.

Assim, foi preciso, inicialmente, definir pesos para os valores característicos de cada fator. Essa normalização dos parâmetros utilizados pode ser observada no Quadro 1.

Quadro 1 – Critérios utilizados na análise multicriterial.

Critérios	Justificativa	Faixa de Avaliação	Nota	Peso
Distância de recursos hídricos Distância mínima baseada na Portaria nº 124/80, do Ministério do Interior.	Prevenir que impactos provenientes do aterro atinjam as vias de transportes.	< 200 metros	0	3
		200 - 499 metros	3	
		500 - 1000 metros	4	
		> 1000 metros	5	
Distância de centros urbanos Devido à resistência da população quanto à instalação de um aterro nas proximidades das residências.	Influencia diretamente na preservação do solo e na viabilidade técnica de instalação do aterro.	< 100 metros	0	1
		100 - 499 metros	3	
		500 - 1000 metros	4	
		> 1000 metros	5	
Declividade	Influencia diretamente na preservação do solo e na viabilidade técnica de instalação do aterro.	100 - 250 metros	1	1
		250 - 500 metros	2	
		500 - 1000 metros	3	
		1000 - 2000 metros	4	
		> 2000 metros	5	
Declividade	Influencia diretamente na preservação do solo e na viabilidade técnica de instalação do aterro.	Alta: > 30%	1	1
		Média: 20% - 30%	2	
		Baixa: 10% - 19,9%	3	
		Muito baixa: 3% - 9,9%	4	
		Plana: < 3%	5	

Fonte: Adaptado de Armando (2003).

Como pode ser observado no Quadro 1, cada parâmetro apresenta uma classificação realizada em função de distâncias ou características de cada ponto. Assim, para cada classe foram definidas notas, variando da pior situação (0) à melhor situação (5).

Para isso essas análises, obtiveram-se dados vetoriais ou de imagens de satélite georreferenciados para a região de estudo, para cada critério definido para esse estudo. Esses dados foram obtidos a partir de bases de dados governamentais e outras instituições públicas.

Os dados utilizados, de acordo com os critérios apresentados acima foram hidrografia (UFRGS, 2010), rede viária (UFRGS, 2010), áreas urbanas (UFRGS, 2010), limites municipais (IBGE, 2007), altitude (MIRANDA, 2005), localização do aeroporto (FEPAM, 2005)

Para facilitar a realização da análise e reduzir o volume de arquivos, os dados originais



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

foram extraídos para a área do município. Após essa extração, os dados padronizados em função de distâncias, precisaram passar por uma etapa de criação de buffers, ou seja, a extração dos dados vetoriais para as distâncias determinadas de acordo com o Quadro 1. Essas extrações visam obter dados espaciais padronizados para toda a área de estudo.

Além disso, para os dados padronizados de acordo com as suas características, apenas realizou-se uma reclassificação dos seus valores, aplicando as notas definidas de acordo com o Quadro 1. No caso específico da declividade, a mesma foi obtida indiretamente, a partir do mapeamento de altitude.

Os dados espaciais em formato vetorial (shapefile) foram posteriormente convertidos para o formato de imagens raster, visando compatibilizar os mesmos com as ferramentas utilizadas na análise multicriterial.

Abaixo seguem as imagens das padronizações e reclassificações dos dados utilizados.

Figura 1 – Mapa de Passo Fundo com dados vetoriais de hidrografia, rede viária e área urbana.

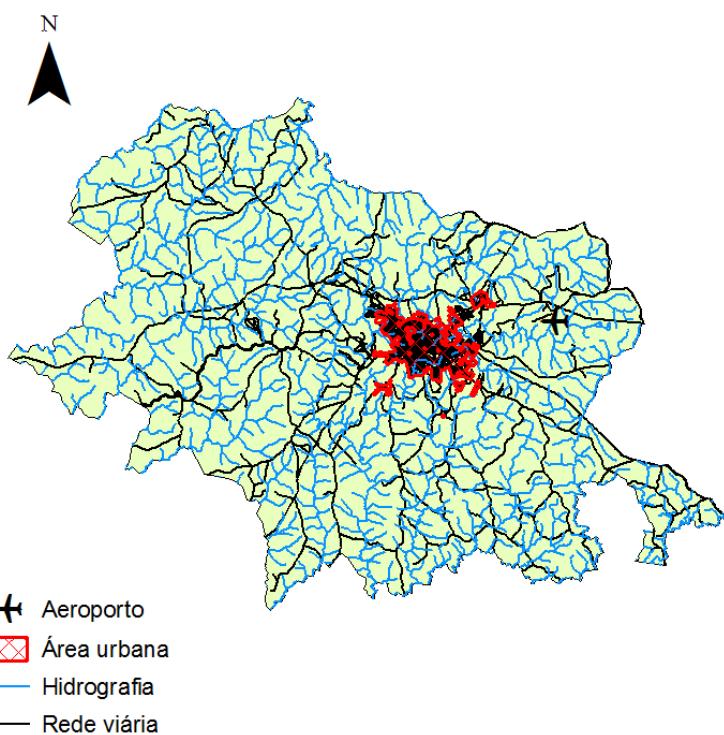


Figura 2 – Padronização e classificação dos dados de hidrografia.

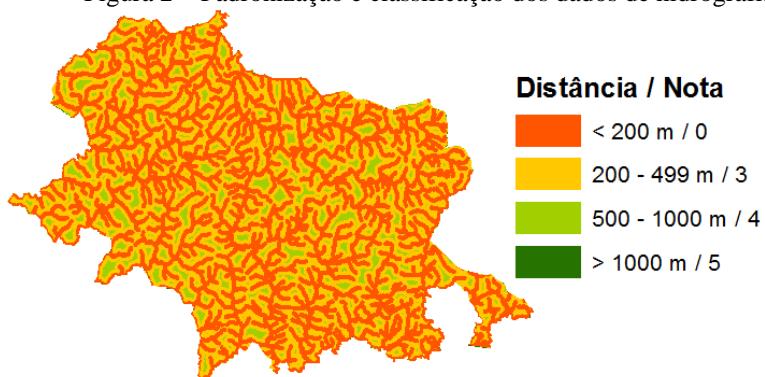


Figura 3 – Padronização e classificação dos dados de rede viária.



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

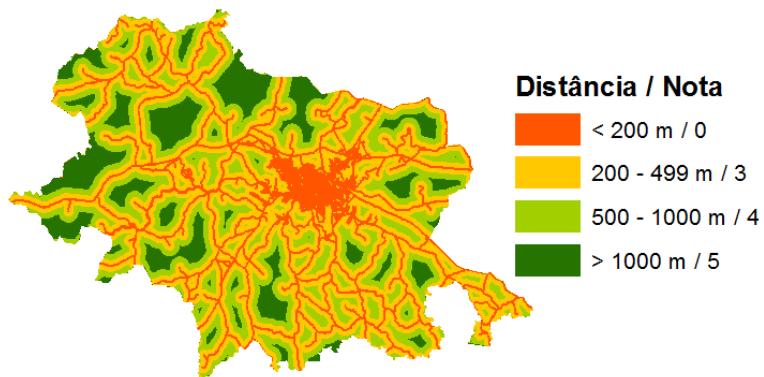


Figura 4 – Padronização e classificação dos dados de áreas urbanas.

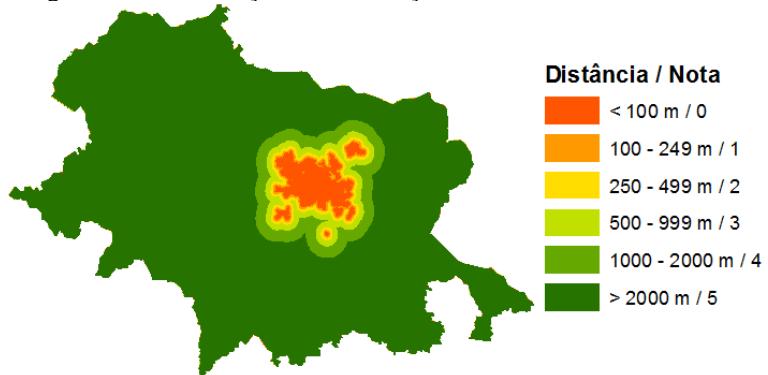
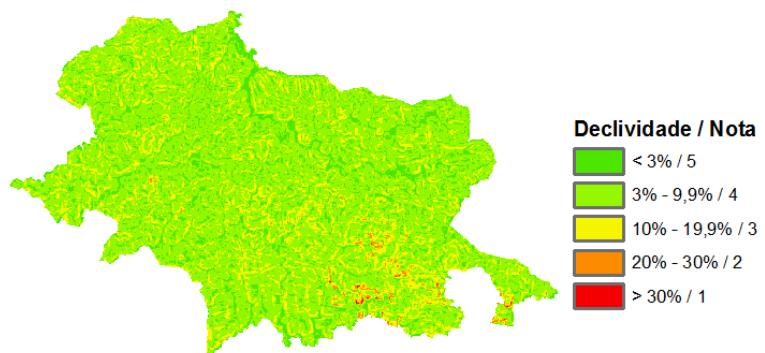


Figura 5 – Padronização e classificação dos dados de declividade.



Após o preparo dos dados espaciais de cada fator foi realizada a combinação ponderada dos mesmos. Essa ponderação foi feita através da ferramenta Weighted Overlay, presente no software ArcGIS. Essa ferramenta permitiu realizar a análise multicritério, integrando as diversas camadas de dados em uma avaliação integrada, aplicando os pesos definidos para cada fator, resultando em um mapeamento dividido em classes de aptidão.

Além dos critérios avaliados de forma quantitativa, é preciso levar em conta a presença de aeroportos no município, a qual, de acordo com a Resolução nº4 do 1995 do CONAMA, implicou na necessidade de uma distância mínima de 13 km do mesmo. Isso se deve ao risco que existe de pássaros presentes na área do aterro causar acidentes com aeronaves.

Após a realização de uma integração dos dados, realizou-se, também, um levantamento quantitativo das áreas resultantes de cada classe. Esse levantamento foi realizado utilizando a ferramenta Summary Statistics, também presente na suíte de programas ArcGIS 9.3.

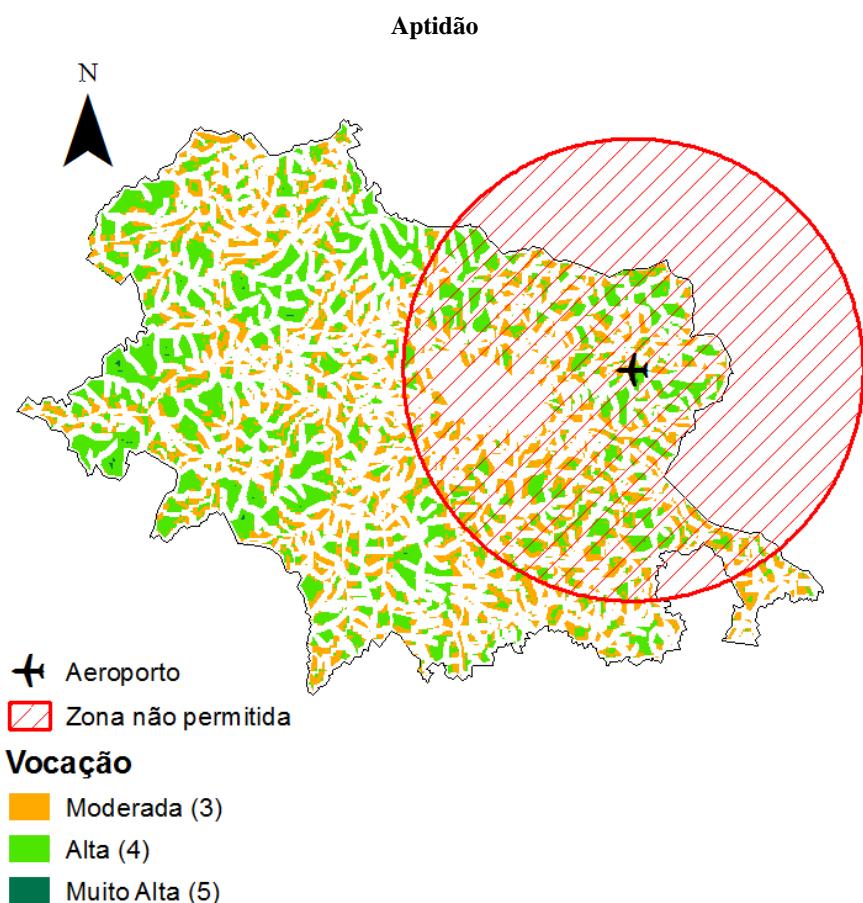


Esse levantamento quantitativo, além de proporcionar um relatório estatístico das classes de aptidão das áreas presentes no município, também permitiu localizar as maiores para os níveis.

3 Resultados

Após a realização da análise multicriterial dos parâmetros utilizados foi possível obter um mapeamento indicativo do potencial para a instalação de um aterro sanitário em toda a área do município de Passo Fundo (Figura 6).

Figura 6 – Áreas de aptidão para implantação de aterro sanitário no município de Passo Fundo.



Como pode ser observado acima, as notas de aptidão no mapeamento variam de três a cinco, da mesma forma que a padronização dos dados base.

Esses valores que variam de moderados a altos se devem à grande concentração desses mesmos valores nos dados base.

Ainda, é possível observar que uma grande porção de área do município é declarada inapta à instalação de um aterro sanitário, devido à presença do aeroporto na região nordeste do município.

A partir do mapeamento de aptidão é possível notar que o município possui apenas 297 km² de áreas aptas a receber a instalação de um aterro, isso representa aproximadamente 38% da área total do município. Abaixo segue uma tabela que apresenta a distribuição das áreas de acordo com a sua aptidão, além da sua representatividade em relação à área total do município e a maior área de cada classe.



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Tabela 1 – Distribuição das áreas aptas para a instalação de um aterro sanitário de acordo com a sua classificação.

Classe de aptidão	Área total (km ²)	Representatividade	Maior área unitária (km ²)
Moderada	139,26	17,85%	1,27
Alta	157,37	20,1%	4,87
Muito Alta	0,38	0,04%	0,05

Como apresentado na Tabela 1, a maior parte das áreas aptas à instalação de um aterro é classificada como sendo de Alta aptidão. Além disso, essa classe também possui a maior área unitária, ou seja, um único local com a maior área.

Também, nota-se que apenas uma pequena parcela da área do município possui uma aptidão considerada Muito Alta. Isso se deve à grande quantidade de recursos hídricos e estradas na área municipal.

4 Conclusão

A partir dos resultados obtidos é possível observar que o uso de um Sistema de Informações Geográficas permite realizar levantamentos preliminares de forma simples, economizando tempo com levantamentos in situ.

Referências

CASTILHOS Jr., A. B (Coord.). Alternativas de disposição de resíduos sólidos urbanos para pequenas comunidades - PROSAB 3. Rio de Janeiro: RiMa, 2003. 294p.

CORBETT, E.S., LYNCH, J.A . Management of streamside zones on municipal watersheds. In: Riparian ecosystems and their management . USDA Forest Service general Technical Report RM-120, p.187- 190, 1985.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS. Arquivos digitais para uso em SIG - base cartográfica digital do RS 1:250.000. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp>. Acesso em: 12 out. 2011.

HASENACK, H (Org.). Base Cartográfica Vetorial Contínua do RS - Escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS, 2010. 1 DVD-ROM.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base Cartográfica - Malha Digital Municipal 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/mapas_ibge/bases_malhas.php>. Acesso em: 12 out. 2011.

MACHADO, R. E. Simulação de Escoamento e Produção de Sedimentos em Uma Microbacia Hidrográfica Utilizando Técnicas de Modelagem e Geoprocessamento, Tese de Doutorado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002, 126p.



3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

MENDES, Carlos André Bulhões; CIRILO, José Almir. Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação. Porto Alegre: ABRH, 2001. 533 p.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 12 out. 2011.

MOSCHINI, L. E. Diagnóstico e riscos ambientais relacionados à fragmentação de áreas naturais e semi-naturais da paisagem. Estudo de caso: município de Araraquara -SP. 2005. 74 f. Dissertação Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005

OLIVEIRA, P.A.V.; et al. Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos: Documento 27. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1993.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler - RS

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. A de; NONES, K. Produção de Suínos e Meio Ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9, 2001, Gramado, Anais ... RS: 2001, p. 8-24.

PIMENTEL, D.; BERGER, B.; FILIBERTO, D.; NEWTON, M. et al. "Water Resources: Agricultural and Environmental Issues". Bioscience, v. 54, n. 10, Outubro de 2004, pg. 909-918.

SCHNEIDER, V. E.; FINOTTI, A. R; PERESIN, D.; SILVA, M. D' A.; BERTOLINI, E. G.; CEMIN, G. A criação comercial de Suínos e Aves de Corte em 33 municípios da região da Serra Gaúcha (COREDE Serra): Uma análise da geração de resíduos e carga orgânica. IN: II CONGRESO INTERAMERICANO DE RESIDUOS SÓLIDOS. 03 a 06 de outubro de 2007, Viña del Mar – Chile.

SCNHEIDER, V. E.; GRACIOLI, O. D.; MACHADO, R. de L. Elaboração de um sistema de gerenciamento de Banco de Dados para Gestão Ambiental. IN: 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 02 a 07 de setembro de 2007, Belo Horizonte – MG – Brasil.