

Susceptibilidade de poluição do solo e da água relacionados aos postos de combustíveis em área urbana

Susceptibility of soil and water pollution related to fuel stations in the urban area

César Henrique Valentino

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
cesarhvalentino@gmail.com

Fábio Carnieto

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
fabiocarnietto@gmail.com

Antônio Donizetti Gonçalves de Souza

Universidade Federal de Alfenas, Brasil
antonio.souza@unifal-mg.edu.br

Resumo

O presente estudo visou identificar as áreas susceptíveis à poluição do solo e da água referente aos postos de combustíveis na área urbana de Poços de Caldas (MG). O estudo possui grande importância para o município, pois este é bastante conhecido pela qualidade de suas águas e este tipo de análise gera o reconhecimento quanto a qualidade ambiental local do solo e água, identificando-se áreas com grande potencial poluidor. Realizou-se o levantamento da legislação ambiental pertinente aos postos de combustíveis, e levantou-se o cadastro dos postos de combustíveis na área urbana bem como suas coordenadas geográficas e por fim foi elaborado o mapa de susceptibilidade a poluição do solo e da água na área urbana do município por meio de uma álgebra de mapas em sistemas de informação geográfica utilizando-se a técnica de análise hierárquica ponderada. Com a realização do cadastro dos postos de combustíveis foi possível verificar como é tratado esse tipo de controle pela prefeitura da cidade. Como consequência do cadastramento dos postos de combustíveis obteve-se a criação de um banco de dados destes postos em Poços de Caldas, e por meio da sobreposição dos pontos dos postos de combustíveis verificou-se que estes em sua maioria encontram-se em áreas não tão adequadas a este tipo de atividade.

Palavras-chave: Poluição. Solo. Água. Postos de combustíveis. Susceptibilidade à poluição.

Abstract

The present study aimed to identify susceptible areas to soil and water pollution related to fuel stations in the urban area of Poços de Caldas–MG. The survey of data is very important for the city because this type of study is related to the quality of water. This type of analysis generates the recognition of the local environmental quality of the soil and water, which is identified areas with polluting potential. A survey of the environmental legislation pertinent to the fuel stations was carried out, and the register of the fuel stations in the urban area, as well as their geographic coordinates, was drawn up. Finally, a map of susceptibility to soil and water pollution was drawn up. Using urban areas of the city with map algebra and geographic information systems by the Analytic Hierarchy Process technique and the registration of the fuel stations, it was possible to verify how this type of control is handled by the city hall of Poços de Caldas. By the consequence of the registration of the fuel stations, a database of these stations was created in Poços de Caldas, and by the overlapping of the points of the fuel stations, it was found that the majority of these stations are located in areas not so appropriate for this type of activity.

Keywords: Pollution. Soil. Water. Fuel stations. Susceptibility to pollution.

1. INTRODUÇÃO

A frota de veículos automotores tem apresentado um rápido crescimento no Brasil, especialmente em algumas regiões, e com isso, trouxeram a necessidade por mais postos de combustíveis. Conseqüentemente, a expansão deste setor torna-se desorganizado e sem planejamento. Por se tratar de uma atividade altamente poluidora, e com instalações em locais inadequados, o potencial poluidor é muito maior (MINDRISZ, 2006).

Um dos principais problemas ambientais reconhecidos como de grande importância é a contaminação subterrânea. Dentre eles, pode-se citar os riscos à saúde pública, dos ecossistemas e da desvalorização de propriedades. As atividades desenvolvidas por postos de combustíveis estão diretamente relacionadas aos problemas citados (ALVARENGA, 2007).

Uma vez que a contaminação por postos de combustíveis é subterrânea, o risco de contaminação do solo e das águas é facilitado, sendo de extrema importância a avaliação da extensão, da dinâmica e do potencial de contaminação oriundas por vazamentos devido à deficiência de infraestrutura, manutenção e desgastes nas instalações (SANTOS, 2009).

De acordo com o (COPAM/CERH, 2010), no Brasil, existem diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. Uma vez que o dever de defender e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações, a Constituição Federal de 1988 impõe ao poder público e a coletividade de realizá-lo.

O município de Poços de Caldas-MG, localizado no sul do Estado de Minas Gerais, conforme Figura 1, foi escolhido para realização deste estudo pois verifica-se um grande número de postos de gasolina próximo a locais onde a contaminação pode ser facilmente dispersada por auxílio dos rios. Poços de Caldas é uma cidade turística famosa por suas águas e a poluição delas por qualquer razão, por exemplo postos de gasolina, pode comprometer o potencial turístico da região. Além do que, o município não possui qualquer levantamento a respeito dessa possibilidade de contaminação.

O município possui um Plano Diretor que não tange sobre as condições de uso do solo para a atividade dos postos de combustíveis (PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS, 2006). Será que os postos de combustíveis em Poços de Caldas-MG estão instalados em áreas apropriadas para tal atividade?

O presente trabalho apresenta uma análise de susceptibilidade da poluição do solo e da água referentes a postos de combustíveis na área urbana de Poços de Caldas-MG por meio da criação de um mapa de susceptibilidade a esse tipo de poluição. Um mapa desse tipo é gerado por meio da análise de variáveis como declividade, altitude, solo e uso do solo analisadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).



Figura 1: Localização do município de Poços de Caldas – MG.
Fonte: COMDENGE, 2016.

2. POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: POLUIÇÃO DO SOLO E ÁGUA

A contaminação de água e do solo é, muitas vezes, causada por derrame de combustíveis e pode ser evitada. Muitos incidentes que contaminam o meio ambiente têm ocorrido devido à exploração e refinamento de petróleo, bem como transporte e armazenamento de seus derivados (FOGAÇA, 2015). A contaminação gerada pelos postos de combustíveis pode ter sua origem nos tanques de armazenamento subterrâneo quando sofrem corrosão e apresentam vazamentos. Esse é um tema de extrema relevância, pois os hidrocarbonetos derivados de petróleo contidos nos combustíveis podem permanecer por muito tempo no meio físico (ALVARENGA, 2007).

Como consequência, o lençol freático é atingido por substâncias perigosas por serem em grande parte dos casos, carcinogênicas e depressoras do sistema nervoso central. Com a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 273, a partir de 2000, a água e solo das regiões onde se localizam postos de armazenamento de combustíveis passaram a ser analisadas. Comprovada a contaminação, esses locais passaram por uma reestruturação física para adequação dos tanques de armazenamento e estrutura de atendimento. Além disso, os postos têm a obrigatoriedade de implantar um sistema de remediação eficaz, capaz de tornar, novamente, a água e solo adequados aos serviços e ao ser humano sem perigo à saúde (FOGAÇA, 2015).

Para Santos (2009), as contaminações do solo e de águas subterrâneas por vazamentos em postos de combustíveis têm sido alvo de inúmeras pesquisas, devido à complexidade dos fenômenos de interação com o solo e o grande número de contaminações.

Entre as dificuldades para a proteção ambiental estão as avaliações da extensão da dinâmica e da concentração das contaminações provocadas por estes vazamentos, oriundas das deficiências de infraestrutura, manutenção e desgastes nas instalações e a falta de fiscalização de tanques e equipamentos (SANTOS, 2009).

Em todo mundo, o armazenamento dos combustíveis automotivos é realizado em tanques subterrâneos e esta atividade tem se revelado como fonte importante de poluição ambiental, afetando a qualidade do solo e das águas subterrâneas. Os vazamentos em postos e sistemas retalhistas de combustíveis têm sido objetos de preocupação. Além das consequências desastrosas para o meio ambiente estes acidentes ocorrem quase sempre em áreas urbanas, densamente povoadas, resultando em riscos de incêndios e explosões em ambientes confinados, destacando-se, os sistemas subterrâneos públicos de águas pluviais, esgoto, telefonia, metrô, eletrificação, subsolo de edificações, garagens, escavações, poços de água, entre outros (MINDRISZ, 2006).

De acordo com Mindrisz (2006), esses acidentes em postos de combustíveis podem resultar também em danos à saúde em virtude do odor de combustíveis no interior de residências e estabelecimentos do comércio, expondo as pessoas a substâncias tóxicas à saúde humana, como os hidrocarbonetos aromáticos: benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos, coletivamente denominados por BTEX. Estes compostos são indicadores específicos usados para se caracterizar a contaminação de áreas por gasolina.

Enquanto outros países se preocupavam com esse tipo de poluição desde a década de 80, no Brasil essa preocupação começou a ficar mais intensa com a implantação de legislações mais rígidas e restritivas como a elaborada pelo CONAMA nº 273 de novembro de 2000, do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2000). Essa legislação obrigou aos donos de postos de gasolina a obter o licenciamento ambiental para seu funcionamento e para os postos com mais de 25 anos ou mais de funcionamento, a reforma total de seus equipamentos (MINDRISZ, 2006).

A questão da contaminação do solo e das águas subterrâneas, denominadas áreas contaminadas, tem sido objeto de grande preocupação nas três últimas décadas em países industrializados da Europa e Estados Unidos. Esse problema tem se agravado em grandes centros urbanos, principalmente no Brasil (MINDRISZ, 2006).

A origem das áreas contaminadas relaciona-se ao desconhecimento, em épocas passadas, de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas, ao desrespeito a procedimentos seguros e à ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias primas e produtos. Uma área contaminada pode ocasionar uma série de problemas como danos à saúde humana, restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades,

comprometimento da qualidade dos recursos hídricos e demais danos ao meio ambiente (CETESB, 2004).

A grande quantidade de postos de serviços com Tanques de Armazenamento Subterrâneo (TAS) de combustíveis com possibilidade de vazamento torna essa atividade uma das principais fontes de poluição das águas subterrâneas nos perímetros urbanos. A ocorrência de vazamentos em Sistemas de Armazenamento Subterrâneo e Combustível (SASC) tem sido objeto de crescente preocupação, em função dos riscos associados a esses eventos, tanto para a segurança e proteção à saúde da população, como para o meio ambiente. Além dos riscos de explosão e incêndio, esses vazamentos podem acarretar sérios impactos ambientais devido a contaminação do solo e água subterrânea, comprometendo a qualidade dos mananciais e de seu uso para o abastecimento público (MINDRISZ, 2006).

A Figura 2 demonstra um exemplo de como pode ocorrer a contaminação. Quando o combustível é derramado em subsuperfície, a pluma de contaminação tende a escoar verticalmente na zona não saturada, até atingir a zona saturada, cujo escoamento tende a ser na horizontal. Os hidrocarbonetos infiltram-se e interagem com o solo em diferentes fases. Além da contaminação até o lençol freático pela fase livre (líquida), outras formas de contaminação estão presentes, como em forma de vapor, dissolvido na água, adsorvido e residual (MINDRISZ, 2006).

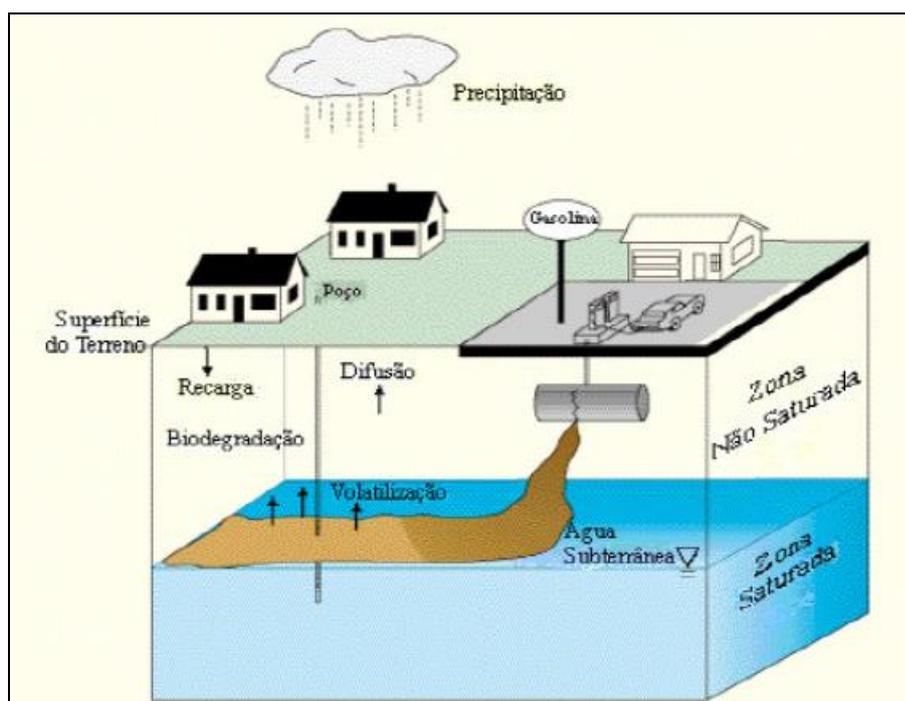


Figura 2: Fenômenos que ocorrem com o derramamento de poluentes de postos de combustíveis. **Fonte:** MINDRISZ, 2006

Sendo assim, as características físicas do meio que os poluentes ficam expostos como solo (tipo e uso), geologia, altitude e declividade regional onde os postos de combustíveis se encontram instalados, possuem extrema importância quanto à poluição do solo e da água.

O tipo e uso de solo, está diretamente relacionado com o potencial poluidor, no caso, os postos de combustíveis. Uma vez que ocorra a contaminação por vazamentos dos tanques subterrâneos ou de outra possível maneira, quando o combustível entra em contato com o solo, dependendo da sua formação, conseqüentemente da característica física (porosidade), o poluente gerará uma pluma mais facilmente ou não. Isto significa que quanto maior a porosidade do solo, maior será a permeabilidade, contribuindo com a contaminação. O mesmo tipo de raciocínio descrito anteriormente está relacionado para a geologia regional (SCHMIDT, 2006).

De modo a evitar ou retardar a poluição por postos de combustíveis algumas características como declividade, geologia ou mesmo características físicas do solo da região poderiam ser observadas de modo a definir áreas apropriadas para uso do solo por esse tipo de empreendimento, como condutividade hidráulica por exemplo, que é uma propriedade que expressa a facilidade com que a água se movimenta no solo; é importante para o manejo do solo, para a produção das culturas e, obviamente, para a preservação do solo e do ambiente. Se um solo possui condutividade hidráulica menor, no caso de ocorrer poluição, essa terá mais dificuldade de infiltrar no solo e conseqüentemente menos chance de atingir águas subterrâneas (GONÇALVES; LIBARDI, 2013). O solo da região é representado pelo tipo de solo chamado Cambissolo Háptico, Cambissolo Regolítico e Neossolo Regolítico, conforme demonstrado no mapa no Apêndice B. Tem-se a predominância deste último tipo citado no limite das sub-bacias estudadas. A região caracteriza-se pelo Cambissolo Háptico e distrófico, cuja caracterização se dá por um solo com moderada drenagem devido ao contato lítico, característica de região montanhosa e ondulada, já o Neossolo regolítico (fraca argilização e raso) é bem drenado, sendo este solo pouco desenvolvido de textura arenosa com alto grau de erodibilidade em declives mais acentuados (JACOMINE, 2009).

A geologia local é composta por: Arenitos com ocorrência restrita, Colúvio e Talus (associado com relevo montanhoso), Depósitos em rampas, Foiaito montanhoso, Foiaito alterado (Colinas e Morrotes), Fonólitos, Tufos, e Brechas Vulcânicas, Planícies Aluviais (Planalto alcalino interior), Rochas Potássicas (Morros), Tinguaito (Montanhosa) e por fim Tinguaito (Morros e Morrotes). Nas sub bacias analisadas, os postos de combustíveis predominam-se nas geologias Foiaitos alterados, Colúvio e Talus, Tinguaitos e Planícies aluviais (TINOS, 2011).

Já a declividade está relacionada com o potencial poluidor em uma razão inversa, pois a declives mais acentuados diminuem a infiltração, uma vez que provocam escoamento superficial mais intenso. Superfícies menos declivosas, ao contrário, promovem escoamento superficial menos intenso, o que favorece a infiltração (SCHMIDT, 2006).

3. METODOLOGIA

3.1. Legislação ambiental aplicável a postos de combustíveis

Para o levantamento da legislação relacionada inerentes ao empreendimento posto de combustíveis foram realizadas consultas nos órgãos ambientais de Minas Gerais, Estado no qual está inserido o município de Poços de Caldas, esses órgãos compõem o Sistema Estadual de Meio Ambiente – SISEMA, são eles:

- Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMAD)
- Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM)
- Instituto Estadual de Florestas (IEF)
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM)

Além disso, foram realizadas consultas as deliberações normativas do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA e as Normas Regulamentadoras da Associação Brasileira de Normas Técnicas – NBR ABNT. E dessas observações e consultas levantou-se as leis inerentes ao empreendimento postos de combustíveis.

3.2. Cadastro de postos de combustíveis em Poços de Caldas – MG

Foi verificado por meio de pesquisas *in loco* na prefeitura da cidade e na secretária de departamento de planejamento urbano o cadastro dos postos de combustíveis localizados na área urbana de Poços de Caldas. Realizou-se então visitas em campo a cada um dos postos de combustíveis na área urbana da cidade, a fim de coletar dados e realizar um cadastro destes, com informações como nome fantasia, razão social, endereço, telefone de contato, bem como a coleta de dados de posição geográfica e elevação desses postos com uso de um GPS 62s Garmin.

3.3. Mapa de susceptibilidade à poluição do solo e da água relacionados aos postos de combustíveis

O mapa de susceptibilidade à poluição do solo e da água relacionados aos postos de combustíveis, doravante denominado mapa de susceptibilidade, foi constituído pelo método da Álgebra de Mapas em ambiente SIG. Método este que sobrepõe vários mapas e considera a importância de cada um, gerando um novo mapa com as características consideradas.

Os dados da posição geográfica dos postos foram utilizados para a construção de um arquivo tipo shape (*shapefile* - *.shp*) contendo a posição dos postos de combustível e suas informações.

Arquivos de solo e geologia da região foram obtidos através do estudo do Mapeamento Geológico-Geotécnico a partir de metodologia de análise integrada: Ensaio de Aplicação, resultados do trabalho de TINOS (2011).

Criou-se um arquivo de curvas de nível e da hidrografia da região por meio de imagem de satélite com resolução de 30 metros obtida no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 2017). A partir do arquivo de curvas de nível construiu-se o arquivo da declividade da região.

A partir de imagens de satélite da região obtidas no Google Earth Pro e posteriormente georreferenciada criou-se o arquivo de uso e ocupação do solo para as sub bacias estudadas.

A partir do cruzamento das informações dos arquivos supracitados, manipulados em SIG, realizou-se a elaboração e produção do mapa de susceptibilidade a poluição do solo e da água referente aos postos de combustível nas sub bacias em questão, cuja metodologia foi baseada na Análise Hierárquica de Processos (AHP), na qual os pesos atribuídos para cada item ou classe nos mapas são apresentados nas

Tabela 1, 2, 3 e 4:

Tabela 1 - Pesos atribuídos à classificação quanto a Declividade

Declividade	
Classe	Peso
0 - 13,567	8
13,567 - 34,439	6
34,439 - 69,922	4
69,922 - 132,539	2
132,539 - 266,122	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 2 - Pesos atribuídos às classes de Uso do Solo

Uso do Solo	
Classe	Peso
Água	10
Área Urbana	8
Campo	3
Floresta	6
Solo exposto	3

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Pesos atribuídos à classificação quanto a Geologia

Geologia	
Classe	Peso
Arenitos	8
Colúvio e Talus	2
Depósitos em rampas	6
Foião Montanhoso	6
Foiões alterados	6
Fonólito, Tufos e Brechas Vulcânicas	4
Planícies Aluviais	9
Rochas Potássicas	5
Tinguaítos - Montanhosa	1
Tinguaítos - Morros e Morrotes	3

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 4 - Pesos atribuídos à classificação quanto ao Tipo de Solo

Tipo de Solo	
Classe	Peso
Cambissolo Háptico	1
Cambissolo Reogolítico	8
Neossolo Reogolítico	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Montou-se a matriz de comparação paritária da AHP, apresentada na Tabela 5 e, a partir da média dos valores apresentados nesta tabela, ponderou-se o peso que cada um dos mapas apresenta na elaboração do mapa de susceptibilidade, exibidos na Tabela 6:

Tabela 5 - Matriz de comparação paritária para definição do peso de cada mapa na elaboração do mapa de susceptibilidade

	Declividade	Geologia	Tipo de Solo	Uso do Solo
Declividade	1	1/3	1/3	1/3
Geologia	3	1	1/5	1/3
Tipo de Solo	3	5	1	1/3
Uso do Solo	3	3	3	1

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 6 - Peso de cada mapa para elaboração do mapa de susceptibilidade (próprio autor).

	Média	Peso
Declividade	0,5000	0,0773
Geologia	1,1333	0,1753
Tipo de Solo	2,3333	0,3608
Uso do Solo	2,5000	0,3866

Fonte: Elaborado pelo autor

De modo que a equação da susceptibilidade a poluição do solo e da água é apresentada da seguinte forma na Equação (1):

$$S = 0,0773 * D + 0,1753 * G + 0,3608 * TS + 0,3866 * U \quad (1)$$

em que, S é a susceptibilidade à poluição do solo e da água, D a declividade, G a unidade geotécnica, U o uso do solo e TS o tipo de solo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a realização deste estudo, verificou-se a legislação vigente cujos postos de combustíveis estão sujeitos, assim como levantou-se suas localizações através de visita à campo, e o cadastro dos mesmos na área urbana do município de Poços de Caldas-MG, podendo-se então extrair as áreas susceptíveis à poluição da água e solo na região estudada.

Constatou-se através do mapeamento realizado, que a área urbana do município encontra-se sobre diversos tipos de geologia, de acordo com a Figura 6, aumentando a variação do potencial poluidor, diferentemente em relação ao solo, cuja maior parte está sobre Neossolo Regolítico, conforme demonstrado na Figura 5.

Também nota-se que a área urbana do município, visto através do mapa de uso e ocupação do solo da Figura 7, encontra-se a maior porcentagem da declividade regional, comprovado pelo mapa de declividade conforme Figura 8.

Isto posto, de acordo com a metodologia utilizada de Análise Hierárquica de Processos (AHP), encontrou-se as áreas susceptíveis à poluição da água e solo na região do município, conforme Figura 9, cuja área urbana encontra-se com susceptibilidade à contaminação da água e solo muito alta.

4.1. Legislação aplicável

O mercado dos combustíveis no Brasil é regulamentado pela lei federal 9.478/97 que dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL, 1997). Essa lei flexibilizou o mercado do setor de petróleo e gás natural, até então exercido apenas pela Petrobras (SEBRAE, 2015).

Além da lei 9.478/97, o Brasil dispõe de normas técnicas (Normas ABNT) que visam orientar preventivamente, estabelecendo medidas para correto manuseio, armazenamento transporte

de produtos e resíduos perigosos. Essas normas têm forma de Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR) (COSTA, ANDRADE et al., 2014):

- **ABNT NBR 12236:1994** - Critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido - Procedimento.
- **ABNT NBR 14639:2014** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Posto revendedor veicular (serviços) e ponto de abastecimento — Instalações elétricas.
- **ABNT NBR 15456:2007** - Armazenamento de líquido inflamável e combustíveis - Construção e ensaios de unidade de abastecimento.
- **ABNT NBR 15428:2006** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Manutenção de unidade de abastecimento.
- **ABNT NBR 13787:2013** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Procedimento de controle de estoque dos sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC).
- **ABNT NBR 14606:2013** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Entrada em espaço confinado em tanques subterrâneos e em tanques de superfície.
- **ABNT NBR 15594-1:2008** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Posto revendedor de combustível veicular (serviços) - Parte 1: Procedimento de operação.
- **ABNT NBR 15594-3:2008** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Posto revendedor de combustível veicular (serviços) - Parte 3: Procedimento de manutenção.
- **ABNT NBR 15594-6:2013** - Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis - Parte 6: Operação e manutenção — Lavagem automotiva.
- **ABNT NBR 7148:2013** - Petróleo e derivados de petróleo — Determinação da massa específica, densidade relativa — Método do densímetro.

É necessário para criação de um posto de combustível atentar-se ainda para os seguintes pontos da legislação (SEBRAE, 2015):

- Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) – N° 273, de 29 de novembro de 2000;
- Resolução N° 41 da ANP (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biodiesel), de 5 de novembro de 2013;
- Deliberação normativa COPAM N° 50, de 28 de novembro de 2001;
- Verificar a legislação estadual e municipal que regulam a atividade de postos de combustíveis;
- Verificar na prefeitura da cidade se a lei de zoneamento permite a instalação do posto de combustível e o local no qual é permitido esse tipo de empreendimento.

Quanto a legislação específica no Estado de Minas Gerais, a qual abrange o município de Poços de Caldas-MG, deve-se mencionar que a Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM é um dos órgãos seccionais do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM que atua junto a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SEMAD. Até o ano de 2007, a FEAM era o responsável pelo controle ambiental no Estado, porém com o Decreto N° 44.819 de 28 de maio de 2008, regulamentou-se a Lei N°156, de 25 de janeiro de 2007, que visa a modernização e atualização do órgão, definindo a FEAM como responsável pela política de proteção, conservação e melhoria da qualidade ambiental no Estado. Com este decreto, foi criado a Diretoria de Qualidade e Gestão Ambiental, na qual se insere a Gerência de Gestão da Qualidade do Solo – GESOL, o qual tem objetivo de desenvolver programas e planos quanto a gestão de qualidade e a poluição do solo no Estado de Minas Gerais, cujo postos de combustíveis possuem maior participação (FERNANDES; SANTOS et al., 2009).

A GESOL criou o Programa de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, o qual publica o Formulário de Cadastro de Áreas Suspeitas de Contaminação e Contaminadas por Substâncias Químicas no Estado de Minas Gerais apresentando informações como etapa de gerenciamento, fonte de contaminação, substância química contaminante e os meios impactados. Visando a atualização sistemática do formulário, foi publicada a Deliberação normativa COPAM N° 116, de 27 de junho de 2008, a qual dispõe sobre a declaração de informações relativas à identificação de áreas suspeitas de contaminação e contaminadas por substâncias químicas à FEAM pelos próprios responsáveis. Sendo assim, o estabelecimento deste programa, é mais uma ferramenta que irá auxiliar no objetivo da FEAM em prevenir e controlar a poluição em Minas Gerais por meio da proteção da qualidade dos solos e das águas subterrâneas (FERNANDES; SANTOS et al., 2009).

O município em estudo, apresenta um Plano Diretor, com o planejamento e desenvolvimento das zonas urbanas, norteando qual as áreas em que postos de combustíveis possam realizar sua instalação. Por se tratar de uma região com um amplo sistema de fraturas e um alto número de nascentes, deixa-se a desejar em relação à legislação referente a contaminação do solo por postos de combustíveis. É apenas citado neste Plano Diretor a necessidade do cumprimento das normas reguladoras pela FEAM.

4.2. Cadastro dos postos de combustíveis

O cadastro municipal dos postos de combustíveis obtido mostrou-se bastante simplificado, contendo apenas o nome do posto e seu endereço. Levantou-se em campo a Razão Social, endereço telefone e coordenadas UTM (X e Y) dos postos de combustíveis, apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Cadastro dos Postos de Combustíveis da área urbana de Poços de Caldas-MG. Fonte: Modificado de PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS, 2006.

<i>Nome Fantasia</i>	<i>Razão Social</i>	<i>Endereço</i>	<i>Telefone</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
Posto Floresta	Auto Posto Floresta LTDA	Av. Ver. E. Cardillo 950	-	338521	7588692
Posto Centenário	Auto Posto Centenário LTDA ETP	Av. Ver. E. Cardillo 1112	3722-9035	338574	7587900
Posto Rafik 2	Posto Toninho 2 LTDA	Av. Alcoa 6600	3712-1122 - 3712-1173	338353	7583559
Posto Carijó	União Pioneira de Petróleo	Av. Alcoa 505	3721-1234	339706	7586189
Posto Ypê	Auto Posto Ypê LTDA	Av. P. Brasil 1333	3712-5565	339769	7587723
Posto Wenceslau	Auto Posto Wenceslau Braz	Av. Pres. W. Braz 2000 - Estância São José	-	343093	7588766
União Auto Posto	União Auto Posto e Restaurante LTDA	Av. Pres. W. Braz 2050 - Estância São José	3713-1756	343222	7588681
Auto Posto Apa LTDA	Auto Posto Apa LTDA	Av. Pres. W. Braz 4510	3713-1640	344833	7588229
Posto Contorno	Auto Posto Contorno LTDA	Rodovia Geraldo Martins Costa - KM 0	-	340855	7589558
Posto 2004	Auto Posto 2004 LTDA	Rua Cel. Virgilio Silva - 2322	-	340239	7589763
Posto Pain 2	Auto Posto Bekar LTDA	Rua Cel. Virgilio Silva - 1578	-	340222	7589755
Auto Posto RI	Auto Posto RI LTDA	Rua Jamil Sayeg 144	3715-9501	339767	7590119
Auto Posto Ilha das Paineiras	Auto Posto Ilha das Paineiras LTDA	Av. Pres. W. Braz 600	3713-2474	341236	7589407
Posto Pampa	Auto Posto Pampa LTDA	Av. J. Remígio Prezias 609 - Jd. Dos Estados	3712-9188	339705	7590168
Posto Guanabara	Posto Guanabara LTDA	Rua Tutoia 466 / Av. F. Sales 1489	3721-1842	339057	7590122
Taurus	Auto Posto Gianelli EPP	Av. José Remigio Prezias 13 - Jd. Dos Estados	99945-7194	339005	7590072
Posto Toninho 1	Posto Nossa Senhora Aparecida LTDA	Mal. Deodoro 519	3722-3030	338766	7589969
Posto Petrominas	Auto Posto Petrominas LTDA	Av. J. Pinheiro 216	3722-2859	337257	7590061
Posto Rafik 1	Irmãos Raydan LTDA	Av. J. Pinheiro 330	3721-0004	337147	7590075
Auto Posto Guaçu	Auto Posto Guaçu Brasil VIII LTDA EPP	Av. J. Pinheiro 374	-	337082	7590065
Posto Lago	Paulo Lago Sociedade Empresária LTDA	Av. J. Pinheiro 1248 - Centro	3715-1122	336157	7590105
Posto Gasparzinho	Auto Posto Gasparzinho LTDA	Av. A. Togni 2717	3714-3253	334538	7590647
Posto Estádio	Posto Estádio LTDA	Av. S. M. Santos 200	3722-0883	334277	7590994
Posto Ecológico	Mantovani & Neves Auto Posto LTDA	Av. J. Pinheiro 5638	3722-1030	332185	7591110
Posto Mineirão	Posto Mineirão LTDA	Av. J. Pinheiro 6400	3714-3315	331573	7590803
Posto J	Posto J Oliveira LTDA EPP	Av. Mansur Frayha - 385	-	334932	7590146
Posto Big10	Auto Posto Big10 LTDA	Av. J. Pinheiro 541	3714-2639	336878	7590015
Postop	Majeipae LTDA	Alagoas 85	3721-4414	338137	7589551
Posto Pain 1	Infante e Patrício LTDA	Av. Santo Antônio 497 - Jd. Cascatinha	3722-1937	338570	7589180
Posto do Toninho	Posto Acácias LTDA	Av. Sto. Antônio 310	3721-1394	338507	7589288

4.3. Susceptibilidade à poluição do solo e da água relacionados aos postos de combustíveis

Os mapas elaborados e utilizados na álgebra de mapas para a construção do mapa de susceptibilidade são listados a seguir nas Figuras 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

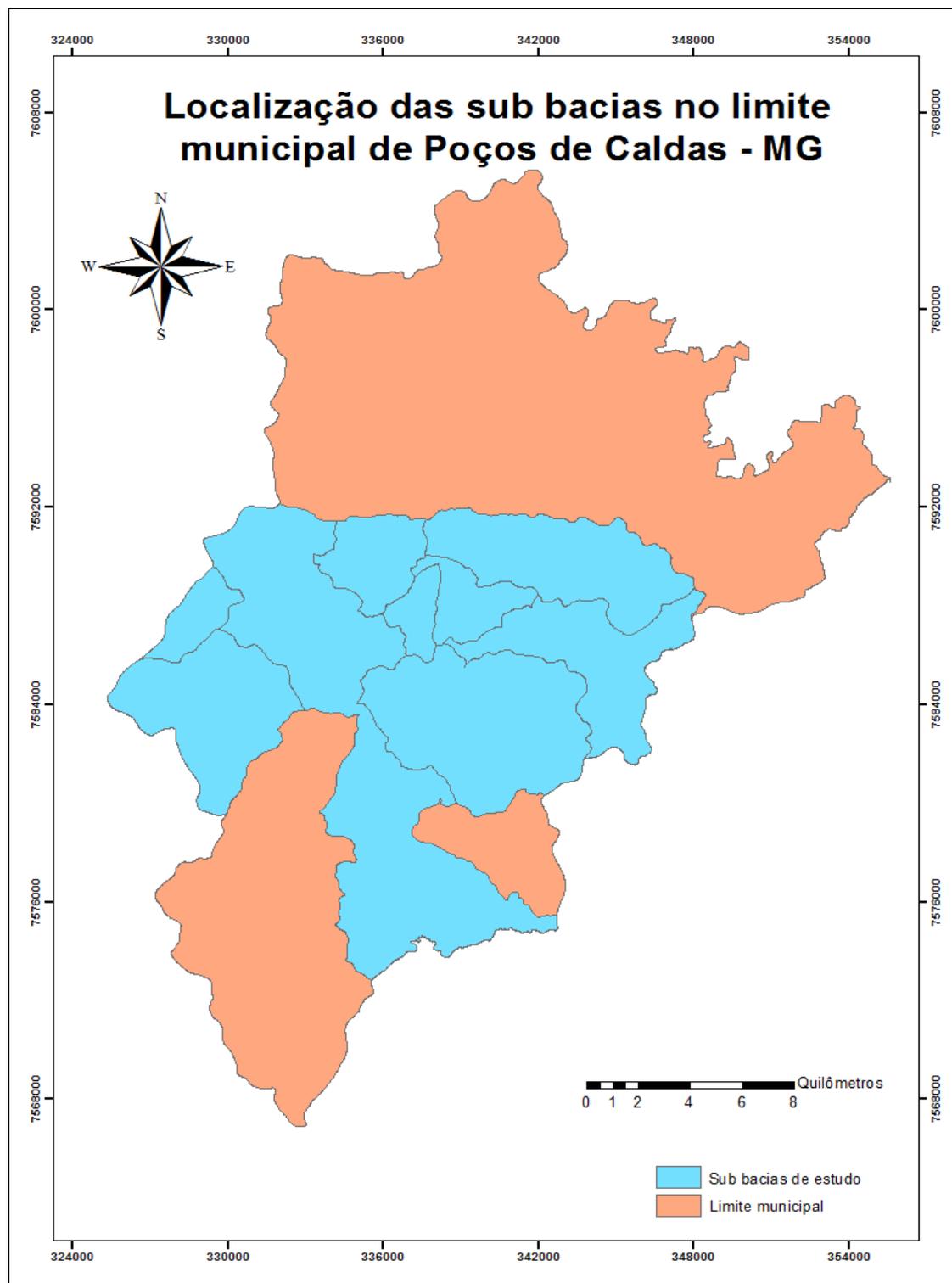


Figura 3 - Mapa das sub bacias regionais e localização dos Postos de Combustíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor

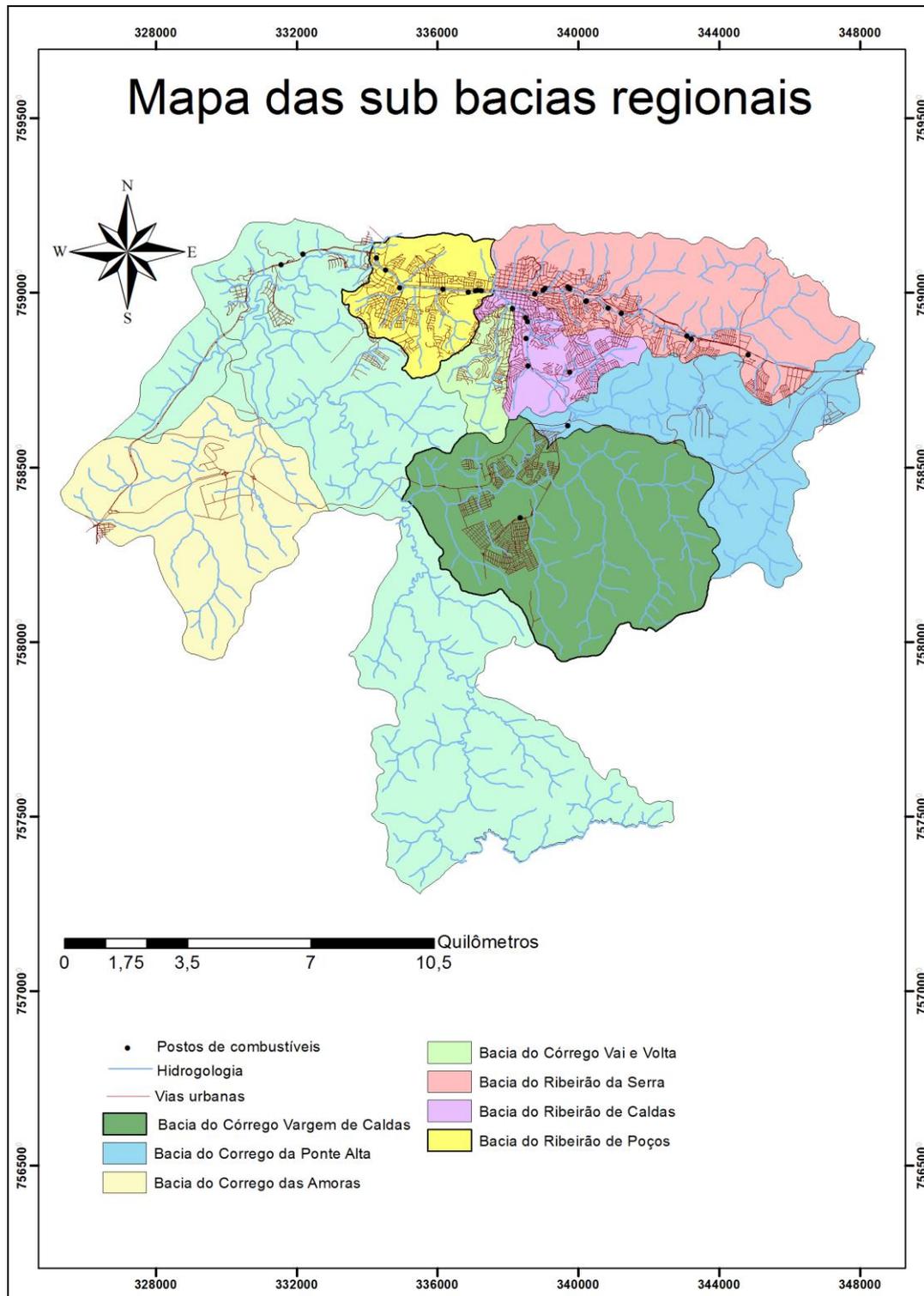


Figura 4 - Mapa das sub bacias regionais e localização dos Postos de Combustíveis.

Fonte: Elaborado pelo autor

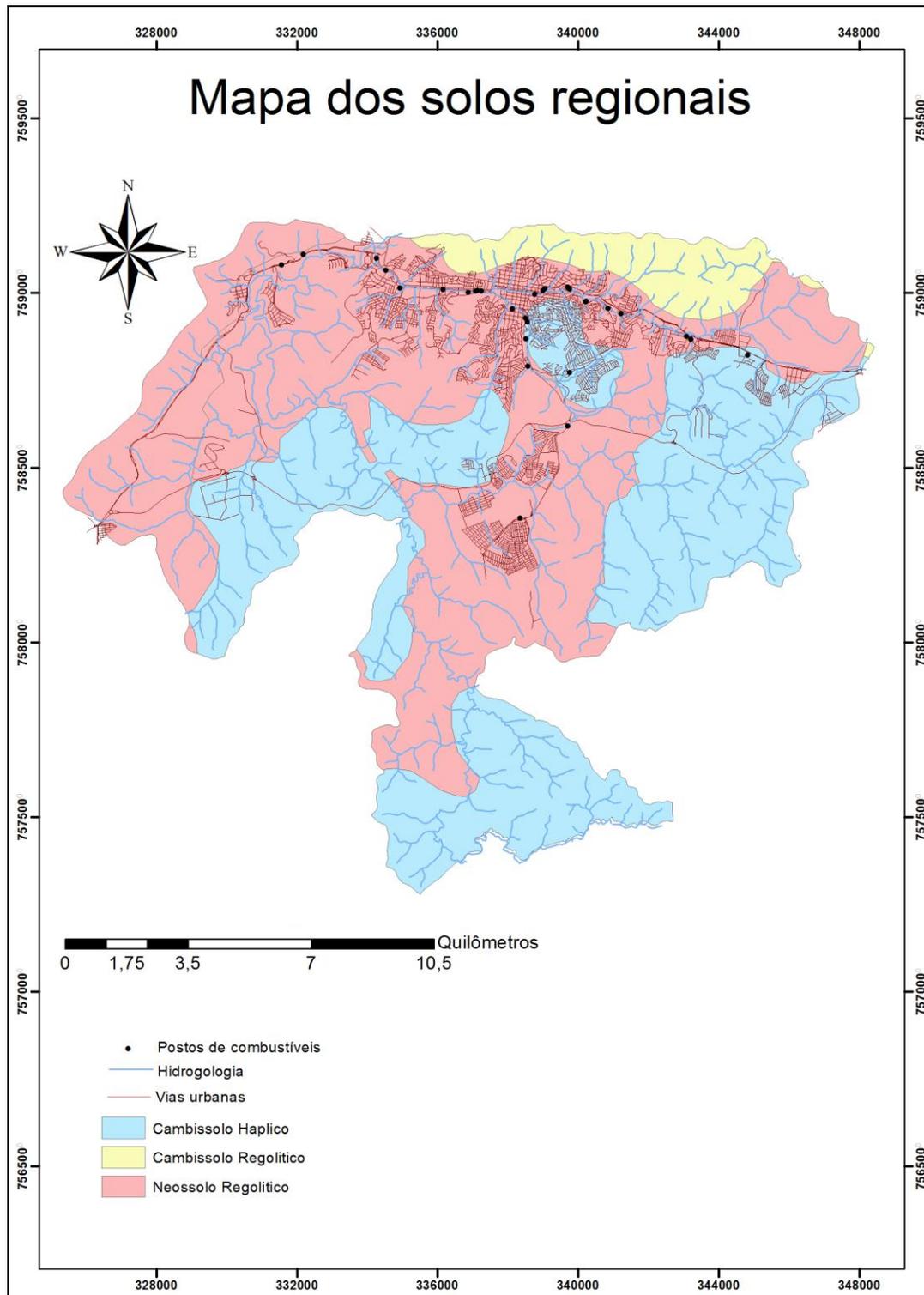


Figura 5 - Mapa de solos regionais de Poços de Caldas- MG.

Fonte: Elaborado pelo autor

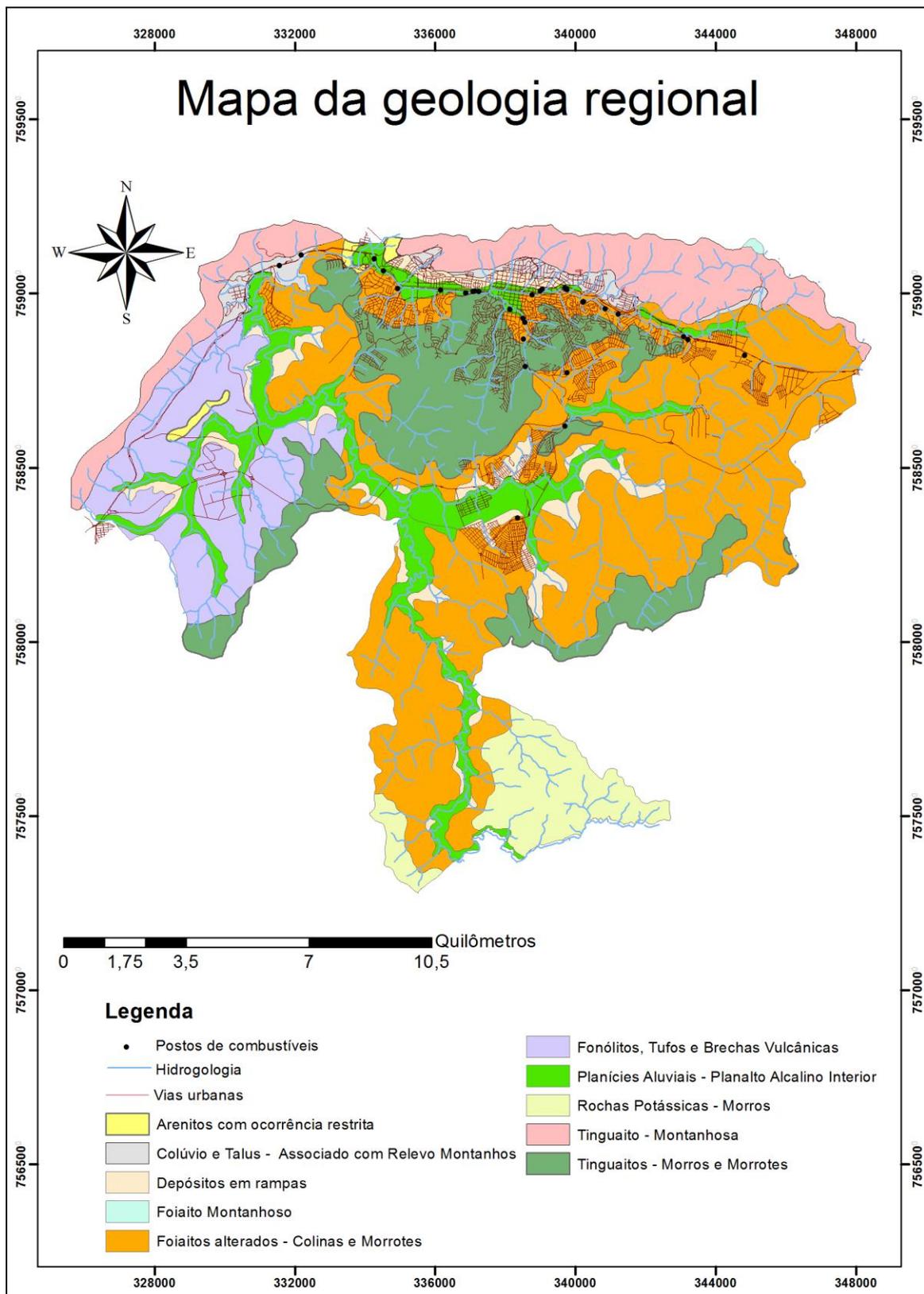


Figura 6 - Mapa da geologia regional.

Fonte: Elaborado pelo autor

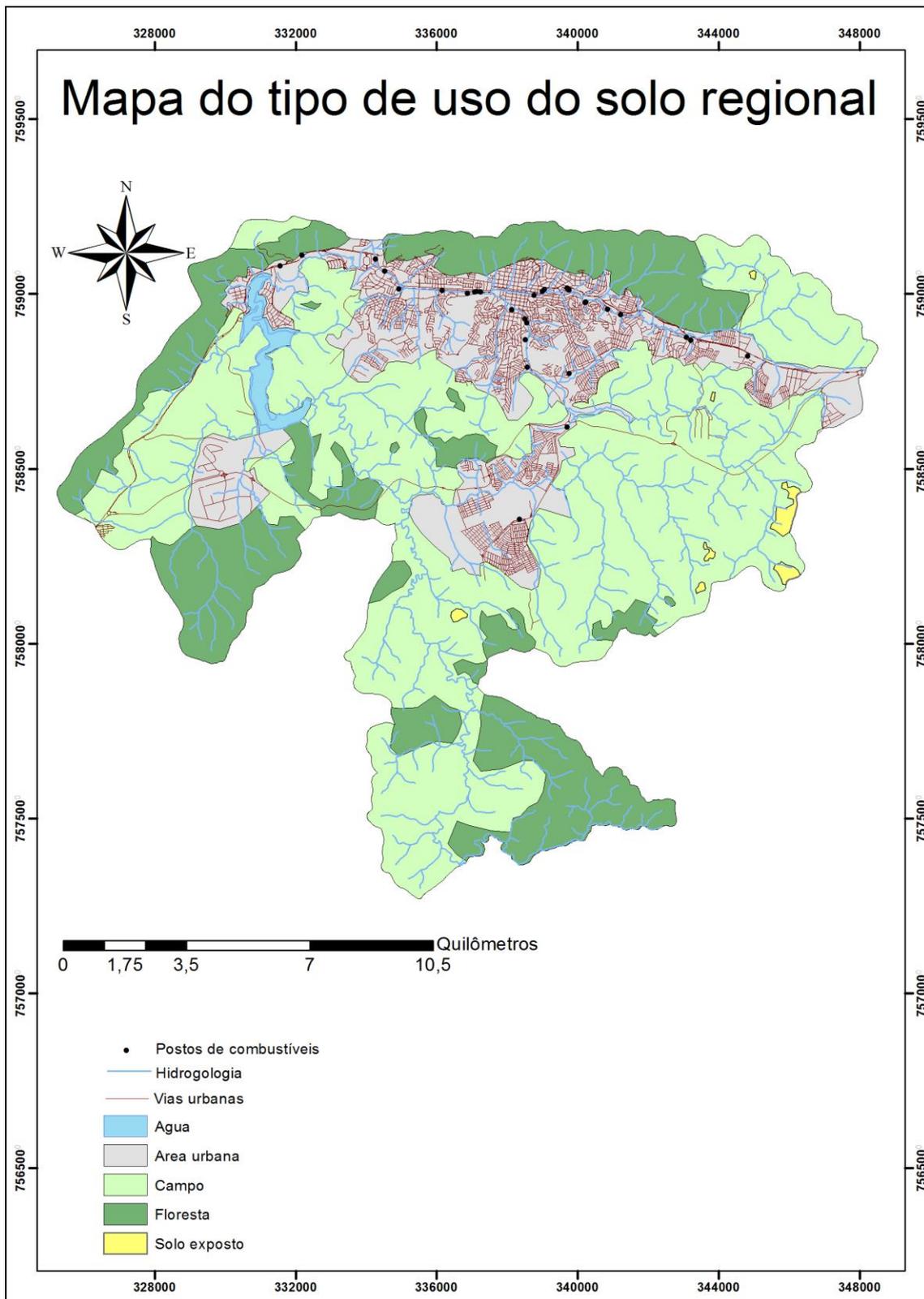


Figura 7 - Mapa de uso e ocupação do solo.

Fonte: Elaborado pelo autor

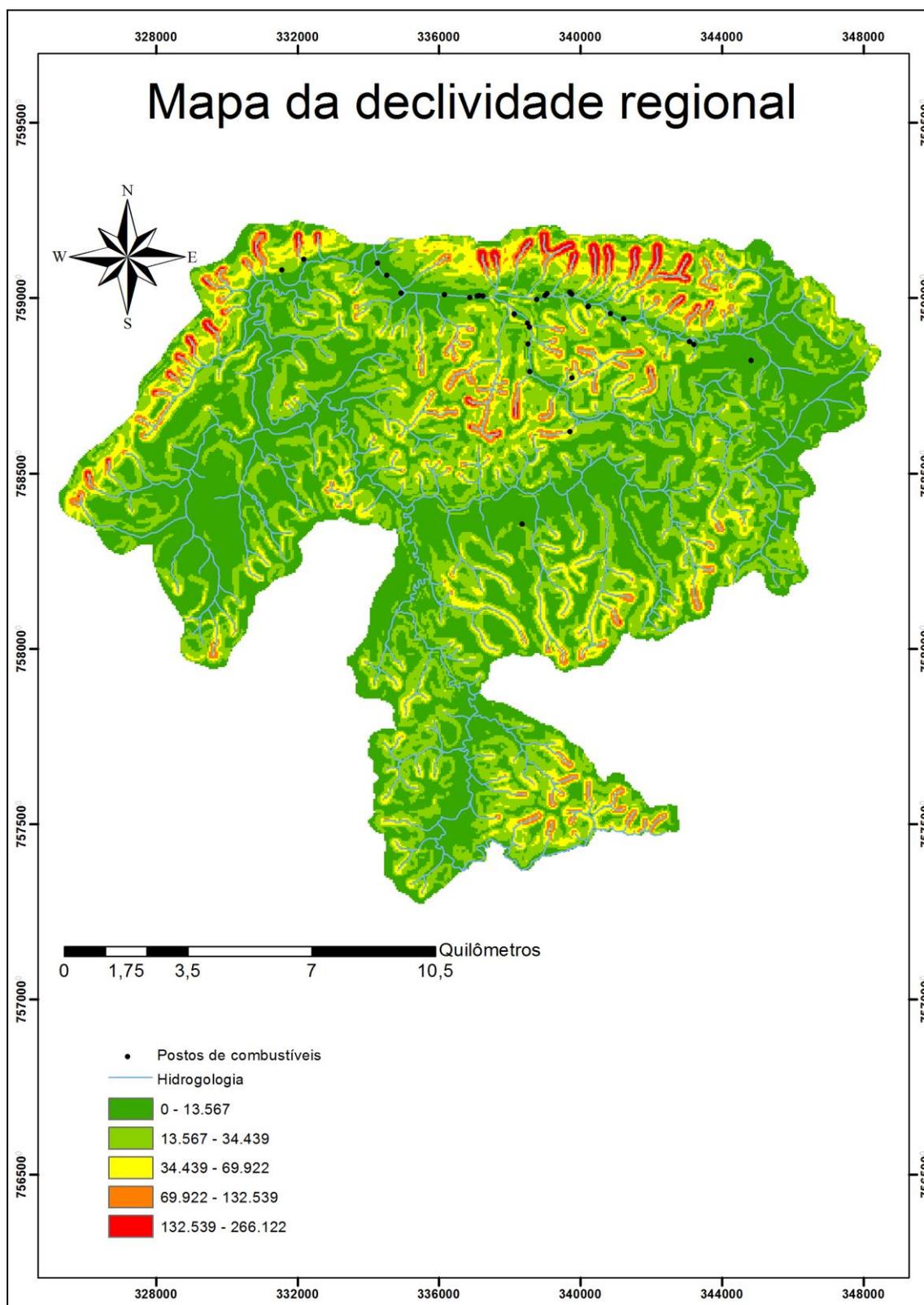


Figura 8 - Mapa da declividade regional.

Fonte: Elaborado pelo autor

Uma vez que a posição dos postos não foi considerada para elaboração do mapa de susceptibilidade, e sim apenas as características do relevo, solo e geologia da região, têm-se como resultado um mapa indicativo do potencial da susceptibilidade à poluição por postos de combustíveis generalizado, permitindo assim, com a sobreposição da localização dos postos inferir se estes estão instalados em locais pouco ou muito susceptíveis a poluição. O mapa de susceptibilidade é apresentado na Figura 9 a seguir:

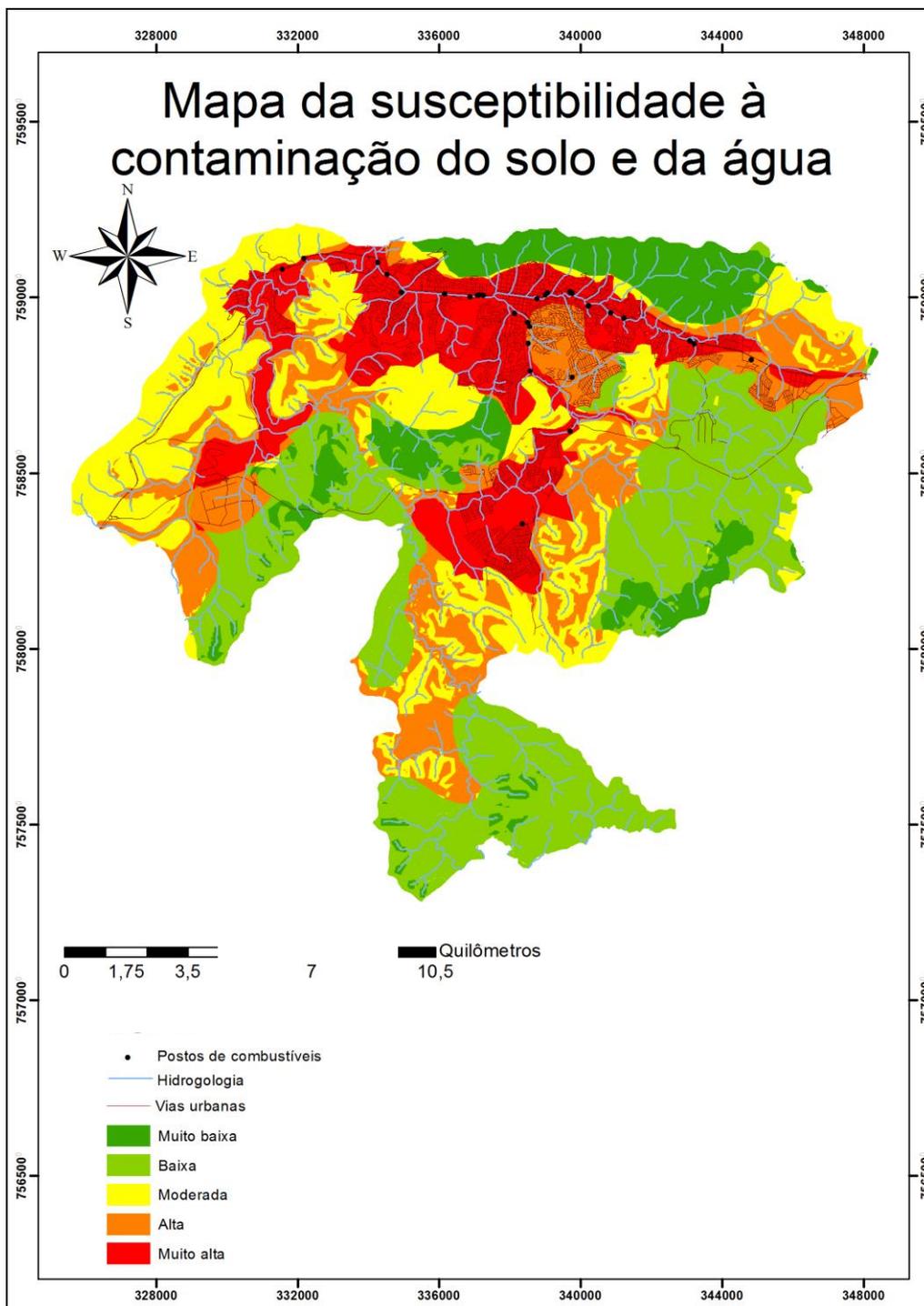


Figura 9- Mapa de susceptibilidade à poluição do solo e da água.

Fonte: Elaborado pelo autor

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O levantamento da legislação aplicada pelos órgãos encarregados para o controle, proteção e fiscalização ambiental no Estado de Minas Gerais referente à contaminação do solo e águas subterrâneas foi obtido com êxito, perante a constatação de diversos órgãos e normas regulamentadoras, inclusive programas relacionados ao gerenciamento dessas áreas. Por outro lado, o Plano Diretor no município deixou-se a desejar devido à falta de informações referente ao assunto. Frente a isso, o cumprimento da legislação pelos postos no município é um fator preocupante, por se tratar de região com um alto índice de propagação de contaminação.

De acordo com o mapeamento realizado, compreende-se que o solo e a geologia regional possui maior afinidade com a susceptibilidade à contaminação ao invés do uso e ocupação do solo urbano ou declividade. Pode-se concluir que, uma vez que os tanques de combustíveis são subterrâneos, os contaminantes possuem contato direto com o subsolo, facilitando sua propagação. Além disso, conforme Figura 5, nota-se que ocorre predominância do Neossolo Regolítico, cujas características são facilitadoras para propagação de contaminação.

Além disto, constatou-se na Figura que são poucos os postos que estão fora de áreas muito susceptíveis à poluição, levando a inferência de que a maioria dos postos estão instalados em locais provavelmente não tão apropriados para esse tipo de empreendimento, locais em que no caso da ocorrência de contaminação, a pluma tem um potencial maior de dispersão. Ainda, através do trabalho de campo realizado e Figura 9, notou-se que há a presença de corpos d'água na proximidade de diversos postos de combustíveis, facilitando ainda mais a possibilidade de transmissão de contaminantes.

O mapa de susceptibilidade à poluição do solo e da água por posto de combustível pode conduzir e direcionar ações relacionadas à gestão ambiental pública e de planejamento urbano, possibilitando a apresentação de medidas mitigadoras no município.

O resultado encontrado está correto sob o nível de detalhamento dos dados utilizados, mas um resultado ainda melhor pode ser encontrado caso a escala dos mapas utilizados no estudo seja melhorada e/ou padronizada.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, M. C. D. **Contaminação das águas subterrâneas por resíduos de postos de combustíveis: Uma abordagem no município de Rio Claro.** Universidade Estadual Paulista - UNESP. Rio Claro - SP, p. 68. 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 273 de 29 de Novembro de 2000**, 2000. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. Acesso em: 13 Novembro 2016.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Áreas Contaminadas**, 2004. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/Solo/areas_contaminadas/areas.asp>. Acesso em: 13 nov. 2016.

CODEMGE. **Site do CODEMGE - Companhia de Desenvolvimento de Minas Gerais.**, 2015. Disponível em: <<http://www.codemge.com.br/atuacao/turismo/turismo-de-lazer/palace-hotel-pocos-de-caldas/>>. Acesso em: 26 out. 2016.

COPAM/CERH. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº2, de 08 de setembro de 2010**, 2010. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=14670>>. Acesso em: 14 nov. 2016.

COSTA, W. S. et al. FIEMG-SP. **Gerenciamento de Áreas Contaminadas**, 2014. Disponível em: <<http://www7.fiemg.com.br/>>. Acesso em: 26 out. 2016.

FERNANDES; P. R. M. et al. **Gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de Minas Gerais**. I Congresso Internacional do Meio Ambiente Subterrâneo. [S.l.], p. 12. 2009.

FOGAÇA, P. H. D. C. **Contaminação do lençol freático por hidrocarbonetos na região de Avaré – SP**. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Bauru - SP, p. 174. 2015.

GONÇALVES, A. D. M. D. A.; LIBARDI, P.. **Análise da Determinação da Condutividade Hidráulica do Solo pelo Método do Perfil Instantâneo**. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". [S.l.], p. 11. 2013. (37:1174-1184).

JACOMINE, P. K. T. **A nova classificação brasileira de solos**. Pernambuco, 2009.

MINDRISZ, A. C. **Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares, por combustíveis fósseis, no município de Santo André, São Paulo: uma contribuição à gestão ambiental**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, p. 254. 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE POÇOS DE CALDAS. **Revisão do Plano Diretor do Município de Poços de Caldas**. Exatus - Planejamento e Coordenação. Poços de Caldas, p. 135. 2006.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA - CASA CIVIL. LEI Nº 9.478, DE 6 DE AGOSTO DE 1997. **Planalto do Governo Federal**, Brasília, 6 Agosto 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm>. Acesso em: 26 out. 2016.

SANTOS, D. A. R. D. **Análise do monitoramento ambiental e da delimitação das plumas de contaminantes provenientes de vazamentos em postos de combustíveis: Estudo de caso no médio vale do Paraíba**. Universidade Estadual Paulista - UNESP. Garatinguetá, p. 127. 2009.

SCHMIDT, E. I. **Estudo e qualidade das águas subterrâneas na região sudoeste do município de Estrela**. Lajeado. 2006.

SEBRAE. Empreendedorismo. **Site do SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às micro e pequenas empresas.**, 2015. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias>>. Acesso em: 26 out. 2016.

TINOS, T. M. **Mapeamento Geológico-Geotécnico a partir de metodologia de análise integrada: Ensaio de Aplicação no município de Poços de Caldas-MG.** Rio Claro. 2011.

USGS. Serviço Geológico dos Estados Unidos. **Earth Explorer**, 2017. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

Trabalho enviado em 24/03/18

Trabalho aceito em 16/08/18