



Análise e identificação dos impactos ambientais da implantação e operação de cemitério vertical¹

Environmental impact analysis and identification of vertical cemetery implantation and operation

Ricardo Massulo Albertin^{2*}, Jonney Marques Mondini³, Vanderlei de Oliveira Pereira Porto⁴, Fábio Angeoletto⁵, Frederico Fonseca da Silva⁶, Bruno Luiz Domingos De Angelis⁷.

Resumo - O cemitério vertical é um edifício de um ou mais pavimentos dotados de compartimentos destinados a sepultamentos, denominados de lóculos. Esta tipologia de cemitérios é uma tendência nos Estados Unidos, Europa e Japão e, atualmente, tem-se expandido no Brasil. Entretanto, os trabalhos científicos publicados sobre este tema ainda são poucos, principalmente no que se refere aos impactos ambientais. Diante disso, o presente artigo teve por objetivo analisar e classificar os impactos ambientais decorrentes das fases de implantação e operação de cemitérios verticais, utilizando para isso uma situação hipotética. A metodologia fundamentou-se na matriz de impactos ambientais, contemplando variáveis dos meios físico, biológico e socioeconômico. Os resultados demonstraram que os impactos ambientais decorrentes da fase de implantação são, basicamente, os mesmos da implantação de um edifício residencial. Por sua vez, os impactos ambientais decorrentes da fase de operação são variáveis e, o de maior magnitude é aquele relacionado à alteração da qualidade do ar pela emissão de gases provenientes da decomposição dos corpos. Ademais, esta situação hipotética identificou dezessete impactos ambientais de incidência direta, dos quais oito ocorrerão na fase de implantação e nove na fase de operação; três serão de natureza positiva e quatorze negativa; doze têm probabilidade de acontecimento real e cinco potencial; dez serão reversíveis e sete irreversíveis.

Palavras-Chave - Cemitério vertical. Impacto ambiental. Necrochorume.

Abstract - The vertical cemetery is a one or more pavement building equipped with compartments destined for burials, named locusts. This typology of cemetery is an tendency in the United States, Europe and Japan, and it has currently expanded in Brazil. Even so, publication of scientific work about this topic has been minimal, especially when it comes to environmental impact. Therefore, this present article's objective is to analyze and classify the environmental impact derived from the vertical cemetery's implementation phase and operation, utilizing a hypothetical situation. The methodology was based on the environmental impact templates, contemplating physical, biological and social-economical ceans. In turn, the environmental impacts arising from the operation phase are variable, and the largest magnitude that is related to the change in air quality through emissions from the decomposition of the bodies. Moreover, this hypothetical situation identified 17 environmental impacts of direct incidence, which 08 occur during the implementation phase and 09 during the operation phase; 03 will be of a positive nature and 14 negative; 12 are likely to real event and 05 only potential; 10 will be reversible and 7, at moment, will be irreversible.

Key words - Vertical Cemetery (Columbarium wall). Environmental Impact. Necrochorume (Leachate).

*Autor para correspondência

¹Enviado para publicação em 01/08/2012 e aprovado em 23/10/2012

²Geógrafo. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Maringá, ralbertin@ymail.com

³Tecnólogo Ambiental pela Universidade Estadual de Maringá, jonneymm@gmail.com

⁴Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Maringá, pvanderleipereira@gmail.com

⁵Biólogo. Doutor em Ecologia pela Universidade Autónoma de Madrid, fabio_angeoletto@yahoo.es

⁶Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor em Irrigação e Meio Ambiente, frederico.silva@ifpr.edu.br

⁷Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor da Universidade Estadual de Maringá e cursando Pós-Doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia-UFPR, brucagem@uol.com.br

Introdução

A palavra cemitério do grego *koimetérion*, “dormitório”, do latim *coemeteriu*, designava, a princípio, o lugar onde se dorme “quarto ou dormitório” (PACHECO, 2006 apud MARTIN, 2008). O sepultamento dos corpos iniciou-se, aproximadamente, 10 mil anos a.C. Com o decorrer dos séculos os cemitérios evoluíram e, atualmente, têm-se as seguintes tipologias: cemitério convencional, cemitério parque e cemitério vertical. O Cemitério vertical é construído acima do nível do solo; os corpos são sepultados na horizontal, em lóculos (gavetas), um ao lado do outro, formando andares (CAMPOS, 2007).

Estas construções apresentam algumas vantagens, tais como: a utilização de menores áreas para sua construção, ausência de interferência do necrochorume junto ao solo e as águas subterrâneas, baixa exigência quanto ao tipo de solo, facilidade de sepultamento, visitas em dias chuvosos, segurança, sepultamento no período noturno, entre outras (CAMPOS, 2007); E como desvantagem tem-se as prováveis ocorrências de liberação de gases sem tratamento.

Os cemitérios verticais é uma tendência nos Estados Unidos, Europa e Japão. Na América Latina, o primeiro cemitério vertical foi implantado no século XIX na cidade de Porto Alegre/RS. Não existem dados sistematizados sobre a quantidade de cemitérios vertical no Brasil. Todavia, em busca realizada em sites brasileiros, foi encontrada a existência de 17 cemitérios, dos quais, 95% são administrados pela iniciativa privada. O primeiro cemitério gerido pelo poder público municipal esta localizado na cidade de São Vicente (SP).

Objetivou-se com o presente trabalho identificar e classificar os possíveis impactos ambientais decorrentes das fases de implantação e operação de um cemitério vertical.

Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em quatro etapas. Na primeira etapa realizou-se revisão teórica e consulta as legislações que envolvem a temática. A busca pelas pesquisas foi dificultada, pois no Brasil, os trabalhos técnicos publicados ainda são poucos; Na segunda etapa foi escolhido um local hipotético para implantação do cemitério vertical. Este local refere-se a uma área urbanizada, ou seja, uma área já impactada e desprovida de flora e fauna originais. Esta escolha se deu devido ao fato dos cemitérios verticais estarem sempre implantados em áreas urbanizadas. A situação hipotética não levou

em consideração o uso e ocupação do solo no entorno do cemitério. Porém, em uma situação real, este aspecto deverá ser abordado, já que a presença de empreendimento de grande fluxo de pessoas, mercadorias e serviços influenciará na proposição das medidas mitigadoras e compensatórias; Na terceira etapa foram realizados os procedimentos de identificação dos principais impactos ambientais decorrentes das fases de implantação e operação do cemitério. Para realização desta etapa utilizou a Matriz de Impactos Ambientais, criada por meio da Portaria nº 158 (PARANÁ, 2009); Na quarta etapa, os impactos ambientais foram classificados na técnica das matrizes baseado em Tommasi (1994), conforme Tabela 1.

Resultados e discussão

“Os cemitérios são vistos como fontes de contaminação do ambiente, e sua implantação está sujeita ao atendimento dos critérios legais” (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2010). Devem ser submetidos ao processo de licenciamento ambiental, no qual as condicionantes estabelecem a elaboração do Plano de Controle Ambiental e/ou outros estudos ambientais conforme abordado por Martim *et al.*, (2008). A identificação de passivos ambientais pode ser obtida por meio de investigação geofísica e hidrogeológica e mapeamento conforme demonstrado por Castro (2008) e (Silva, 2008).

Os lóculos, que são os compartimentos destinados ao sepultamento, devem ser construídos com materiais que impeçam a passagem de gases; características construtivas que impeçam o vazamento de necrochorume; dispositivos que permite a troca gasosa entre os lóculos; e, tratamento de efluentes gasosos (BRASIL, 2003). Nos cemitérios verticais, o corpo sepultado é colocado em uma bandeja de PVC ou fibra de vidro, com abas laterais e de fundo com altura de 15 a 20 cm, em lóculo individual.

A destruição dos tecidos do corpo pela ação de bactérias e enzimas recebe o nome de putrefação, resultado da dissolução gradual dos tecidos em gases, líquidos e sais. Os gases produzidos são H_2S , CH_4 , NH_3 , CO_2 , H_2O . O odor é causado por algum destes gases e por pequena quantidade de mercaptana (ALMEIDA; MACEDO, 2005).

O necrochorume que é o líquido liberado durante o processo de putrefação é uma solução aquosa (60%), rica em sais minerais (30%) e substâncias orgânicas desagradáveis (10%), de cor castanho-acinzentada, viscosa, de cheiro forte e presença de compostos de nitrogênio e fósforo, resultando no aumento da atividade microbiana do solo (SILVA, 2008). Nos cemitérios convencionais e cemitérios parques, o necrochorume pode atingir o lençol freático,

Tabela 1 - Procedimentos para classificação dos impactos ambientais

PROCEDIMENTOS	CLASSIFICAÇÃO/DESCRIÇÃO	
Fator	São definidos os impactos ambientais nas áreas de influência do empreendimento	
Identificação dos impactos ambientais	Alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas.	
Identificação das fases do empreendimento	Especifica as fases do empreendimento de possível ocorrência dos impactos considerados (fase de implantação e fase de operação);	
Caracterização dos impactos ambientais	Incidência	Direta
		Indireta
	Natureza	Positiva
		Negativa
Probabilidade	Real	Alteração que se manifesta imediatamente após o início da atividade, do processo ou da tarefa que a desencadeou;
	Potencial	Alteração que não se manifesta imediatamente, mas que pode vir a ocorrer em um determinado tempo.
Avaliação dos impactos ambientais	Duração	Permanente (possibilidade de ocorrer um determinado evento desde o início até o término das atividades)
		Temporária (possibilidade de ocorrer um evento por um determinado período de tempo)
Valoração dos impactos ambientais	Baixa	Apresenta baixo grau de valoração;
	Moderada	Médio grau de valoração
	Alta	Possui alto grau valoração
Reversibilidade	Reversível	O meio impactado retorna a uma dada situação de equilíbrio, semelhante àquela anterior à ocorrência dos impactos;
	Irreversível	O meio se mantém impactado apesar da adoção de ações de controle dos aspectos ambientais e/ou de mitigação dos próprios impactos.
Abrangência	Pontual	Alteração se reflete, apenas, na Área Diretamente Afetada do empreendimento
	Local	Alteração se reflete na Área de Influência Direta do empreendimento
	Regional	Alteração se reflete na Área de Influência Indireta do empreendimento
Medidas Mitigadoras	Relaciona as medidas mitigadoras ou compensatórias para os impactos identificados	
Responsabilidade	Indica o(s) responsável (eis) pelas medidas de mitigação/compensação, bem como pela implementação dos planos e programas de controle e monitoramento ambiental.	

Fonte: TOMMASI (1994)

contaminando o solo e águas subterrâneas, conforme vários relatos históricos (BOWER, 1978; PACHECO; MATOS, 2000) e atuais (ALMEIRA, *et al.* 2006; NEIRA, *et al.* 2008).

Segundo Enetério (2009), este forte impacto físico de contaminação do lençol freático, ou do solo, ocorre pela proliferação de microrganismos que destroem a matéria orgânica. A capacidade do solo de reter os poluentes tem sido ultrapassada pela disposição dos resíduos em uma quantidade cada vez maior e a complexidade da composição dos mesmos, levando a uma maior vulnerabilidade dos lençóis freáticos que usam a camada saturada do solo como uma importante defesa contra agentes poluidores, como o necrochorume. Considera-se ainda que a camada

não saturada do solo e a capacidade de filtração dos solos agem como um sistema natural de tratamento de dejetos, exercendo um importante mecanismo de proteção à qualidade da água subterrânea bem como a relação das bases trocáveis para as plantas (MARTINS *et al.*, 1991).

Todavia, nos cemitérios verticais o necrochorume é seco por circulação do ar e polimerização, não tendo contato com o solo e águas subterrâneas (CAMPOS, 2007). Assim, o necrochorume é repassado do estado líquido para o estado gasoso; e, com isso, a água contida entra novamente no ciclo hidrológico, por meio de circulação forçada de ar.

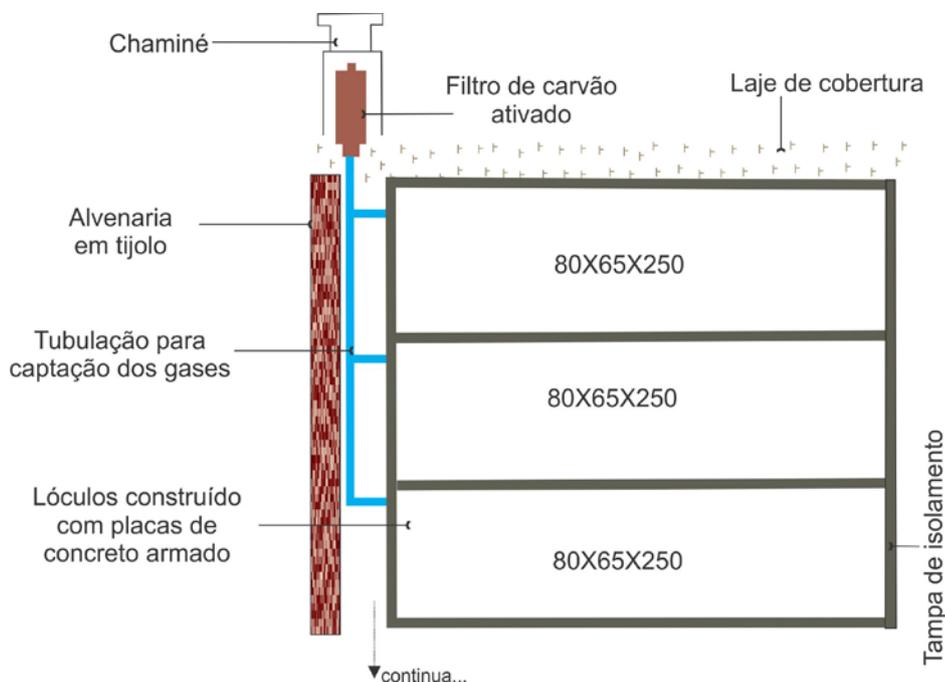


Figura 1 - Vista lateral da distribuição de coleta dos gases com filtro de carvão ativado. Fonte: Autores

Tabela 2 - Identificação dos impactos ambientais do meio físico, biológico e sócio econômico na fase de implantação de um cemitério vertical

MEIO IMPACTADO	IMPACTO IDENTIFICADO	DESCRIÇÃO DO IMPACTO
MEIO FÍSICO	Aumento índice de ruídos	Ocasionado pela movimentação de máquinas e equipamentos no local da obra
	Erosão superficial	Dependerá das características topográficas da área de implantação
	Poluição por efluentes líquidos	Serão aqueles provenientes dos trabalhadores da obra. São armazenados em banheiros “químicos”. E recebe destinação conforme a empresa contratada;
	Poluição por resíduos sólidos	Os resíduos gerados são classificados em Classe II – Não perigosos, Classe II A – não inerte e Classe II B – inertes. Serão gerados resíduos da construção civil.
	Alteração do uso do solo	A implantação alterará o uso do solo local. A análise deste impacto dependerá do uso do solo anterior a implantação do empreendimento;
MEIO BIOLÓGICO*	Mudança de Paisagem (ambiente)	A obra de implantação ocasionará alteração da paisagem visual da área;
MEIO SÓCIO ECONÔMICO	Alteração da taxa de emprego	Ocasionará em função da contratação de recursos humanos para elaboração de projetos, assim como para implantação da obra. Este impacto de natureza positiva;
	Potencialidade de acidentes	Potencial de ocorrência de acidentes com a população local e temporária (obras).

Fonte: adaptado CREA; IAP (2012). *Devido à situação hipotética em área impactada, os impactos sobre a fauna e a flora não ocorrerão.

Em relação aos gases, no interior dos lóculos existe um sistema interligado para promover sua captação. Após esta etapa, os gases são canalizados e passam por filtros de carvão ativado, e posteriormente são lançados na atmosfera pela parte superior da edificação.

O gerenciamento adequado dos gases gerados é fundamental, pois caso contrário poderá expelir forte odor,

resultando em impacto sócio-econômico devido à atração de vetores, como ocorrido em Diadema (SP). Nas Tabelas 2 e 3 são listados os impactos das respectivas fases de implantação e operação do cemitério vertical. Na Tabela 4 os impactos são classificados.

A fase de implantação e operação do cemitério vertical resultará em 17 impactos ambientais, dos quais três são de natureza positiva e quatorze negativa, conforme Figura 2.

Tabela 3 - Identificação dos impactos ambientais do meio físico, biológico e sócio econômico na fase de operação de um cemitério vertical

MEIO IMPACTADO	IMPACTO IDENTIFICADO	DESCRIÇÃO DO IMPACTO
MEIO FÍSICO	Impermeabilização	A operação do cemitério vertical proporcionará a diminuição de áreas permeáveis. Uma medida compensatória seria a implantação de projetos de reaproveitamento de águas pluviais;
	Poluição por efluentes líquidos	Provenientes das áreas de apoio (sanitários e áreas administrativas). Deverão ser destinadas à rede coletora de esgoto municipal e/ou fossa séptica com filtro e sumidouro.
	Contaminação por necrochorume	Necrochorume é armazenado em bandeja de PVC ou fibra de vidro, é seco por circulação do ar e polimerização;
	Poluição por resíduos sólidos	Em períodos específicos, como finados, receberá grande fluxo de pessoas, resultando em aumento na geração de resíduos sólidos. O empreendimento deverá elaborar e seguir as diretrizes do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme preconiza a legislação vigente.
	Alteração da qualidade do ar	As emissões atmosféricas serão provenientes da decomposição dos corpos. Segundo Campos (2007), em cada sepultura (lóculo) deverá existir um tubo de ventilação, interligando a um duto central para expelir os gases gerados na decomposição. Estes gases deverão passar por um filtro de carvão ativado
MEIO BIOLÓGICO	Mudança de Paisagem (ambiente)	Uma medida compensatória para este impacto seria a implantação de paisagismo local. Pode-se compor o cenário com árvores caducas e arbustos. Recomenda-se o uso de Palmeira Imperial para o estacionamento e arbusto floridos por trazer mais alegria ao local.
MEIO SÓCIO ECONÔMICO	Alteração da taxa de emprego	Na fase de operação ocorrerá geração de emprego.
	Aumento Fluxo de veículos	Ocorrerá em dias específicos tais com: Finados; Cortejo funerário; Dia dos Pais, Mães e das crianças. Para isso, o empreendimento deverá disponibilizar vagas pela demanda por estacionamento;
	Alteração das atividades comerciais e de serviços	A operação do cemitério vertical proporcionará novas opções de sepultamento, sendo considerado, portanto, como um impacto positivo para a comunidade local.

Fonte: adaptado CREA; IAP (2012)

Tabela 4 - Identificação e classificação dos impactos ambientais nos meios físico, biológico e sócio-econômico decorrente as fases de implantação e operação de cemitério vertical

MEIO IMPACTADO	FATOR DE IMPACTO	IMPACTOS AMBIENTAIS	FASE	INCI-DÊNCIA	NATU-REZA	PROBABI-LIDADE	DURA-ÇÃO	MAGNI-TUDE	REVERSI-BILIDADE	ABRAN-GÊNCIA
MEIO FÍSICO	AR	Aumento índice de ruídos	I	D	N	Pt	T	B	Rv	L
	SOLO	Erosão superficial	I	D	N	Pt	T	M	Rv	Pt
	ÁGUA/ SOLO	Contaminação por necrochorume	O	D	N	R	Pm	M	Rv	Pt
	ÁGUA/ SOLO	Poluição por resíduos sólidos	I	D	N	R	T	M	Rv	Pt
			O	D	N	R	Pm	M	Rv	Pt
	AR	Alteração da qualidade do ar	O	D	N	R	Pm	A	Rv	Pt
	ÁGUA	Impermeabilização	O	D	N	R	Pm	M	Rv	L
	ÁGUA/ SOLO	Poluição por efluentes líquidos	I	D	N	Pt	Pm	M	Rv	L
O			D	N	Pt	Pm	A	Ir	Pt	
AR	Alteração do uso do solo	I	D	N	R	Pm	M	Ir	Pt	
MEIO BIOLÓGICO	FAUNA/ FLORA	Mudança de paisagem (ambiente)	I	D	N	R	Pm	M	Rv	L
			O	D	P	R	T	M	Ir	L
MEIO SÓCIO ECONÔMICO	ECONOMIA	Alteração da taxa de emprego	I	D	P	R	T	M	Rv	L
			O	D	P	R	Pm	M	Ir	L
	SAÚDE	Potencialidade de acidentes	I	D	N	Pt	T	A	Rv	Pt
	TRÂNSITO	Aumento no fluxo de veículos	O	D	N	R	T	A	Ir	Rg
	SOCIAL	Alteração das atividades comerciais e de serviços	O	D	P	R	Pm	M	Ir	Rg

I - Implantação; O - Operação/ D - Direta; I - Indireta/ P - Positivo; N - Negativo/ R - Real; Pt - Potencial/ Pm - Permanente T - Temporário/ B - Baixa; M - Moderada; A - Alta/ Rv - Reversível; Ir - Irreversível/ P - Pontual; L - Local; Rg - Regional. Fonte: Baseada em TOMMASI (1994)

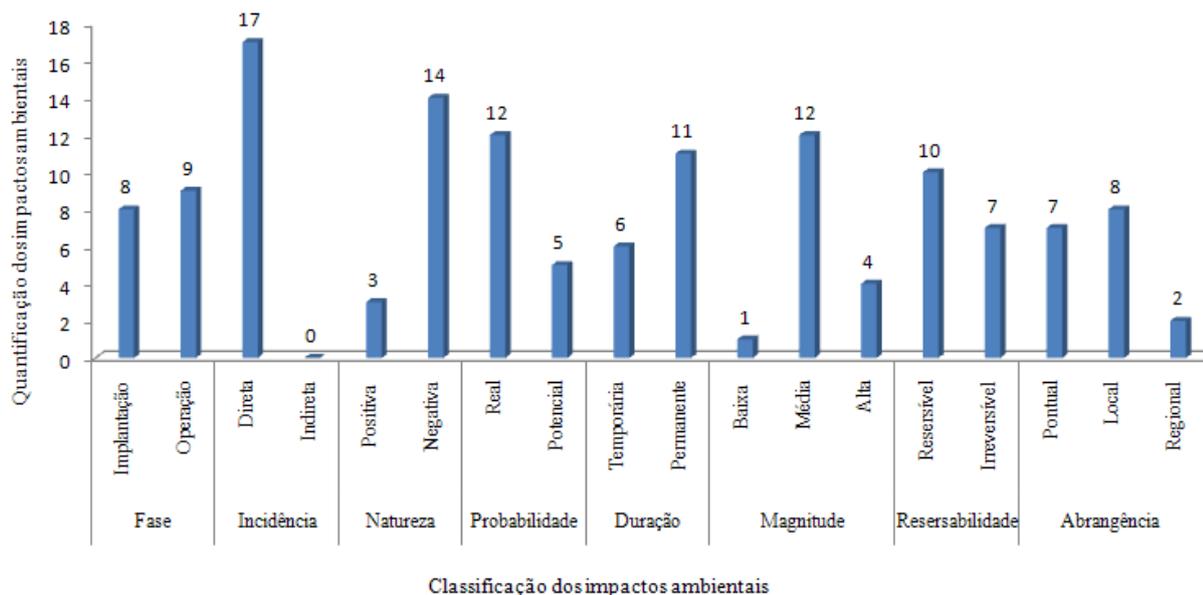


Figura 2 - Quantificação e classificação dos impactos ambientais ocasionados pelo cemitério vertical.

Conclusões

A classificação dos impactos ambientais demonstrou que serão gerados 17 impactos ambientais, dos quais 08 serão na fase de implantação e 09 na fase de operação do cemitério vertical. A incidência dos impactos demonstrou que dezessete serão diretos; três serão de natureza positiva e quatorze negativa; doze têm probabilidade de acontecimento real e cinco potencial; dez serão reversíveis e sete irreversíveis;

Ademais, o presente trabalho permitiu estabelecer que os impactos ambientais decorrentes da implantação de cemitérios verticais são basicamente os mesmos que a implantação de um edifício. Por sua vez, os impactos ambientais decorrentes da operação de cemitérios verticais podem ser considerados de magnitude baixa, média e alta.

Agradecimentos

Esta nota técnica resulta do Projeto Ecología Urbana en Regiones Metropolitanas de Brasil: Paisaje, calidad de vida y desarrollo humano (ECOURBE). Plan Nacional de I+D+i (CSO2009-12689). 2010-2012.

Literatura Científica Citada

ALMEIDA, A. M.; MACÊDO, J. A. B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In. SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL – UM CONVITE A INTERDISCIPLINARIEDADE, 1, 2005, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Instituto Vianna Júnior, 2005. p.1-12.

ALMEIRA, F. R.; ESPÍNDULA, J. C., VASCONCELOS, U.; CALAZANS, G. M. T. Avaliação da ocorrência de contaminação microbiológica no aquífero freático localizado sob o cemitério da várzea em Recife-PR **Revista Águas subterrâneas**, v.20, n.2, p.19-26, 2006.

BOWER, H. **Groundwater hidrology**. 1 ed. New York: Macgraw Hill Book Company. 1978. 480 p.

BRASIL. **Resolução nº. 335 (2003)**. Dispõem sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Brasília.

CASTRO, D. L. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim, Fortaleza-CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, v.26, n.3, p.251-217, 2008.

CAMPOS, A. P. S. **Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Saúde Pública, São Paulo.

CREA-IAP. **Matriz de impactos ambientais**. Disponível em: <http://creaweb.crea-pr.org.br/IAP/consultas/menu_consultas_iap.aspx>. Data de acesso: 10 set. 2012

ENETÉRIO, N. G. P. **Avaliação da vulnerabilidade do aquífero freático à contaminação por necrochorume em Bonito-MS**. 2009. 102f. Dissertação (Programa De Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

MARTIM, A. G.; SILVA, F. F.; BACÕN, A. Aspectos do meio físico a serem observados para implantação de cemitérios horizontais. **Revista Agro@mbiente on line**, v.2, n.1, p.95-101, 2008.

MARTINS, M. T.; PELLIZARI, V. H.; PACHECO.; MYAKI, D. M.; ADAMS, C.; BOSSOLAN, N. R. S.; MENDES, J. M. B.; HASSUDA, S. Qualidade Bacteriológica de Águas Subterrâneas em Cemitérios. **Revista de Saúde Pública**. v.25, n.1, p. 111-116. 1991.

NEIRA, F. D. TERRA, V. R.; PRATTE-SANTOS, R.; BARBIÉRI, R. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Revista Natureza On line**, v.6, n.1, p.36.41, 2008.

PACHECO, A.; MATOS, B. A. Cemitérios e meio ambiente. **Revista Tecnologias do ambiente**, v.1, n.33, p.13-15, 2000.

PACHECO, A. **Cemitérios e meio ambiente**. 2000. 168f. Tese (Livre Docência) – Universidade de São Paulo, Instituto de Geociências, São Paulo.

PARANÁ. Instituto Ambiental do Paraná (IAP). **Portaria nº. 158**, de 10 de setembro de 2009. Aprova a Matriz de Impactos Ambientais. Curitiba. Acesso em: 13 mar. 2012

SILVA, R. W. C. **Aplicação do método da eletrorresistividade na investigação e mapeamento da contaminação por cemitérios – o exemplo do cemitério de vila Rezende, Piracicaba/SP**. 2008. 156f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. O emprego de métodos geofísicos na fase de investigação confirmatória em cemitérios contaminados. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, v.14, n.3, p.327-336, 2009.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Emprego do imageamento elétrico no estudo da contaminação por cemitérios. **Revista de Geociências**, v.29, n.3, p.343-354, 2010.

TOMMASI, L. R. **Estudo de impacto ambiental**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 1994. 355p.