

Geoprocessamento no Diagnóstico e Espacialização de Fontes Poluidoras por Carga de Dejetos de Suínos

M.Sc. Cléber Rubert ¹
Prof. Dr. Enio Giotto ²

¹ UFSM - Departamento de Engenharia Rural
Faixa de Camobi, Km 9 - Campus Universitário.
CEP 97105-900 Santa Maria, RS.
cleberrubert@hotmail.com

² UFSM - Departamento de Engenharia Rural
Faixa de Camobi, Km 9 - Campus Universitário.
CEP 97105-900 Santa Maria, RS.
giotto@ccr.ufsm.br

Resumo: Nos últimos anos, muitas atividades comuns ao diagnóstico e planejamento ambiental são facilmente exercidas nos chamados Sistemas de Informações Geográficas, sendo que os mesmos estão se tornando uma ferramenta viável para estudos do meio ambiente, planejamento ambientais e gerenciamentos de recursos naturais, os quais são cada vez mais desenvolvidos para permitir a formulação de diagnósticos, prognósticos, avaliação de alternativas de ação e manejo ambiental. Baseado nesta evolução o trabalho apresentado teve como tema principal a utilização de técnicas de geoprocessamento e o uso de Sistemas de Informações Geográficas para diagnóstico da distribuição espacial de fontes poluidoras, gerados pela produção de suínos em confinamento. Esta análise foi realizada para o município de Frederico Westphalen, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. A análise constitui em espacializar geograficamente as fontes e relacionar as mesmas de acordo com sua capacidade poluente, calculada da geração média diária de dejetos, com a paisagem em que estão inseridas, principalmente em relação as condições de produção e aos recursos hídricos.

Palavras-chave: Geoprocessamento, diagnóstico ambiental, dejetos de suínos.

Abstract: In the last years, many activities common to the diagnosis and environmental planning are exercised easily called us Geographical Information System, and the same ones are becoming in a viable tool for studies of the environment, environmental planning and management of natural resources, which are developed more and more to allow the formulation of diagnoses, prognostics, evaluation of action alternatives and environmental handling. Based on this evolution this works him presented has as main theme to the use of geoprocessing techniques and the use of Geographical Information System for diagnosis of the space distribution of sources of pollution generated by the swine production in confinement. This analysis was accomplished for the municipal district of Frederico Westphalen, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The analysis constitutes geographically in space distribution the sources and to relate the same in agreement with its capacity calculated pollution of the daily medium generation of dejections with the landscape in that are inserted, mainly in relation to the production conditions and the hydrographic resources.

Keywords: Geoprocessing, environmental diagnosis, swine excretion.

1. Introdução

A utilização de geoprocessamento, ou dos também chamados Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para estudos ambientais tem se mostrado com freqüente uso tanto em pesquisas quanto em trabalhos técnicos, sendo que um dos principais objetivos é a implementação de rotinas de apoio à tomada de decisão, onde possibilitam uma maior flexibilidade e análise de impactos, aptidões ou viabilidades.

Dados descrevendo o meio ambiente e relacionados aos recursos naturais, podem ser analisados em um ambiente de um SIG, podendo ser utilizados como repositório de um inventário para gerenciar eficazmente o potencial dos recursos protegê-los contra atividades deteriorantes e modelar as complexas interações entre o fenômeno que possibilitam estabelecer previsões, que possam ser usadas como suporte para tomadas de decisões.

Segundo Camara (1998), a informação geográfica apresenta uma natureza dual: um dado geográfico possui uma localização geográfica, expressa como coordenadas em um espaço geográfico, e atributos descritivos, que podem ser representados num banco de dados convencional. Para cada objeto geográfico, um SIG necessita armazenar seus atributos e as várias formas de representações gráficas associadas.

Sem dúvida, nestas últimas décadas, um dos mais importantes avanços na tecnologia de levantamentos cartográficos foi o aparecimento dos GPSs. Uma vez fixada e aceita a forma da terra como um elipsóide, as técnicas de posicionar um ponto de sua superfície em relação a um determinado referencial têm avançado, no sentido de que precisões cada vez maiores sejam atingidas (Silva, 1999).

A produção de animais em confinamento, atualmente, é uma importante fonte de renda para o setor rural, trazendo benefícios econômicos e sociais. Porém sua exploração é considerada como altamente poluidora e degradante ambiental, sendo extremamente preocupante a situação em algumas regiões com maior densidade de granjas e/ou topografia irregular, pois o lançamento de dejetos indiscriminadamente em rios, lagos e solo, está causando desconforto e doenças à população, além da própria degradação do meio ambiente através da poluição dos leitos d'água e saturação de solos pelos componentes químicos presentes nestes dejetos (Perdomo & Lima, 1998).

Os dejetos de suínos tem poder poluente de 4 à 5 vezes maiores que a do homem, sendo que cada suíno produz volume de dejetos variando entre 8 a 10 % do peso vivo animal, variando de acordo com o desenvolvimento ponderal dos animais (Oliveira, 1994).

A Tabela 1 apresenta a produção diária de dejetos de acordo com a categoria dos suínos, de acordo com o que foi encontrado na literatura pesquisada.

Tabela 1: Quantidades estimadas de dejetos de suínos por categoria de animais.

Categorias de animais	Esterco	Esterco+urina	Dejetos líquidos	Produção de dejetos líquidos
	(kg/animal/dia)	(kg/animal/dia)	L/dia	m ³ /animal/mês
25 –100 kg	2,30	4,90	7,00	0,25
Porcas em gestação	3,60	11,00	16,00	0,48
Porcas em lactação	6,40	18,00	27,00	0,81
Machos	3,00	6,00	9,00	0,28
Leitão desmamado	0,35	0,95	1,40	0,05
Média	2,35	5,80	8,60	0,27

Fonte: Oliveira, 1994.

As características poluentes consideradas importantes, segundo Konzen & Barros (1997), refere-se aos seguintes componentes sujeitas a alterações provocadas por degradações: pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), sólidos totais, sólidos voláteis, matéria seca e nitrogênio total. De acordo com Penz Jr. (2000), entre os principais componentes poluentes dos dejetos de suínos estão o nitrogênio, o fósforo e alguns microminerais, como o zinco e o cobre.

Para Penz Jr. (2000), a produção de dejetos atingiu um nível insuportável e medidas restritivas na produção já estão sendo tomadas com o objetivo de reduzir as conseqüências prejudiciais desta atividade ao meio ambiente. Através das exigências legais, os órgãos de proteção ambiental têm forçado a mudança de atitude técnica e os processos produtivos têm se alterado com o objetivo de diminuir a poluição ambiental.

Em vista deste eminente problema, o objetivo deste trabalho foi de utilizar as técnicas de geoprocessamento para diagnóstico da distribuição espacial de fontes poluidoras, que emitem resíduos orgânicos altamente poluentes, gerados pela produção de suínos em confinamento. Esta análise foi realizada para o Município de Frederico Westphalen, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Esta análise constitui-se em espacializar geograficamente as pocilgas e relacionar o poder poluente da geração diária de dejetos com a paisagem em que as mesmas estão inseridas.

2. Material e métodos

2.1 Área de estudo

O município de Frederico Westphalen, o qual delimita a área de estudo, está localizado no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, na Mesorregião do Planalto Meridional, mais precisamente na Região do Médio Alto Uruguai, entre as latitudes 27° 12' 29" S e 27° 25' 45" S e as longitudes 53° 30' 13" W e 53° 13' 31" W (Figura 1). Com uma área total aproximada de 26.244 ha.

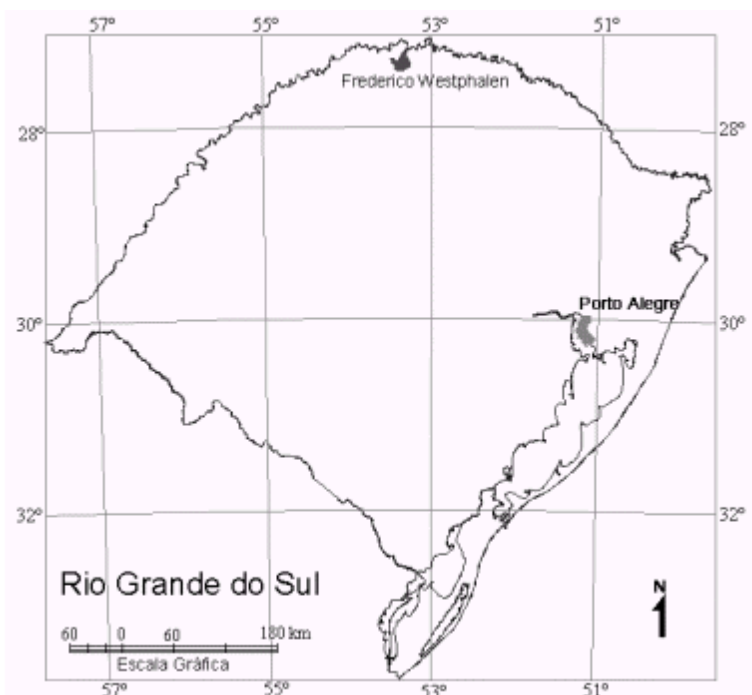


Figura 1: Localização do município de Frederico Westphalen, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Org. RUBERT, C. (2002)

2.2 Material utilizado

Na obtenção dos dados para a elaboração do trabalho foram utilizados os seguintes materiais: Cartas topográficas, elaboradas pelo DSG (Divisão de Serviços Geográficos) do Exército Brasileiro, com escala 1:50.000, editadas em 1979, com o sistema de referência UTM (Universal Transverso de Mercator) com datum horizontal Córrego Alegre. Tendo as seguintes denominações:

- Folha SG.22-Y-C-II-3, mapa índice 2885/3, denominação Frederico Westphalen;
- Folha SG.22-Y-C-II-4, mapa índice 2885/4, denominação Planalto;
- Folha SG.22-Y-C-II-1, mapa índice 2885/1, denominação Iraí.

GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) de navegação Garmim 12 XL.
 Mapa de solos do Estado do Rio Grande do Sul em escala 1:750.000;
 Sistemas de Informações Geográficas: Idrisi 32*; MapInfo 5.5**; Siter 2.1***; CartaLinx 1.2****.

* Sistema de Informações Geográficas IDRISI Versão I32.2 – desenvolvido por Clark Laboratório;

** *MapInfo Professional Version 5.5* – desenvolvido por MapInfo Corporation;

*** Sistema de Informações Territoriais – desenvolvido no departamento de Engenharia Rural pelo professor Enio Giotto – UFSM.

**** CartaLinx - *The Spacial Data Builder*. Versão 1.2. – desenvolvido por Clark Laboratório;

2.3 Métodos utilizados

A extração dos dados dos mapas base deu-se através da digitalização dos mesmos via mesa digitalizadora. A base cartográfica para a geração dos mapas plani-altimétricos foi extraída das cartas topográficas em escala 1:50.000, elaboradas pela Divisão de Serviços Geográficos (DSG) do Exército Brasileiro. As informações referentes à rede de drenagem, rede viária, curvas de nível, limite político administrativo do município, foram digitalizados com o apoio da mesa digitalizadora, no qual constituiu cada tema em um plano de informação para posterior cruzamento com os demais dados e mapas base. O limite do município foi digitalizado e estruturado em forma de polígono, para cálculo de área e cruzamento com demais mapas base para extração de dados referentes somente à área de estudo. As demais, foram digitalizadas e estruturadas nos SIGs como linhas, sendo que as curvas de nível, possuem em seus atributos, as referidas cotas de altitudes, para posterior elaboração do mapa clinográfico do município.

As unidades de mapeamento de solo foram extraídas do mapa de solos do Estado do Rio Grande do Sul, em escala de 1:750.000, no qual foi adaptado para a escalas dos mapas planialtimétricos para análise das características dos solos existentes no município. Para a definição de qual era a ocorrência do tipo de solo, da classe hipsométrica e da classe clinográfica, em que cada pocilga se encontrava disposta espacialmente, foi definida uma imagem inicial no aplicativo IDRISI, onde foi *rasterizado* o arquivo vetorial de pontos para posteriormente cruzamento com os respectivos planos de informações, referentes às classes da paisagem estudada.

Para a obtenção de dados referentes à localização e atributos das pocilgas, foi realizado, o trabalho de campo para armazenamento dos mesmos no banco de dados com as características referentes a cada estabelecimento, além de sua localização geográfica, foram obtidas as localizações dos corpos hídricos mais próximo das mesmas. A localização geográfica das pocilgas foi levantada utilizando um receptor GPS (Sistema de Posicionamento Global) Garmim 12 canais.

A montagem de banco de dados foi realizada no aplicativo MapInfo, onde foram armazenados tanto os objetos espaciais quanto os atributos relacionados às pocilgas cadastradas. A consulta ao banco de dados foi realizada com o intuito de efetuar a análise das condições atuais e do diagnóstico da produção e geração diária de dejetos.

O cálculo da distância entre as pocilgas e os corpos hídricos mais próximos das mesmas, foi realizada no aplicativo CartaLinx, através da opção "XY Input" onde foi informado as coordenadas UTM da pocilga e a da tomada de água mais próxima, em uma base georreferenciada com o mesmo sistema de referência dos dados coletados através do receptor GPS. Definindo assim o segmento de reta entre os dois pontos mapeados. Quanto à distância em relação a tomadas de água, segundo a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental) toda a criação de suínos, em confinamento ou misto, deve situar-se a uma distância mínima, em relação a qualquer corpo hídrico, de acordo com o número de animais da criação, estas recomendações são apresentadas de acordo com legislação e normas técnicas (FEPAM, s/d).

A análise da interação das condições limitantes de acordo com as recomendações exigidas para instalação de uma unidade produtora de suínos, em relação a valores ponderados para cada caso estudado, foram analisadas através do comportamento das mesmas linearmente, onde foram atribuídos valores ponderados para cada classe definida para os fatores estudados, que estão apresentado na Tabela 2, definindo os piores casos e os melhores casos. Substituindo na equação da reta, onde o melhor caso foi atribuído o valor 0 e para o pior caso o valor 100, gerando a deterioração em porcentagem.

Tabela 2: Síntese dos temas e dos valores ponderados para cálculo das unidades críticas de deterioração

Temas	Valor ponderado mínimo	Valor Ponderado máximo
Distância dos corpos hídricos	1	11
Declividade da área construída	1	7
Tipo de esterqueira	1	4
Tipo de instalações	1	3
Destino dos dejetos	1	3
Quantidade de dejetos gerados	1	10
TOTAL	6	38

A deterioração varia de 0% a 100%. Através da amplitude dos valores de 6 a 38 pode ser substituída para calcular os valores de “a” e “b” da equação da reta, dando uma deterioração linear.

$$0 = 6; 100 = 38$$

$$Y = ax+b$$

$$0 = a6+b; 100 = a38+b$$

$$a = 3,125; b = -18,75$$

Com os valores de a e b conclui-se que a equação para este caso é dada por:

$$Y = 3,125x - 18,75$$

Com esta equação calcula-se o valor de Y em função de cada indicador total x. O valor Y significa unidade crítica de deterioração e o x o valor do indicador encontrado. As demais análises estatísticas do diagnóstico realizado foram realizadas no aplicativo MapInfo, juntamente com o aplicativo de planilha eletrônica Microsoft Excel.

3. Resultados e Discussões

Com a sobreposição dos arquivos vetoriais de pontos georreferenciados contendo as coordenadas de cada pocilga cadastrada, pode-se analisar quais as áreas de maior ocorrência das instalações das fontes produtoras de suínos para o município de Frederico Westphalen. A declividade do terreno é um dos fatores importantes na locação de uma pocilga, pois o escoamento dos dejetos dispostos de forma não adequada pode acelerar o processo de vazão e atingir rapidamente as fontes de água. Na Tabela 3, pode ser vista as classes e a quantidade das pocilgas dispostas em cada intervalo.

Tabela 3: Áreas e porcentagem das classes clinográficas

Classes de declividade	Área (ha)	%	Nº de Pocilgas
0 – 3 %	3.432,88	13,08	7
3 – 8 %	2.813,94	10,72	17
8 –13 %	4.062,87	15,48	14
13 – 20 %	5.259,12	20,04	8
20 – 45 %	8.861,94	33,77	18
45 – 100 %	1.786,25	6,81	-
Mais de 100%	26,62	0,10	-
Total	26.243,62	100,00	

O que se pode observar na tabela acima é que mais da metade da área do município se encontra entre as classes de 13 à 20% e 20 à 45%, o que caracteriza a classificação de ondulado a fortemente ondulado segundo Ramalho Filho & Beek (1995). A declividade em uma unidade de manejo tem importância fundamental na velocidade de escoamento superficial e, portanto, com fortes implicações no processo de erosão dos solos. A razão disto, a análise da disposição das pocilgas em relação às classes de declividade deve ser de grande importância.

De acordo com o mapa, os tipos de solos encontrado no município de Frederico Westphalen, são denominados de Erechim (Latossolo Roxo Distrófico), e Ciriaco/Charrua. (Brunizém Avermelhado/Litólicos Eutróficos). As principais características destes solos são de atingirem espessuras rasas, com boa estruturação, permeabilidade e retenção de umidade. A principal ocorrência é em relevos forte ondulado e montanhoso. Os tipos de solos consorciados Ciriaco/Charrua são encontrados em aproximadamente 80,7% da área total do município de Frederico Westphalen, com ocorrência destes solos estão dispostas 56% das pocilgas pesquisadas. O tipo de solo Erechim foi encontrado em 19,3% da área total. Na ocorrência deste tipo de solo estão dispostas 44% das pocilgas.

Com a realização da pesquisa de campo, foi realizado o levantamento de um total de 64 suinocultores, os quais foram visitados e cadastrados, sendo que os mesmos possuem produção em escala comercial. No que diz respeito ao tipo de produção, dos 64 suinocultores entrevistados, 13 produtores trabalham no sistema de ciclo completo, 7 produtores apenas como iniciador e os demais 44 produtores somente com o sistema de terminação. O plantel de total levantado para todo o município foi de 1.236 matrizes, 19.334 suínos destinados à terminação e 4.577 leitões dispostos nas chamadas creches, resultando um total de 25.147 cabeças. O total da infraestrutura construída para a produção de suínos é de 38.496 metros quadrados, o que resulta em uma média de 601,5 metros quadrados por estabelecimento, sendo que possui 34.516 metros quadrados construídos em alvenaria, ou seja, 89,7% das pocilgas são de alvenaria em seu total, as demais cadastradas são mistas. A média calculada de suínos alojados tem um total de 0,65 cabeças por metro quadrado.

3.1 Diagnóstico da geração de dejetos

A geração diária de dejetos de suínos foi calculada para cada pocilga conforme sugere a tabela apresentada por Oliveira (1994). A quantidade total diária de resíduos gerados pelas instalações para a área pesquisadas é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Quantidades diárias de dejetos de suínos por categoria de animais.

Categorias de animais	Esterco (kg/dia)	Esterco+urina (kg/dia)	Dejetos líquidos Litros/dia
Matrizes	449,6	13.596,0	1.9776,0
Terminação	44.468,2	94.730,6	13.5338,0
Leitões	1.600,9	4.348,1	6.407,8
Total	50.519,7	112.680,7	161.521,8

Como mostrado na tabela acima, diariamente é gerada mais de 112 toneladas de esterco/urina. Totalizando mais de 3.360 toneladas/mês e mais de 40.320 toneladas/ano de dejetos originados da produção de suínos em confinamento. Pode-se inferir que o problema da disposição é problemático, pois 46,88% das esterqueiras são construídas diretamente no solo, ou seja, sem nenhum tipo de revestimento, o qual fica susceptível a infiltração dos poluentes tanto para as águas superficiais quanto para o lençol freático.

3.2 Diagnóstico das pocilgas em relação aos recursos hídricos

A distância média das pocilgas em relação à rede de drenagem e aos recursos hídricos é de 166, 3 metros. 73,4% das pocilgas estão localizadas em uma distância inferior a 200 metros da rede de drenagem (rios, córregos, açudes, nascentes, etc.). A Tabela 5 apresenta a quantidade de suínos produzidos em pocilgas dispostas de acordo com a distância em relação aos recursos hídricos, as quais estão dispostas em intervalos de 50 metros.

Tabela 5: Diagnóstico de produção por intervalo de distancia dos recursos hídricos.

Distância (m)	Número de Pocilgas	Criadeiras	Terminação	Creche	Total	Distância Média (m)
0 – 50	12	139	4.180	750	5.069	36,2
50 – 100	15	550	4.740	1.720	7.010	76,1
100 – 150	16	87	5.069	447	5.603	120,9
150 – 200	4	315	1.090	1.160	2.565	177,8
200 – 250	3	0	620	0	620	231,0
250 – 300	4	10	1.200	100	1.310	276,2
> 300	10	135	2.435	400	2.970	462,0

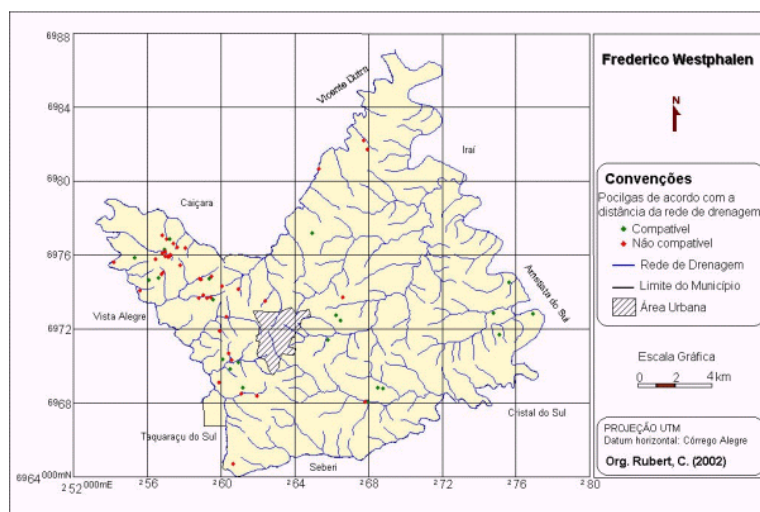


Figura 2 : Distribuição espacial das pocilgas no município classificada de acordo com a distância em relação aos corpos hídricos.

Pode-se constatar novamente que o maior plantel de suínos são produzidos em confinamentos localizados a uma distância inferior a 200 metros dos recursos hídricos, o que determina a maior concentração de dejetos dispostos em área considerada crítica. Na Figura 2, encontra-se a distribuição geográfica das pocilgas, classificadas pela sua distância em relação aos corpos hídricos de acordo com recomendações dos órgãos ambientais.

Como se pode observar na figura acima, maioria dos estabelecimentos estão construídos em uma distância inferior a recomendada (pontos em vermelho), enquanto uma minoria está de acordo com o recomendado (pontos em verde). Na Tabela 6, são apresentadas as produções de resíduos orgânicos em relação à espacialização das pocilgas quanto a distância da rede de drenagem.

Tabela 6 : Produção de resíduo em relação aos intervalos de distância aos recursos hídricos

Distância (m)	Esterco (Kg/dia)	Esterco + Urina (Kg/dia)	Dejetos Líquidos (Litros/dia)	% (média)
0 – 50	10.376,9	22.723,5	32.534	20,3
50 – 100	13.484	30.910	44.388	27,4
100 – 150	12.128,3	26.219,7	37.500,8	23,3
150 – 200	4.047	9.908	14.294	8,6
200 – 250	1.426	3.038	4.340	2,7
250 – 300	2.831	6.085	8.700	5,4
> 300	6.226,5	13.796,5	19.765	12,3

Um total de 79.6% da produção total de dejetos está localizado a uma distancia inferior aos 200 metros dos recursos hídricos, o que consta em uma área crítica, perfazendo um total de 88.716,2 kg diários de dejetos esterco/urina. Estes dados podem ser mais bem visualizados na Figura 3, o qual mostra a quantidade de dejetos gerados dentro dos intervalos de distância dos corpos hídricos.

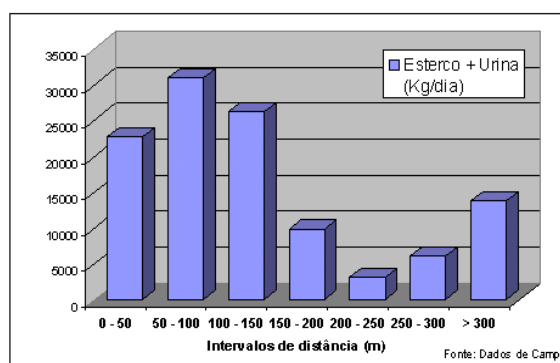


Figura 2: Gráfico da quantidade de dejetos gerados dentro dos intervalos de distância dos corpos hídricos

Quanto à distância de acordo com as normas técnicas do órgão ambiental (FEPAM), 65,6 % das pocilgas estão dispostas a uma distância abaixo da distância mínima recomendada, o qual contabiliza um total de 42 estabelecimentos, sendo que o mais grave disso é que 20 destas possuem esterqueiras construídas diretamente no solo sem nenhuma proteção contra infiltração dos dejetos para o subsolo. Nestes estabelecimentos a quantidade diária de dejetos (esterco+urina) gerados é de 86.864,6 kg ou 77,1% do total geral para todo o município.

3.3 Unidades críticas de deterioração

Os valores dos indicadores foram dados segundo os valores ponderados definidos para cada caso estudado, os quais foram substituídos na equação, o que resultou na deterioração linear em porcentagem para cada unidade cadastrada. Com este resultado pode-se observar as prioridades de manejo para as situações mais críticas definidas pelas unidades críticas de deterioração. A maior deterioração foi de 65,6% e a menor encontrada foi de 15,6%. A deterioração média para todas as pocilgas foi de 44,1%.

4. Conclusões

O uso das técnicas de geoprocessamento se mostrou muito eficaz para o diagnóstico e espacialização das fontes poluidoras, além da análise espacial das mesmas com as características físicas do meio em que estão inseridas.

Em uma análise geral, pode-se concluir que a maioria das pocilgas estão localizadas em áreas consideradas não apropriadas de acordo com critérios técnicos definidos pelos órgãos ambientais. Como a recomendação quanto ao uso dos dejetos na lavoura é aconselhado em solos com declividades inferiores a 15% e com profundidades de 50 cm, as características da paisagem do município não são as mais adequadas para destino dos mesmos, já que os tipos de solo encontrados possuem característica de espessura na maioria da área inferior ao recomendado e a área com declividades superior a 15% chega a 60% do total da área de estudo.

5. Referências Bibliográficas

- Câmara, G.** *Geoprocessamento para projetos ambientais*. 2. ed. São José dos Campos - SP: INPE, 1998.
- FEPAM.** *Critérios técnicos locacionais e características das áreas de criação de suínos de acordo com a legislação ambiental*. Apostila. Porto Alegre. RS. s/d.
- IBGE.** *Censo agropecuário de 1996*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.
- Konzen, E.A. & Barros, L.C.** *Lagoas de estabilização natural para armazenamento de dejetos líquidos de suínos*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e sorgo. 1997. 14p.
- Oliveira, E.** *Características e uso fertilizante do esterco suíno*. IAPAR, (Circular 83). Londrina. 1994. 24p.
- Pens Jr., A.M.** *A influência da nutrição na preservação do meio ambiente*. In: Anais – V Seminário Internacional de Suinocultura. 27 e 28 de setembro de 2000. Expo Center Norte, São Paulo. 2000.
- Perdomo, C.C. & Lima, G.J.M.M.** *Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente*. In: SOBESTIANSKY, J., et. al. Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Embrapa-SPI; Concórdia: Embrapa-CNPSa. 1998. 338p.
- Ramalho Filho, A. & Beek, K.J.** *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 1995. 65p.
- Silva, A. B.** *Sistemas de informações geo-referenciadas: conceitos e aplicações*. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1999.236p.