

A DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS E O MAPEAMENTO DE ÁREAS POTENCIAIS A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS EM GUARAPUAVA-PR

Janaina Natali Antonio¹

Selma Regina Aranha Ribeiro²

Resumo

O presente trabalho discute o atual sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos no município de Guarapuava-PR, que tem como forma de destino final dos resíduos o “lixão”, o qual causa uma série de problemas ao ambiente e a população que reside nas proximidades. Considerando esta situação, a administração pública municipal tem como proposta a construção do aterro sanitário, porém para a implantação de um empreendimento desta natureza devem ser considerados alguns critérios para a escolha de uma área adequada, que atenda critérios técnicos, políticos e sociais. Visando contribuir nesta etapa de escolha da área pretendemos realizar o mapeamento preditivo de áreas com potencial de implantação de aterros sanitários segundo os critérios técnicos, e utilizando uma metodologia baseada na classificação por Redes Neurais Artificiais (RNA).

Palavras-chave: resíduos sólidos, aterro sanitário, redes neurais artificiais

Abstract

This paper discusses the current system of managing solid waste in the municipality of Guarapuava-PR, which has as final destination of the waste "filth", which involved a series of problems to the environment and population living nearby. Considering this situation, the municipal government has a proposal to build the sanitary leveling, but for the deployment of an enterprise of this nature should be some criteria for the choice of an appropriate area, which meets the technical criteria, political and social. Aiming to contribute in this step of choosing the area want to achieve the predictive mapping of areas with potential for deployment of sanitary leveling according to the technical criteria, and using a methodology based on classification by Artificial Neural Networks (RNA).

Key-words: solid waste, sanitary leveling, artificial neural networks

Introdução

Alguns acontecimentos são relevantes em relação à questão dos resíduos sólidos, como o crescimento da população mundial e o alto índice de concentração desta população em centros urbanos que traz consigo uma série de efeitos sociais e ambientais, onde de um lado estão às mudanças de padrões e quantidades de consumo causadas pelos avanços tecnológicos e dinamização da mídia, e de outro uma precarização em relação aos aglomerados urbanos, no que tange as classes mais baixas, que geram impacto devido a sua falta de estruturação.

É importante ressaltar que, a produção dos resíduos é tão antiga quanto o processo de ocupação da terra pelo homem, o qual acompanha o processo construção da sociedade. Porém as características de durabilidade e de quantidade de produção dos resíduos são alteradas com o processo de desenvolvimento industrial.

Os avanços tecnológicos na indústria levaram a criação de novos produtos e houve a disseminação uma nova cultura de consumo, que altera as atitudes da sociedade em relação à produção de resíduos, produzidos em quantidades cada vez maiores, pautado na lógica dos descartáveis, que tornam a vida mais prática, mas em contrapartida tem conseqüências graves ao ambiente. A esse respeito, Cortez aponta que (2002, p. 1):

Em paralelo à urbanização, têm-se as mudanças naturais que vão ocorrendo

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG Janaina51@gmail.com

² Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG selmar_12@hotmail.com

na sociedade, traduzidas em tecnologias mais sofisticadas, nas mudanças de hábitos, nos padrões de consumo. A sociedade moderna tem como valores importantes o consumo, o estoque, a quantidade, a substituição por objetos mais novos e, portanto, um descarte de materiais que ainda poderiam ser utilizados ou reciclados.

Neste contexto os estudos relacionados com a problemática da produção e destinação dos resíduos sólidos vêm ganhando destaque, pois está diretamente ligada a questões sobre a sociedade de consumo. Além disto, os sistemas públicos como prefeituras, os quais são responsáveis pelo gerenciamento destes resíduos na cidade tem buscado tratar o assunto com mais seriedade, sobretudo a partir da fiscalização pelos órgãos ambientais.

Na maioria das cidades os resíduos sólidos têm como destino final depósitos nos quais o lixo é simplesmente descarregado sem qualquer tratamento, e em alguns casos, também são dispostos resíduos industriais e de serviços de saúde, de forma descontrolada, e sem medidas prévias de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, além da poluição visual, mau cheiro e desvalorização imobiliária da região, entre outros.

Muitos planos relacionados à destinação final dos resíduos urbanos contam com medidas imediatistas, pois não visam a solução do problema, mas sim apenas afastá-lo das residências, transferindo-o para outro lugar, geralmente para locais periféricos longe dos olhos da população, criando a falsa impressão de que o problema dos resíduos foi resolvido.

Pretendemos neste trabalho destacar a importância de uma destinação final adequada para os resíduos sólidos, considerando os aspectos afetados pela disposição inadequada, que pode ter como alternativa viável a disposição em aterros sanitários, tendo como foco a construção do aterro sanitário em Guarapuava-PR, e os critérios para implantação adotados no estado do Paraná.

A disposição final dos resíduos sólidos

A disposição inadequada dos resíduos sólidos urbanos, que segundo os dados relativos ao saneamento básico no ano de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 22% do total de 230 mil toneladas de resíduos gerados por ano no Brasil são despejados em vazadouros a céu aberto ou lixões, fato que eleva os resíduos a um dos maiores problemas a serem solucionados por parte das administrações municipais, principalmente porque são áreas produtoras e geradoras de doenças, mau cheiro e vetores de vários tipos como insetos e roedores, entre outros (NUNES, 2002).

Segundo dados da Pesquisa nacional de Saneamento Básico (PNSB) realizada em 2000, o número de municípios, no Brasil, apresentam formas de disposição final adequada de seus resíduos não é tão favorável, pois 63,6% utilizam lixões e 32,2%, aterros adequados (13,8% sanitários, 18,4% aterros controlados), sendo que 5% não informaram para onde vão seus resíduos. Em 1989, a PNSB mostrava que o percentual de municípios que vazavam seus resíduos de forma adequada era de apenas 10,7%.

Considerando tal situação, muitos municípios têm se voltado para a questão do destino final a ser dado aos resíduos sólidos urbanos, pois o problema não se encerra após o recolhimento dos resíduos, ele é apenas transferido para outras áreas.

Portanto uma das alternativas ambientalmente viáveis é a construção de aterros sanitários, pois estes representam uma forma adequada de disposição final de resíduos com um custo relativamente baixo, comparado a outros sistemas. É importante que o projeto seja condizente com a realidade de cada município, levando em consideração características físicas, econômicas, políticas e sociais, para estar em conformidade com as necessidades locais e não venha prejudicar os agentes envolvidos neste processo. O aterro sanitário é definido segundo a ABNT da seguinte forma:

Aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos consiste na técnica de disposição de resíduos no solo, sem causar danos ou risco à saúde pública e a segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios da engenharia para confinar resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los

ao menor volume permissível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho ou intervalos menores se for necessário. (ABNT NBR 8419)

O aterro é considerado seguro e de simples operação; além do fato de que outros processos de tratamento de resíduos, como os incineradores que geram cinzas, também geram resíduos os quais devem ser destinados a aterros.

O gerenciamento dos resíduos sólidos e a construção do aterro sanitário no município de Guarapuava-PR

Atualmente Guarapuava apresenta como forma de disposição final de resíduos sólidos o lixão a céu aberto, realidade discutida pelo poder público que pretende modificar a conjuntura dos resíduos por meio da intensificação da coleta seletiva e reciclagem e da implantação do aterro sanitário.

O depósito conta com diversos problemas, como mau cheiro, presença de moscas, roedores e baratas, contaminação do solo causado pelo chorume, além da presença de catadores, que apesar da fiscalização, acabam entrando pelas propriedades vizinhas para recolher materiais para a venda.

O projeto de construção do aterro sanitário em Guarapuava-PR foi realizado no ano de 1999, e neste período até o ano de 2007, passou por diversos processos nos órgãos municipais e estaduais como Instituto Ambiental do Paraná – IAP que confere o licenciamento para as atividades causadoras de impacto ambiental descritas na Resolução CONAMA 001/86, e a Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA que por meio do consórcio realizado com o município auxilia no financiamento da construção do aterro sanitário, porém até o presente momento o processo encontra-se sem resposta.

A construção do aterro sanitário é importante, pois permitirá que os resíduos recebam uma destinação final adequada minimizando os impactos causados pela sua disposição, porém, para a sua implantação é necessário que atender uma série de normas para que futuramente não venha a causar problemas ao ambiente.

Crítérios técnicos para a implantação de aterros sanitários

Um dos principais critérios para implantação de aterros sanitários é a escolha de uma área adequada, que atenda requisitos referentes a este tipo de atividade, a qual é considerada causadora de impacto ambiental conforme a Resolução CONAMA 001/86.

Para a escolha da área deve-se levar em consideração parâmetros técnicos contidos nas normas e diretrizes federais, estaduais e municipais, os aspectos legais das três instâncias governamentais, planos diretores dos municípios envolvidos, pólos de desenvolvimento locais e regionais, e os aspectos políticos e sociais.

Para o processo de implantação do aterro sanitário é indispensável conhecer de forma abrangente a situação do sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos no município, desde as características da produção dos resíduos (quantidade e a composição), as formas de transporte (tipo de veículos, percurso percorrido, condições das vias de acesso), existência de cooperativas de catadores para onde poderão ser destinados os resíduos recicláveis pré-separados, entre outros como aponta Castilho Jr. (2003):

Para os estudos preliminares é importante ainda um diagnóstico do gerenciamento dos resíduos sólidos em andamento no município. Todas as etapas, da geração ao destino final, devem ser levantadas. O levantamento de dados qualitativo e quantitativo sobre a as atividades de gestão em voga é fundamental para adequado planejamento de melhorias no sistema. São fundamentais informações sobre a geração per capita de resíduos sólidos domésticos, composição gravimétrica destes e serviços de limpeza pública executados. (CASTILHO JR, 2003, p. 52)

Também é necessário levantar informações que podem influenciar na quantidade e na composição dos resíduos, como dados referentes ao número de habitantes, a estimativa de crescimento populacional, o poder aquisitivo da comunidade, o índice de escolaridade, estas e outras informações como aumento de visitantes durante períodos de férias ou atrações turísticas podem ajudar a definir as características da população que reside na cidade, e produz resíduos.

A seleção de uma área para implantação de aterro sanitário destinado à resíduos sólidos domiciliares deve atender, no mínimo, aos critérios técnicos impostos pelas normas da ABNT (NBR 10.157) e pela legislação federal, estadual e municipal (quando houver). Neste estudo optou-se pelos critérios relativos às normas da ABNT, listados na Tabela 01.

Tabela 01 - Critérios técnicos segundo a ABNT / NBR 10.157

Uso do solo	As áreas têm que se localizar numa região onde o uso do solo seja rural (agrícola) ou industrial e fora de qualquer Unidade de Conservação Ambiental.
Proximidades a cursos d'água relevante	As áreas não podem se situar a menos de 200 metros de corpos d'água relevantes, tais como, rios, lagos, lagoas e oceano. Também não poderão estar a menos de 50 metros de qualquer corpo d'água, inclusive valas de drenagem que pertençam ao sistema de drenagem municipal ou estadual.
Proximidades a núcleos residências urbanas	As áreas não devem se situar a menos de mil metros de núcleos residenciais urbanos que abriguem 200 ou mais habitantes.
Proximidade a aeroportos	As áreas não podem se situar próximas a aeroportos ou aeródromos e devem respeitar a legislação em vigor.
Distância do lençol freático	As distâncias mínimas recomendadas pelas normas federais e estaduais são as seguintes: * Para aterros com impermeabilização inferior através de manta plástica sintética, a distância do lençol freático à manta não poderá ser inferior a 1,5 metro. * Para aterros com impermeabilização inferior através de camada de argila, a distância do lençol freático à camada impermeabilizante não poderá ser inferior a 2,5 metros e a camada impermeabilizante deverá ter um coeficiente de permeabilidade menor que 10 ⁻⁶ cms
Vida útil mínima	É desejável que as novas áreas de aterro sanitário tenham, no mínimo, cinco anos de vida útil.
Permeabilidade do solo natural	É desejável que o solo do terreno selecionado tenha certa impermeabilidade natural, com vistas a reduzir as possibilidades de contaminação do aquífero. As áreas selecionadas devem ter características argilosas e jamais deverão ser arenosas.
Extensão da bacia de drenagem	A bacia de drenagem das águas pluviais deve ser pequena, de modo a evitar o ingresso de grandes volumes de água de chuva na área do aterro.
Facilidade de acesso de veículos pesados	O acesso ao terreno deve ter pavimentação de boa qualidade, sem rampas íngremes e sem curvas acentuadas, de forma a minimizar o desgaste dos veículos coletores e permitir seu livre acesso ao local de vazamento mesmo na época de chuvas muito intensas.
Disponibilidade de material de cobertura	Preferencialmente, o terreno deve possuir ou se situar próximo a jazidas de material de cobertura, de modo a

assegurar a permanente cobertura do lixo a baixo custo.

Fonte: ABNT, 1997

No estado do Paraná, a Lei Estadual 12.493/99 regulamentada pelo Decreto 6.674/02 estabelece requisitos, critérios técnicos e procedimentos para a seleção de áreas destinadas à implantação de Aterros Sanitários, elaboração do projeto executivo e operação do aterro, visando à proteção do meio ambiente e da saúde pública, apontando que as obras de implantação devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas ambientais vigentes e, com a utilização das tecnologias modernas do país.

O desafio de escolha está no fato de que as áreas disponíveis tornam-se mais escassas, pois o uso da terra na maioria das vezes é destinado a empreendimentos que visam lucro, e como o gerenciamento dos resíduos sólidos é de incumbência da administração municipal, acaba muitas vezes optando por áreas para menor valor econômico, que nem sempre possuem características adequadas do meio físico.

Como o aterro sanitário é uma obra de com uma vida útil longa (em geral acima de 10 anos) e causadora de impactos deve passar por uma avaliação rigorosa quanto a escolha para a área de implantação, com o intuito de minimizar os danos ambientais que podem vir a ocorrer.

Para a realização das análises, na escolha da área, os custos econômicos e de tempo são altos, pois vários são os parâmetros e informações levados em consideração. Neste escopo o geoprocessamento é a ferramenta computacional de armazenamento, cruzamento e análise e de inúmeras aplicações. Portanto o uso de técnicas de análise espacial mediante geoprocessamento, para avaliação de áreas para instalação de aterros sanitários, apresentam-se como alternativas que minimizam custos e tempo gerando informações e resultados fidedignos. (SAMIZAVA, 2005)

A aplicação de técnicas de geoprocessamento é extremamente útil para o planejamento municipal, pois reúne aplicativos que permitem coletar, armazenar, recuperar, transformar inferir e representar visualmente dados espaciais e também estatísticos ou textuais a eles relacionados, a partir de uma base de dados geo-referenciada. (XAVIER, 2000)

Neste contexto, pretendemos realizar um mapeamento preditivo visando identificar áreas potenciais para a implantação de aterro sanitário com base nos critérios da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), utilizando uma abordagem baseada no uso de Redes Neurais Artificiais (RNA).

Material e método

Área de estudo

A área em estudo abrange o município de Guarapuava que compreende as folhas: SG.22-V-D-III-3 (MI-2838/3), SG.22-V-D-II-4 (MI-2837/4), SG.22.V-D-V-1 (MI-2852/1), SG.22-V-D-VI-1 (MI-2853/1), SG.22-V-D-II-3 (MI-2837/3), (MI- 2837/2), (2838/1), (MI-2838/4), (MI-2852/2). Possui uma área de 3.115 Km² e população de 164.567 habitantes segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Materiais cartográficos

- Mapa de uso do solo, obtido pela Imagem orbital – Ortoimagem, Ortocarta, e mapa topográfico digital com resolução espacial de 5 metros, cedidas pelo Paraná Cidade;
- Mapa geológico e geomorfológico, na escala de 1/250.000, cedidas pela MINEROPAR;
- Mapa de altimetria, nas escalas 1/5.000 cedidas pela Prefeitura Municipal de Guarapuava e 1/50.000 obtidas em meio analógico pelos levantamentos do exercito de 1972;
- Mapa da malha urbana, rodovias e estradas, na escala 1/25.000, cedidas pela Prefeitura Municipal de Guarapuava;
- Mapa de profundidade do nível freático, produzido por meio de 06 pontos de sondagens do tipo S.P.T (Standart Penetration Test) contidas no projeto do aterro sanitário de Guarapuava.

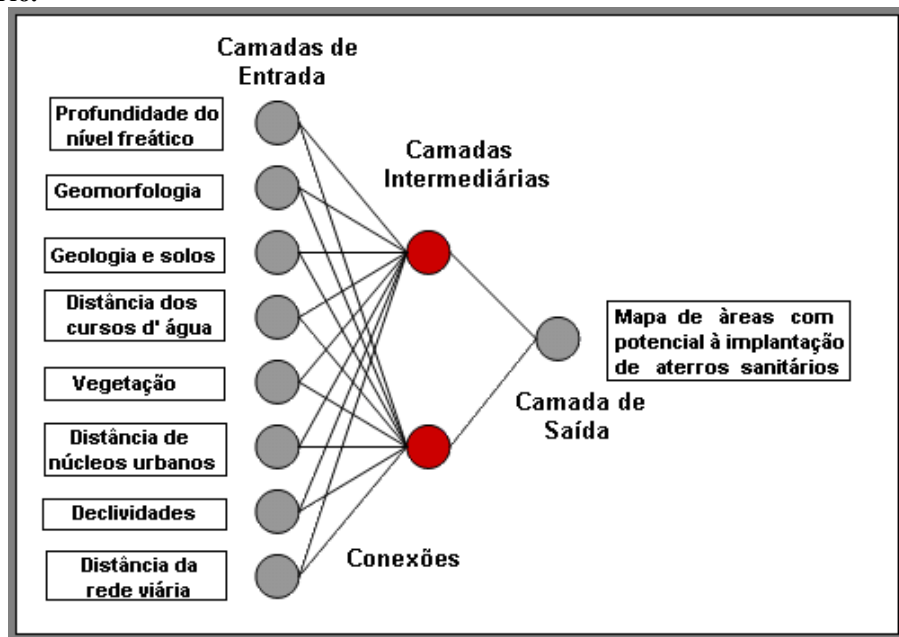
As redes neurais artificiais

As Redes Neurais Artificiais são modelos matemático-computacionais inspirados no funcionamento das células neuronais. Possuem processamento altamente paralelo, executado por unidades denominadas neurônios, "que têm a propensão natural de armazenar conhecimento experimental e torná-lo disponível para o uso", (Aleksander e Morton, 1990).

As redes neurais artificiais caracterizam-se por unidades de processamento que se comunicam através de ligações que forma uma rede de processamento altamente conectada, e apresentam vantagens em comparação a classificadores paramétricos realizando reconhecimento de padrões com uma quantidade amostras de treinamento pequena. Outro fator relevante para a escolha das Redes Neurais Artificiais é que elas não são paramétricas, sendo capaz de classificar dados advindos de diversas origens com diferentes escalas. (RIBEIRO, 2003).

Segundo Medeiros (1999) na geografia, como em muitos outros ramos da ciência está havendo um rápido e crescente interesse na aplicação de métodos neurocomputacionais, que por sua vez, são novas ferramentas que podem vir a complementar os métodos existentes. Como na geografia muitos métodos de análise quantitativa e modelagem inserem-se na classe dos problemas complexos, a justificativa corrente é a promessa de uma melhora no desempenho e na eficiência, na diminuição das suposições críticas, na grande facilidade de tratamento de problemas complexos, na expansão da aplicabilidade dos métodos computacionais quantitativos e na automação.

Figura 01: Exemplo de uma rede neural artificial com dados de entrada, arquitetura (processamentos) e saída (classes) para análise das áreas aptas a implantação do aterro sanitário.



A figura 01 exemplifica uma rede neural composta por 08 entradas que contém os dados escolhidos para mapeamento, considerando das áreas com potencial para implantação do aterro sanitário, que após processados pela rede neural terá como produto final um dado de saída na forma de classes temáticas, que neste caso servirão para representar áreas com alto potencial, com médio potencial e com baixo potencial.

Considerações

Considerando a disposição final dos resíduos sólidos e abordando os aterros

sanitários como uma alternativa adequada e viável para os municípios disporem seus resíduos, estes devem ser implantados de maneira correta seguindo os critérios estabelecidos para que não venham a causar danos ao meio ambiente e a população. Portanto a escolha da área para implantação de aterros sanitários deve contar com estudos técnicos criteriosos que ajudem a estimar quais as conseqüências futuras para cada área considerando as características específicas de cada local, considerando os critérios técnicos, econômicos, políticos e sociais, bem como a legislação vigente.

Este trabalho está em fase de desenvolvimento e seu intuito é de realizar o mapeamento preditivo das áreas com potencial para implantação de aterro em Guarapuava-PR, mediante o uso das RNA e considerando as características locais e a legislação vigente.

Posteriormente, como proposta, pretende-se comparar a área escolhida pelo poder público municipal, com esta classificação, para observar se tal local se enquadra aos critérios estabelecidos para a implantação deste tipo de empreendimento, bem como apontar outras possíveis áreas para esta atividade, demonstrando desta forma, a utilidade da pesquisa para uma questão prática que envolve o planejamento territorial no que diz respeito ao gerenciamento e a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.157**: Aterros de resíduos não perigosos: critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1983.

BRASIL. **Lei nº 237 de 1997**. Dispõe sobre o sistema de licenciamento ambiental, a regulamentação de seus aspectos na forma do estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente.

BRASIL. **Lei nº 001 de 1986**. Dispõe sobre as definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental, como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

CASTILHOS Jr., A. B. de. Projeto, implantação e operação de aterros sustentáveis de resíduos sólidos urbanos para municípios de pequeno porte. In: _____ Jr., A. B. de. **Resíduos sólidos urbanos**: Aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: Abes, Rima, 2003.

CORTEZ, A. T. C. **A questão de resíduos sólidos domiciliares: coleta seletiva e reciclagem – A experiência de Rio Claro (SP)**. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Tese, Rio Claro – SP, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Metodologia adotada nas estimativas populacionais municipais**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: out. 2007.

JARDIM, N.S. et al. **Lixo Municipal**: Manual de Gerenciamento Integrado. IPT - CEMPRE, São Paulo, 1995.

MEDEIROS, J. S. **Bancos de dados geográficos e redes neurais artificiais**: Tecnologia de apoio à gestão do território. Tese (Doutorado em Geografia física) Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

NUNES, J. O. R. (2002) **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente**

Prudente - SP. 209p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

PROJETO LIXO AMIGO. **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos do município de Guarapuava-PR**, SEMAFROR, 2006.

ROCHA, C. H. B. et. Al. Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para implantação de aterros sanitários: O caso de Mangaratiba – RJ. In: SILVA, J. X. da & ZAIDAN, R. T. (Org) **Geoprocessamento e análise ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SAMIZAVA, T. M. et. al. SIG aplicado à avaliação de áreas para instalação de aterro sanitário no município de Presidente Prudente – SP. **Anais...** 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande/MS, 2005.

SAMIZAVA, T. M. et. al. Avaliação do desempenho de uma rede neural artificial na seleção de áreas potenciais para disposição de resíduos sólidos: uma comparação com um modelo baseado em conhecimento. **Anais...** II Simpósio Brasileiro de geomática e V Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, Presidente Prudente, 2007.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Procedimentos para implantação de aterros sanitários**. Disponível em: www.suderhsa.pr.gov.br. Acesso em: out. 2007.

TENÓRIO, J. A. S. & ESPINOSA, D. C. R. Controle ambiental de resíduos. In: Philippi Jr, A., Bruna, G. C., Romero, M. de A. **Curso de gestão ambiental**, São Paulo: Manole, 2004.

XAVIER, S. **Geoprocessamento e SIG's**. Rio de Janeiro: IGEO, v 14, 104p, 2000