

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

ARTIGO ORIGINAL

PEREIRA JÚNIOR, Island Costa ^[1], ALMEIDA, Berenice Rodrigues de ^[2], GARCIA, Danielle Saranh Galdino Duarte ^[3], SILVA, João Carlos Tavares da ^[4], SOUZA, Raquel Ferreira de ^[5]

PEREIRA JÚNIOR, Island Costa. O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte. Et al. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 06, Ed. 03, Vol. 07, pp. 59-88. Março de 2021. ISSN: 2448-0959, Link de acesso: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/aplicado-aos-desastres>, DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/aplicado-aos-desastres

Contents

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

- RESUMO
- 1. INTRODUÇÃO
- 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1 DESASTRES NATURAIS
 - 2.1.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO ÀS DINÂMICAS INTERNAS E EXTERNAS DA TERRA
 - 2.1.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM DOS DESASTRES
 - 2.1.3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À INTENSIDADE
 - 2.2 FOTOGRAMETRIA
 - 2.2.1 CLASSIFICAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA QUANTO AO TIPO DE TRATAMENTO DADO ÀS FOTOGRAFIAS AÉREAS
 - 2.2.2 CLASSIFICAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA QUANTO AO TIPO ESPACIAL DA CÂMARA
 - 2.3 SENSORIAMENTO REMOTO
 - 2.3.1 SENSORES REMOTOS
 - 2.4 RPA
 - 2.5 GPS
 - 2.6 GNSS CINEMÁTICO EM TEMPO REAL (RTK)
- 3. METODOLOGIA
 - 3.1 TIPOS DE PESQUISA
 - 3.1.1 PESQUISA QUANTO À NATUREZA
 - 3.1.2 PESQUISA QUANTO AOS FINS
 - 3.1.3 PESQUISA QUANTO AOS MEIOS
 - 3.1.4 PESQUISA QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA
 - 3.2 UNIVERSO E AMOSTRA: CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL EM ANÁLISE
 - 3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS
 - 3.3.1 COLETA DE DADOS
 - 3.3.2 ANÁLISE DE DADOS
 - 3.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA
- 4. RESULTADOS E ANÁLISES
- 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS
- REFERÊNCIAS

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

RESUMO

Os desastres naturais são processos ocasionados por fenômenos físicos que acontecem naturalmente na terra e podem ser causados por inundações, enchentes, alagamentos, erosão, tempestades, estiagens, escorregamentos de solos e/ou rochas, terremotos, furacões e tornados. Os autores indagaram nesse estudo se os desastres naturais ocorridos na Avenida Tereza Cristina, localizada na região oeste de Belo Horizonte, podem ser mensurados, prevenidos e mitigados através da aplicação das técnicas do Sensoriamento Remoto. Assim, o objetivo principal desta pesquisa é analisar a aplicação do Sensoriamento Remoto para a realização de estudos dos desastres naturais decorrentes de inundações e enxurradas, na Avenida, em questão. Baseado nisso, os materiais e métodos utilizados foram os dados da primitiva cedidos pela empresa responsável da obra do recorte espacial supracitado, a coleta de dados do recorte espacial através de RPA (drone) juntamente com o GNSS RTK TPS Modelo T10, os dados meteorológicos de índices pluviométricos do local, em estudo, por meio da Defesa Civil de Belo Horizonte e os artigos científicos, livros, periódicos e reportagens relacionados com o tema. Mediante esses métodos e técnicas, foi gerado um ortomosaico, no qual foi inserido os pontos de controle obtidos com o RTK, podendo ser visualizado que as moradias da população em volta da Avenida Tereza Cristina correm grandes riscos de desabarem em função de suas frágeis estruturas físicas. Pode-se perceber também, através do ortomosaico, que a força da água arrancou a massa asfáltica da Avenida, tendo em vista o grande volume de água que passou ao longo do trecho. Por intermédio das curvas de nível produzidas, é possível perceber uma declividade mais acentuada nesses pontos. Dessa maneira, possivelmente, a velocidade das águas originadas das chuvas e daquelas vindas de outros logradouros tenha se intensificado através das altas declividades constatadas no local, o que pode ter promovido maiores estragos na Avenida Tereza Cristina. O dano causado com as inundações do período chuvoso mostra que a gestão dos desastres não deve ser o foco e sim a gestão de risco, visto que, ela é imprescindível na restrição dos desastres naturais, e, portanto, na redução dos prejuízos envolvidos.

Palavras-chave: Avenida Tereza Cristina, Belo Horizonte, Desastres Naturais, Sensoriamento Remoto.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

1. INTRODUÇÃO

Os desastres naturais são processos ocasionados por fenômenos físicos que acontecem naturalmente na terra e podem ser causados por inundações, enchentes, alagamentos, erosão, tempestades, estiagens, escorregamentos de solos e/ou rochas, terremotos, furacões e tornados. Portanto, os desastres naturais ocorrem quando esses fenômenos físicos interagem com grupos sociais localizados em uma determinada área, provocando danos às atividades econômicas, humanas ou ambientais. As consequências desses desastres naturais podem ser enfatizadas devido a fatores socioeconômicos, como a falta de implementação efetiva de políticas públicas de prevenção de desastres, de planejamento urbano e de ferramentas de gestão territorial efetivas que priorizem a segurança e a redução de perigos, principalmente em áreas densamente povoadas.

Em Belo Horizonte/MG, o setor oeste é uma das regiões com maior densidade populacional. Nele, se localiza a Avenida Tereza Cristina, a qual está incluída entre as vias de trânsito rápido de maior fluxo de veículos no município e que sucede uma intensidade alta de desastres naturais, uma vez que o curso d'água do Rio Arrudas percorre totalmente a extensão da Avenida, sendo que, diante de altos índices pluviométricos, ocorrem enxurradas, alagamentos e inundações nessa área.

Os autores indagaram nesse estudo se os desastres naturais ocorridos na Avenida Tereza Cristina, localizada na região oeste de Belo Horizonte, podem ser mensurados, prevenidos e mitigados através da aplicação das técnicas do Sensoriamento Remoto. Dessa maneira, a presente pesquisa busca analisar a aplicação do Sensoriamento Remoto para a realização de estudos dos desastres naturais decorrentes de inundações e enxurradas, na Avenida Tereza Cristina, localizada na região oeste de Belo Horizonte/MG.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

2.1 DESASTRES NATURAIS

Os processos físicos vivenciados pelo planeta Terra têm intensidades diversas, naturais à sua dinâmica. Esses processos envolvem fenômenos como clima, geologia, hidrologia e origens meteorológicas que dão ao planeta sua estrutura atual. É importante destacar que a junção ao natural envolve fenômenos que não têm relação com as atividades humanas na Terra, como chuvas, erupções vulcânicas, fenômenos meteorológicos de grande escala, tais como furacões, tornados, terremotos, dentre outros. (SAITO *et al.*, 2009 *apud* SAUSEN E LACRUZ, 2015).

De acordo com Saito *et al.* (2009) *apud* Sausen e Lacruz (2015), a interação desses processos com grupos sociais localizados em uma área específica leva à destruição da economia, do meio ambiente ou das atividades humanas e se torna um desastre. Kobiyama *et al.* (2006) salientam, como já supracitado, que devido à conexão inerente entre o comportamento humano e a natureza, os desastres naturais agem dessa forma. Para esses autores, os desastres relacionados às causas naturais ocorrem em grande parte porque o homem tenta controlar a natureza e seus fenômenos. Os autores destacaram ainda que grande parte da história humana foi marcada por desastres naturais de diferentes escalas e tipos.

Entretanto, o conceito de desastre envolve mais do que causas naturais. De acordo com Castro (1998) *apud* Kobiyama *et al.* (2006), os desastres também envolvem os resultados de eventos adversos, naturais ou antrópicos, em espaços frágeis, que causam danos humanos, materiais e ambientais, tendo prejuízos econômicos e sociais, o que abranger todos os aspectos citados ou a combinação de alguns deles.

Conforme Castro (1999) *apud* Kobiyama *et al.* (2006), os desastres naturais podem ser classificados de acordo com sua intensidade, evolução, origem e duração. Em relação à intensidade, os autores consideram quatro níveis, de I (pequeno desastre, pequena perda) a IV (grande impacto, grande perda).

Já na variável evolução, Castro (1999) *apud* Kobiyama *et al.* (2006) os categorizam em três tipos, sendo como desastres súbitos, que são caracterizados pela rapidez na evolução do evento ocorrido; desastres graduais, por terem uma evolução em etapas progressivas; por fim, desastres de somação de efeitos parciais, caracterizados pela ocorrência de muitos

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

acidentes semelhantes e os efeitos combinados desses acidentes constituem um desastre de grande proporção.

Segundo ainda Castro (1999) *apud* Kobiyama *et al.* (2006), no que diz respeito à origem, os desastres são classificados em naturais, humanos ou mistos. Por fim, quanto à duração, para Sidle *et al.* (2004) *apud* Kobiyama *et al.* (2006), os desastres subdividem-se em episódico e crônico. O primeiro, que embora ocorra em momento esporádico, a magnitude com que ocorre ocasiona grandes prejuízos. Já o crônico, tem seu efeito sentido em longo prazo.

2.1.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO ÀS DINÂMICAS INTERNAS E EXTERNAS DA TERRA

De acordo com Tominaga *et al.* (2009), quanto à dinâmica interna da Terra, os desastres naturais podem ser terremotos, maremotos, vulcanismo e tsunamis. Conforme Jesus (2013), a dinâmica interna, geralmente, vem de movimentos tectônicos no interior da Terra e suas consequências. Em contrapartida, os fenômenos da dinâmica externa, segundo Tominaga *et al.* (2009), abrangem tempestades, inundações, escorregamentos, tornados, entre outros. Jesus (2013) afirma que esses fenômenos atuam sobre a superfície da Terra.

Para Jesus (2013), estes fenômenos se subdividem em:

Dinâmica Interna

- Movimentos epirogênicos: são movimentos verticais para cima e para baixo e ocorrem lentamente ao longo de alguns anos, devido à pressão que recebem das camadas internas da Terra. Eles são responsáveis pelo abaixamento (epirogênese negativa) ou soerguimento (epirogênese positiva) do continente, o que causa a transgressão e regressão marinha.
- Movimentos orogênicos: são resultados da pressão horizontal ou vertical dentro da terra. Assim como os movimentos epirogênicos, eles são o resultado de diferentes movimentos tectônicos. Esses são os motivos da formação de montanhas, geralmente devido à colisão de placas. O resultado pode ocorrer por meio de dobramento ou falha. São movimentos de curta duração em períodos geológicos, mas muito intensos.
- Vulcanismo: são atividades de movimento e liberação de materiais magmáticos de dentro para a superfície da Terra, no momento em que há transbordamento de lava, além da emissão de gases e fumaça. Os elementos vulcânicos são designados pela utilização do termo vulcanismo.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

Dinâmica Externa

- Chuva: as chuvas têm forte poder de modelamento na crosta terrestre.
- Vento: comum em regiões desérticas ou de dunas, o vento age, sobretudo, no movimento de areia solta.
- Gelo: possui grande poder de erosão, sendo que os fiordes resultam da ação dele.
- Rio: gera diversas passagens de água por toda a extensão do seu leito.
- Mar: tem presença forte na modelagem litorânea em função da regressão ou avanço das marés. As falésias, por exemplo, decorrente das ações marítimas, resultam em grandes paredões de areia.

Segundo Castro *et al.* (2003), em relação às dinâmicas externas, os fatores meteorológicos e climáticos são os principais responsáveis pelos desastres naturais que se devem aos efeitos desses fenômenos na superfície da Terra. Uma série de manuais de desastres promovidos pela Secretaria Nacional de Defesa Civil e Proteção estipulam que os desastres naturais relacionados à geodinâmica terrestre externa têm as seguintes tipologias:

- Desastres naturais causados pelo vento (vendavais ou tempestades, vendavais muito fortes ou extremamente intensos, ciclones tropicais ou extratropicais, furacões, tufões, tornados e trombas d'água);
- Desastres naturais relativos a temperaturas extremas (ondas fortes de frio, nevadas, nevascas ou tempestades de neve, aludes ou avalanches de neve, granizo, geada, ondas de calor, ventos secos e quentes);
- Desastres naturais relacionados ao aumento da precipitação e inundações (inundações graduais ou enchentes, enxurradas e inundações repentinas, alagamentos e inundações costeiras);
- Desastres naturais referentes a uma diminuição acentuada na precipitação de água (estiagens, secas, quedas bruscas na umidade relativa do ar e incêndios florestais).

2.1.2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À ORIGEM DOS DESASTRES

Tominaga *et al.* (2009) afirmam que a origem ou causa dos desastres podem ser classificadas como naturais ou provocadas pelo homem (antropogênicas). Os desastres naturais são causados por fenômenos e desequilíbrios naturais e podem acontecer independentemente da forma como os humanos agem. Um fenômeno natural de grande intensidade, intensificado ou não pelas atividades humanas, é considerado um desastre

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

natural. Alguns exemplos de tais eventos são inundações, deslizamentos de terra e erosão, ventos fortes, formando vendaval, furacões e tornados.

De acordo com Alcântara-Ayala (2002); Castro (1999); Kobiyama *et al.* (2006); Marcelino (2008) *apud* Tominaga *et al.* (2009), os desastres humanos ou antropogênicos referem-se a desastres causados pelo homem, como acidentes de trânsito, incêndios industriais, poluição de rios, rompimento de barragens, entre outros.

2.1.3 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À INTENSIDADE

Segundo Tominaga *et al.* (2009), é muito importante avaliar a intensidade do desastre para favorecer o planejamento da resposta e da recuperação da área afetada, como indica o Quadro 01.

Os recursos e ações necessárias para apoiar as vítimas dependem da intensidade dos danos e perdas causados por este desastre. Em relação à intensidade, quatro níveis são considerados, variando de I (pequeno desastre, pequena perda) a IV (grande impacto, grande perda) (TOMINAGA *et al.*, 2009).

Quadro 01: Classificação dos desastres em relação à intensidade.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

Nível	Intensidade	Situação
I	Desastres de pequeno porte, também chamados de <u>acidentes</u> , onde os impactos causados são pouco importantes e os prejuízos pouco vultosos. (Prejuízo menor que 5% PIB municipal)	Facilmente superável com os recursos do município.
II	De média intensidade, onde os impactos são de alguma importância e os prejuízos são significativos, embora não sejam vultosos. (Prejuízos entre 5% e 10% PIB municipal)	Superável pelo município, desde que envolva uma mobilização e administração especial.
III	De grande intensidade, com danos importantes e prejuízos vultosos. (Prejuízos entre 10% e 30% PIB municipal)	A situação de normalidade pode ser restabelecida com recursos locais, desde que complementados com recursos estaduais e federais. (Situação de Emergência – SE)
IV	De muito grande intensidade, com impactos muito significativos e prejuízos muito vultosos. (Prejuízos maiores que 30% PIB municipal)	Não é superável pelo município, sem que receba ajuda externa. Eventualmente necessita de ajuda internacional. (Estado de Calamidade Pública – ECP)

Fonte: Kobiyama et al. (2006) apud Tominaga et al. (2009).

Segundo Castro (1999) apud Kobiyama et al. (2006), os níveis I e II são desastres que os municípios podem facilmente superar e não requerem recursos estaduais ou federais. O nível III significa que, desde que recursos estaduais e federais sejam adicionados, os recursos locais podem ser usados para restaurar o status funcional. O nível IV significa que mesmo que o município tenha compreendido totalmente a situação e esteja preparado, o mesmo não pode superar o desastre sem o apoio dos governos estadual e federal. Nesse caso, o município decreta o Estado de Calamidade Pública (ECP).

2.2 FOTOGRAMETRIA

De acordo com *American Society of Photogrammetry* (1979) apud Tommaselli (2009) a fotogrametria é:

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

A arte, ciência e tecnologia de obtenção de informação confiável sobre objetos físicos e o meio ambiente através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes (AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, 1979 *apud* TOMMASELLI, 2009, p. 01).

2.2.1 CLASSIFICAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA QUANTO AO TIPO DE TRATAMENTO DADO ÀS FOTOGRAFIAS AÉREAS

Segundo Carvalho e Araújo (2009), a fotogrametria pode ser:

- Numérica: processo pelo qual um computador converte uma imagem fotográfica em mapa, de forma matemática.
- Digital: além de armazenar as fotos e mapas gerados em formato de imagem em mídia magnética, o computador também realiza o processo de restituição fotogramétrica.

2.2.2 CLASSIFICAÇÕES DA FOTOGRAMETRIA QUANTO AO TIPO ESPACIAL DA CÂMARA

Conforme Carvalho e Araújo (2009), a fotogrametria pode ser classificada em:

- Fotogrametria terrestre: as fotos utilizadas foram tiradas de um local fixo no solo, sendo o eixo óptico da câmera na posição horizontal.
- Fotogrametria aérea: quando o eixo óptico da câmera está na posição vertical ou oblíqua, as fotos utilizadas são tiradas de uma estação móvel (aeronave, ultraleve ou tipo balão) no espaço.
- Fotogrametria espacial: as imagens processadas são obtidas a partir de fotos tiradas por uma estação móvel fora da atmosfera terrestre por meio de uma câmera balística (uma câmera fixada na superfície da terra e/ou da lua).

2.3 SENSORIAMENTO REMOTO

O termo sensoriamento remoto, conforme Faria (2015), foi usado pela primeira vez por

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

Evelyn L. Pruit, em 1960 e, no momento atual, é uma das ciências mais dissipadas e pesquisadas no mundo para medir e monitorar recursos terrestres, sendo o Brasil, em referência a utilização de tecnologias de coleta automática de dados, um dos maiores usuários.

De acordo com Maio *et al.* (2008),

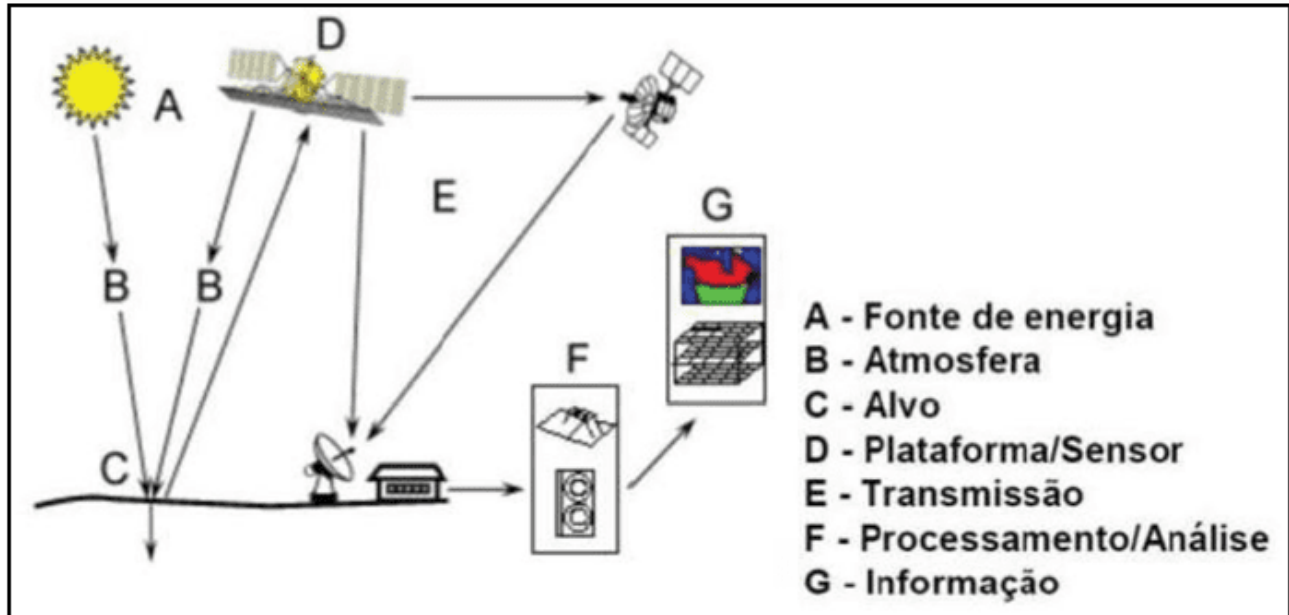
O Sensoriamento Remoto pode ser entendido como um conjunto de atividades que permite a obtenção de informações dos objetos que compõem a superfície terrestre sem a necessidade de contato direto com os mesmos. Estas atividades envolvem a detecção, aquisição e análise (interpretação e extração de informações) da energia eletromagnética emitida ou refletida pelos objetos terrestres e registradas por sensores remotos. A energia eletromagnética utilizada na obtenção dos dados por sensoriamento remoto é também denominada de radiação eletromagnética (MAIO *et al.*, 2008, p. 05).

Conforme Schowengerdt (2007) *apud* Lorenzzetti (2015), o Sensoriamento Remoto é considerado como o uso de dados adquiridos por meio de aviões e satélites para medir as características de objetos na superfície terrestre. Em contrapartida, segundo Slater (1980) *apud* Lorenzzetti (2015), o Sensoriamento Remoto é o conjunto de atividades relacionadas aos recursos naturais da Terra ou às informações ambientais, conseguidas pela análise da energia eletromagnética refletida, emitida ou retroespalhada por um alvo. Os satélites, aviões, foguetes e balões são alguns exemplos de plataformas em altitude que podem acoplar os sensores para a coleta da energia eletromagnética citada anteriormente.

A Imagem 01 apresenta o funcionamento de coleta de informações através do sensoriamento remoto.

Imagem 01: Obtenção de imagens por sensoriamento remoto a nível orbital.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Souza, 2010. Avery e Berlin (1992) *apud* Andrade (2011) acreditam que os sensores captam dados por meio da interação da radiação eletromagnética com objetos e fenômenos existentes na superfície. Esses sinais são convertidos em sinais elétricos e então transmitidos para a estação de aquisição de dados. Por meio de vários processos de processamento de imagens, os dados registrados são modificados em diferentes dispositivos de interpretação, obtendo-se assim informações sintetizadas, por exemplo, na forma de imagens, gráficos ou tabelas. Por fim, essas informações serão expostas aos usuários finais, que poderão aplicá-las em pesquisas em áreas como planejamento urbano, saúde e meio ambiente.

2.3.1 SENSORES REMOTOS

Segundo Maio *et al.* (2008), um sensor remoto é um dispositivo que pode detectar energia eletromagnética (em certas bandas de frequência do espectro eletromagnético) de um objeto, convertê-lo em um sinal elétrico e gravá-lo para que possa ser transmitido ou armazenado em tempo real e, em seguida, convertido em informações para descrever as características dos objetos que compõem a superfície terrestre.

2.4 RPA

As Aeronaves Remotamente Pilotadas são frequentemente chamadas de “drones”, um termo genérico oriundo dos Estados Unidos da América (EUA), que significa todo objeto aéreo não tripulado que pode ser usado para qualquer propósito (profissional ou recreativo) (PECHARROMAN e VEIGA, 2017 *apud* LACHI, 2018).

Conforme Jensen (2009) *apud* Pereira (2018), para melhorar o processo de aquisição de dados espaciais, podem ser utilizadas aeronaves remotamente pilotadas (RPA – *Remotely Piloted Aircraft*) ou “drones”. Em comparação com aeronaves tripuladas ou satélites para o mesmo objetivo, o uso do RPA em pesquisas de sensoriamento remoto pode obter dados de alta resolução espacial com menor custo de aquisição. Ainda de acordo com Neto *et al.* (2017) *apud* Pereira (2018), no campo do Cadastro Ambiental Rural (CAR), pode-se garantir a utilização de ortofoto elaborada por RPA como ferramenta interessante de tomada de decisão, ao mesmo tempo em que fornece informações claras (resolução espacial / temporal) e documentos cartográficos com qualidade.

2.5 GPS

Com o desenvolvimento do instrumental alusivo à imagem do solo, em relação à divisão e classificação do uso da terra, principalmente por meio do uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), as geotecnologias tornaram-se mais próximas do trabalho de campo. Tecnicamente falando, ao longo do tempo, as tecnologias de sensoriamento remoto apoiadas por GIS, Estatística Espacial e GPS mudaram a topografia tradicional para caracterizar o uso de atributos, podendo contribuir na desenvoltura de planos de gestão ambiental (GEBLER; PALHARES, 2007 *apud* MENEZES *et al.*, 2017).

Segundo Cintra e Gonçalves (2019), no processo de coleta de dados de campo por meio da tecnologia de sensoriamento remoto, o GPS fornece a localização da câmera no momento de cada foto, definindo assim o chamado voo suportado. Através da correlação entre imagens e outras tecnologias de reconhecimento de padrões e visão computacional, o programa pode detectar pontos comuns em fotos adjacentes dentro do mesmo alcance de voo e nas laterais e pode calcular a altura de cada ponto do objeto para gerar um modelo digital do terreno.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

2.6 GNSS CINEMÁTICO EM TEMPO REAL (RTK)

De acordo com *United State Government* (2016) *apud* Lopes (2017), o sistema GNSS ou *Global Navigation Satellite Systems* permite aos humanos obterem dados de posicionamento em escala global. Na década de 1970, o sistema GNSS originou-se do plano do Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD) que criou o NAVSTAR-GPS (ou apenas GPS) e pela antiga União Soviética, idealizadora do GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikowaya Sistema*, em russo). Os referidos sistemas foram desenvolvidos por militares e seu objetivo original foi de garantir o posicionamento preciso das tropas em terreno desconhecido.

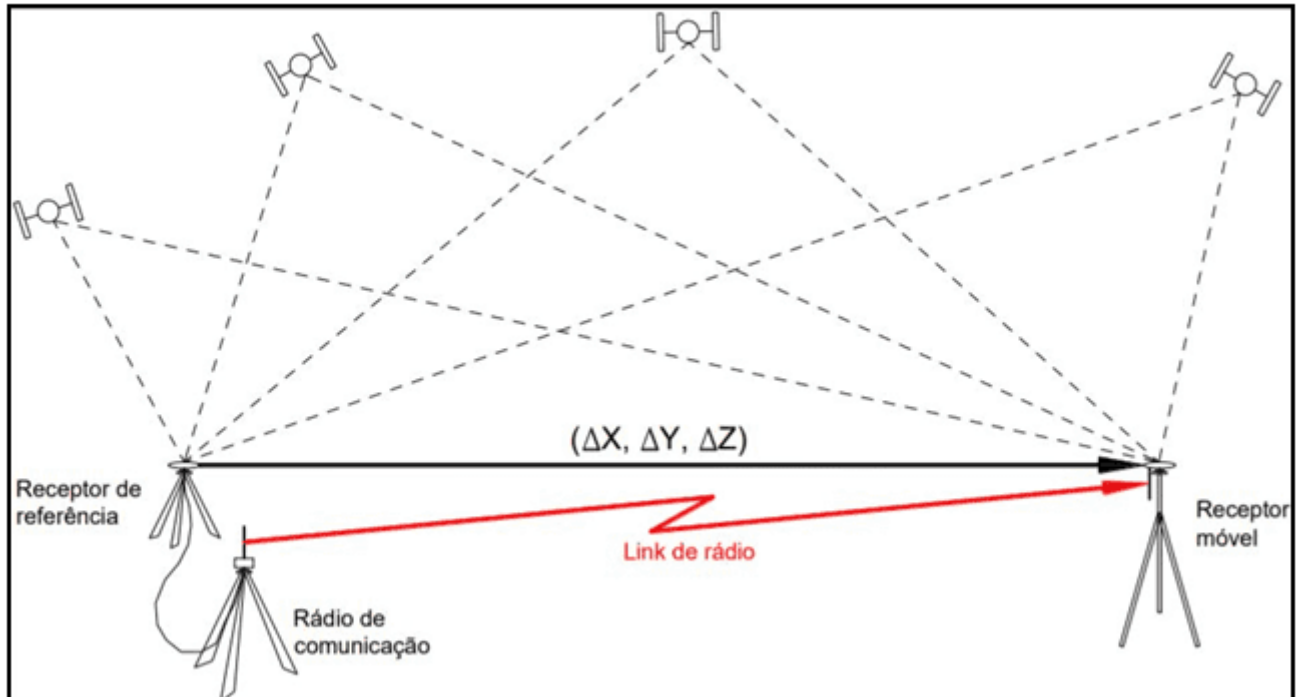
A coleta de dados GNSS em tempo real cinemático ou RTK (*Real Time Kinematic*) é uma tecnologia que pode obter os valores x, y e z com alta precisão (± 3 cm) sem que o receptor execute a medição em posição estática (MONICO, 2008 *apud* LOPES, 2017).

Conforme o INCRA (2013), a definição de posicionamento pelo RTK (*Real Time Kinematic*) baseia-se na transmissão instantânea do sinal do satélite para o sinal de correção que se propaga desde o receptor instalado no vértice de referência até o receptor do vértice de interesse. Desta forma, fornece conhecimento instantâneo (tempo real) das coordenadas precisas dos vértices levantados.

A Imagem 02 apresenta o sistema RTK Convencional.

Imagem 02: RTK convencional.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: INCRA, 2013.

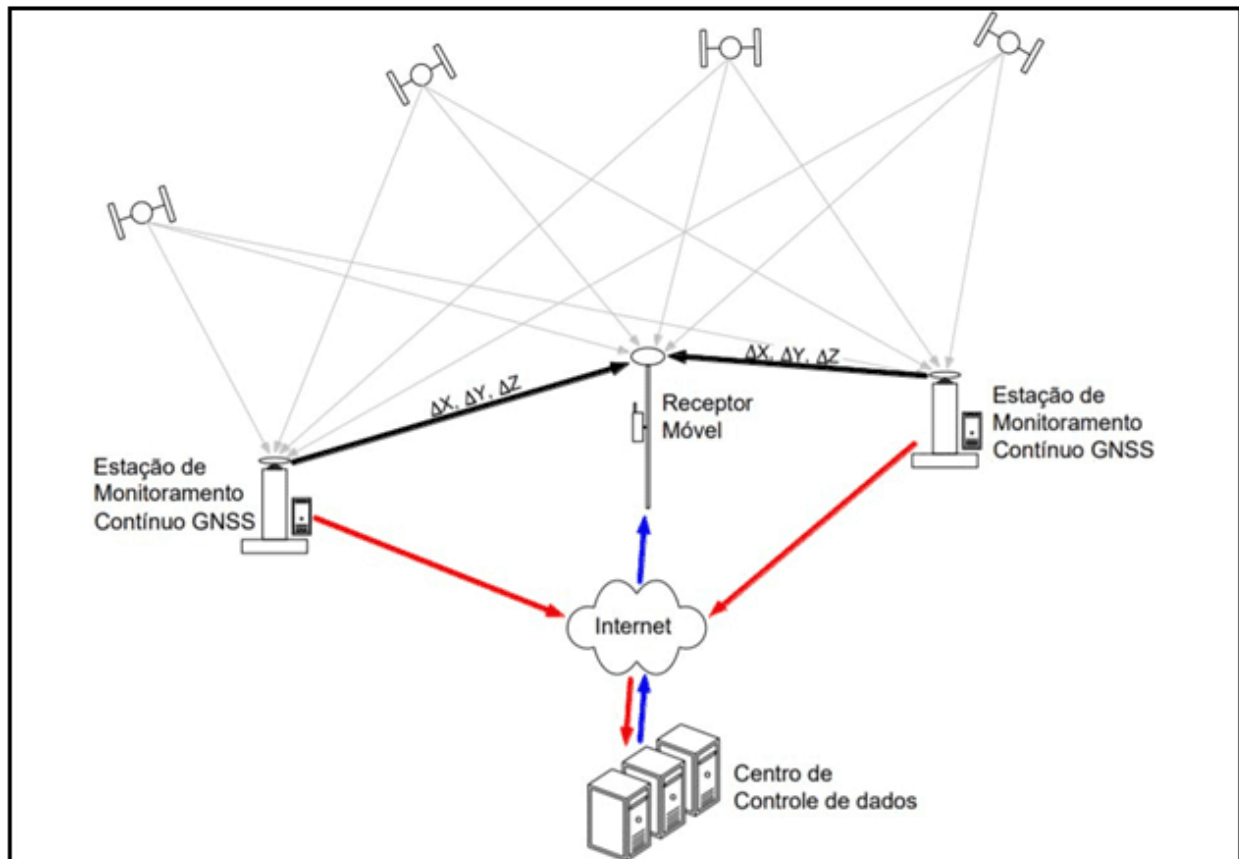
Um fator que limita a cobertura dos levantamentos RTK tradicionais é a faixa de transmissão das ondas de rádio. Resumidamente, o alcance máximo é determinado com base na potência do rádio e nos obstáculos físicos. (INCRA, 2013).

Segundo o INCRA (2013), desde o desenvolvimento da tecnologia de telefonia móvel GSM, 3G e GRPS, a tecnologia RTK em rede se tornou popular. No RTK em rede, ao contrário de somente uma estação de referência, há várias estações de monitoramento consecutivas ligadas ao servidor central. A partir desse momento, os dados de correção são compartilhados para o receptor móvel via Internet. O IBGE oferece, de forma gratuita, o serviço RTK em rede que fornece dados de correção em formato determinado pelo *Radio Technical Committee for Maritime Service* (RTCM), por meio de protocolo na Internet denominado por *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP). A possibilidade de posicionamento relativo cinemático em tempo real, a partir deste serviço, é limitada às proximidades da estação de referência da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) dos Sistemas GNSS que concedem esse serviço.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

A Imagem 03 abaixo apresenta o RTK em rede.

Imagem 03: RTK em rede.



Fonte: INCRA, 2013.

Conforme o INCRA (2013), usando este método de posicionamento, mais de um vetor pode ser obtido de acordo com o número de estações de referência envolvidas, executando assim o ajustamento das observações, o que leva a proporcionar maior precisão e controle.

3. METODOLOGIA

Segundo Menezes *et al.* (2019), a pesquisa equivale a um conjunto de ações que, com o objetivo de se encontrarem resultados e respostas a um problema apresentado de forma

prévia, deve seguir uma série de procedimentos determinados antecipadamente por meio de um método fundamentado na racionalidade.

A metodologia, para Fonseca (2002) *apud* Gerhardt e Silveira (2009), é o estudo da organização, dos trajetos a serem trilhados para se fazer ciência ou para se produzir uma pesquisa ou um estudo. Etimologicamente, significa o estudo dos instrumentos e caminhos usados para fazer uma pesquisa científica, sendo que *methodos* quer dizer organização e *logos*, estudo sistemático, pesquisa, investigação.

3.1 TIPOS DE PESQUISA

A pesquisa pode ser dividida quanto à natureza, aos fins, aos meios e à abordagem do problema.

3.1.1 PESQUISA QUANTO À NATUREZA

Quanto à natureza, a presente pesquisa pode ser definida como aplicada, uma vez que ela envolve dados reais de um determinado local, sendo coletados com o objetivo de gerar soluções aos problemas apresentados. A pesquisa aplicada visa fornecer conhecimento para aplicações práticas, resolver problemas específicos e abranger verdades e interesses locais (GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

3.1.2 PESQUISA QUANTO AOS FINS

Quanto aos fins, a referida pesquisa caracteriza-se como exploratória, pois trata-se de um estudo de caso. Conforme Gil (2007) *apud* Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa exploratória visa aumentar a intimidade com o problema, com foco em torná-lo mais claro ou a estabelecer hipóteses. A maioria dessas pesquisas envolve: (a) levantamentos bibliográficos; (b) entrevistas com pessoas que têm experiência prática com o problema, em pesquisa; (c) análise de exemplos que estimulam a compreensão. Essas pesquisas podem ser classificadas em: pesquisas bibliográficas e estudos de caso.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

3.1.3 PESQUISA QUANTO AOS MEIOS

Quanto aos meios, a pesquisa, em questão, pode ser classificada como um estudo de caso. De acordo com Gil (2002), o estudo de caso baseia-se na pesquisa aprofundada e detalhada sobre um ou vários objetos, de modo que se tenha um conhecimento extenso e detalhado.

3.1.4 PESQUISA QUANTO À ABORDAGEM DO PROBLEMA

Quanto à abordagem do problema, dadas os traços da pesquisa objeto desse trabalho, parece adequado defini-la como quantitativa, pois dados referentes ao local serão coletados e analisados para a apresentação dos possíveis resultados. Conforme Gil (1994) *apud* Almeida (2020), a pesquisa quantitativa declara que tudo é quantificável, o que remete converter opiniões e números em informações que serão classificadas e analisadas.

3.2 UNIVERSO E AMOSTRA: CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL EM ANÁLISE

Segundo Gil (1999) *apud* Rabelo (2009), o universo ou população é um grupo de elementos definidos com certas características, ao passo que uma amostra é um subconjunto do universo ou da população, através do qual as características do universo ou da população podem ser estabelecidas ou estimadas.

Na pesquisa, o universo estudado trata-se da Avenida Tereza Cristina em Belo Horizonte/MG. A amostra delimitada está baseada em um recorte espacial situado à Avenida Tereza Cristina, 8.345, bairro da Indústrias II, em Belo Horizonte, CEP 30.514-080, localizado na divisa entre os municípios de Contagem e Belo Horizonte, próximo à BR-040, no KM 536, na região do Barreiro, na bacia do Ribeirão Arrudas. A Imagem 04, a seguir, apresenta o recorte espacial mencionado anteriormente.

Imagem 04: Recorte espacial do trecho em estudo na Avenida Tereza Cristina em Belo Horizonte.



Fonte: ADAPTADO DE: GOOGLE MAPS, 2020.

3.3 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

3.3.1 COLETA DE DADOS

Conforme Marconi e Lakatos (2003), a técnica pode ser definida como:

Conjunto de preceitos ou processos de que se serve uma ciência ou arte; é a habilidade para usar esses preceitos ou normas, a parte prática. Toda ciência utiliza inúmeras técnicas na obtenção de seus propósitos (MARCONI E LAKATOS, 2003, p. 174).

Os erros e defeitos causados por entrevistadores inexperientes ou de informantes tendenciosos podem ser evitados através de um fator indispensável que é o controle rígido da aplicação das ferramentas de pesquisa (MARCONI E LAKATOS, 2003). De acordo com Chaer *et al.* (2011), existem vários procedimentos de coleta de dados. Para Marconi e Lakatos (2003), destacam-se, em linhas gerais, análise de conteúdo, coleta documental,

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

observação, questionário, entrevista, formulário, medidas de opiniões e atitudes, técnicas mercadológicas, testes, sociometria e história de vida.

Esta pesquisa tem como objetivo principal analisar a aplicação do Sensoriamento Remoto para a realização de estudos dos desastres naturais decorrentes de inundações e enxurradas, na Avenida Tereza Cristina, localizada na região oeste de Belo Horizonte/MG. Baseado nisso, considerou-se as seguintes formas para a coleta de dados:

- Dados da primitiva cedidos pela empresa responsável da obra do recorte espacial supracitado;
- Coleta de dados do recorte espacial através de RPA (drone) juntamente com o GNSS RTK TPS Modelo T10;
- Dados meteorológicos de índices pluviométricos do local em estudo por meio da Defesa Civil;
- Artigos científicos, livros, periódicos e reportagens relacionados com o tema, em questão.

Dessa maneira, no dia 16 de abril de 2020, foi realizado uma visita técnica no local da pesquisa para a execução de levantamentos a fim de obter informações para análise e apresentação de resultados referentes a aplicação do Sensoriamento Remoto para a realização de estudos dos desastres naturais decorrentes de inundações e enxurradas.

À princípio, nesse levantamento, foram demarcados no recorte espacial 04 pontos de controle, tendo as informações geográficas captadas através do GNSS RTK. A seguir, foi realizado um levantamento aerofotogramétrico sobre o local estudado a partir de uma Aeronave Remotamente Pilotada (drone). Dessa forma, um plano de voo foi realizado e geradas fotografias aéreas.

Na sequência, podem ser visualizadas nas Imagens 05 e 06 os pontos de controle coletados e também a base instalada.

Imagem 05: Vista parcial do ponto 03 no recorte espacial na Avenida Tereza Cristina em Belo Horizonte/MG.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Pesquisadores, 2020.

Na Imagem 05 acima, pode ser observado o início da sobreposição de placas asfálticas, no recorte espacial, do Rio Arrudas na Avenida, em estudo.

Imagem 06: Vista parcial dos pontos 01, 02, 04 e da base no recorte espacial na Avenida Tereza Cristina em Belo Horizonte/MG.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Pesquisadores, 2020.

Na Imagem 06 acima, pode-se visualizar a realização de obras emergenciais por parte das Prefeituras de Belo Horizonte e Contagem após a ocorrência das enchentes e inundações no recorte espacial estudado.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

3.3.2 ANÁLISE DE DADOS

Segundo Trujillo (1974) *apud* Marconi e Lakatos (2003), a análise ou explicação é uma tentativa de provar a relação entre o fenômeno estudado e outros fatores. Por exemplo, essas relações podem ser determinadas com base em suas relações de causa-feito, produtor-produto, de correlações e de análise de conteúdo.

Nesta pesquisa, a análise dos dados será executada com base no processamento e estudo das informações coletadas em campo, da primitiva cedida pela empresa responsável pela execução da obra e dos índices pluviométricos obtidos pela Defesa Civil de Belo Horizonte. Dessa maneira, o objetivo é apresentar as aplicações do Sensoriamento Remoto para a análise e estudo dos desastres naturais e seus benefícios, aplicar o Sensoriamento Remoto para o estudo de enxurradas, alagamentos e inundações e avaliar o uso do Sensoriamento Remoto para a prevenção e mitigação de desastres naturais na Avenida Tereza Cristina, em Belo Horizonte/MG.

3.4 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

No período em que o levantamento dos dados da pesquisa foi realizado, o acesso de veículos ao local do recorte espacial, em estudo, foi limitado apenas para a equipe da empresa que estava realizando a obra. Devido às enchentes e inundações, a coleta de dados foi dificultada pela grande existência de lama.

Além disso, a pandemia referente ao COVID-19 impossibilitou o contato físico entre os pesquisadores e os moradores locais.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

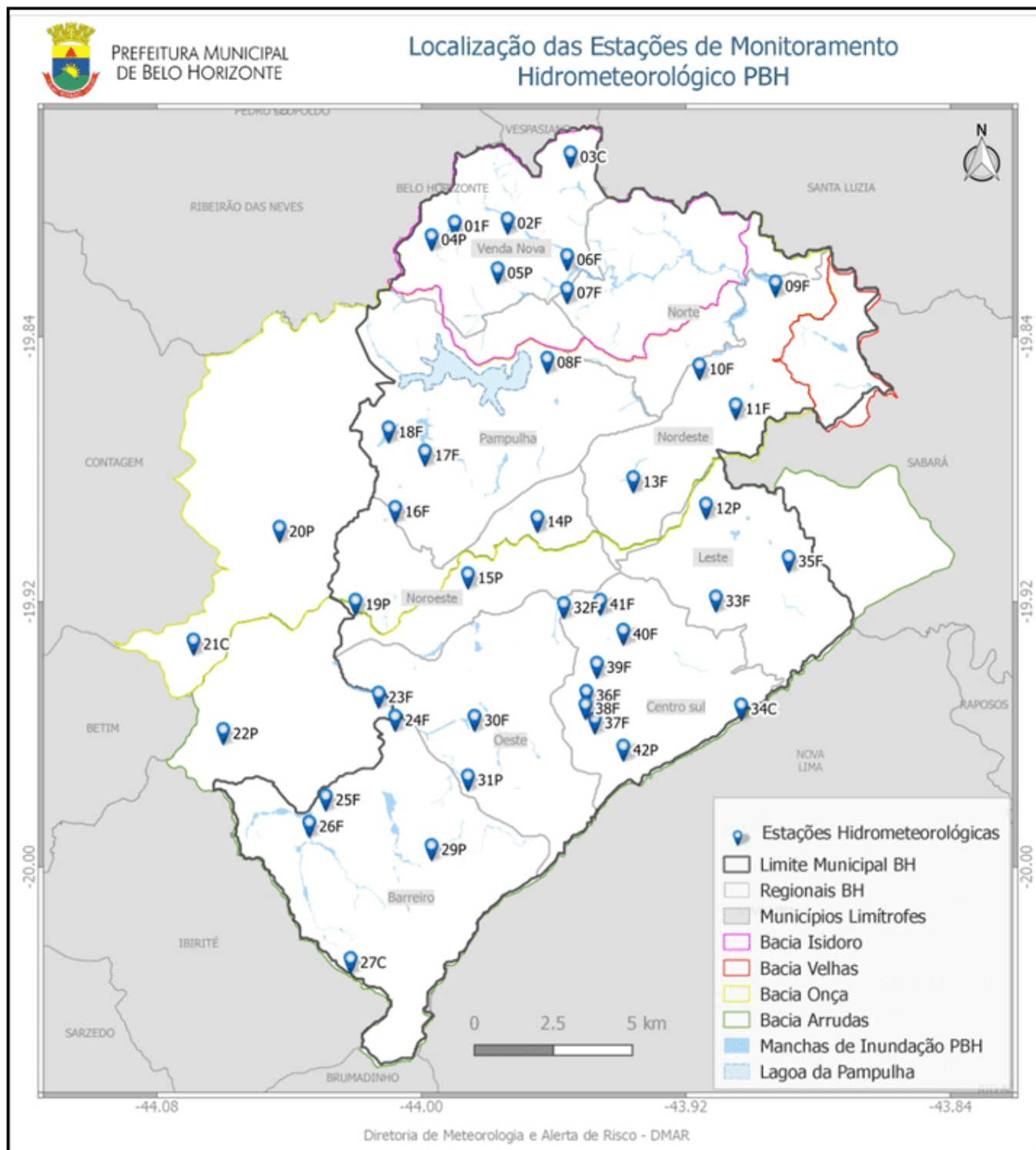
Mediante os desastres naturais ocorridos na Avenida Tereza Cristina, principalmente, no recorte espacial deste estudo, foi realizado a busca de índices pluviométricos juntamente com a Defesa Civil de Belo Horizonte para conhecimento dos referidos dados no local, com o objetivo de aplicá-los como base de análises dos motivos de grandes estragos causados.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

Segue o Mapa 01, o qual apresenta todas as estações pluviométricas e fluviométricas de Belo Horizonte, por região.

Mapa 01: Localização das estações de Monitoramento Hidrometeorológico PBH.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

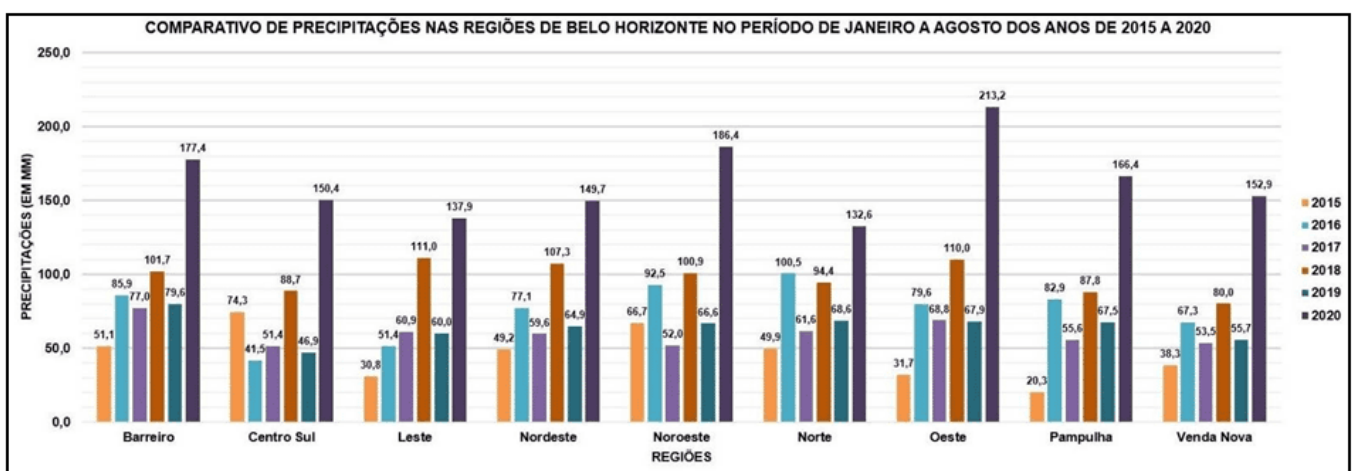


Fonte: Defesa Civil de Belo Horizonte (2020).

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

É importante ressaltar que foram levadas em consideração apenas as estações meteorológicas pluviométricas. Em função dos desastres ocorridos no mês de Janeiro de 2020, foi realizado um gráfico, com o objetivo de comparar os índices pluviométricos dos meses de Janeiro a Agosto dos anos de 2015 a 2020, conforme pode ser visualizado no Gráfico 01.

Gráfico 01: Comparativo de precipitações nas regiões de Belo Horizonte no período de Janeiro a Agosto dos anos de 2015 a 2020.



Fonte: Defesa Civil de Belo Horizonte (adaptado). De acordo com o Gráfico 01, pode-se perceber que houve aumento dos índices pluviométricos em todas as regiões de Belo Horizonte, no período supracitado. Além disso, a região Oeste apresentou as maiores precipitações no ano de 2020, em relação as outras regiões. Dessa maneira, pode-se influir que esses altos valores de chuva desencadearam os desastres naturais ocorridos em toda a região Oeste, mais precisamente, no local de estudo dessa pesquisa.

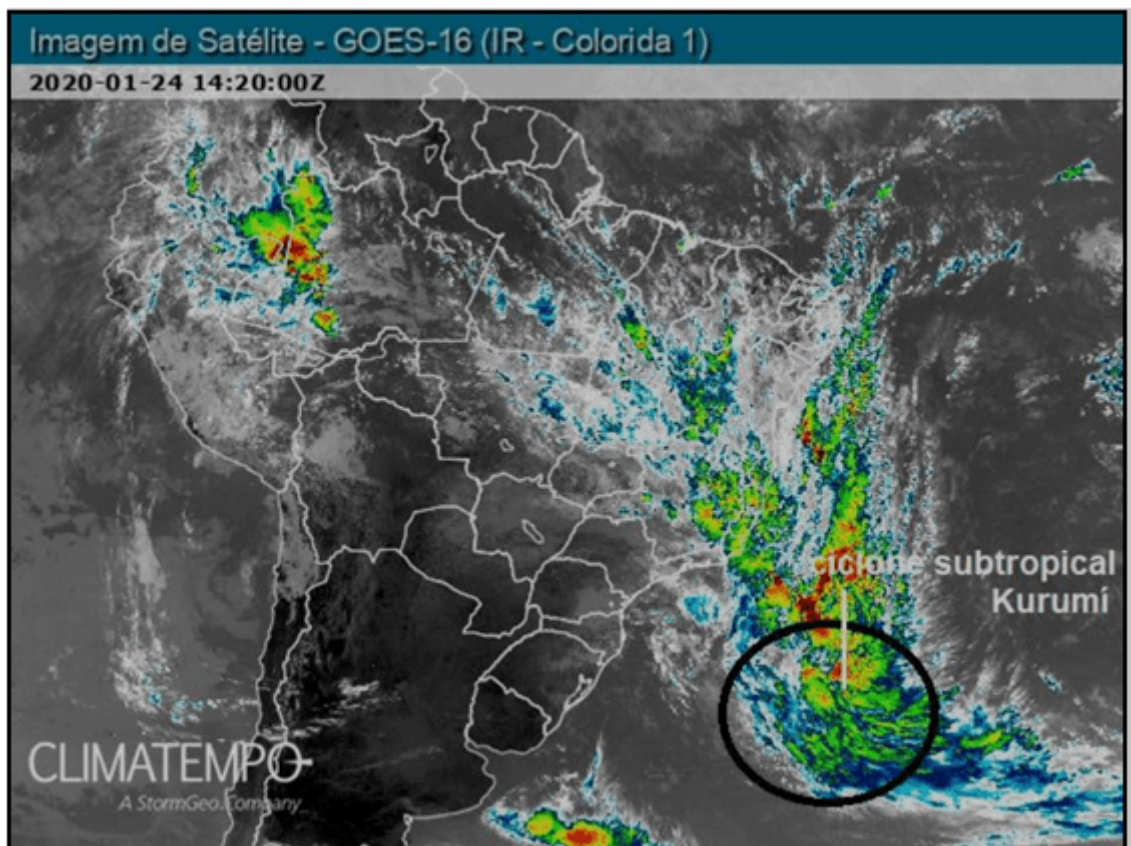
Pode-se perceber também que o ano de 2018 apresentou os segundos maiores índices pluviométricos em comparação com os outros anos, exceto em relação ao ano de 2020, que apresentou os maiores índices. Dentre os fatores que podem ter contribuído para a ocorrência dos grandes índices pluviométricos registrados no ano de 2020, pode-se citar o ciclone Kurumi, as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e as mudanças climáticas.

A Imagem 07 mostra um registro do Satélite Goes-16, no dia 24/01/2020, às 14h20min, a

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

qual expõe o movimento do ciclone Kurumi próximo ao Brasil, principalmente, no recorte espacial, em estudo.

Imagem 07: Ciclone Kurumi registrado pelo satélite Goes-16 no dia 24/01/2020, às 14h20min.

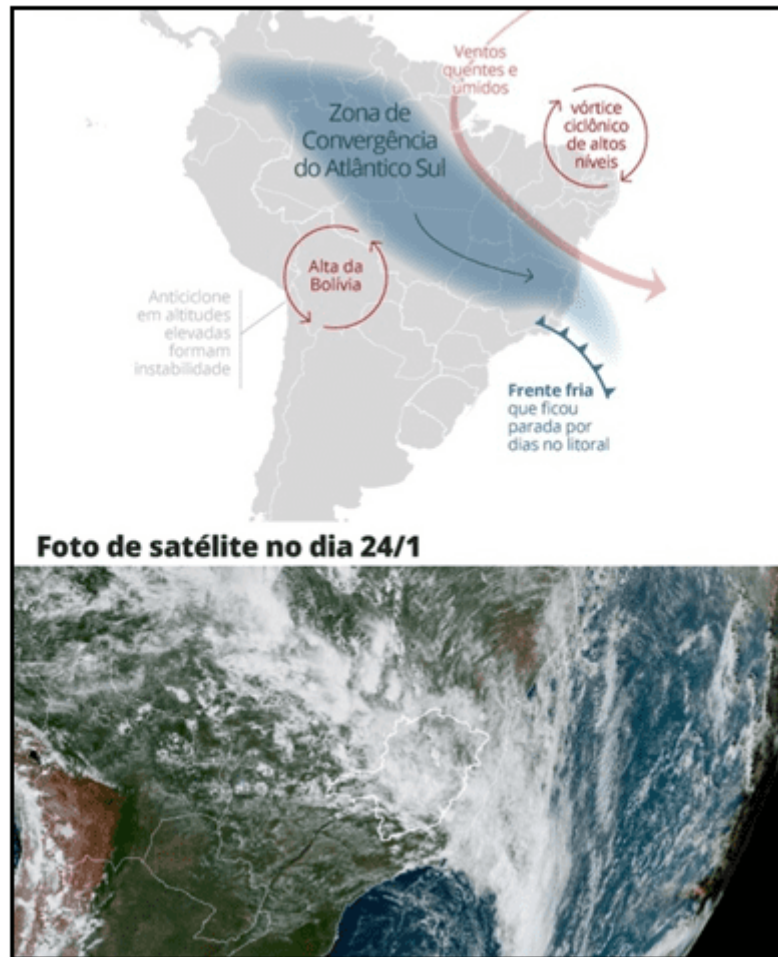


Fonte: ClimaTempo, 2020.

Outro fenômeno que pode ter influenciado nas grandes precipitações ocorridas no recorte espacial, em estudo, no mês de Janeiro de 2020, são as Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). A Imagem 08 apresenta as ZCAS ocorridas nesse período informado.

Imagem 08: Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Fonte: ClimaTempo, 2020.

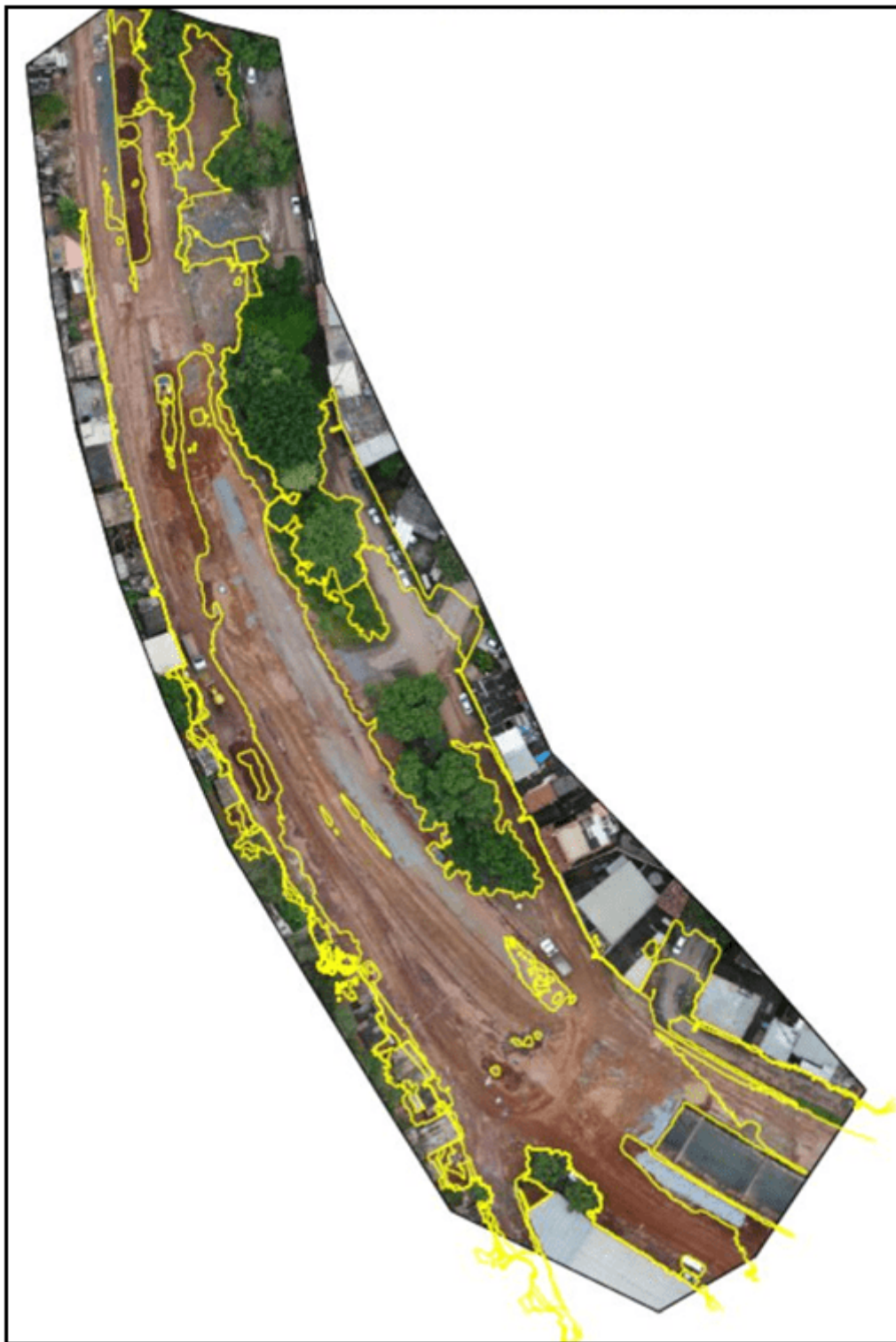
As ZCAS transportam umidade da Amazônia para o oceano Atlântico e quando se tem uma frente fria estacionada no litoral do sudeste do Brasil, esse transporte de umidade reforça as frentes frias, o que proporciona fortes chuvas. Somado a isso, a mudança no clima é outro fator que pode ter colaborado para a ocorrência dos grandes desastres ocorridos no trecho, em estudo, uma vez que as mudanças climáticas deixam a atmosfera mais quente e propiciam a carregar umidade, o que gera a ocorrência de chuvas torrenciais.

Com o uso dos instrumentos do Sensoriamento Remoto para o estudo dos desastres naturais no local de análise, foram coletadas imagens por meio de drone com o intuito de analisar e monitorar os impactos causados pelas enxurradas, alagamentos e inundações. A Imagem 09 apresenta o ortomosaico gerado a partir de imagens de drone.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais:
Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região
Oeste De Belo Horizonte

Imagem 09: Ortomosaico realizado através de imagens de drone do recorte espacial, em estudo.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Autores, 2020.

Juntamente com os pontos de pontos de controle obtidos com o RTK, o ortomosaico acima

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

apresenta um grande detalhamento de informações do trecho, em estudo. Pode-se visualizar nele que as moradias da população em volta da Avenida Tereza Cristina correm grandes riscos de desabarem em função de suas frágeis estruturas físicas. Pode-se perceber também que a força da água arrancou a massa asfáltica da Avenida, tendo em vista o grande volume de água que passou ao longo do trecho.

Em virtude da posição geográfica do recorte espacial estudado, foram geradas curvas de nível do trecho, como podem ser vistas nas Imagens 09 e 10, tendo como a finalidade analisar a possibilidade de influência da declividade do terreno para o desencadeamento de enxurradas, alagamentos e inundações.

Segue abaixo, a Imagem 10, com as curvas de nível do recorte espacial, em estudo.

Imagem 10: Curvas de nível do recorte espacial estudado na Avenida Tereza Cristina.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte



Fonte: Construtora Marins, 2020 (adaptado).

As curvas de nível acima foram produzidas no Software Topograph 98 SE através dos dados da primitiva captados pelo levantamento topográfico feito pela empresa Marins, a qual ganhou a licitação para a realização da reconstrução da avenida Tereza Cristina, em Belo

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

Horizonte, principalmente, no trecho, em estudo. Esses dados foram obtidos antes da execução das obras, com o objetivo de confeccionar o projeto de reconstrução da via.

Percebe-se que, as curvas de nível das Imagens 09 e 10 são mais próximas nas laterais da Avenida, o que significa uma declividade mais acentuada nesses pontos. Muitas famílias residem em casas que estão afixadas nesses taludes, propiciando altos riscos para essas pessoas, principalmente, em períodos chuvosos.

Dessa maneira, possivelmente, a velocidade das águas originadas das chuvas e daquelas vindas de outros logradouros tenha se intensificado através das altas declividades constatadas no local, o que ter pode promovido maiores estragos na Avenida Tereza Cristina.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que a população da região Oeste de Belo Horizonte sofre com o alto número de ocorrências de inundações, enchentes e alagamentos, o estudo dos prejuízos atingidos por esses desastres é de suma importância. Dessa forma, este trabalho poderá influenciar e conduzir a tomada de decisão do poder público.

Com a análise espacial dos dados coletados, foi possível compreender que a divisão das ocorrências de inundação na regional Oeste não foi semelhante, se acumulando em apenas uma parte da região. Pôde-se observar que os comerciantes da regional Oeste são os mais afetados com as inundações ocorridas no período de chuvas, em especial na altura do número 8.345, no bairro das Indústrias II, em Belo Horizonte/MG. Isso reforça o destaque para a importância da execução das obras e manutenção da mesma e também de medidas socioeducativas.

Além disso, é importante que haja um estudo minucioso da bacia do Ribeirão Arrudas e seus afluentes na qual esses desastres naturais ocorrem para que seja plausíveis maneiras de planejar medidas de controle estruturais e não estruturais, a fim de restringir as inundações e, conseqüentemente, os prejuízos provocados. O dano causado com as inundações do período chuvoso mostra que a gestão dos desastres não deve ser o foco e sim a gestão de risco, visto que, ela é imprescindível na restrição dos desastres naturais e, portanto, na redução dos estragos envolvidos. Finalmente, sugere-se para futuros trabalhos que seja

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais: Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região Oeste De Belo Horizonte

realizado o levantamento de danos, a fim de obter a compreensão das pessoas frente aos prejuízos gerados pelas inundações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maurício Barcellos. Noções básicas sobre metodologia de pesquisa científica. DTGI-ECI/UFMG, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <<http://mba.eci.ufmg.br/downloads/metodologia.pdf>>. Acesso em: 01/10/2020.

ANDRADE, Sandra Fernandes de. Sensoriamento remoto e algumas aplicações. Caderno de Estudos Geoambientais CADEGEO, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 02, n. 01, p. 13-26, 2011. Disponível em: <www.cadegeo.uff.br>. Acesso em: 30/09/2020.

CARVALHO, Edilson Alves de; ARAÚJO, Paulo César de. As fotografias aéreas e sua utilização pela Cartografia. In: CARVALHO, Edilson Alves de; ARAÚJO, Paulo César de. Leituras Cartográficas e Interpretações Estatísticas II, 2009, v. 12, 244 p. Disponível em: <http://www.ead.uepb.edu.br/arquivos/cursos/Geografia_PAR_UAB/Fasciculos%20-%20Material/Leituras_Cartograficas_II/Le_Ca_II_A10_IZ_GR_260809.pdf>. Acesso em: 06/04/2020.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. Brasil *et al.* Manual de desastres: desastres naturais. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003, 174 p, v. 1. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/governo/secretaria-de-governo/defesa-civil/desastres_naturais_vol1.pdf>. Acesso em: 13/04/2020.

CHAEER, *et al.* Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

CINTRA, Jorge Pimentel; GONÇALES, Rodrigo. Aplicações das tecnologias Laser Scan e aerofotogrametria por drone para museus. Anais do Museu Paulista, São Paulo, v. 27, p. 01-28, 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-47142019000100406&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15/05/2020.

FARIA, Raiza Moniz. Classificação temporal de imagens LandSat 8 para o monitoramento das mudanças do uso da terra. 2015. 52 p. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais:
Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região
Oeste De Belo Horizonte

Viçosa, Viçosa, 2015. Disponível em:
<<http://www.geo.ufv.br/wp-content/uploads/2015/07/Raiza-Moniz-Faria.pdf>>. Acesso em:
14/05/2020.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. Métodos de Pesquisa, 1 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009, 120 p. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/52806>>. Acesso em: 01/10/2020.

GIL, Antônio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa, 4 ed. São Paulo: Atlas S. A., 2002, 176 p. Disponível em:
<http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf>. Acesso em: 02/10/2020.

INCRA. INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Manual técnico de posicionamento: georreferenciamento de imóveis rurais, 1 ed. Brasília: INCRA, 2013, 37 p. Disponível em:
<https://sigef.incra.gov.br/static/documentos/manual_tecnico_posicionamento_1ed.pdf>. Acesso em: 14/04/2020.

JESUS, Fernando Soares. Dinâmica interna e externa da Terra. Geografia Opinativa, Santa Catarina, 27 de fevereiro de 2013. Disponível em:
<<https://www.geografiaopinativa.com.br/2013/08/dinamica-interna-e-externa-da-terra.html>>. Acesso em: 14/04/2020.

KOBIYAMA, Masato *et al.* Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos, 1 ed. Florianópolis: Organic Trading, 2006, 109 p. Disponível em:
<<https://cetesb.sp.gov.br/proclima/wp-content/uploads/sites/36/2014/05/prevencaodedesastresnaturaisconceitosbasicos.pdf>>. Acesso em: 12/04/2020.

LACHI, Bruno Henrique Arguelho Oruê. O emprego de aeronave remotamente pilotada no CBMGO: uma proposta de regulamentação por norma operacional. Comando da Academia e Ensino Bombeiro Militar, Goiânia, Janeiro, 2018. Disponível em:
<<http://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/TCC-LACHI.pdf>>. Acesso em: 30/09/2020.

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais:
Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região
Oeste De Belo Horizonte

LOPES, Juliano Marçal. Uso de tecnologia GNSS-RTK no controle automatizado de máquinas de construção civil e infraestrutura viária. Orientador: Jorge Luiz Alves Trabanco. 2017. 109 p. Dissertação (mestrado) – Engenharia Civil, Unicamp, Campinas, 2017. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/321810/1/Lopes_JulianoMarcal_M.pdf>. Acesso em: 30/09/2020.

LORENZZETTI, João Antônio. Princípios físicos de sensoriamento remoto. São Paulo: Blucher, 2015, 292 p.

MAIO, Angélica Di. Sensoriamento remoto. Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT): Agência Espacial Brasileira, 2008, 82 p. Disponível em: <http://200.144.244.96/cda/oba/aeb/sensoriamento_remoto_alta_resolucao_2008.pdf>. Acesso em: 13/04/2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de metodologia científica, 5 ed. São Paulo: Atlas S. A, 2003. Disponível em: <http://docente.ifrn.edu.br/olivianeta/disciplinas/copy_of_historia-i/historia-ii/china-e-india/view>. Acesso em: 01/10/2020.

MENEZES, Afonso Henrique Novaes *et al.* Metodologia científica: teoria e aplicação na educação à distância. Petrolina-PE, 2019, 83 p. Disponível em: <<https://portais.univasf.edu.br/dacc/noticias/livro-univasf/metodologia-cientifica-teoria-e-aplicacao-na-educacao-a-distancia.pdf>>. Acesso em: 01/10/2020.

MENEZES, Sady Júnior Martins da Costa de *et al.* Geotecnologias aplicadas à gestão ambiental. Diversidade e Gestão, Três Rios/RJ, volume especial, p. 57-69, 2017. Disponível em: <http://www.itr.ufrrj.br/diversidadeegestao/wp-content/uploads/2017/07/05-Geotecnologias_Sady_revisado_20_05_17.pdf>. Acesso em: 15/04/2020.

PEREIRA, João Roberto Zolet. Análise comparativa de dados RapidEye e dados RPA para o Cadastro Ambiental Rural (CAR). Orientador: Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi. 2018. 26 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Florestal, Brasília, 2018. Disponível em:

O Uso Do Sensoriamento Remoto Aplicado Aos Desastres Naturais:
Estudo De Caso Da Avenida Tereza Cristina Localizada Na Região
Oeste De Belo Horizonte

<https://bdm.unb.br/bitstream/10483/21918/1/2018_JoaoRobertoZoletPereira_tcc.pdf>.
Acesso em: 13/04/2020.

RABELO, César Simões. Metodologias para o cumprimento de prazos: um estudo de caso sobre gerenciamento de projetos na administração pública municipal de Pains – MG. 2009. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – UNIFOR-MG, Formiga, 2009. Disponível em: <<https://repositorioinstitucional.unifor.br/21074/xmlui/bitstream/handle/123456789/76/CesarSRabelo-EP.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 02/10/2020.

SAUSEN, Tania Maria; LACRUZ, María Silvia Pardi. Sensoriamento remoto para desastres, 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015, 288 p.

TOMINAGA, Lídia Keiko *et al.* Desastres naturais: conhecer para prevenir, 1 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009, 196 p. Disponível em: <http://www.sidec.sp.gov.br/defesacivil/media/OSDownloads/1438375861_DesastresNaturais.pdf>. Acesso em: 12/04/2020.

TOMMASELLI, Antônio Maria Garcia. Introdução. In: TOMMASELLI, Antônio Maria Garcia. Fotogrametria básica. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2009. cap. 1, 14 p., v. 1. Disponível em: <http://www.faed.udesc.br/arquivos/id_submenu/891/introducao_a_fotogrametria.pdf>. Acesso em: 06/04/2020.

^[1] Graduação em andamento em Engenharia de Produção Civil.

^[2] Graduação.

^[3] Orientador. Mestrado em andamento em Engenharia Civil.

^[4] Orientador.

^[5] Orientador.

Enviado: Fevereiro, 2021.

Aprovado: Março, 2021.