

Base de dados de desastres naturais no município de Poços de Caldas/MG: ferramenta para o planejamento e a gestão territorial

Data base of natural disasters in Poços de Caldas: a tool for land planning and management

Diego de Souza Sardinha^[a], Yuri Túlio Linhares Pena^[a], Rafael de Oliveira Tiezzi^[a], Maria Cristina Jacinto de Almeida^[b]

^[a] Universidade Federal de Alfenas (Unifal), Instituto de Ciência e Tecnologia (ICT), Campus de Poços de Caldas, Poços de Caldas, MG, Brasil

^[b] Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Centro de Tecnologias Geoambientais (CTGeo), Laboratório de Recursos Hídricos e Avaliação Geoambiental (Labgeo), São Paulo, SP, Brasil

Resumo

O município de Poços de Caldas, no Estado de Minas Gerais, localiza-se em uma região com elevados índices pluviométricos e apresenta um contexto geológico e geomorfológico muito diversificado, com relevos e declividades contrastantes, além de desníveis marcantes, propensos a desastres naturais. O levantamento histórico e o cadastro das ocorrências de desastres naturais registradas no município foram realizados a fim de disponibilizar uma ferramenta de suporte às ações de planejamento e de gestão territorial. Foram cadastradas 25 ocorrências relacionadas a desastres naturais entre 2000 e 2013. Os meses de janeiro e de novembro registraram as maiores ocorrências, com 46 e 27% dos casos, respectivamente, dos quais a queda de barreiras representou 27%, seguida pelas inundações, alagamentos e escorregamentos/deslizamentos, com 15% cada. O total pluviométrico, registrado no dia do evento em que ocorreram desastres naturais, foi mais significativo na classe de 0,00 a 50,00 mm (85,6%) e, para o total acumulado em cinco dias, foi na classe de 50,01 a 100,00 (38,9%). O levantamento dos desastres naturais e a sua correlação com os registros de chuvas, associados à previsão meteorológica, subsidiam a previsão temporal e espacial da ocorrência desses eventos, com vistas a antecipar ações de defesa civil e, conseqüentemente, reduzir os riscos de vítimas fatais e das perdas econômicas associadas. Portanto, essas ações devem pautar-se em uma política pública voltada à proteção e à defesa civil, orientando o gerenciamento de riscos e de desastres naturais no município de Poços de Caldas.

Palavras-chave: Desastres naturais. Ocupação urbana. Pluviometria. Plano de defesa civil.

DSS é Engenheiro Ambiental, Mestre e Doutor em Geologia Regional, e-mail: diego.sardinha@unifal-mg.edu.br

YTLP é Bacharel em Ciência e Tecnologia, e-mail: yuritpena@gmail.com

ROT é Engenheiro Ambiental, Mestre em Planejamento Energético e Doutor em Recursos Hídricos, Energéticos e Ambientais, e-mail: rtiezzi@gmail.com

MCJA é Geógrafa, Mestre em Geografia Física, e-mail: mcjacinto@ipt.br



Abstract

The municipality of Poços de Caldas, Minas Gerais state, Brazil is located in a region with high rainfall and of greatly diversified geological and geomorphological features, with contrasting relief and declivity as well as outstanding unevenness, which are prone to natural disasters. A historical survey and registry of natural disasters reported in the city were conducted to provide a support tool for land planning and management actions. Twenty-five occurrences related to natural disasters were listed between 2000 and 2013. Most occurrences were reported in the months of January and November, 46% and 27% of the cases respectively, with slope barrier falls in 27% of the accounted cases, followed by floods, waterlogging, and landslides, each corresponding to 15% of the records. The total rainfall registered for the day of the event on which the natural disasters occurred was more significant in the 0-50.00 mm class (85.6%), whereas the total accumulated for five days was more significant in the 50.01-100.00 mm class (38.9%). The historical survey of natural disasters and its correlation with rainfall records, associated with the weather forecast, subsidize the temporal and spatial prediction of such events in order to anticipate civil defense actions and, consequently, reduce the risk of fatalities and associated economic losses. Therefore, these actions should be based on a public policy aimed at protection and civil defense, guiding the management of risks and natural disasters in the municipality.

Keywords: *Natural disasters. Urban occupation. Rainfall. Civil defense plan.*

Introdução

Os desastres naturais são processos que ocorrem naturalmente, atuam sobre a superfície da Terra, refazendo o seu ambiente físico e são desencadeados por diversos fenômenos, tais como: inundações, enchentes, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros. A população humana, que continua a aumentar, abandona as áreas rurais para ocupar centros urbanos. Dessa forma, há uma necessidade crescente no desenvolvimento de ferramentas de planejamento e de gestão territorial que sejam seguras e minimizem perigos, como a perda de vidas, e danos materiais às propriedades, especialmente em áreas densamente povoadas.

Os desastres são conceituados como o resultado de eventos adversos, que causam grandes impactos na sociedade, distinguidos principalmente em função de sua origem, isto é, da natureza do fenômeno que o desencadeia (Tobin & Montz, 1997). Um desastre pode ser considerado como uma grave perturbação do funcionamento de uma comunidade ou de uma sociedade ao envolver perdas humanas, materiais, econômicas ou ambientais de grande extensão, afetando a capacidade da comunidade ou da sociedade de arcar com seus próprios recursos (UNISDR, 2013). As perdas financeiras resultantes de desastres naturais já ultrapassam 50 bilhões de dólares ao ano e não

incluem os impactos sociais, tais como perda de emprego, angústia mental e redução da produtividade (Keller, 2012).

Além da intensidade dos fenômenos naturais, o acelerado processo de urbanização verificado nas últimas décadas, em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, levou ao crescimento das cidades, muitas vezes em áreas impróprias à ocupação, aumentando as situações de perigo e de risco a desastres naturais. No ano de 2012, os desastres naturais tiveram um impacto significativo na sociedade brasileira – oficialmente, foi relatada a ocorrência de 376 desastres naturais, os quais causaram 93 óbitos e afetaram 16.977.614 pessoas (CENAD, 2012). Diante dessa problemática, a busca por dados de desastres tornou-se uma das principais prioridades, e, tão importante quanto os novos dados, é conhecer a consistência dos já existentes, visto que estão sendo utilizados pelos tomadores de decisão no gerenciamento das medidas de mitigação e de prevenção de desastres naturais (Marcelino et al., 2006).

O planalto de Poços de Caldas, maciço geológico de aspecto similar à caldeira de um vulcão, é um alto estrutural no contexto regional, no qual se alternam *horstse grabens* gerados a partir de falhamentos e do abatimento da parte central do planalto. Esse aspecto é causado pela associação de eventos tectônicos aos processos de intemperismo e erosão, podendo haver a contribuição de outros processos, incluindo

o hidrotermalismo (Schorscher & Shea, 1992). O planalto de Poços de Caldas localiza-se em região com elevados índices pluviométricos, precipitação média de 1.700 mm e mais de 120 dias de chuva por ano (Chapman et al., 1991).

Essas características fazem com que o município possua um contexto geomorfológico e pluviométrico muito diversificado, com relevos e declividades contrastantes, desníveis marcantes e elevados índices de precipitação, características ideais para a deflagração de desastres naturais. Nesse sentido, a presente pesquisa tem como finalidade levantar o histórico de ocorrências de desastres naturais e de índices pluviométricos nessa importante cidade turística, localizada no sul de Minas Gerais. A estruturação desta base de dados pode servir como uma ferramenta que possibilite o armazenamento, a sistematização e o gerenciamento de informações a fim de reduzir a possibilidade de possíveis perdas econômicas e de vidas humanas na área urbana desse município.

Objetivo

Os contextos geomorfológicos e climatológicos fazem do município um local propenso à deflagração de desastres naturais, como deslizamentos, escorregamentos, erosão, queda de blocos, inundações, enchentes e alagamentos. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo estruturar uma base de dados com os levantamentos históricos e o cadastro das ocorrências de desastres naturais e dos índices pluviométricos do município de Poços de Caldas. Espera-se, com isso, estabelecer uma correlação entre os desastres naturais e o seu principal agente deflagrador, as chuvas. Essa correlação permite disponibilizar uma ferramenta de suporte às ações de planejamento e de gestão territorial para o município de Poços de Caldas.

Materiais e métodos

O roteiro empregado neste trabalho teve como objetivo facilitar a análise das informações e a geração de conhecimentos de forma sistemática, sem prejudicar a especificidade de cada tipo de informação. Para isso, foram realizadas as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica, inventário de dados, levantamento do material técnico, bibliográfico e cartográfico sobre a área de estudo: Prefeitura

Municipal de Poços de Caldas (PMPC), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Companhia de Pesquisas em Recursos Minerais (CPRM) etc.;

- Caracterização dos aspectos fisiográficos do município: geomorfologia, geologia, uso do solo, hidrografia etc.;
- Levantamento do histórico pluviométrico do município: Departamento Municipal de Água e Esgoto e Esgoto de Poços de Caldas (DMAE), Cooperativa Regional dos Cafeicultores (CaféPoços) e Companhia Brasileira de Alumínio (CBA);
- Levantamento do histórico de ocorrências de desastres naturais no município: Jornal da Cidade de Poços de Caldas;
- Estruturação de uma base de dados visando ao armazenamento e ao gerenciamento das informações sobre as ocorrências de desastres naturais;
- Espacialização das ocorrências, com vistas a obter um panorama da distribuição no município de Poços de Caldas;
- Correlação dos históricos pluviométricos diários e acumulados em cinco dias com as ocorrências de desastres naturais do município de Poços de Caldas.

Resultados

Características gerais da área de estudo

O município de Poços de Caldas localiza-se na região sul do Estado de Minas Gerais, na divisa com o Estado de São Paulo, a 1.286 m de altitude. O município possui uma área total de 544 km², dos quais aproximadamente 85 km² formam a zona urbana, e 459 km², a zona rural, tendo como limites oito municípios: ao norte, Botelhos e Bandeira do Sul; a leste, Caldas; ao sul, Andradas; e a oeste, Águas da Prata, São Sebastião da Gramma, Caconde e Divinolândia (Figura 1).

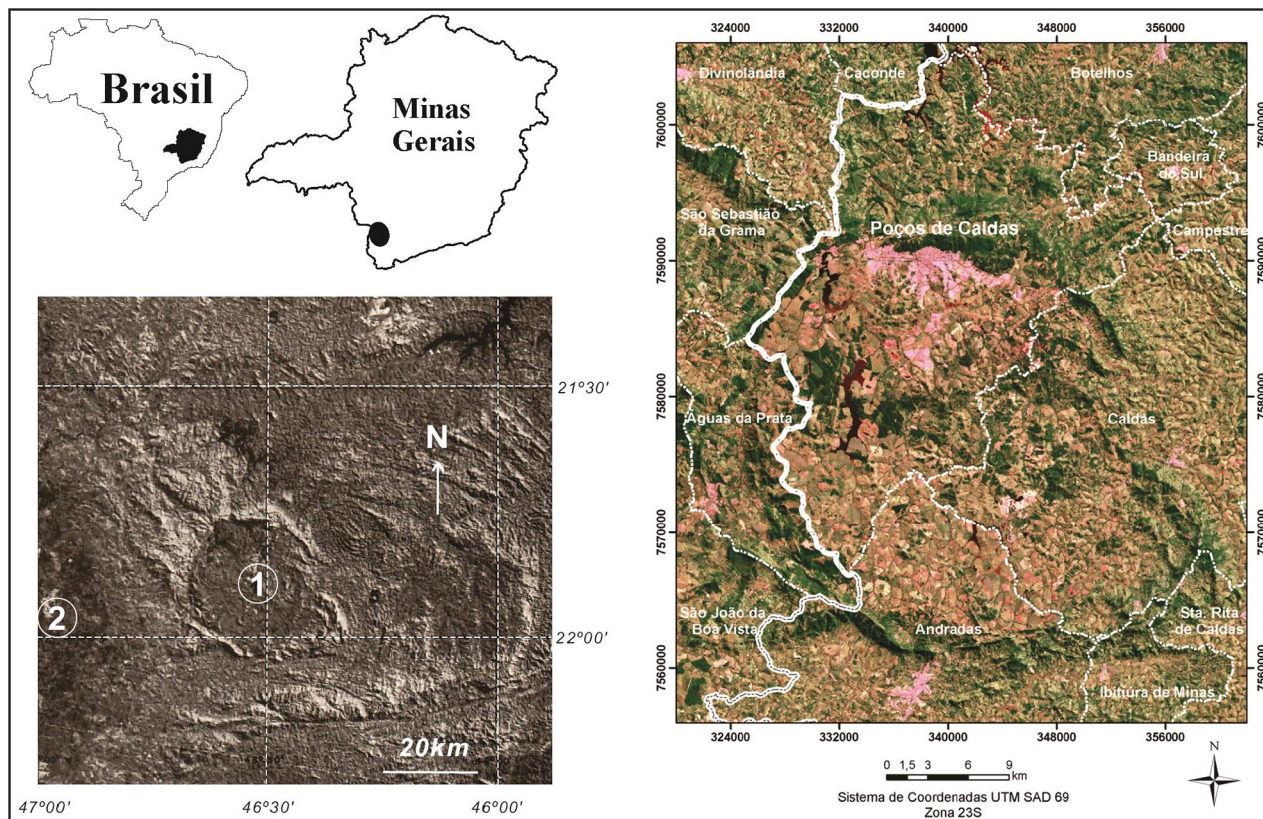


Figura 1 - Localização do município de Poços da Caldas, em Minas Gerais
Fonte: Adaptado de Moraes & Jiménez-Rueda (2008) e Teixeira et al. (2000).

O município de Poços de Caldas teve um grande incremento demográfico entre os anos de 1960 e de 1990 (177%), com um grau de urbanização de 94% (Poços de Caldas, 2006). Segundo a PMPC (Poços de Caldas, 2006), em 2000, o censo demográfico apontou uma população total 135.567 habitantes (Tabela 1), dos quais apenas 3,5% residiam na área rural (4.803 habitantes). Essa população estava distribuída em 39.796 domicílios, uma média de 3,4 moradores por domicílio. Os dados referentes ao censo demográfico de 2010 indicavam uma população total de 152.435 habitantes (Tabela 1), dos quais 3.713 eram residentes na área rural (2,4%), e 148.722, na área urbana (97,6%), distribuídos em 58.824 domicílios, o que remonta a 2,6 moradores por domicílio e uma densidade demográfica de 278,54 hab./km² (IBGE, 2014).

Ao longo de seu desenvolvimento e até os dias atuais, Poços de Caldas teve seu crescimento ligado às fontes de águas termais e minerais. Atualmente, além das atividades associadas à extração mineral, o município vem investindo na diversificação do

Tabela 1 - Evolução da população no município de Poços de Caldas, em Minas Gerais

Ano	Habitantes	População urbana (%)
1960	38.843	83,1
1970	57.565	89,9
1980	86.972	93,6
1991	110.123	95,5
2000	135.627	96,5
2010	152.435	97,6

Fonte: Adaptado de PMPC (Poços de Caldas, 2006) e IBGE (2014).

turismo, que também pode ser responsável por conflitos relacionados ao planejamento do uso e de ocupação de seu território (Poços de Caldas, 2006). Diferentes pontos da área urbana apresentam situações associadas à ocorrência de processos erosivos causados, sobretudo, pela exploração inadequada do solo, indicando a necessidade de um nível adequado de atenção para o controle desse tipo de problema (Poços de Caldas, 2007).

Geologia, geomorfologia e pedologia

Quanto à geologia, a região de Poços de Caldas está inserida no contexto da Província Mantiqueira, mais precisamente no Complexo Varginha, que compreende rochas anfibolíticas e granulíticas (CPRM, 1979). Dentro do Complexo Varginha, ocorrem intrusões de corpos alcalinos, pertencentes à Província Alcalina do Brasil Meridional, distribuídas no território nacional, ao longo de dois alinhamentos distintos, um NE, ao longo da costa brasileira, e outro NW, que se desenvolve a partir do litoral (Schobbenhaus, 1984). O Complexo Alcalino de Poços de Caldas representa uma caldeira vulcânica (Figura 1) e situa-se sobre o “Ramo NW”. Compreende uma suíte de rochas plutônicas e vulcânicas classificadas, principalmente, como fonolitos e nefelinasienitos (Schorsch & Shea, 1992). Os principais litotipos encontrados são: brechas, tufo e aglomerados; rochas efusivas e hipoabissais (tinguaíto e fonolitos); rochas plutônicas (nefelinasienitos, lujauritos e chibinitos); rochas potássicas (associadas a processos metassomáticos).

A região de Poços de Caldas situa-se na província geomorfológica denominada Planalto Sul de Minas, que é subdividido em três unidades: a Superfície do Alto Rio Grande, o Planalto de São Pedro de Caldas e o Planalto de Poços de Caldas (CPRM, 1979). Devido à grande amplitude altimétrica existente na área de estudo, Moraes & Jiménez-Rueda (2008) dividiram o planalto em cinco categorias altimétricas: muito baixos (800-900 m), baixos (900-1.000 m), médios (1.000-1.200 m), altos (1.200-1.400 m), muito altos (acima de 1.400 m). Em trabalho realizado por Zaine et al. (2008), os autores dividiram o município em três zonas geomorfológicas: (1) Zona do Planalto do Maciço Cristalino, terrenos de rochas cristalinas, pré-cambrianas, formada por morros e morrotes do tipo “meia laranja”; (2) Zonas da Serra Anelar, que possui estrutura circular e compreende as montanhas com topos restritos (Serras de Poços de Caldas, São Domingos e do Selado); (3) Planalto do Maciço Alcalino Interno, com morros e morrotes de topos arredondados e colinas, planícies aluviais, rampas de colúvio nas proximidades de rios e domínio de talus nas encostas das montanhas da Serra Anelar.

Quanto à pedologia, as classes de solos predominantes no município de Poços de Caldas são Argissolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho, Cambissolo, Neossolos e Gleissolo (EMATER, 2003). Argissolos

compreendem solos com presença de diferenciação moderada a marcante no perfil, com um horizonte E de cor clara sobre um horizonte B com aumento de argila que diverge em cor, gradiente textural com estrutura em blocos dos horizontes A e E. Latossolos são solos profundos, porosos, ácidos e com pouca diferenciação entre horizontes A e B. Os Cambissolos são solos considerados rasos, de sequência de horizontes A, Bi e C. Neossolos possuem sequência de horizontes A-R ou A-C e apresentam uma profundidade que varia de 20 a 40 cm, assentados sobre rochas ou saprólito. Por fim, Gleissolos são solos formados em baixadas úmidas (várzeas), em saturação com água e horizonte Glei imediatamente abaixo de um horizonte A ou H pouco espesso.

Clima, hidrografia e cobertura vegetal

O clima de Poços de Caldas, segundo a classificação de Köppen (1948), é do tipo Cwb mesotérmico, com inverno seco e verão brando. O clima é marcado pela ocorrência de duas estações distintas (Sá, 2009): verão chuvoso, de outubro a março, caracterizado pelas temperaturas e precipitações elevadas, temperatura média de 20,3 °C e precipitação total de 1.430 mm no período; inverno seco, nos meses de abril a setembro, marcado por temperaturas e índices pluviométricos baixos, temperatura média de 15 °C e 315 mm de totais de chuvas no período.

A rede de drenagem da caldeira vulcânica de Poços de Caldas é formada, principalmente, pela bacia do Ribeirão das Antas e Tributários, que apresentam alta densidade, com destaque para três padrões principais, segundo Moraes & Jiménez-Rueda (2008): o padrão dendrítico pode ser observado no interior do planalto, em áreas de menor declividade; o padrão em treliça em falha ocorre na região NNW do planalto; o padrão de drenagem anelar ocorre em trechos isolados, situados, predominantemente, no interior do maciço alcalino (caldeiras vulcânicas de menor porte). As áreas com cursos naturalmente retos encontram-se associadas a falhas geológicas. Tais características também podem ser observadas na parte central do planalto de Poços de Caldas, todavia as bordas mostram rupturas abruptas, permitindo a ocorrência de saltos e de cachoeiras (Grohmann et al., 2007).

Quanto à cobertura vegetal, o município caracteriza-se por contatos transicionais da floresta estacional

semidecidual, floresta ombrófila mista e campo cerrado. A floresta estacional semidecidual é tida como estacional mediante influência climática marcada por duas estações: uma chuvosa e outra seca. A floresta ombrófila mista ocorre em patamares altimétricos de aproximadamente 800 m, comumente inserida em ambientes compreendidos por formas do interior do planalto de Poços (IBAMA, 1990). O cerrado é do tipo savana gramíneo-lenhosa, ocorre no interior do planalto circular, com árvores baixas e esparsas, sem a formação de dossel (IBAMA, 1990).

Caracterização pluviométrica mensal

O desenvolvimento urbano em Poços de Caldas ocorre no sentido de jusante para montante na maioria dos rios que drenam a área urbana do município. Esse tipo de desenvolvimento ocorre, principalmente, devido à geomorfologia e à tendência de ocupação de áreas com restrições em direção às serras anelares e vertentes. As consequências dessas ocupações são prejudiciais à cobertura vegetal, à infiltração da água no solo e, conseqüentemente, à drenagem de água

superficial. Com isso, a capacidade de infiltração diminui à medida que a ocupação de montante amplia as áreas impermeabilizadas, acelerando o escoamento superficial e o processo de escorregamento de terra devido às áreas desmatadas, ocasionando enchentes a jusante (área central do município).

Para caracterizar os índices pluviométricos e identificar a variação sazonal, foi realizada a caracterização pluviométrica média mensal, utilizando dados de três postos localizados na área urbana do município de Poços de Caldas (Figura 2 e Tabela 2). Em função da dificuldade em se conseguir uma base de dados pluviométricos confiáveis, devido a séries históricas diferentes e interrupções da ordem de um mês até vários anos, foi estabelecida uma população amostral no período de 2003 a 2013 (10 anos) para os postos P1 e P3, e de 2000 a 2011 (11 anos) para o posto P2 (Figura 2 e Tabela 2).

Com base no cruzamento das médias mensais obtidas dos três postos pluviométricos (P1, P2 e P3), foi calculada a distribuição da precipitação média mensal ocorrida na área urbana do município (Figura 3). Os cruzamentos possibilitaram a identificação dos meses do ano com maiores índices de precipitação,

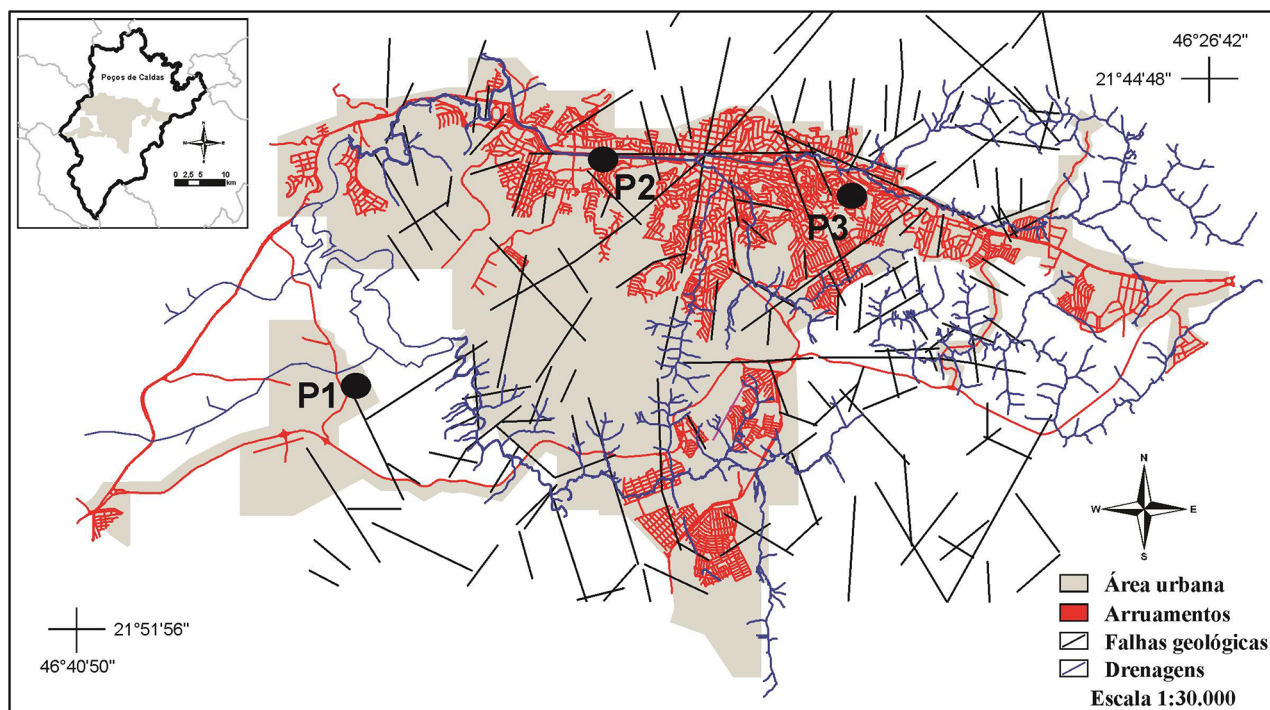


Figura 2 - Localização da área urbana, falhas geológicas, principais drenagens e postos pluviométricos da área urbana de Poços de Caldas, em Minas Gerais. Fonte: Adaptado de Moraes & Jiménez-Rueda (2008) e PMPC (Poços de Caldas, 2006). Postos pluviométricos: P1 - Companhia Brasileira de Alumínio (CBA); P2 - Cooperativa Regional dos Cafeicultores (CaféPoços); P3 - Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE).

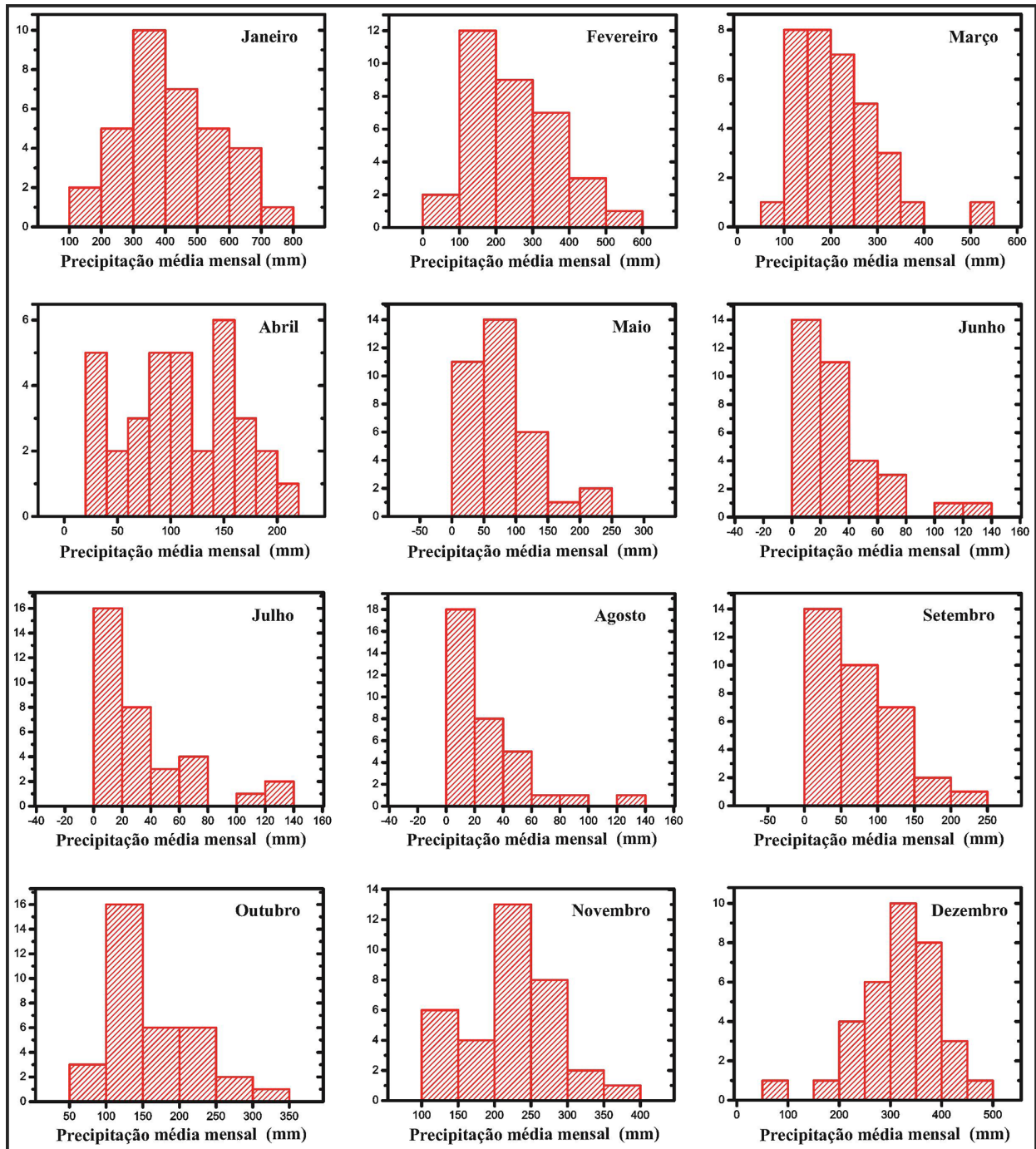


Figura 3 - Distribuição pluviométrica na área urbana de Poços de Caldas, em Minas Gerais, segundo a ponderação média mensal nos postos pluviométricos utilizados
 Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Identificação dos pontos pluviométricos utilizados neste trabalho

<i>Ponto</i>	<i>Posto pluviométrico</i>	<i>Altitude (m)</i>	<i>Latitude (S)</i>	<i>Longitude (W)</i>	<i>Período histórico</i>
P1	Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)	1250	21°49'23"	46°38'01"	2003 - 2013
P2	Cooperativa Regional dos Cafeicultores (CaféPoços)	1194	21°47'09"	46°34'48"	2000 - 2011
P3	Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE)	1307	21°47'27"	46°33'25"	2003 - 2013

Fonte: Elaborado pelo autor.

como em janeiro (média 423,8 mm, mínima 160 mm e máxima 769 mm), e os meses com menores índices de precipitação, como em agosto (média 23,6 mm, mínima 0 mm e máxima 130,5 mm). Com isso, foram calculadas as precipitações médias mensais e a distribuição dos meses do ano por índice pluviométrico (Figura 4).

Levantamento de desastres naturais e banco de dados

O aumento populacional de Poços de Caldas e a ocupação de áreas de risco, assim como os aspectos fisiográficos e o tipo climático, com chuvas intensas e elevadas precipitações, deflagraram, ao longo dos anos, desastres naturais, culminando em acidentes, perdas econômicas e sociais no município (Figura 5).

Para se proceder ao levantamento dos desastres naturais no município de Poços de Caldas, foram tomados como referência metodológica os trabalhos realizados por Almeida et al. (1991a, b, 1993), que tratam da correlação de índices pluviométricos na deflagração de desastres naturais. O levantamento de dados foi realizado utilizando uma planilha (Quadro 1) com as características que identificassem os eventos deflagradores de desastres e as suas consequências.

Para o levantamento dos desastres naturais no município (Quadro 1), foram consultados os jornais de Poços de Caldas, no entanto apenas o Jornal da Cidade possui arquivos diários para consulta pública, além de ser o mais antigo do município, com seu primeiro exemplar lançado em 1986. Ao todo, foram cadastradas 25 ocorrências relacionadas a

desastres naturais no município: (4) inundações; (4) escorregamentos/deslizamentos; (6) quedas de barreiras; (4) alagamentos; (3) erosão; (1) solapamento nas margens dos rios; (1) desabamento de moradia; (2) enchentes/enxurradas (Figura 6).

Durante o cadastro de desastres naturais (Figura 7a), houve casos em que ocorreram mais de um tipo de evento, por exemplo: em 7 de janeiro de 2011, na Avenida Irradiação, o córrego que corta o bairro transbordou e invadiu vias; com isso, parte do asfalto foi arrastado e as tubulações se romperam (inundação e queda de barreira); em 23 de fevereiro de 2013, fortes chuvas provocaram enchentes e alagamentos, afetando áreas em vários pontos da cidade; assim, comprometeu a estrutura do local no bairro Santa Ângela, onde parte da rua cedeu (alagamento e queda de barreira); em 22 de novembro de 2013, com a realização da limpeza e desassoreamento do córrego que atravessa a área verde do bairro Itamaraty II, houve desmoronamento do leito; para tanto, obras emergenciais estão sendo feitas, como o aterramento para acabar com a erosão (solapamento das margens de rios e erosão).

Quanto aos dados pluviométricos, observa-se que os índices mais altos começam a aparecer em meados de outubro e se estendem até o fim de janeiro (Figura 4). Justamente nesse período é que se encontram as maiores ocorrências entre os anos de 2000-2013, que abrange toda base de dados. É possível estabelecer uma relação entre o índice pluviométrico e o número de ocorrências/frequência de um desastre ocorrente em determinados meses do ano com a concentração dos eventos nos meses em que ocorre o período mais chuvoso, de novembro a fevereiro (Figura 7b).

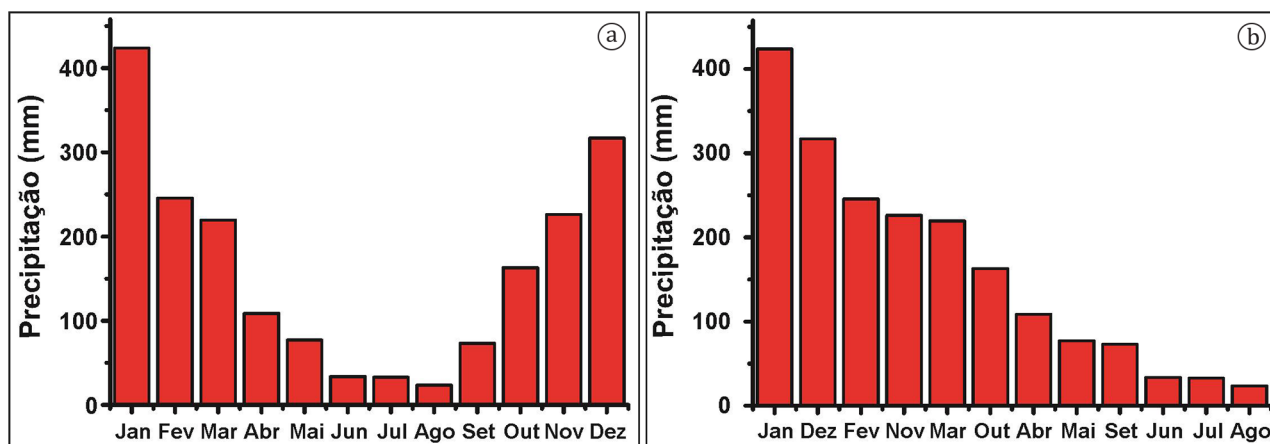


Figura 4 - Precipitações na área urbana de Poços de Caldas, em Minas Gerais: (a) médias mensais; (b) distribuição dos meses do ano por média pluviométrica. Fonte: Elaborado pelo autor.

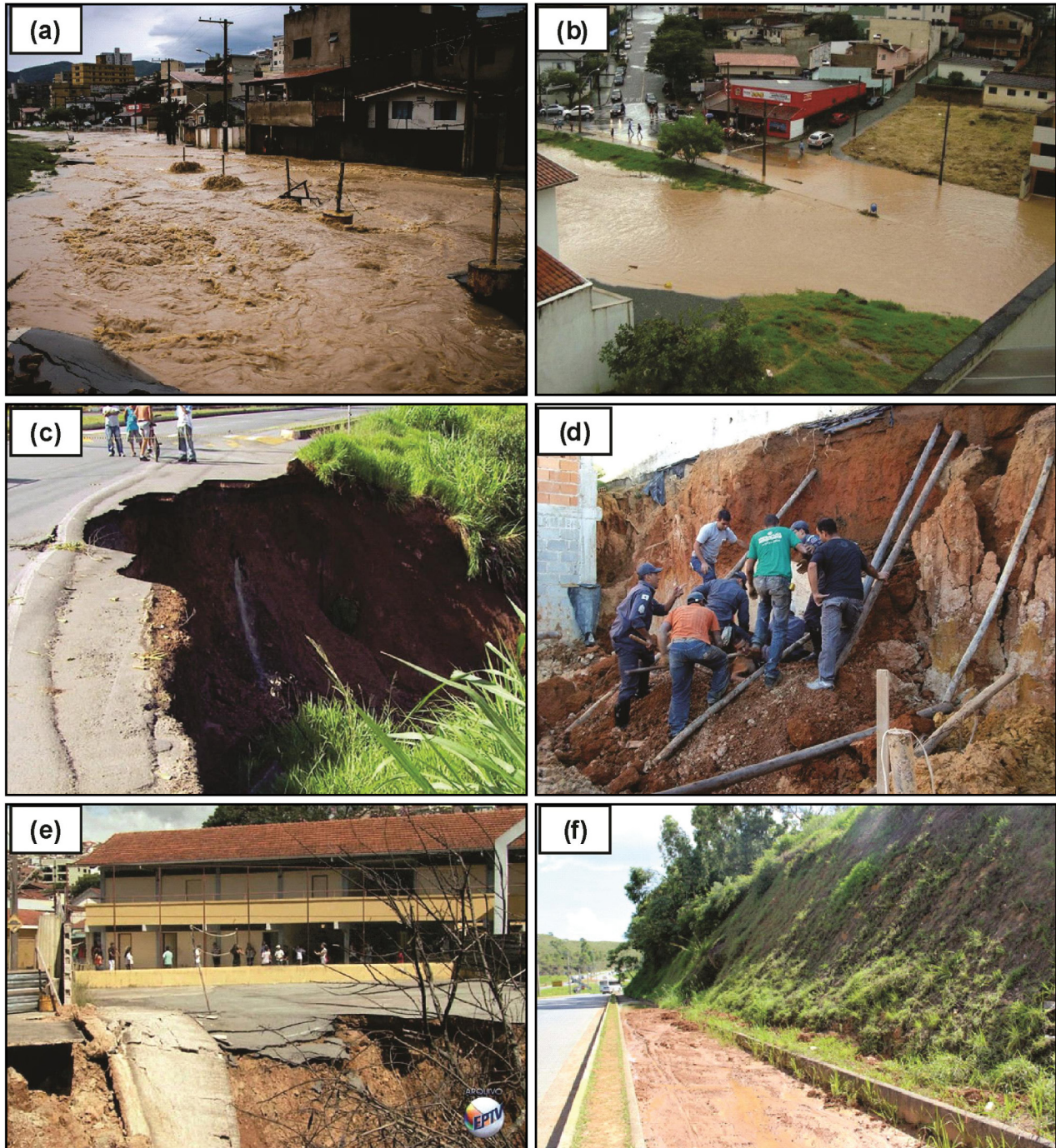


Figura 5 - Desastres naturais de Poços de Caldas, em Minas Gerais: (a) e (b) chuva provoca estragos na Avenida Irradiação; (c) queda de barranco interdita trecho da BR-146; (d) pedreiro fica soterrado após deslizamento de barranco; (e) buraco 'engole' quadra de escola e preocupa pais de estudantes; (f) deslizamento de terra impede passagem de pedestres. Fonte: G1 (2014) e Poços de Caldas (2014) (Figura f).

Correlação entre pluviometria diária e eventos de desastres naturais

Os dados de precipitação de cada posto pluviométrico analisado (P1, P2 e P3) foram calculados com base na distribuição diária e acumulada em cinco dias e em

cinco classes: 0,00 a 50,00 mm; 50,01 a 100,00 mm; 100,01 a 150,00 mm; 150,01 a 200,00 mm; acima de 200,01 mm (Tabela 3). O maior número de situações chuvosas diárias, aproximadamente 95% das vezes, encontra-se com uma distribuição entre 0,00 a 50,00 mm, entretanto, em situações acumuladas em cinco dias, as

Quadro 1 - Planilha utilizada para a coleta de informações referentes aos desastres naturais em Poços de Caldas, em Minas Gerais

Data da informação				Cadastro n°	
Fonte da informação					
Coletada por					
EVENTOS					
	Escorregamento/deslizamento			Erosão	
	Corrida de massa (lama, troncos etc.)			Solapamento de margens de rios	
	Queda/rolamento de blocos			Inundação	
	Queda de barreira (estrada, ruas etc.)			Enchente/enxurrada	
	Desabamento (moradia)			Alagamento	
Descrever evento (conforme jornal)					
Possível causa citada					
Bairro					
Ocupação do local					
CONSEQUÊNCIAS / PERDAS					
Vítimas fatais	Feridos	Desabrigados	Danos materiais	Residências atingidas	
DADOS PLUVIOMÉTRICOS					
Data do evento			Valores de chuva do dia do evento (citado no jornal)		
Descrever chuva					
Dados pluviométricos					
Posto pluviométrico					
Precipitação no dia do evento					
Acumulada nos dias anteriores (total diário)		1° dia	2° dia	3° dia	4° dia
Total mensal					
Total anual					
Dados horários					
Observações:					

Fonte: Adaptado de Almeida et al. (1993).

chuvas concentram-se entre uma distribuição de 50,01 a 100,00 mm. Quanto à classe acima de 200,01 mm, verificou-se que as situações são pouco frequentes, aproximadamente 4% das vezes nas precipitações acumuladas (Tabela 3).

Os 25 eventos de desastres naturais cadastrados em Poços de Caldas foram relacionados aos dados de chuva do dia do evento e à acumulada em cinco

dias nas quatro classes descritas. Essas classes foram utilizadas visando evidenciar as diferenças quanto à frequência das ocorrências cadastradas em situações temporais distintas (Tabela 4). Os dados indicam que, em situações de chuvas diárias, aproximadamente 85% dos desastres naturais ocorrem com precipitações que variam entre a classe de 0,00 a 50,00 mm. Quando comparadas com as precipitações acumuladas, os

resultados indicam que os desastres ocorrem com uma distribuição de aproximadamente 39% entre a classe de 50,01 a 100,00 mm (Tabela 4).

Utilizando o posto pluviométrico P3 do DMAE como referência, foi realizado um levantamento de todas as situações chuvosas (total de chuva acumulada

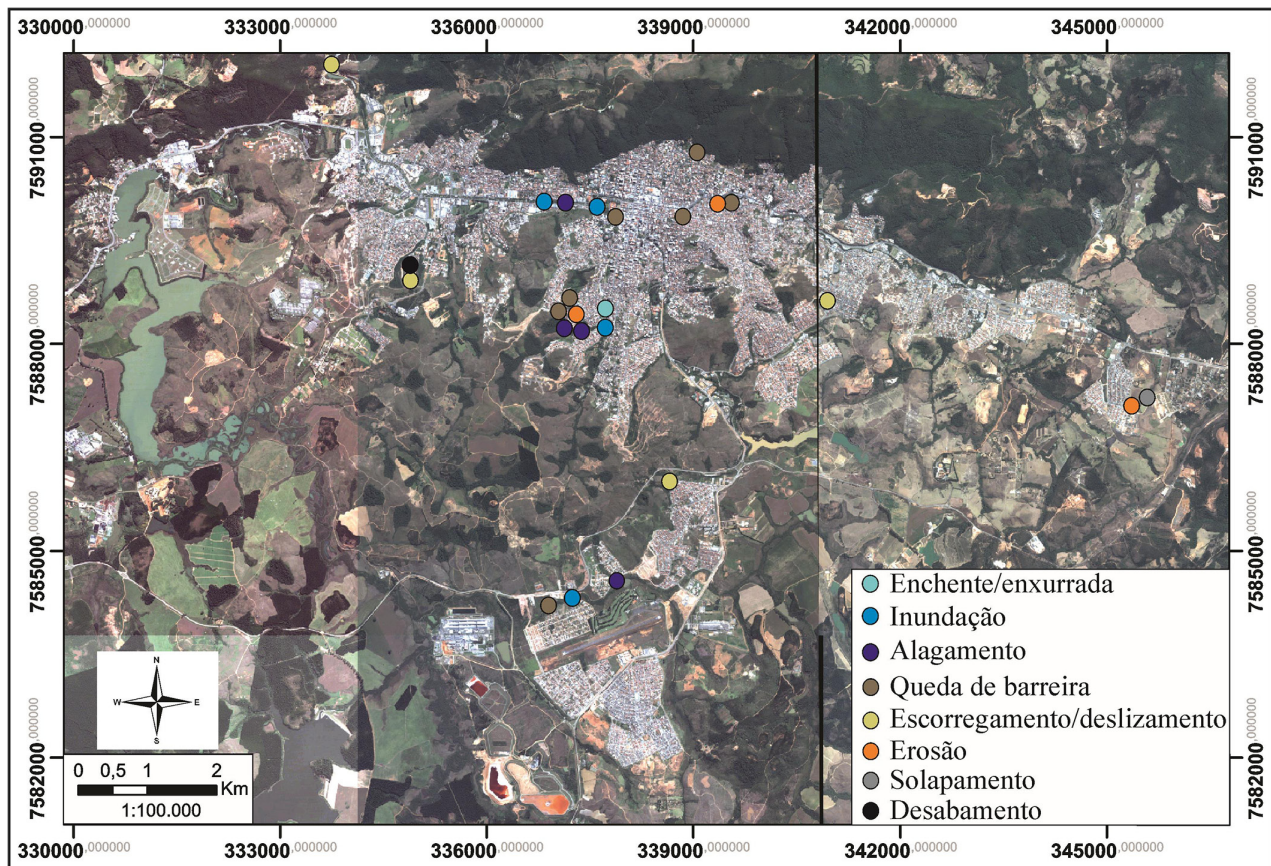


Figura 6 - Localização espacial dos desastres naturais cadastrados em Poços de Caldas, em Minas Gerais
Fonte: Google Earth Pro (2014).

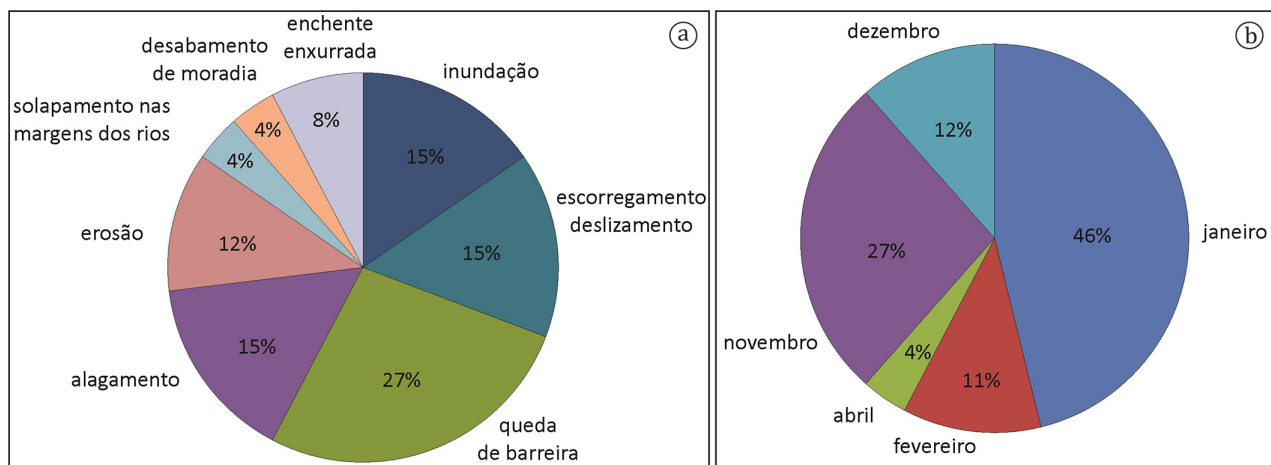


Figura 7 - Representação dos desastres naturais cadastrados em Poços de Caldas, em Minas Gerais: (a) porcentagem por tipo de eventos cadastrados no período de 2000-2013; (b) representatividade dos desastres em relação aos meses no período de 2000-2013
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3 - Percentagem dos dados pluviométricos diários e acumulados em cinco dias nas estações analisadas neste trabalho

Situações chuvosas diárias (%)				
Classe (mm)	Postos pluviométricos			Média
	P1 - CBA	P2 - CaféPoços	P3 - DMAE	
0-50,00	95,7	96,5	92,9	95,03
50,01-100,00	3,8	2,9	6,6	4,43
100,01-150,00	0,5	0,3	0,5	0,43
150,01-200,00	0,0	0,3	0,0	0,10
>200,01	0,0	0,0	0,0	0,00
Situações chuvosas acumuladas em cinco dias (%)				
Classe (mm)	Postos pluviométricos			Média
	P1 - CBA	P2 - CaféPoços	P3 - DMAE	
0-50,00	19,8	20,0	11,7	17,17
50,01-100,00	39,6	41,2	41,8	40,87
100,01-150,00	19,8	29,4	27,9	25,70
150,01-200,00	17,5	5,9	12,8	12,07
>200,01	3,3	3,5	5,8	4,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Percentagem de eventos de desastres naturais, segundo o total pluviométrico no dia do evento e acumulados em cinco dias nas estações analisadas neste trabalho

Desastres naturais em situações chuvosas diárias (%)				
Classe (mm)	Postos pluviométricos			Média
	P1 - CBA	P2 - CaféPoços	P3 - DMAE	
0-50,00	100,0	83,3	73,5	85,6
50,01-100,00	-	16,7	6,5	7,7
100,01-150,00	-	-	20,0	6,7
150,01-200,00	-	-	-	-
>200,01	-	-	-	-
Desastres naturais em situações chuvosas acumuladas em cinco dias (%)				
Classe (mm)	Postos pluviométricos			Média
	P1 - CBA	P2 - CaféPoços	P3 - DMAE	
0-50,00	50,0	--	13,3	21,1
50,01-100,00	50,0	33,3	33,3	38,9
100,01-150,00	-	-	6,6	2,2
150,01-200,00	-	33,3	20,0	17,8
>200,01	-	33,3	26,7	20,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

em cinco dias) no período de janeiro de 2003 a dezembro de 2013. Isso possibilitou a verificação de um percentual de situações associadas a todos os desastres naturais cadastrados neste trabalho. Com o critério da divisão em cinco classes obteve-se: (a) 0,00 a 50,00 mm - 20 situações chuvosas, das

quais, 4 associadas a desastres naturais (19,9%); (b) 50,01 a 100,00 mm - 72 situações chuvosas, das quais 9 associadas a desastres naturais (12,5%); (c) 100,01 a 150,00 mm - 48 situações chuvosas, das quais 1 associada a desastres naturais (2%); (d) 150,01 a 200,00 mm - 22 situações chuvosas,

das quais 5 associadas a desastres naturais (22,7%); (d) acima de 200,01 mm - 10 situações chuvosas, das quais 6 associadas a desastres naturais (60,1%).

Discussões

A influência dos atributos físicos nos dados pluviométricos deve ser levada em consideração, embora os postos estejam próximos entre si. As diferenças morfológicas podem ser responsáveis por processos pluviais diferenciados. No entanto, os resultados pluviométricos indicaram os quatro meses mais chuvosos no período de estudo, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, respectivamente, iguais em todos os três postos pluviométricos (P1, P2 e P3). Além disso, para os mesmos postos pluviométricos, o mês mais chuvoso foi janeiro, com precipitação média ponderada de 423,8 mm. Para a média das chuvas diárias, 95% das vezes os valores encontram-se entre 0,00 e 50,00 mm e, para os resultados das chuvas acumuladas em cinco dias, 40,8% encontram-se entre 50,01 e 100,00 mm.

Quanto aos desastres naturais, observa-se uma concentração de eventos nos meses mais chuvosos, de novembro a fevereiro, com totais de chuvas acima da média normal. Entretanto, há casos em meses menos chuvosos, cujos totais de chuvas em um ou mais postos apresentam comportamento anormal, com chuvas mal distribuídas e concentradas em poucos dias. Os meses de janeiro e de novembro registraram as maiores ocorrências de desastres naturais, 46 e 27% dos casos, respectivamente. As maiores ocorrências foram de queda de barreiras, com 27% dos casos registrados, seguida pelas inundações, alagamentos e escorregamentos/deslizamentos, com 15% dos registros cada. Além disso, o total pluviométrico registrado no dia do evento em que ocorreram desastres naturais foi mais significativo na classe de 0,00 a 50,00 mm (85,6%) e, para o total acumulado em cinco dias, de 50,01 a 100,00 mm (38,9%). Esses dados indicam a exposição das pessoas aos riscos/desastres naturais, principalmente quando relacionados ao montante pluviométrico acumulado em cinco dias e em determinadas épocas do ano.

Considerações finais

O levantamento histórico de ocorrências de desastres naturais e a correlação com dados pluviométricos diários e mensais são fundamentais para a estruturação de

uma base de dados como ferramenta que possibilita subsidiar ações de planejamento e de gestão territorial do município de Poços de Caldas. Essas ações devem pautar-se em uma política pública voltada à proteção e à defesa civil, orientando o gerenciamento de riscos e de desastres por meio de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

A identificação de áreas com potenciais riscos a desastres naturais deve incentivar ações estruturais, preparação técnica de servidores municipais, modernização de leis de posturas públicas e preparação e/ou conscientização da população. Com isso, sugere-se que o município revise o Plano Preventivo de Defesa Cívica (PPDC), permitindo a implantação de medidas preventivas, reduzindo a possibilidade de possíveis perdas econômicas e de vidas humanas, criando condições para a convivência com as situações de risco, em níveis relativamente seguros para a população dessa importante cidade turística, localizada no sul do Estado de Minas Gerais.

Referências

- Almeida, M. C. J., Modesto, R. P., & Nunes, L. H. (1991a). Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos no município de Ubatuba, SP. In *Anais do I Congresso de Geografia Física Aplicada* (p. 148-157). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Almeida, M. C. J., Modesto, R. P., & Nunes, L. H. (1991b). Levantamento e cadastro de escorregamentos no município de Petrópolis, RJ. In *Anais do I Congresso de Geografia Física Aplicada* (p. 292-299). Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Almeida, M. C. J., Nakazawa, V. A., & Tatizana, C. (1993). Análise de correlação entre chuvas e escorregamentos no município de Petrópolis, RJ. In *Anais do VII Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia* (p. 129-136). Poços de Caldas: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia.
- Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres – CENAD. (2012). *Anuário Brasileiro De Desastres Naturais*. Brasília: CENAD.
- Chapman, N. A., McKinley, I. G., Shea, M. E., & Smellie, J. A. T. (1991). *The Poços de Caldas project: summary and implications for radioactive waste management*. Uppsala: SKB-Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co.

- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. (1979). *Projeto Sapucaí: relatório final, escala 1:250.000*. São Paulo: CPRM.
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER. (2003). *Poços de Caldas: caracterização de ecossistemas*. Poços de Caldas: Secretaria Municipal de Assuntos Rurais e Abastecimento.
- G1. Portal de Notícias do Sul de Minas Gerais. (2014). *Desastres naturais em Poços de Caldas – MG*. Recuperado em 10 de janeiro de 2014, de g1.globo.com/mg/sul-de-minas/
- Google Earth Pro. (2014). *Imagens de satélite*. Recuperado em 16 de setembro de 2014, de <https://earth.google.com/>
- Grohmann, C. H., Riccomini, C., & Alves, F. M. (2007). SRTM-based morphotectonic analysis of the Poços de Caldas Alkaline Massif, southeastern Brazil. *Computers & Geosciences*, 33(1), 10-19. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2006.05.002>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2014). *Banco de dados: o Brasil município por município*. Recuperado em 7 de maio de 2014, de <http://www.ibge.gov.br/cidades>
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. (1990). *Manual de Recuperação pelas Áreas Degradadas pela Mineração: técnicas de revegetação*. Brasília: IBAMA.
- Keller, E. A. (2012). *Introduction to environmental geology* (5a ed.). New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Köppen, W. (1948). *Climatologia*. México: Fondo de Cultura Econômica.
- Marcelino, E. V., Nunes, L. H., & Kobiyama, M. (2006). Banco de dados de desastres naturais: análise de dados globais e regionais. *Caminhos da Geografia*, 6(19), 130-149.
- Moraes, F. T., & Jiménez-Rueda, J. R. (2008). Fisiografia da região do planalto de Poços de Caldas, MG/SP. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(1), 196-208.
- Poços de Caldas. Câmara Municipal. (2014). *Vereadores pedem providências em ciclovia da avenida Alcoa*. Poços de Caldas: PMPC. Recuperado em 3 de janeiro de 2014, de <http://www.pocosdecaldas.mg.leg.br/>
- Poços de Caldas. Prefeitura Municipal. (2006). *Revisão do Plano Diretor. Poços de Caldas*: Secretaria de Planejamento e Coordenação.
- Poços de Caldas. Prefeitura Municipal. (2007). *Zoneamento Ambiental do Município de Poços de Caldas (MG): subsídios ao planejamento territorial* (Relatório técnico). Poços de Caldas: PMPC.
- Sá, A. S., Jr. (2009). *Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais* (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Schobbenhaus, C. (1984). *Geologia do Brasil*. Brasília: DNPM.
- Schorscher, H. D., & Shea, M. E. (1992). The regional geology of the Poços de Caldas alkaline complex: mineralogy and geochemistry of selected nepheline syenites and phonolites. *Journal of Geochemical Exploration*, 45(1-3), 25-51. [http://dx.doi.org/10.1016/0375-6742\(92\)90121-N](http://dx.doi.org/10.1016/0375-6742(92)90121-N).
- Teixeira, W., Toledo, M. C. M., Fairchild, T. R., & Taioli, F. (Orgs.). (2000). *Decifrando a Terra*. São Paulo: Oficina de Textos.
- The United Nations International Strategy for Disaster Reduction – UNISDR. (2013). *Terminology on disaster risk reduction*. Geneva: UNISDR, 2013. Recuperado em 18 de fevereiro de 2014, de <http://www.unisdr.org>
- Tobin, G. A., & Montz, B. E. (1997). *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press.
- Zaine, J. E., Cerri, L. E. S., Scalvi, H. A., Manzano, J. C., Pocay, W. R. H., Hirata, M. T., Santana, G. C. P., & Tinós, T. M. (2008). *Estudo de caracterização geológico-geotécnica aplicado ao planejamento rural e urbano do município de Poços de Caldas, MG*. Rio Claro: FUNEP.

Recebido: Maio 19, 2015

Aprovado: Out. 14, 2015