

Gustavo Lira Meyer

Hierarquização do Risco Ambiental dos Postos de
Combustíveis no Município de Belo Horizonte

VII Curso de Especialização em Geoprocessamento
2004



UFMG
Instituto de Geociências
Departamento de Cartografia
Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha
Belo Horizonte
cartog@igc.ufmg.br

GUSTAVO LIRA MEYER

**HIERARQUIZAÇÃO DO RISCO AMBIENTAL DOS POSTOS DE COMBUSTÍVEIS
NO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE**

Monografia apresentada como requisito parcial à
obtenção do grau de Especialista em Geoprocessamento,
Curso de Especialização em Geoprocessamento,
Departamento de Cartografia, Instituto de Geociências,
Universidade Federal de Minas Gerais

Orientadora: Profa. Ana Clara Mourão Moura

BELO HORIZONTE

2004

Meyer, Gustavo Lira

Hierarquização do Risco Ambiental dos Postos de Combustíveis no Município de Belo Horizonte
30p. il

Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia.

1. Geoprocessamento 2. Meio Ambiente 3. Risco Ambiental 4. Postos 5. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências. Departamento de Cartografia

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial,

A Bruna pelo companheirismo e pelo apoio;

A professora Ana Clara, pela orientação e dedicação,

A SMMAS, pela disponibilização de todos os dados e fontes necessárias ao desenvolvimento deste trabalho,

Aos meus colegas de curso;

Ao Charles e Christian pela colaboração,

Aos meus pais pelo amor e cooperação,

Muito Obrigado a todos!

Resumo:

Utilizando o geoprocessamento como ferramenta de análise ambiental, elaborou-se uma metodologia de hierarquização dos postos de combustíveis no município de Belo Horizonte que exercem maior risco ambiental a cidade, em função de um sistema ambiental elaborado a partir da investigação de passivos ambientais, características de entorno e da água subterrânea.

Os dados foram adquiridos de diversas fontes e formatos, como cartas em papel, bases cartográficas digitais e tabelas.

O mapa síntese com a hierarquização dos postos revendedores de combustíveis analisados permitiu maior dinamismo nas tomadas e decisões em relação aos procedimentos previstos no licenciamento ambiental dos empreendimentos contemplados pela análise.

Lista de siglas

SIG - Sistema de Informação Geográfica

PRODABEL - Processamento de dados de Belo Horizonte

ABNT - Associação brasileira de normas técnicas

UFMG - Universidade Federal De Minas Gerais

PBH - Prefeitura de Belo Horizonte

SAGA - Sistema de Análise Geoambiental

SMMAS – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento

LAGEOP - Laboratório de Geoprocessamento

UFRJ - Universidade Federal Do Rio De Janeiro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	5
3	O CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO DO TEMA	6
3.1	Critérios Para o Licenciamento Ambiental	6
3.2	O Geoprocessamento no Licenciamento Ambiental	10
4	METODOLOGIA	13
4.1	Geração da Base de Dados	13
4.2	Análise Vetorial para Caracterização das Ocorrências no Raio de 100m	14
4.3	Análise Matricial para Síntese do Potencial de Risco	23
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
6	CONCLUSÃO	28
7	BIBLIOGRAFIA	29

1 - Introdução:

O presente trabalho propõe a elaboração de uma metodologia utilizando o geoprocessamento capaz de gerar uma hierarquização dos postos de combustíveis no município de Belo Horizonte considerando determinadas variáveis ambientais.

A política Nacional de Meio Ambiente visa preservar, bem como melhorar e recuperar a qualidade ambiental, proporcionando condições de desenvolvimento sócio econômico. O Decreto Nacional 99.274, de 06 de junho de 1990, dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, solicitando em seus artigos, o licenciamento ambiental para a instalação, ampliação e operação de empreendimentos considerados efetiva ou potencialmente poluidores.

Por outro lado, a resolução CONAMA nº 273, deliberou que todas as unidades de revenda de combustíveis devem se adequar ambientalmente, por ser considerada uma atividade potencialmente poluidora.

Resguardando a soberania nacional, e em um sistema de cooperação entre a união e os estados, foram repassadas aos estados as atribuições do sistema de Política Nacional de Meio Ambiente, com o processo de descentralização de suas atividades, estenderam estas atribuições para alguns município.

O município de Belo Horizonte, através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento (SMMAS), é responsável pelo Licenciamento Ambiental da atividade supracitada, utilizando a Deliberação Normativa 32/2000 como parâmetro legal no processo de licenciamento.

A atividade de revenda de combustíveis foi enquadrada no licenciamento ambiental devido a inúmeros fatores. Dentre eles destacam-se a contaminação do solo e da água subterrânea por combustíveis, oriundos principalmente do SASC (Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis), que pode apresentar riscos de vazamentos nos tanques ,

linhas e bombas de abastecimento.

A água subterrânea tem se tornado uma fonte alternativa de abastecimento de água para o consumo humano. Isto é devido tanto à escassez quanto à poluição das águas superficiais, tornando os custos de tratamento, em níveis de potabilidade, cada vez mais elevados. Em geral, as águas subterrâneas são potáveis e dispensam tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do subsolo promovem a purificação da água durante a sua percolação no meio, tornando-se uma fonte potencial de água de boa qualidade e baixo custo, podendo sua exploração ser realizada em áreas rurais e urbanas (Oliveira & Loureiro, 1998).

A qualidade das águas subterrâneas deve ser preservada, daí a crescente preocupação com a sua contaminação. Entre as principais fontes de contaminação do solo e das águas subterrâneas podem-se citar os vazamentos em dutos e tanques de armazenamentos subterrâneos de combustível, atividades de mineração e uso de defensivos agrícolas. Outras importantes fontes de contaminação são os esgotos que, nas cidades e nas regiões agrícolas, são lançados no solo diariamente em grande quantidade, poluindo rios, lagos e lençol freático (Alaburda & Nishihara, 1998; Rebouças, 1996).

Devido ao número alarmante de vazamentos de Sistemas de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC) a contaminação de aquíferos a partir de derramamentos de combustível desses tanques tem sido um assunto de grande interesse nas últimas décadas (Bicalho, 1997; Borden et al., 1986; Capuano & Johnson, 1996; Corseuil & Alvarez, 1996; Fernandes, 1997; Hunt et al., 1988; Litle et al., 1992; Mackay & Cherry, 1989; Mackay et al., 1985; Soo Cho et al., 1997). Para se ter uma idéia da grandeza do problema, a Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (EPA) estima que 30% dos SASCs nos Estados Unidos estão com problemas de vazamento. Este aumento repentino no número de vazamento nos tanques de gasolina está relacionado ao final da vida útil dos tanques, que é de aproximadamente 25 anos (Corseuil & Alvarez, 1996).

No Brasil existem, aproximadamente, 27 mil postos de gasolina. No ano de 1985, o

consumo de álcool, de gasolina e de diesel no País foi de 33, 38 e 82 milhões de litros.dia-1, respectivamente (Petrobras, 1995). Como na década de 70 houve um grande aumento do número de postos no país, supõe-se que a vida útil dos tanques de armazenamento, que é de aproximadamente 25 anos, esteja próxima do final, aumentando a ocorrência de vazamento. As preocupações relacionadas ao potencial de contaminação de águas subterrâneas, por derramamento de combustível, vêm crescendo em diversas cidades brasileiras.

Os maiores problemas de contaminação são atribuídos aos hidrocarbonetos monoaromáticos, que são os constituintes mais solúveis e mais móveis da fração da gasolina. Estes hidrocarbonetos monoaromáticos, tais como benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (orto-, meta-; para-), são denominados de BTEX. Os valores máximos permitidos para os diferentes hidrocarbonetos monoaromáticos, de acordo com o estabelecido pela Portaria 1.469/2000 do Ministério da Saúde (MS, 2000) são $5\mu\text{g.L}^{-1}$ para o benzeno, $170\mu\text{g.L}^{-1}$ para o tolueno, $200\mu\text{g.L}^{-1}$ para o etilbenzeno e $300\mu\text{g.L}^{-1}$ para o xileno. Esses compostos são poderosos depressores do sistema nervoso central, apresentando toxicidade crônica, mesmo em pequenas concentrações (da ordem de $\mu\text{g.L}^{-1}$). O benzeno é reconhecidamente o mais tóxico de todos os BTEX. Trata-se de uma substância comprovadamente carcinogênica (podendo causar leucemia, ou seja, câncer dos tecidos que formam os linfócitos do sangue), se ingerida, mesmo em baixas concentrações durante períodos não muito longos de tempo. Uma exposição aguda (altas concentrações em curtos períodos) por inalação ou ingestão pode causar até mesmo a morte de uma pessoa. Enquanto o padrão de potabilidade do benzeno estabelecido pelo MS é de $5\mu\text{g.L}^{-1}$, sua concentração dissolvida na água em contato com gasolina pode chegar a $3 \times 10^4 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Mendes, 1993; Oliveira & Loureiro, 1998).

Quando ocorre um derramamento de gasolina, uma das principais preocupações é a contaminação de aquíferos que são usados como fonte de abastecimento de água para consumo humano. Por ser muito pouco solúvel em água, a gasolina derramada, contendo mais de uma centena de componentes, inicialmente estará presente no subsolo como líquido de fase não aquosa (NAPL). Em contato com a água, os compostos BTEX se dissolverão parcialmente, sendo os primeiros contaminantes a atingir o lençol freático.

Inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas com a finalidade de restaurar a qualidade das águas subterrâneas até níveis de potabilidade empregando-se diversas técnicas como: recuperação do produto livre, biodegradação sob condições desnitrificantes (Gersberg et al., 1991; Hutchins, 1991a), biodegradação utilizando-se diferentes aceptores de elétron (Hutchins, 1991b), extração de vapor do solo (Capuano & Johnson, 1996), remediação pela eletrocínética (Maini et al., 2000), adição de nitrato (Hutchins et al., 1991), bioventilação pela injeção de ar no solo (Soo Cho et al., 1997), utilização de lodo para promover subsídios à biodegradação anaeróbica (Battersby & Wilson, 1989), adsorção em carvão ativado (Kuhn et al., 1985), entre outras.

Todos os processos citados anteriormente para restaurar a qualidade das águas podem ser implementados para controlar o movimento das plumas de contaminação, tratamento de águas subterrâneas, e/ou descontaminação de solos, mas em razão da associação de diferentes características apresentadas em cada sítio de estudo, dos elevados custos e dos longos períodos de tempo das técnicas de remediação para tornar as águas potáveis novamente, muitos pesquisadores dedicam-se ao desenvolvimento de modelos matemáticos como alternativa na simulação e na previsão de processos de transporte e biodegradação.

A Legislação Ambiental do Município de Belo Horizonte em sua Deliberação Normativa 32/2000, inclui os postos de abastecimento de veículos e de revenda de combustíveis na relação de empreendimentos de impacto, a que se refere o Artigo 2º, Parágrafo 1º, Inciso V, da Lei nº 7.277/97.

2 - Objetivo:

Elaborar mapas temáticos caracterizando os postos de revenda de combustível do município de Belo Horizonte, com maior risco ambiental associado à atividade de revenda de combustíveis veiculares, em função das características de entorno em um raio de 100m, concentração de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC), Superfície Potenciométrica do Aquífero e uso da água subterrânea.

3 – O Contexto do Desenvolvimento do Tema:

O geoprocessamento têm se mostrado ferramenta muito eficaz nas análises ambientais, sobretudo quando o objetivo é a síntese ou cruzamento de coleção de variáveis que caracterizam um fenômeno. Cabe, portanto, apresentar como são realizadas as análises para licenciamento ambiental, e como pode se inserir o geoprocessamento neste processo.

3.1 – Critérios para Licenciamento Ambiental:

Os postos de abastecimento de veículos e de revenda de combustíveis foram convocados a realizar o licenciamento ambiental em conformidade com o artigo 7º da lei nº 7.277/97, apresentado documentação relativa ao mesmo.

O presente trabalho contempla os empreendimentos que estão passando ou passaram pelo processo de licenciamento ambiental corretivo no município de Belo Horizonte, pois os mesmos são obrigados a realizar investigação de passivo ambiental conforme o artigo 5º da DN 32/00 que delibera em seu inciso III que os empreendimentos enquadrados no Licenciamento Ambiental Corretivo deverão apresentar investigação ambiental em conformidade com o previsto no Anexo 1 da DN 32/00, que deverá conter informações constantes no Anexo 1 da Deliberação Normativa 32/00 relacionados abaixo:

I - Investigação Ambiental Preliminar

1 - Caracterização do estabelecimento (identificação, localização e caracterização da área ocupada) e dos equipamentos e instalações (capacidade, características técnicas, condições, tipos, materiais de fabricação e acabamento, idade).

2 - Laudo técnico referente à medição e avaliação quanto à presença de hidrocarbonetos em tubulações e redes (pluvial, esgoto, água, energia e telecomunicações, etc.) existentes em torno do empreendimento, num raio de 100 metros.

- 3 - Verificação quanto à presença de hidrocarbonetos em cursos d'água ou em poços existentes na vizinhança imediata.
- 4 - Histórico de vazamentos/acidentes, reformas e resultados de sindicâncias na vizinhança.
- 5 - Planta topográfica em escala compatível, identificando curvas de nível com intervalos de um metro no máximo.
- 6 - Dados geológicos e hidrogeológicos regionais e locais (preliminares), com uma avaliação hidrogeológica da área indicando a direção e o sentido do fluxo da água subsuperficial e subterrânea.
- 7 - Dados de agressividade do solo (tipo de solo, teor de umidade, estabilidade, resistividade, pH, presença de sulfetos).
- 8 - Identificação da malha de investigação para verificação da contaminação dos solos superficiais e do manto de intemperização rochosa, com realização de pontos de soil gas survey (pesquisa de vapor no solo) em número suficiente, por toda a área do estabelecimento com medições do teor de compostos orgânicos voláteis (VOC) no solo entre 0,6 e 1,5 m de profundidade.
- 9 - Identificação de poços de captação de água do entorno imediato do estabelecimento em relação: ao endereço, à profundidade, descrição do poço (paredes, fundo, tipo de solo e rocha), vazão captada, uso a que se destina a água, nome do responsável pela captação, etc..
- 10 - Identificação de fontes poluidoras potenciais primárias e secundárias, vias potenciais de exposição e mecanismos de transporte de contaminantes e receptores humanos e ambientais sensíveis aos produtos (inclusive considerando instalações circunvizinhas que possam constituir-se em vias preferenciais de migração de contaminantes).

11 - Identificação dos procedimentos metodológicos e operacionais adotados em campo e em laboratório, da equipe técnica responsável, devidamente registrada pela anotação de responsabilidade técnica junto ao CREA MG.

12 - Caracterização da extensão da contaminação utilizando-se técnicas adequadas e considerando-se o tipo de contaminante, as condições do meio e as limitações técnicas do local tais como solo, edificações, espaço físico para instalação de equipamentos, dentre outras.

13 - Cronograma para a execução da investigação ambiental preliminar.

Os procedimentos de investigação ambiental preliminar (Anexo 1 parte I da Deliberação Normativa 32/00) fundamentam-se nos protocolos investigativos oriundos da norma ASTM (American Society for Testing Materials) E1912-98, referente à auditorias ambientais Fase I, nas recomendações da USEPA (United States Environmental Protection Agency), referentes à avaliações expeditas de compostos orgânicos voláteis (VOC) no solo e nas normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), NR 13.784 e NR 13.786, e adotaram como metodologia principal as seguintes etapas: caracterização do entorno, caracterização e inspeção dos equipamentos, análise de compostos voláteis de hidrocarbonetos em galerias e locais de drenagem, análise de compostos orgânicos voláteis em solo (Soil Gas Survey).

A coleta de dados em campo objetiva fornecer informações necessárias à avaliação de compostos orgânicos no solo, à caracterização do empreendimento bem como a identificação de possíveis focos de contaminação e/ou vazamentos. A apresentação dos dados é expressa de maneiras distintas:

Tabelas com disposição adequada dos dados obtidos em campo.

Com base nos dados tabulados e utilizando software de interpolação de dados, são gerados elementos gráficos denominados curvas de isoconcentração para os vários níveis de leitura,

fornecendo visualização do cenário ambiental do local.

Caso os resultados da campanha de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC) indique, o estabelecimento deverá realizar os procedimentos previstos na parte II do Anexo I da Deliberação Normativa 32/2000, mas tais procedimentos não serão discutidos no presente trabalho devido a escassez de tempo e o número de procedimentos realizados até a presente data serem insuficientes para a realização das análises.

Os empreendimentos são classificados segundo o risco implícito a atividade, de acordo com a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13786: 2000, a classe e definida pela análise do ambiente de entorno do posto de serviço, a uma distância de 100m a partir do seu perímetro. Identificando o fator de agravamento do ambiente de entorno, o posto é classificado no nível mais alto, mesmo que haja apenas um fator desta classe.

Classe 0
quando não possuir nenhum dos fatores de agravamento das classes seguintes
Classe 1
rua com galeria de drenagem de águas
rede subterrânea de serviços (água, esgoto, telefone, energia, etc)
fossa em área urbana
edifício multifamiliar com até quatro andares
Classe 2
asilo
creche
edifício multifamiliar com mais de quatro andares
favela em cota igual ou superior à do posto

edifício de escritórios comerciais com quatro ou mais pavimentos
poços de água, artesianos ou não, para consumo doméstico
casa de espetáculo ou templo
escola
hospital
Classe 3
favela em cota inferior à do posto
metrô em cota inferior à do solo
garagem comercial ou residencial construída em cota inferior à do solo
atividades industriais e operações de risco
água do subsolo utilizada para abastecimento público da cidade (independentemente do perímetro de 100m)
corpos naturais superficiais de água, bem como seus formadores, destinados a:
abastecimento doméstico
proteção das comunidades aquáticas
recreação de contato primário
irrigação
criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana (conforme Resolução CONAMA nº 20)

3.2 – O Geoprocessamento no Licenciamento Ambiental:

Para hierarquizar o risco ambiental eminente para a atividade, de postos de abastecimento realizaremos o cruzamento de dados relativos a elementos presentes na classificação da norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 13786:

2000, Superfície Potenciométrica do Aquífero, uso da água subterrânea segundo cadastro de outorgas fornecido pelo IGAM e concentração de compostos orgânicos voláteis presente no solo.

Acredita-se que o geoprocessamento fornecerá ferramentas para a análise do sistema ambiental proposto. As técnicas do geoprocessamento representam evoluções do pensamento geográfico, nascidas ainda na escola Positivista, mais conhecida como “Geografia Quantitativa”. Muito já foi produzido nos estudos geográficos com o objetivo de associar pensamentos lógicos à análise espacial, explorando as teorias de regionalização da geografia. As tendências recentes incorporam a lógica ao pluralismo de variáveis e formas de combinação destas variáveis.

O geoprocessamento assim se fundamenta, em um sistema de informações geográficas utiliza uma base de dados computadorizada que contém informação espacial, sobre a qual atuam uma série de operadores espaciais”.

Xavier-da-Silva (1992, p. 48) define o geoprocessamento como “um ramo do processamento de dados que opera transformações nos dados contidos em uma base de dados referenciada territorialmente (geocodificada), usando recursos analíticos, gráficos e lógicos, para obtenção e apresentação das transformações desejadas.”

O geoprocessamento não se caracteriza exclusivamente pela cartografia digital, que utiliza metodologias tradicionais na elaboração de cartas temáticas. A cartografia digital é um passo inicial entre os elementos que compõem a sistemática do geoprocessamento. Ele é composto por análises e sínteses de variáveis georreferenciadas, o que requer procedimentos metodológicos complexos, correlacionando inúmeros fenômenos da dinâmica espacial.

As análises complexas sobre fenômenos espaciais se tornaram possíveis com o surgimento do SIG, Sistema de Informação Geográfico, cuja definição científica ainda não está equacionada de forma concisa entre os teóricos, devido à evolução constante dos meios e

métodos inerentes ao sistema.

Segundo Moura (2003, p.12), “existem hoje, no mercado da informática ótimos CADs, atendendo às expectativas de produzir mapas com boa resolução gráfica, e que também tornam possível a geração de cartas temáticas pela manipulação do banco de dados associado aos elementos gráficos. Tais sistemas são, muitas vezes, erroneamente classificados como SIG, pois falta uma definição que os caracterize não só como CAD, mas como portadores de alguns recursos de manipulação de dados alfanuméricos. São, na verdade, “Desktop Mapping” (ou “Computer Mapping”). Um SIG completo deve ser capaz de trabalhar com relações topológicas, ou seja, com estruturas geométricas que manipulam relações como vizinhança, conexão e pertinência. Pode-se resumir topologia como uma inteligência gráfica associada ao sistema.”

No presente trabalho são explorados recursos de SIG vetorial e de SIG matricial. O SIG vetorial, representado pelo ArcGIS, é utilizado para identificação de ocorrências de creches, escolas, hospitais e poços de captação de água na área de influência dos postos de abastecimento de veículos. O SIG matricial, representado pelo SAGA-UFRJ, é utilizado para o cruzamento de variáveis de concentração de VOC, poços de captação de água, presença de hospitais, presença de creches e superfície potenciométrica do aquífero, para identificação das áreas mais problemáticas no controle ambiental.

4 - Metodologia:

A metodologia aplicada baseou-se em três etapas: Tratamento dos dados para geração da base de dados, análise vetorial para caracterização das ocorrências no raio de 100m e análise matricial para construção da síntese de potencial de risco ambiental.

4.1 – Geração da Base de Dados:

Foram elaborados mapas temáticos com a localização das escolas, creches e hospitais no município de Belo Horizonte, a partir da base de dados fornecida pela Prefeitura Municipal

de Belo Horizonte, através da Prodabel, em formato Mapinfo. Os dados citados já se encontravam georreferenciados em arquivos de pontos. Cabe ressaltar que o software Mapinfo é definido como um Desktop Mapping, pois trabalha com a associação entre dados cartográficos vetoriais e dados alfanuméricos, e objetiva responder a duas perguntas básicas: em tal localidade quais são as características, e tais características onde estão localizadas.

A partir dos dados apresentados nas investigações ambientais preliminares presentes nos processos de licenciamento ambiental corretivo dos postos de combustíveis, protocolados junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento de Belo Horizonte, de acordo com o Anexo I parte I da Deliberação Normativa 32/2000, foi elaborada uma tabela constando os picos de compostos orgânicos voláteis (VOC) expressos em ppm (parte por milhão), detectados nos empreendimentos analisados.

O modelo de investigação constitui em medidas pontuais da concentração de compostos orgânicos voláteis (VOC), através de uma malha de sondagens por todo o terreno investigado evidenciando-se, assim, possíveis plumas de contaminação no solo. São realizadas sondagens de 1” de diâmetro e realizadas leituras com equipamento detector de gases combustíveis com eliminação de metano a 0,5, 1,0, e 1,5 metros de profundidade, e realizadas as medições das concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC).

Foi inserido um código identificador (chave) para comunicação entre a tabela de picos de VOC e a base de dados cartográfica dos postos de combustível do município de Belo Horizonte, fornecida pela Prodabel.

Uma vez associada a tabela com os picos VOC com a base cartográfica dos postos de combustíveis, foi criado um mapa temático das concentrações de VOC em 6 intervalos distintos (< 100ppm, 100-500ppm, 500-1000ppm, 1000-5000ppm, 5000-10000ppm e <10000ppm). O mapa temático com as concentrações de VOC, para fins de representação e análise espacial, é especializado em buffers de 100m a partir da localização espacial do empreendimento.

O mapa da Superfície Potenciométrica do Aquífero foi digitalizado a partir do trabalho elaborado pela UFMG em parceria com a PBH, que se encontra impresso na escala 1:25000. Ele foi capturado por scanner e georreferenciado no software Mapinfo, onde foi vetorizado e as superfícies foram associadas à tabela com as informações da Superfície Potenciométrica do Aquífero.

O mapa temático de Uso da Água Subterrânea foi elaborado a partir de uma tabela em formato Excel, fornecida pelo IGAM, com as coordenadas geográficas dos poços outorgados no município de Belo Horizonte. A tabela foi exportada para o software Mapinfo, no qual foi gerado um arquivo de pontos de ocorrência dos poços de captação de água subterrânea.

4.2 – Análise Vetorial para Caracterização das Ocorrências no Raio de 100m:

*inserir mapas ao longo do texto

Todas as bases cartográficas citadas foram exportadas para o software Arcview, com o objetivo de realização de consultas topológicas diversas.

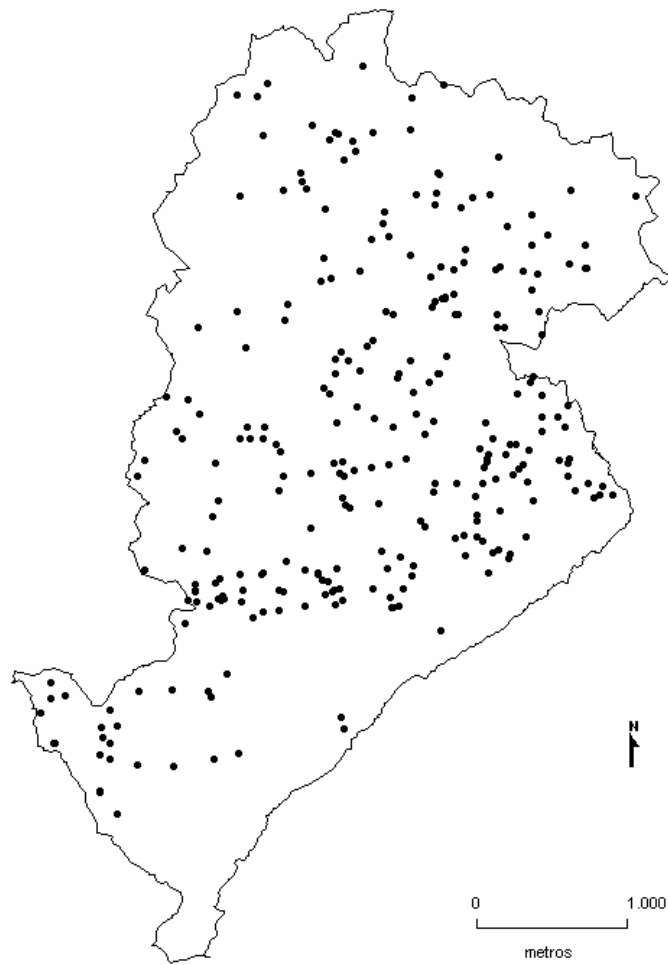
Utilizando-se a base cartográfica com o buffer de 100m das concentrações de VOC, como base, a partir do comando “está contido”, foram identificados os postos que exercem maior ou menor de risco à ocupação, de acordo com suas características de entorno. No presente trabalho o fator de risco levou em consideração a presença de escolas, hospitais, creches, superfície potenciométrica do aquífero e uso da água subterrânea e interface entre os elementos espaciais citados.

Esta primeira análise consistiu em produzir mapas temáticos por consulta vetorial indicando o cruzamento do buffer de 100m com as concentrações VOC com cada variável. Por exemplo: escola “se há escola dentro do raio de 100m de concentração de VOC”. O mesmo procedimento foi adotado para os cruzamentos com creches, hospitais e pontos de captação de água subterrânea.

O cruzamento do buffer de 100m das concentrações VOC com a superfície potenciométrica do aquífero não se mostrou necessário, pois esta última variável já está espacializada em regiões, e pode ser representada somente pela identificação do valor de concentração potenciométrica na região do buffer de 100m das concentrações VOC.

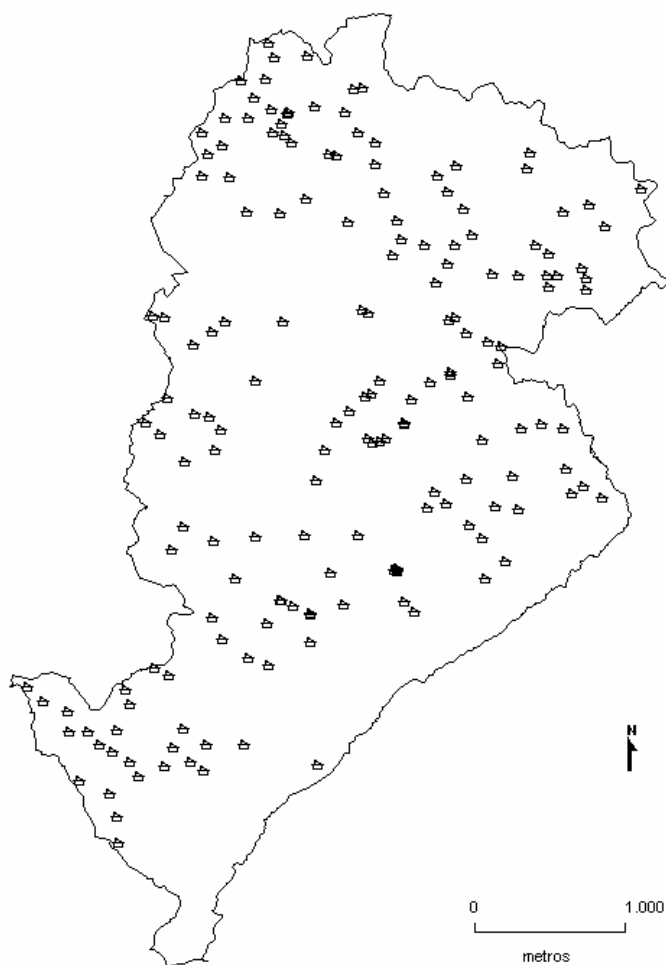
Os cruzamentos vetoriais foram realizados no software ARCVIEW. Os resultados obtidos com os cruzamentos estarão representados em áreas de 100 metros, e não só em um ponto de pixel, possibilitando a realização de análises espaciais no formato matricial.

Distribuição das Creches no Município de Belo Horizonte



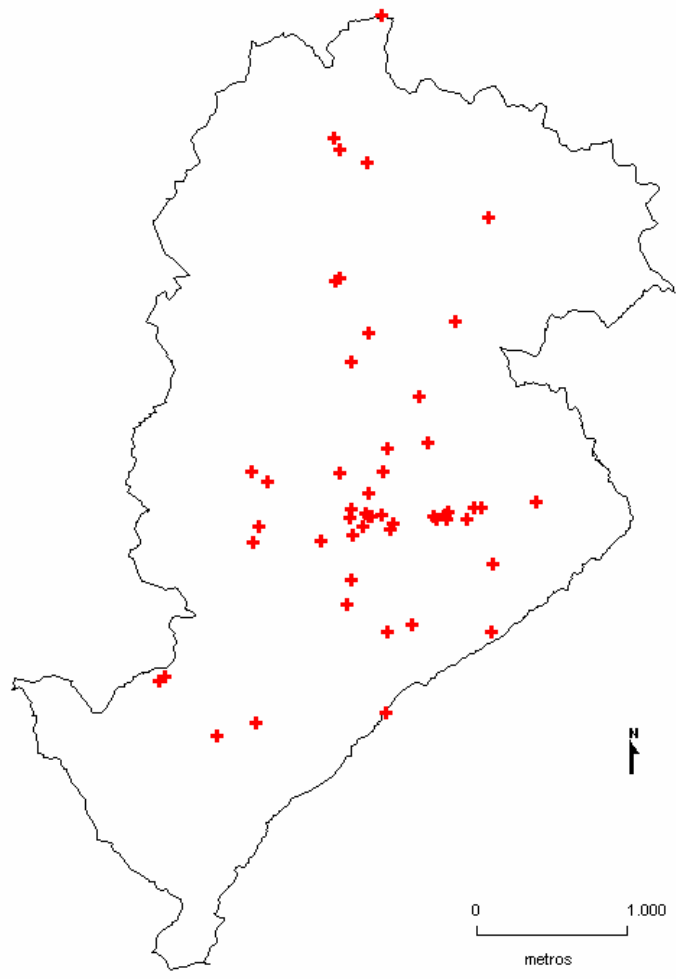
Fonte: Prodabel

Distribuição das Escolas Municipais no Município de Belo Horizonte



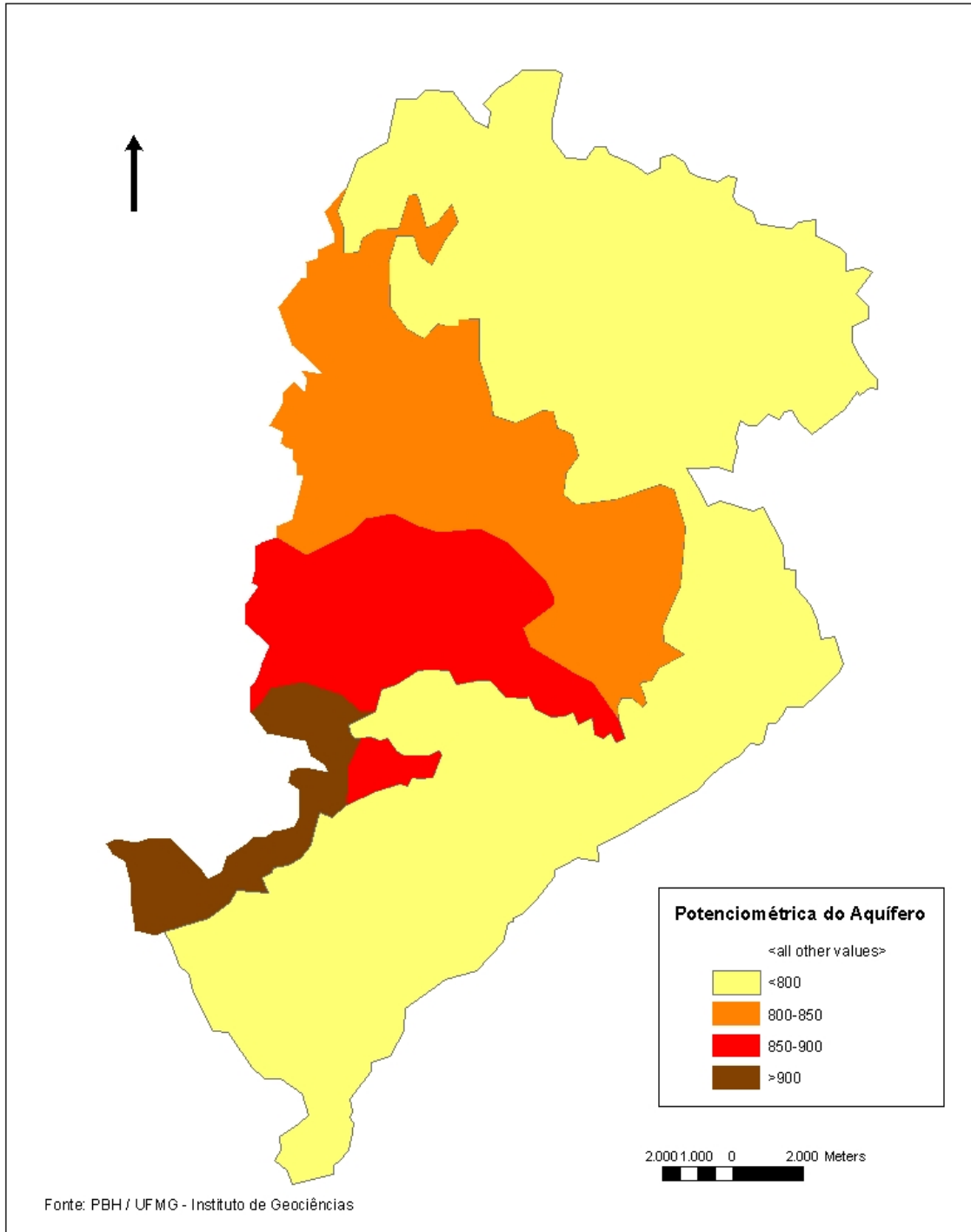
Fonte: Prodabel

Distribuição dos Hospitais no Município de Belo Horizonte

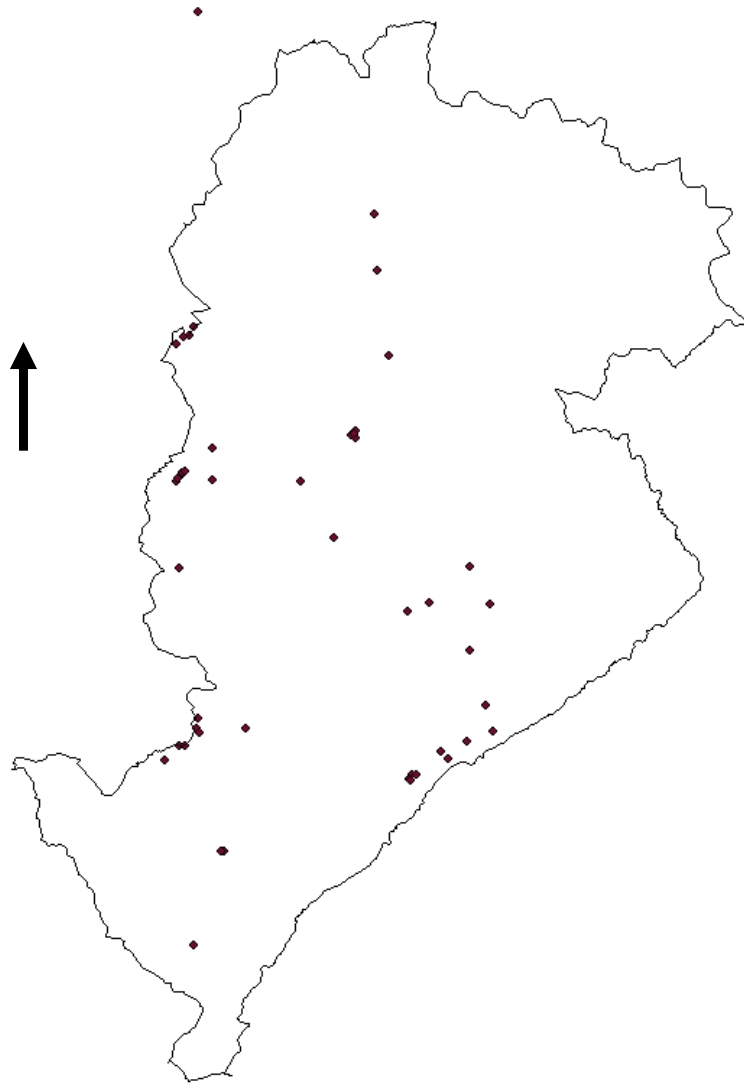


Fonte: Prodabel

Superfície Potenciométrica do Aquífero no Complexo Belo Horizonte



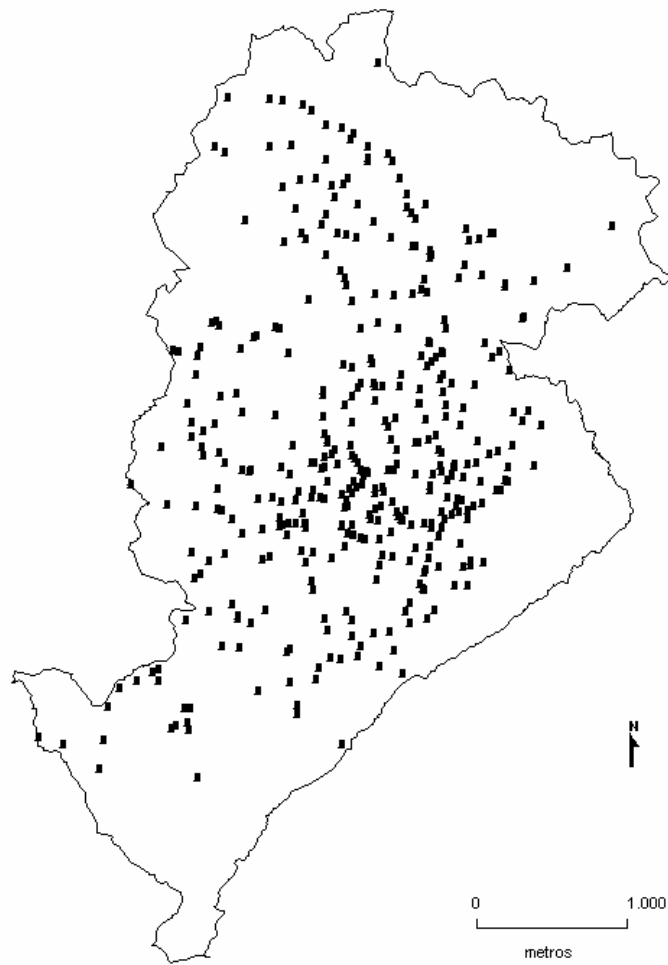
Poços de Captação de Água Subterrânea
Outorgados pelo IGAM no Município de
Belo Horizonte



Fonte: IGAM

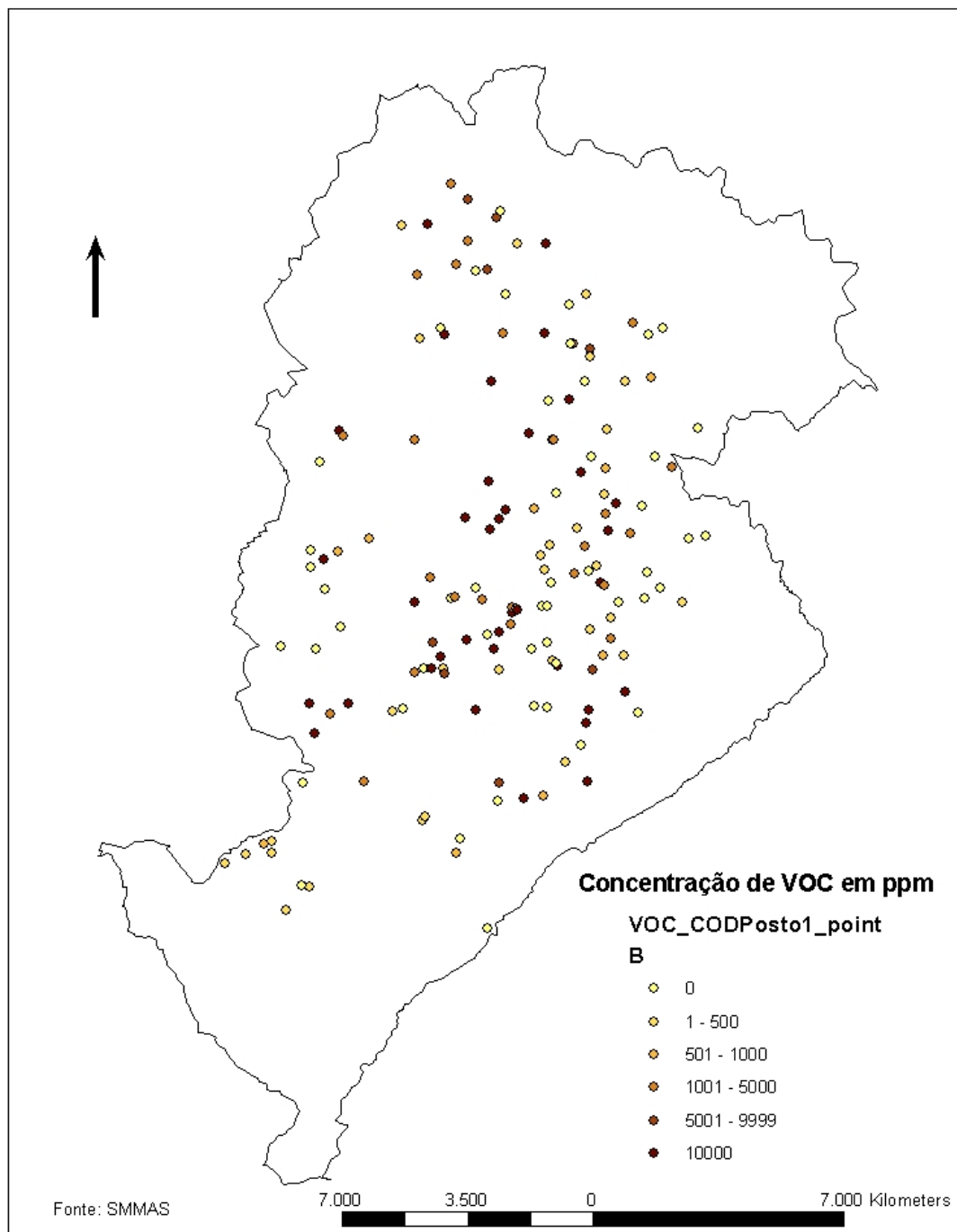
4.100 2.050 0 4.100 Meters

Distribuição dos Postos de Combustíveis no Município de Belo Horizonte



Fonte: Prodabel

Concentração de Compostos Orgânicos Voláteis no Município de Belo Horizonte



4.3 – Análise Matricial para Síntese do Potencial de Risco:

A etapa seguinte consistiu na transformação dos arquivos vetoriais em matriciais, com resolução espacial de 10m (o pixel é de 10m) e, consecutivamente, a matriz de análise possui 2900linhas e 2100 colunas.

Após a conversão dos arquivos para raster, eles foram exportados para o software SAGA-UFRJ, para realização da análise ambiental que permita a elaboração do mapa síntese, que hierarquiza os postos de combustíveis do município de Belo Horizonte em função do risco ambiental inerente à atividade.

O mapa síntese, com a hierarquização dos postos de combustível com maior risco ambiental, foi gerado no SAGA-UFRJ em seu aplicativo “Avaliação”, a partir da ponderação dos mapas temáticos elaborados e suas respectivas legendas.

Segundo Xavier-da-Silva (1999 p. 49) “O método de Avaliação Ambiental consiste em se fazer estimativas sobre possíveis ocorrências de alterações ambientais, segundo diversas intencidades, definindo-se a extensão destas estimativas e suas relações de proximidade e conexão (em outras palavras, prever o que ocorrerá, em que intencidade, em que extensão e próximo a que). Estas estimativas pressupõe um conhecimento prévio da área a ser analisada, conhecimento este que pode advir principalmente da etapa de levantamento dos dados ambientais, bem como dos conhecimentos sistemáticos específicos detidos pelo usuário. Podem ser citados como objetos de avaliação, áreas problemáticas (quanto a potenciais e riscos específicos), potenciais conflitantes, áreas críticas, incongruência de uso, impactos ambientais, entre outros.”

Para a realização da análise, foi realizada uma ponderação entre os arquivos matriciais, com uma ordem de grandeza de 0 a 100, com a seguinte distribuição de pesos por variável, cuja soma resulta em 100%:

Concentração de VOC – 40%

Poços de captação de água subterrânea contidos em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados – 30%

Superfície Potenciométrica do Aquífero – 15%

Hospitais contidos em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados – 5%

Escolas contidas em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados – 5%

Creches contidas em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados – 5%

Os elementos de legenda referentes a cada base cartográfica citada acima receberam as seguintes notas:

Concentração de VOC:

0 – nota = 0

0-500 – nota = 5

501- 1000 – nota = 7

1001 – 5000 nota = 8

5001 – 10000 – nota = 9

>10000 – nota = 10

Poços de captação de água subterrânea contidos em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados:

Fundo – nota = 0 (área sem presença de poços)

Poço – nota = 10

Superfície Potenciométrica do Aquífero:

>800 – nota = 1

800-850 – nata = 4

850-900 – nota = 7

<900 – nota = 10

Hospitais contidos em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados:

Fundo – nota = 0 (ausência de hospital)

Hospital – nota = 10

Escolas contidas em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados:

Fundo – nota = 0 (ausência de escola)

Escola – nota = 10

Creches contidos em um raio de 100m dos postos de combustíveis analisados :

Fundo – nota = 0 (ausência de creche)

Creche – nota = 10

Xavier-da-Silva (1999b, p.13) apresenta a possibilidade de utilização da Perspectiva Bayesiana, baseada no conceito de probabilidade condicional, ou seja, a probabilidade de ocorrência de um fenômeno é medida uma vez constatada a ocorrência de um outro fenômeno a ele associado. O autor esclarece, que não pode ser utilizada em estudos exploratórios de situações ambientais desconhecidas, pois exige conhecimento prévio das possibilidades de relações entre fenômenos.

O autor defende a adequabilidade do uso da Média Ponderada nas análises ambientais. Na média ponderada, cria-se um espaço classificatório, original, que pode ser também entendido como uma escala de intervalo. Esse processo pode também ser utilizado em escala nominal, desde que os eventos sejam hierarquizados segundo algum critério de valor. A ponderação deve ser feita por “Knowledge driven evaluation”, ou seja, por conhecedores do fenômeno e das variáveis da situação avaliada, ou por “data-driven evaluation” que se refere ao conhecimento prévio da situações semelhantes. Nesse processo, a possibilidade de se ponderar de modo inadequado uma situação é o inverso do número de ponderações atribuídas.

5 – Análise dos Resultados:

O mapa síntese apresentado, com a hierarquização do risco ambiental inerente a atividade dos postos revendedores de combustíveis, foi de grade valia junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento, pois a partir do mesmo o planejamento relativo a fiscalização e monitoramento da atividade, serão geridos em função de um estudo técnico, propiciando maior eficiência na prevenção e correção dos passivos ambientais por ventura instalados na cidade.

Ressalta-se que o estudo desenvolvido não contemplou o universo dos estabelecimentos na cidade, devido a escassez de dados, pois nem todos os empreendimentos apresentaram as campanhas de amostragem de compostos orgânicos voláteis junto a SMMAS.

A base de dados dos postos de abastecimento, necessita de atualização relativa ao número absoluto de empreendimentos presentes na cidade, pois nem todos os postos que apresentaram a investigação de passivo ambiental estão contemplados na base de dados.

A base de dados fornecida pelo IGAM, requer ajustamento nas coordenadas geográficas inferidas aos poços de captação de água subterrânea, alguns poços estão localizados fora dos limites do município.

O mapa da superfície potenciométrica do aquífero, na região contemplada com o valor de <800m, a bibliografia original ressalta que seria necessário maior número de amostragens na região, para assim diminuir a margem de erro presente no trabalho.

6 - Conclusão:

O geoprocessamento se mostrou no desenvolvimento do trabalho, uma ferramenta essencial e até certo ponto imprescindível às tomadas de decisões nos órgãos responsáveis pelo planejamento ambiental urbano das cidades.

A utilização das ferramentas inerentes ao geoprocessamento, permite aos técnicos responsáveis pelo gerenciamento das diversas áreas do conhecimento ligados ao planejamento estratégico urbano e ambiental se embasarem em diagnósticos e prognósticos que levam em consideração o espaço e o tempo.

O maior êxito do trabalho está no desenvolvimento da metodologia proposta, que poderá ser utilizada para construirmos um perfil temporal da evolução dos processos de prevenção, fiscalização, monitoramento e remediação dos passivos ambientais característicos a atividade, e a partir daí, avaliar a eficácia das normas, procedimentos e política ambiental envolvidos no tema supra.

7 - Bibliografia:

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 13786 / 2001 – Postos de Serviço – Seleção de equipamentos e sistemas para instalação subterrânea de combustíveis.

Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR 7505 / 2000 – Armazenagem de líquidos inflamáveis e combustíveis – Parte 1 : Armazenagem em tanques estacionários.

CETESB. 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo.

CETESB. 2001. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Procedimentos para Licenciamento Ambiental de Postos e Sistemas Retalhistas de Combustíveis – Roteiro para Empreendimentos em Operação que Deverão se Adequar às Condições Mínimas.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. P. 1-75.

Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, Resolução CONAMA nº 273, de 29 de novembro de 2000.

Deliberação Normativa COPAM nº 50, de 28 de novembro de 2001.

Deliberação Normativa COMAM nº 32, de 26 de setembro de 2000.

Geoprocessamento na Gestão e Planejamento Urbano/ Ana Clara Mourão Moura – Belo Horizonte: Ed. da autora, 2003.

LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO (LAGEOP). Manual operacional do Vistasaga/UFRJ – Módulo de análise ambiental. Rio de Janeiro: LAGEOP. 1999.

LOUREIRO, Celso de Oliveira. Comportamento de Hidrocarbonetos no Solo e em Águas Subterrâneas – Unimeio, Belo Horizonte, 2002.

Oliveira, L. I. Postos Distribuidores de Combustíveis em Belo Horizonte: Caracterização do Problema Ambiental em Potencial. 1999. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1999.

Princípios de Cartografia Sistemática, Cartografia Temática e Sistema de Informação Geográfica / José Flavio Morais Castro – Rio Claro, 1996.

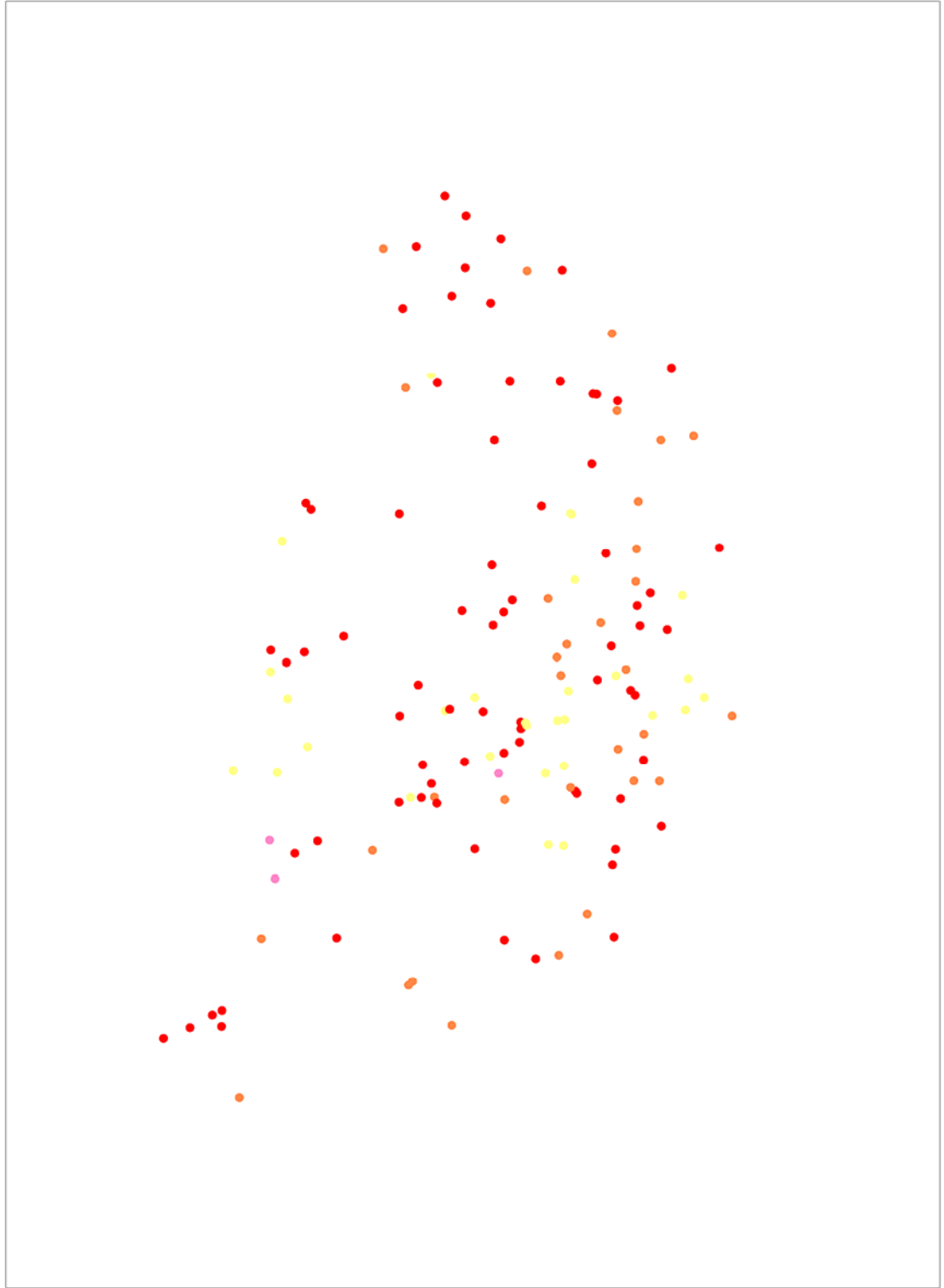
Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Saneamento Urbano – Termo de Referência de Relatório de Controle Ambiental – RCA e seu respectivo Plano de Controle Ambiental – PCA.

ANEXO I
MAPA FINAL

SAGA/UFRJ
Sistema de Apoio à Decisão
Laboratório de Geoprocessamento
DG - IGEO - CCN - UFRJ
Risco Ambiental dos Postos de
Combustíveis no Município de
Belo Horizonte

7814000:598000

7814000:619000



7785000:598000

7785000:619000

Data: 15/12/2004
Resolução: 10m
Fonte:
Secretaria Municipal de Meio Ambiente

- Fundo
- Baixo
- Médio
- Alto
- Muito Alto

2000m