



EVENTOS SÍSMICOS E O RISCO AO PERIGO NATURAL NOS BAIROS VILA ATLÂNTIDA E IBITURUNA - MONTES CLAROS - MG

SEISMIC EVENTS AND THE RISK TO NATURAL HAZARD IN THE NEIGHBORHOODS VILA ATLÂNTIDA AND IBITURUNA - MONTES CLAROS -MG

EVENTOS SÍSMICOS Y EL RIESGO AL PELIGRO NATURAL EN LOS BARRIOS VILA ATLÂNTIDA E IBITURUNA - MONTES CLAROS - MG

Maykon Fredson Freitas Ferreira

Analista de Sismologia da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)
E-mail: maykonfredson@gmail.com

Expedito José Ferreira

Professor do Mestrado em Geografia da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes)
E-mail: expedito.jferreira@gmail.com

Maria Ivete Soares de Almeida

Professora do Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Montes Claros
(Unimontes)
E-mail: ivetegeo@yahoo.com.br

RESUMO:

Em Montes Claros, ao norte do Estado de Minas Gerais, uma reativação sísmica que ocorreu no ano 2012 tem elevado o nível de risco ao perigo natural em alguns bairros da cidade causando apreensão aos seus moradores. Isso é comprovado pela coexistência de áreas com ocorrências de sismos e populações vulneráveis no sentido econômico. Nesta cidade já foram registrados vários abalos de moderada intensidade com magnitude chegando a 4,2 na escala Richter. Montes Claros, assim como a maioria das cidades brasileiras, devido à pobreza dos moradores, não possui adequadas técnicas construtivas para reduzir o risco ao perigo natural. Embora seja pouco provável, a combinação de um sismo de alta magnitude e a vulnerabilidade econômica dos moradores que vivem próximos aos epicentros pode gerar consequências negativas ao bem-estar da sociedade. Diante deste problema, este trabalho se propôs a analisar dois bairros localizados na região noroeste da cidade, Vila Atlântida e Ibituruna, a fim de mostrar as diferenças que existem quanto à vulnerabilidade econômica dos moradores e o risco ao perigo gerado a partir da ocorrência de tremores de terra. Para isso foram utilizadas técnicas provenientes do sensoriamento remoto para mostrar formas, tamanhos, densidades e padrão de residências, aliados à sobreposição de dados econômicos dos setores censitários do IBGE. Como resultado, foi comprovado que o bairro Vila Atlântida possui um risco ao perigo natural maior que o bairro Ibituruna e as condições econômicas foram os principais fatores para determinar o nível de risco entre eles, uma vez que ambos estão próximos a área focal dos sismos. É necessário que o poder público tome medidas de intervenção principalmente no bairro com maior risco, pois caso haja outros abalos sísmicos a população destes bairros pode ser a mais afetada.

Palavras chave: risco; sensoriamento remoto; vulnerabilidade econômica.

ABSTRACT:

In Montes Claros, in the north of the state of Minas Gerais, a seismic reactivation which occurred in 2012 has raised the level of risk to natural hazard in some districts of the city, which is causing apprehension to its residents. This fact is proven by the coexistence of areas with occurrences of earthquakes and vulnerable

populations in the economic sense. In this city occurrences of several moderate-intensity shocks with a magnitude of 4.2 on the Richter scale have been observed. Montes Claros, as well as most Brazilian cities, due to the poor population, does not have adequate construction techniques to reduce the risk of natural hazard. Although unlikely, the combination of a high magnitude earthquake and the economic vulnerability of residents living near epicenters might have negative consequences for the well-being of society. Thus, this paper aims to analyze two districts located in the northwest region of the city, Vila Atlântida and Ibituruna, in order to show the differences that exist as to the economic vulnerability of the residents and the risk to the danger generated from the occurrence of earthquakes. For this purpose, remote sensing techniques were used to show shapes, sizes, densities and standard of residences, together with the overlapping of economic data of IBGE's census tracts. As a result, it has been proven that the Vila Atlântida district has a greater natural hazard risk than the one in Ibituruna, and the economic conditions were the main factors to determine the level of risk between them, since both are close to the earthquake focal area. It is necessary that the public authorities take intervention measures, especially in the districts with greater risk, because in case there are other seismic shocks, the population of these locations may be the most affected.

Keywords: risk; remote sensing; economic vulnerability.

RESUMEN:

En Montes Claros, al norte del Estado de Minas Gerais, una reactivación sísmica que ocurrió en el año 2012 ha elevado el nivel de riesgo al peligro natural en algunos barrios de la ciudad causando aprehensión a sus habitantes. Esto es comprobado por la coexistencia de áreas con ocurrencias de sismos y poblaciones vulnerables en el sentido económico. En esta ciudad ya se registraron varios temblores de intensidad moderada con magnitud llegando a 4,2 en la escala de Richter. Montes Claros, así como la mayoría de las ciudades brasileñas, debido a la pobreza de los habitantes, no posee adecuadas técnicas constructivas para reducir el riesgo al peligro natural. Aunque es poco probable, la combinación de un sismo de alta magnitud y la vulnerabilidad económica de los habitantes que viven cerca de los epicentros puede generar consecuencias negativas para el bienestar de la sociedad. Ante este problema, este trabajo se propuso analizar dos barrios ubicados en la región noroeste de la ciudad, Vila Atlântida e Ibituruna, a fin de mostrar las diferencias que existen en cuanto a la vulnerabilidad económica de los habitantes y el riesgo al peligro generado a partir de la ocurrencia de temblores de tierra. Para ello se utilizaron técnicas provenientes del sensor remoto para mostrar formas, tamaños, densidades y patrón de residencias, aliados a la superposición de datos económicos de los sectores censales del IBGE. Como resultado, se comprobó que el barrio Vila Atlântida posee un riesgo al peligro natural mayor que el barrio Ibituruna y las condiciones económicas fueron los principales factores para determinar el nivel de riesgo entre ellos, una vez que ambos están cerca del área focal de los sismos. Es necesario que el poder público tome medidas de intervención principalmente en el barrio con mayor riesgo, pues en el caso de otras ocurrencias sísmicas la población de estos barrios puede ser la más afectada.

Palabras clave: riesgo; teledetección; vulnerabilidad económica.

1 INTRODUÇÃO

Considerando um fenômeno natural em todo o mundo, o terremoto é o desastre natural que gera mais vítimas, produzindo perdas físicas, sociais, econômicas, ambientais e culturais. Este evento pode levar todo um país ao caos, desestabilizando a economia e atingindo seriamente toda uma sociedade, com reflexo no Produto Interno Bruto (PIB) e em seus indicadores sociais.

Segundo o Centre for Research on the Epidemiology of Desasters (CRED), na primeira década do século XXI, os sismos foram responsáveis por 67% das mortes e são os menos previsíveis, seguidos dos ciclones, 15%, das temperaturas extremas, 8%, e das epidemias, com 5%. Esse grande número de mortes pode ser explicado quando se observa a localização da população



mundial, que está ocupando cada vez mais áreas de risco e, em muitos casos, em edificações inadequadas (FERREIRA, 2012).

Em uma abordagem voltada para um viés natural, Aneas de Castro (2000, p. 02) entende que o risco corresponde ao “grau de perda previsto devido a um fenômeno natural determinado e em função tanto do perigo natural quanto da vulnerabilidade”. O risco também é entendido como uma construção social, uma percepção humana em relação à probabilidade de ocorrências de um evento com potencial de causar perigo, e as consequências surgem em função da vulnerabilidade do indivíduo ou de uma sociedade (ALMEIDA, 2011).

Os riscos podem ser percebidos de diversas formas, com abordagens que se materializam em variados segmentos da sociedade. Para Castro, Peixoto e Pires do Rio (2005), o risco refere-se à probabilidade de ocorrências de algum processo no tempo e no espaço, que não são constantes e nem determinados, e também se refere à maneira como estes processos afetam direta ou indiretamente a vida humana. Os riscos tendem a se manifestar com mais frequência nas áreas urbanas devido às inadequadas formas de ocupação do solo urbano e aos maiores processos produtivos, tecnológicos e sociais que potencializam as situações de perdas. Quase metade da população mundial está concentrada nas cidades, espaços limitados que evidenciam a generalização dos riscos e perigos. No ambiente urbano coexistem áreas ambientalmente instáveis e socialmente vulneráveis (ALMEIDA, 2012).

Nos estudos geográficos, Rebelo (2010) destaca que o risco está relacionado à probabilidade da ocorrência de algum evento perigoso que, de alguma forma, cause prejuízos para o ser humano e a sociedade, além da sua capacidade de controle. Conforme este autor, não há como se dissociar o conceito de risco do de vulnerabilidade, pois o ser humano sempre será afetado pelos processos naturais perigosos.

Diante do exposto, o risco se manifesta quando existem elementos expostos e susceptíveis aos efeitos dos fenômenos naturais. No tocante aos riscos naturais de origem sísmica, ocorrem quando existem elementos vulneráveis à ação dos sismos (SOUSA, 2006). Segundo esta autora, os elementos em risco podem ser os edifícios de uma região, uma cidade, um país, a população que nele habita, um sistema de infraestrutura ou equipamentos, uma atividade econômica, dentre outros.

Sousa (2006) enumerou três fatores que contribuem para o risco natural de origem sísmica de uma região: primeiro, o perigo potencial de ocorrência de sismos, segundo, a exposição e distribuição geográfica dos elementos em risco e terceiro, a vulnerabilidade dos elementos expostos juntamente com a extensão e o grau dos danos diante da ação dos sismos. A existência do risco

depende de indicadores de vulnerabilidade e fatores que proporcionem maior ou menor resiliência, através da capacidade adaptativa dos sistemas (MARTINS, 2010).

Os países com baixos índices de desenvolvimento são os mais vulneráveis aos desastres sísmicos, por não disporem de diretrizes claras dos Estados, e de planos de emergência para enfrentamento de eventos de moderada a forte intensidade. Assumpção (2011, p. 83) afirma que “terremotos de magnitude alta na Califórnia matam poucas dezenas de pessoas ao passo que terremotos apenas moderados em países pobres podem causar verdadeiras tragédias”. O exemplo mais recente, citado pelo referido autor, que demonstra essa realidade, ocorreu no Haiti, no terremoto de 12 de janeiro de 2010, magnitude 7 na escala Richter, com mais de 100 mil pessoas mortas e um somatório de incontáveis perdas financeiras.

O território brasileiro por se localizar numa região continental estável, interior da Placa Tectônica da América do Sul, apresenta uma sismicidade bem inferior àquela observada nas bordas de placas, zona de contato onde os sismos são mais frequentes e de maiores magnitudes (OBSIS, 2015). Este fato explica a quase inexistência de morte em decorrência de sismos no Brasil.

A única vítima fatal observada no Brasil ocorreu no tremor de 09 de dezembro de 2007, no vilarejo de Caraíbas, próximo a cidade de Itacarambi, Norte do Estado de Minas Gerais, com magnitude 4,9 na escala Richter (CHIMPLIGANOND *et al.* 2010). Neste tremor, todas as 50 casas do vilarejo foram afetadas, algumas com perda total, e todos os moradores foram removidos pela Defesa Civil e realocados para a cidade de Itacarambi. As características socioeconômicas elevaram a vulnerabilidade sísmica dessa população, pois, em sua maioria, eram pessoas carentes com baixo grau de escolaridade e precário acesso aos serviços públicos. Suas moradias eram frágeis, sem resistência a abalos sísmicos dessa natureza.

Para Lopes e Nunes (2011), a atividade sísmica no Brasil é considerada baixa, visto que a ocorrência média de sismos em todo seu território, por ano, é de dois tremores com magnitude acima de 4 na escala Richter, e a cada seis anos ocorre um sismo com magnitude maior que 5. Por sua vez, a cada quarenta e cinco anos ocorre um sismo com magnitude acima de 6. O autor menciona ainda que a ocorrência de um sismo acima de 7,5 de magnitude não é descartada, mesmo que sua frequência seja de um em oitocentos e oitenta e cinco anos.

Entretanto, mesmo diante da baixa frequência de sismos no Brasil, em Montes Claros, no Norte de Minas Gerais, uma reativação sísmica em 2012 elevou o grau de perigo sísmico a vários bairros da cidade. Os sismos dessa região estão relacionados a uma falha geológica de orientação NNW- SSE localizada na região noroeste da cidade (ASSUMPCÃO, 2013). Dessa forma, em relação aos sismos recentes, Montes Claros se destaca como uma das cidades com maior



recorrência de sismos no Brasil, sendo que o de maior magnitude registrado pelo SIS-UnB, foi de 4,2 na escala Richter, ocorrido no dia 19/05/2012. Este sismo causou danos às casas mais frágeis, chegando à intensidade V e VI na escala de Mercalli Modificada (ASSUMPCÃO, 2013).

Diante desse cenário onde há ocorrência de tremores, a identificação de áreas com risco a perigos é fundamental para a correta tomada de decisões, e, para isso, neste trabalho utilizou-se o sensoriamento remoto e sua aplicação em estudos da área urbana, principalmente a utilização de imagens de alta resolução espacial para a identificação de características econômicas da população em dois bairros atingidos por sismos na cidade de Montes Claros.

Devido à capacidade de monitorar a superfície terrestre e objetos da área urbana, o sensoriamento remoto por satélite tem sido uma poderosa ferramenta na identificação de formas, padrões, densidades, organização e tipos de equipamentos urbanos, como residências, loteamentos, arruamentos, praças, áreas verdes e outros mais. Assim, através dos dados gerados, foi possível analisar de forma integrada os equipamentos urbanos e inferir em quais bairros existe maior vulnerabilidade econômica e, conseqüentemente, identificar o risco ao perigo natural de origem sísmica.

Segundo Balzereck (2002) apud Bias, Brites e Rosa (2012), a utilização de imagens de alta resolução, como a IKONOS II, auxilia na análise e monitoramento da urbanização. Nestas resoluções existe um potencial muito grande para descobrir mudanças na construção das estruturas, densidades, tamanhos, e formas dos diversos elementos urbanos. A partir de índices de homogeneização e avaliação dos tamanhos dos polígonos, podem-se realizar análises quantitativas dos tipos e das características da ocupação urbana.

Para Leite (2011), as imagens de alta resolução espacial foram decisivas para os estudos de uso do solo urbano, visto que, para mapear essas áreas, é fundamental um maior detalhamento e escalas compatíveis. "O sensoriamento combinado ao SIG permite sistematização e análise dos padrões de uso do solo com alto índice de confiança" (LEITE 2011 p. 162).

A eficácia do uso do sensoriamento remoto na análise do espaço residencial é demonstrada no trabalho de Souza *et al* (2009) para a cidade de São José dos Campos, onde os autores utilizaram um mapa de cobertura do solo urbano, criado a partir da imagem QUICKBIRD, contendo classe de vegetação, tipos de telhados, piscinas, asfalto e outros, para realizar a análise de quadras residenciais que melhor caracterizavam as áreas de ocupação de população de baixa, média e alta renda.

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo identificar onde há maior risco ao perigo natural de origem sísmica, bairro Vila Atlântida e Ibituruna, observando através de imagens de alta

resolução os apontamentos econômicos mediante os aspectos residenciais urbanos como formas, texturas, densidades e padrões e analisando através da sobreposição de dados censitários do IBGE as vulnerabilidades econômicas.

Nesta abordagem, utilizou-se o método visual de fotointerpretação das imagens de alta resolução que permite uma análise constante da dinâmica dos bairros. Nota-se que existe uma complexidade na identificação de objetos analisados, visto que, em decorrência da diversidade de itens, é necessário um trabalho minucioso, sendo muito importante um prévio conhecimento da área estudada, assim como a necessidade de trabalhos de campo.

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO (ASPECTOS POPULACIONAIS E SÍSMICOS)

O município de Montes Claros está localizado entre as coordenadas geográficas 16° 04' 57" e 17° 08' 41" de Latitude Sul, e entre as Longitudes 43° 41' 56" e 44° 13' 1" Oeste de Greenwich, conforme figura 01. Este município se destaca no Norte de Minas Gerais pela sua relevância econômica regional e concentração populacional, caracterizando-se como a cidade mais dinâmica da região e em polo de convergência de pessoas e capital.

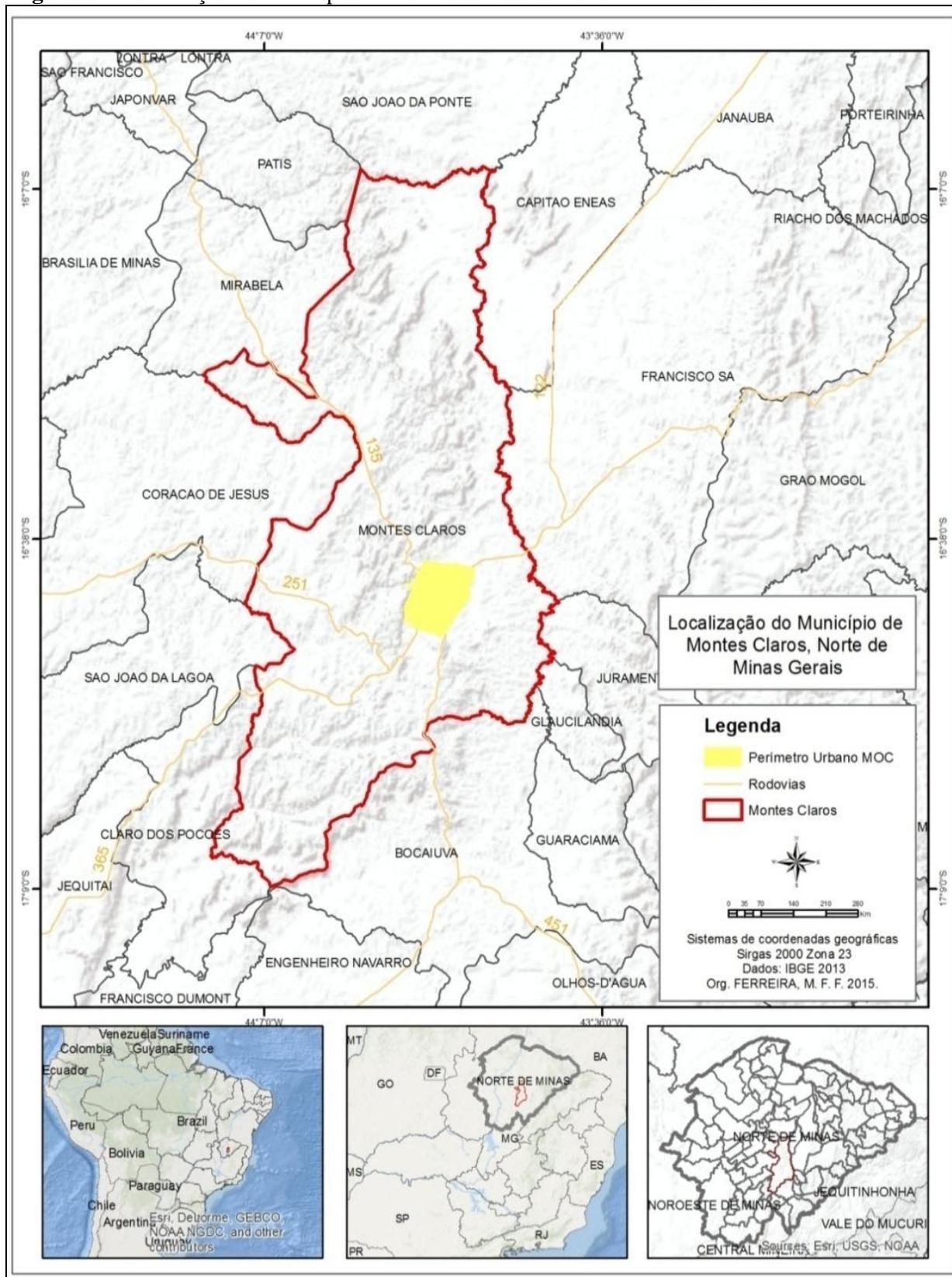
O crescimento populacional de Montes Claros se intensificou entre as décadas de 1960 e 1970, quando houve uma grande migração da população rural para a cidade. Nesse período, a população rural reduziu cerca de 274 % e a população urbana cresceu cerca de 183 %. Na década seguinte, o crescimento da população urbana se manteve no mesmo ritmo, aumentando cerca de 182% a quantidade de pessoas morando na cidade (LEITE, 2012).

Ainda, conforme Leite (2012), o rápido aumento da população provocou o crescimento físico da cidade na mesma proporção e isso dificultou a adoção de medidas estruturais e sociais para atender os imigrantes. Dessa forma, começaram a surgir áreas sem nenhuma infraestrutura básica, com uma população que apresenta baixos índices socioeconômicos.

Em 2010, a população de Montes Claros era de 361.915 habitantes, com uma densidade demográfica de 101,4 habitantes por Km². Com um produto interno bruto de \$4.021.834,00 este município se destaca como o maior da mesorregião e o nono do Estado de Minas Gerais (IBGE 2010). O Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, de acordo ao Atlas de Desenvolvimento Humano, em 2010, foi de 0,770, o mais elevado dentre todos os municípios do Norte de Minas.



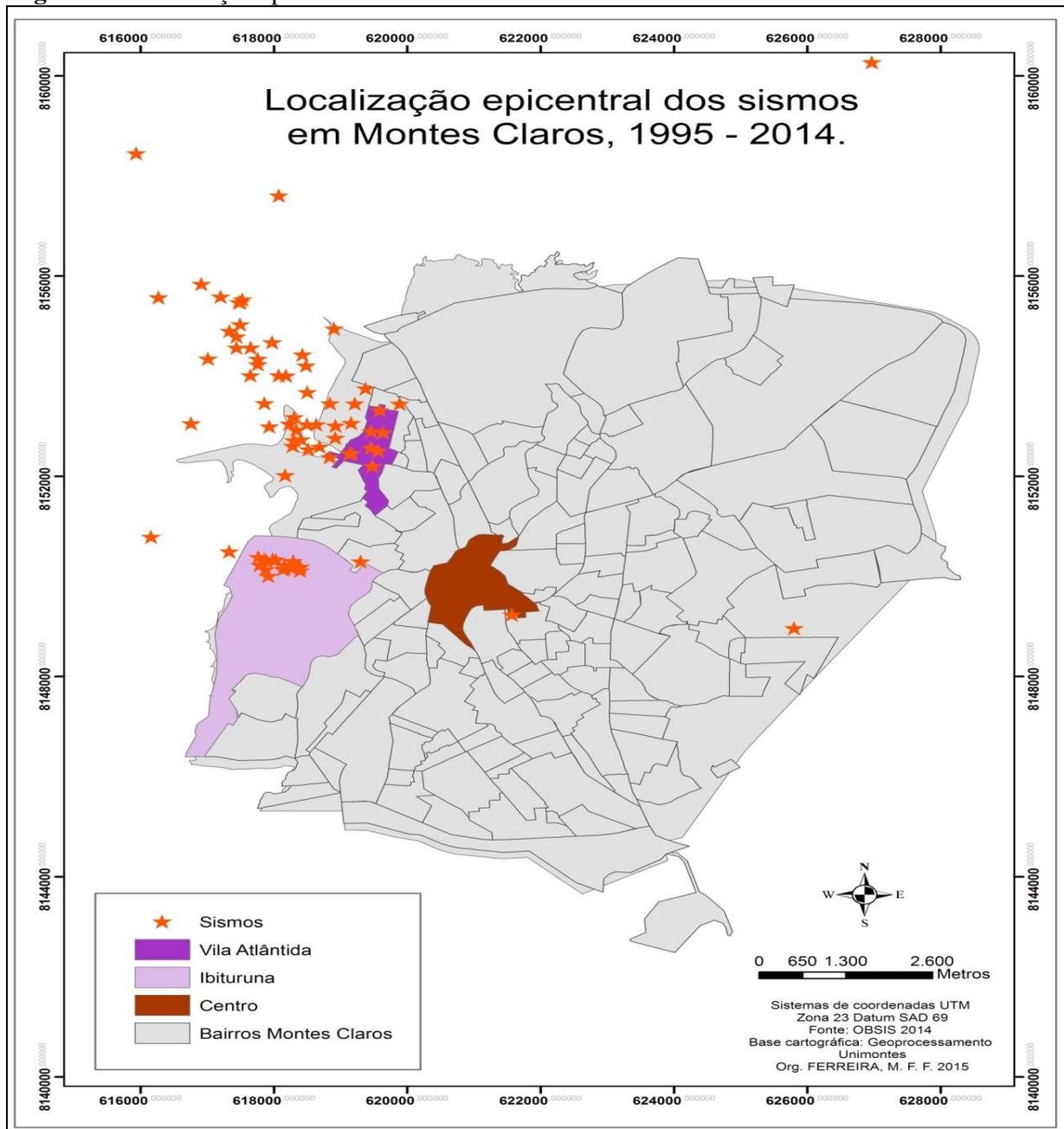
Figura 01: Localização do município de Montes Claros no Norte de Minas Gerais



Organização: FERREIRA, 2015

Em relação aos sismos em Montes Claros, se observa que os mesmos estão sendo registrados desde o ano de 1995 pelo Observatório Sismológico de Brasília – OBSIS, e a partir de 2012, pelas estações sismográficas da Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes. Diante dos dados gerados pelas estações sismográficas, disponibilizados no *site* do OBSIS e Unimontes, percebe-se que num período de dezenove anos, entre 1995 a 2014, houve cento e cinco tremores de terra, com magnitudes variando de 0,1 a 4,2 na escala Richter. Os bairros onde grande parte dos epicentros foram identificados são Vila Atlântida e Ibituruna, conforme mostra a figura 02.

Figura 02: Localização epicentral dos sismos em Montes Claros



Organização: FERREIRA, 2015



Diante do sismo ocorrido em 19 de maio de 2012, várias casas com estruturas frágeis foram danificadas com a queda de telhas e rebocos, trincas em paredes e outros pequenos danos estruturais (Figura 03). Além de danos materiais, observaram-se danos emocionais em moradores da região, pois esse fenômeno natural é imprevisível, tanto em relação a sua variabilidade temporal e quanto a sua magnitude.

Figura 03: Foto de telhas caídas em decorrência do tremor de terra em 19/05/2012



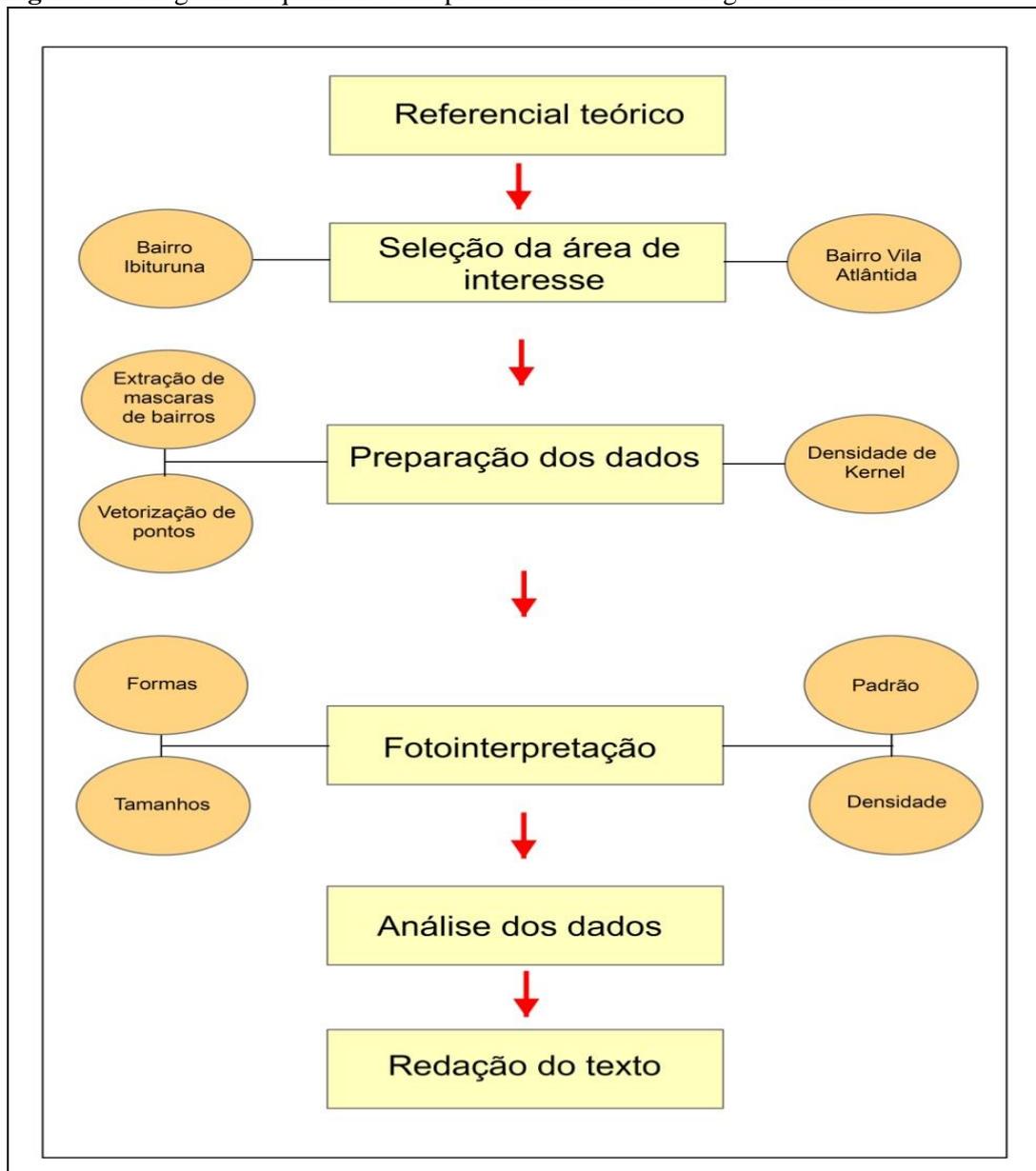
Fonte: G1/GRANDE MINAS, 2012

Através da sismicidade em Montes Claros é possível perceber que esta é uma cidade com destaque especial no campo da sismologia. Existe nesta cidade uma grande quantidade de eventos sísmicos, sendo que alguns possuem magnitudes moderadas capazes de gerar danos em estruturas frágeis e assustar a população de modo geral. O grande diferencial destes sismos consiste em suas localizações epicentrais, que afetam diretamente uma população em torno de 400 mil habitantes. Se os tremores estivessem localizados em uma área desabitada não causariam tantos danos e não repercutiriam como os ocorridos nesta cidade, pois não haveria preocupação quanto às consequências para as estruturas e tampouco para o ser humano.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os locais objetos desse trabalho encontram-se localizados entre as coordenadas centrais 16° 43' 46''S e 43° 53' 29''O, 16° 42' 01''S e 43° 52' 48''O, e compreendem os bairros Ibituruna e Vila Atlântida. Os procedimentos metodológicos adotados para o presente artigo têm como base uma revisão bibliográfica sobre temas relacionados ao trabalho, tratamento de imagens orbitais por meio do Processamento Digital de Imagens – PDI, fotointerpretação de imagens, vetorização de objetos, assim como a técnica da Densidade de Kernel para identificar as áreas de maior densidade residencial nos bairros (Figura 04).

Figura 04: Diagrama esquemático dos procedimentos metodológicos utilizados



Organização: FERREIRA, 2017



Foram utilizadas para este trabalho imagens digitais do satélite World View2 do ano 2011, lançados em órbita em outubro de 2009. Este produto possui oito bandas multiespectrais, uma resolução temporal de 1,1 dias, uma resolução espacial de 0,50 metros no pancromático e uma resolução radiométrica de 11 Bits por pixel, cobrindo a mancha urbana da cidade de Montes Claros. Para manipulação dos dados, utilizou-se o *software* ARC GIS 10.2, programa computacional licenciado pelo Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes.

A identificação dos aspectos residenciais, a partir da interpretação visual das imagens WorldView 2 do ano 2011, foi feita utilizando critérios convencionais de fotointerpretação, presentes no trabalho de Gonçalves *et al* (2005), a exemplo da cor, textura, forma, tamanho e padrão, convergindo evidências e interpretações geradas a partir do conhecimento da área. Dessa forma, foram utilizadas algumas chaves de interpretação como a organização do setor residencial, dimensões dos lotes, ocupação dos lotes em termos de área construída, tamanho das construções, densidade das construções, número de residências com piscinas, padrões ou heterogeneidade dos telhados e coberturas. Na figura 05, exemplos de interpretação feitas a partir da imagem do satélite World View2, não necessariamente da área da pesquisa, mas de locais aleatórios da cidade, mostram o potencial da imagem para interpretação de objetos.

Figura 05: Potencial para interpretação de imagem a partir do satélite World View2 ano 2011



Organização: FERREIRA, 2017

Além dos trabalhos de sensoriamento remoto, foram utilizados dados provenientes dos setores censitários do IBGE (2010), e realizada a sobreposição de áreas com aspectos econômicos aos limites dos bairros analisados. Para isso, utilizou-se o software de manipulação de dados espaciais Arc Gis 10.1.2 e criou-se um mapa que evidencia discrepâncias em termos de vulnerabilidade econômica dos moradores da área de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia utilizada no presente trabalho possibilitou levantar os diferentes tipos de uso residencial associados ao padrão construtivo e à condição econômica dos dois bairros analisados. Através da imagem orbital de alta resolução foi possível visualizar com detalhe toda a área de interesse, o que subsidiou de forma efetiva o trabalho. Essas tecnologias foram fundamentais para uma representação espacial dos objetos estudados e, a partir disso, correlacionar os resultados com áreas de risco ao perigo natural de origem sísmica.

Sabe-se que as diferentes classes econômicas se comportam de forma diferente em relação à construção do espaço físico que ocupam. Assim, a primeira análise feita se refere ao tamanho das edificações e unidades domiciliares por lote. Dessa forma, ao observar e analisar a figura 06 percebe-se diferenças explícitas nas formas, tamanhos, densidade e padrões, visto que ambas as imagens dos bairros estão na mesma escala de visualização.

Figura 06: Imagem de satélite dos bairros Vila Atlântida e Ibituruna



Organização: FERREIRA, 2017

As residências do bairro Vila Atlântida não possuem padrão elevado de construção, geralmente são pequenas e construídas em parte de um lote. Existe uma alta taxa de ocupação e ausência de recuos nas laterais frentes e fundos. Há presença de outras unidades domiciliares no mesmo lote e existe uma heterogeneidade muito grande em relação aos tipos de coberturas.

Todas essas características mostram as condições econômicas dos moradores do bairro, pois o adensamento residencial se justifica pela necessidade de moradia de filhos que se casam e não conseguem independência financeira. Essa situação vai ao encontro da afirmativa de Kurkdjian (1986) dizendo que “a ocorrência de mais de uma residência em um único lote é típica de populações mais carentes que, frente ao alto valor do solo urbano, criam mecanismos familiares, de sobrevivência”.

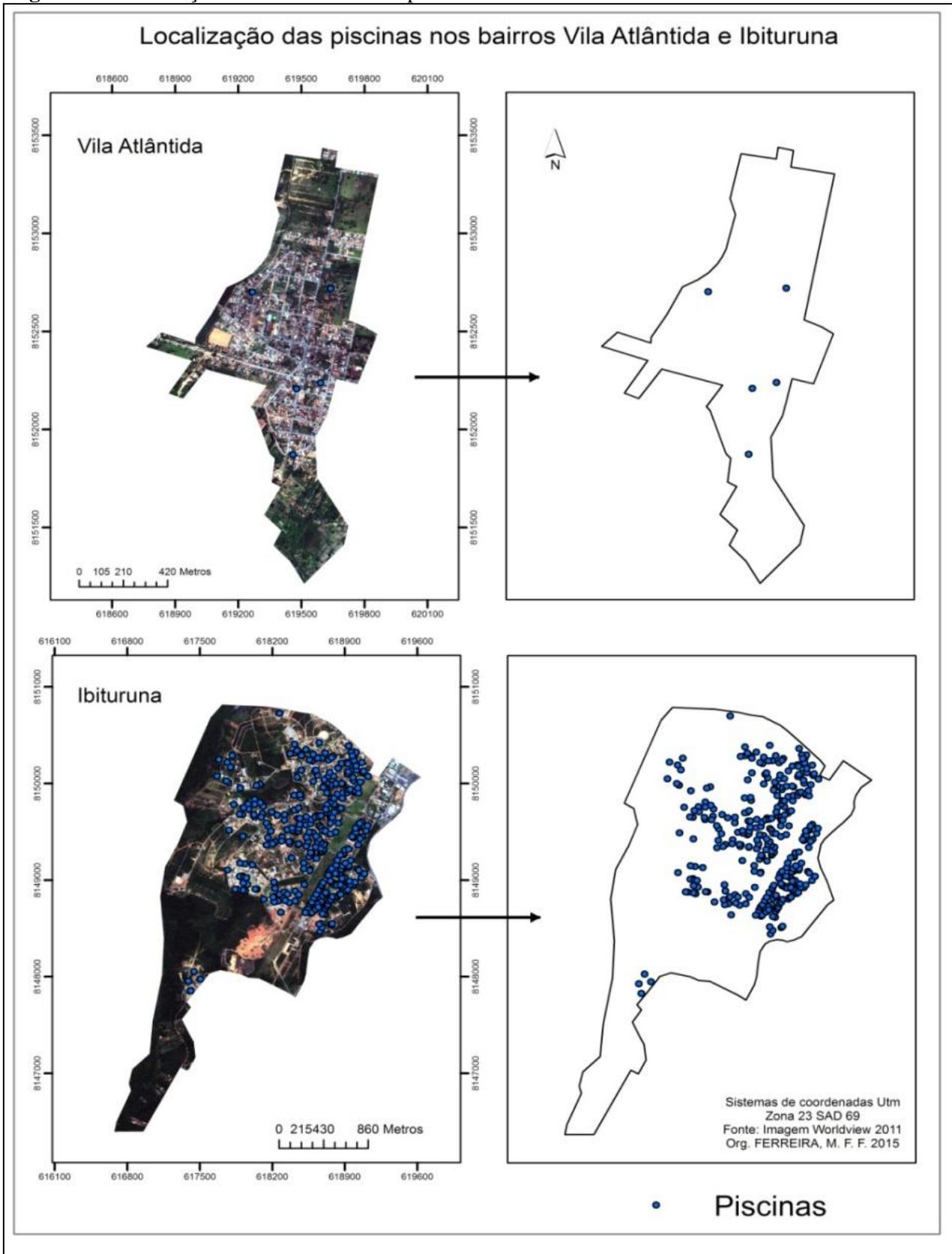
No bairro Ibituruna foi observado uma maior organização espacial em relação aos lotes e quadras, que são bem definidos, com presença de áreas verdes, somente um domicílio por lote, e as construções secundárias incluem local de confraternização e piscinas. Os recuos laterais de fundo e de frente são de fácil identificação na imagem, e apresentam grande variedade de formas e cores de coberturas que são predominantemente de cerâmicas.

Outro indicador relevante das condições econômicas dos moradores de um bairro refere-se à presença do número de casas com piscinas. Foram mapeadas todas as piscinas no bairro Ibituruna e Vila Atlântida e, diante dos dados, nota-se uma grande discrepância em relação aos números. Enquanto o bairro Vila Atlântida possui somente cinco casas com piscina, no Ibituruna esse número chegou a trezentos e dezenove (Figura 07), deixando claro o nível socioeconômico da população residente em cada um dos bairros.

Tendo em vista a densidade de residências em cada bairro, percebe-se uma maior concentração de casas no bairro Vila Atlântida. Isso, como já foi dito, é reflexo do número de domicílios construídos em cada lote. No bairro Ibituruna, as casas são construídas em lotes grandes, geralmente com dimensão de 450 m² (LEITE, 2011), e assim, não se tem um grande aglomerado e proximidade entre residências.

Conforme figura 08, são apresentadas as áreas com maior densidade residencial nos bairros em análise. Tendo como parâmetro a escala de representação, foi destacada uma área com maior densidade de casas em ambos os bairros. Observou-se que na área correspondente ao bairro Vila Atlântida existe cerca de sessenta domicílios com pequena área construída e sem padrão na edificação. Quanto à imagem do bairro Ibituruna foi observado cerca de vinte sete casas bem estruturadas e com padrão de organização coerente com o tamanho dos lotes.

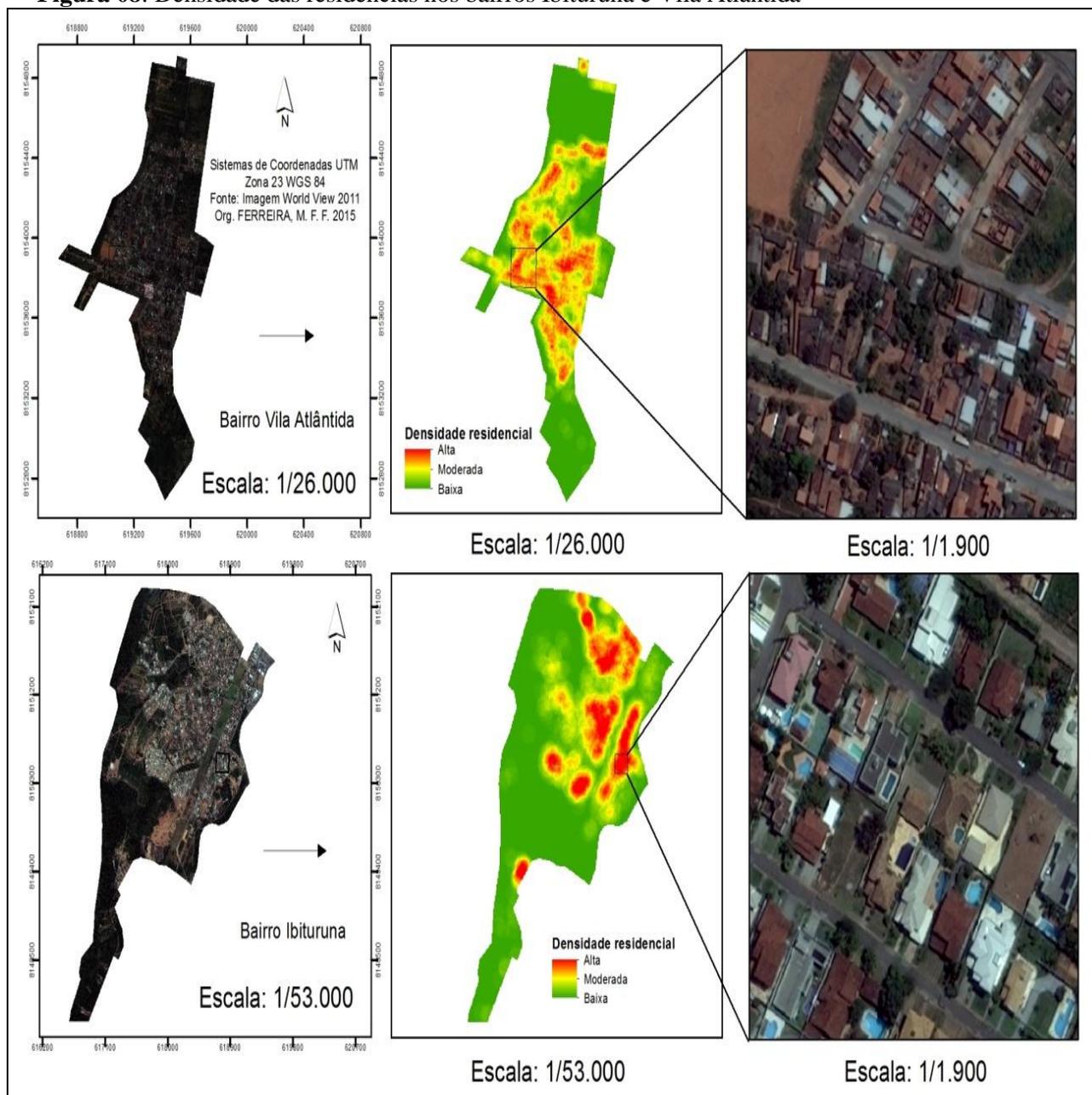
Figura 07: Localização das residências com piscinas nos bairros Vila Atlântida e Ibituruna



Organização: FERREIRA, 2017



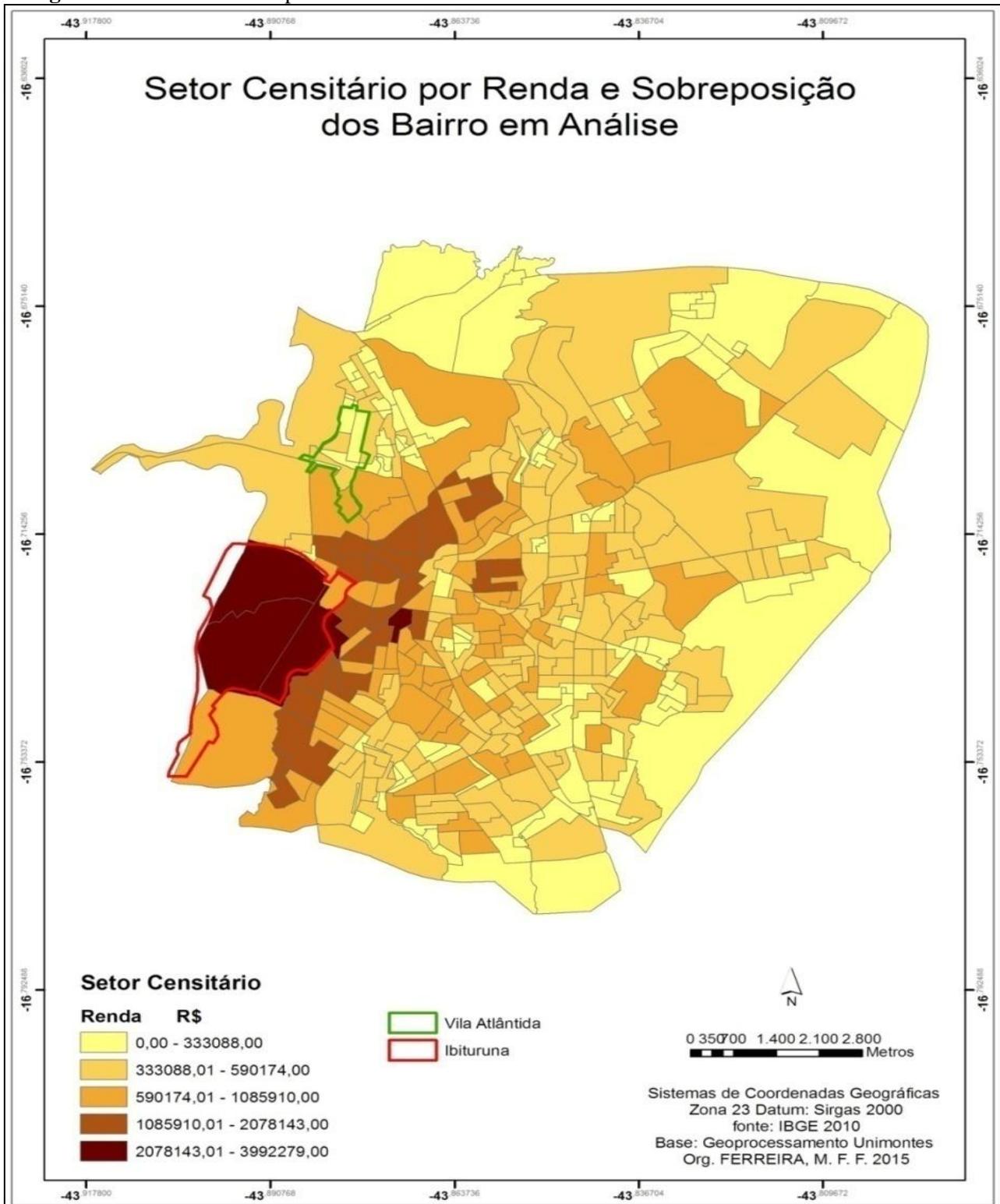
Figura 08: Densidade das residências nos bairros Ibituruna e Vila Atlântida



Organização: FERREIRA, 2017

O Censo Demográfico realizado pelo IBGE, em 2010, dividiu a área urbana da cidade em setores censitários e a partir da categoria renda foi possível identificar índices econômicos das regiões de Montes Claros. Os dados de renda do setor censitário do IBGE mostraram a tendência de expansão de moradores de alta renda para a região Centro-Oeste (Figura 09), onde está localizado o bairro Ibituruna. Por outro lado, os dados mostram que o bairro Vila Atlântida está localizado nos setores de baixa renda.

Figura 09: Setor censitário por renda em Montes Claros



Organização: FERREIRA, 2015



Diante da análise para identificação de índices econômicos nos bairros Vila Atlântida e Ibituruna, infere-se que o bairro Vila Atlântida possui maior vulnerabilidade, uma vez que possui baixos índices econômicos, e em caso de eventos sísmicos de maior proporção os efeitos negativos seriam maiores. Por outro lado, no bairro Ibituruna a vulnerabilidade é menor, pois suas características demonstram maior índice econômico e assim, também, possui maior resiliência a perdas. Dessa forma, observa-se que o maior risco ao perigo sísmico está presente no bairro Vila Atlântida, pois possui maior vulnerabilidade no sentido econômico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das observações realizadas na área de trabalho e pelos resultados auferidos, pode-se concluir que existe alto risco ao perigo natural de origem sísmica no bairro Vila Atlântida e isso desperta atenção, haja vista que é uma região com pouca infraestrutura, alta densidade de habitações e uma população de baixa renda. As imagens orbitais de alta resolução foram capazes de subsidiar a análise da realidade econômica da região, considerando formas, tamanhos, padrões e organização de residências. Dessa forma, foi possível distinguir com segurança as condições econômicas dos bairros analisados, evidenciando, desta feita, o alto poder aquisitivo dos moradores do bairro Ibituruna, e, por outro lado, uma caracterização de baixa renda no bairro Vila Atlântida.

Nesse contexto, fez-se uma relação entre a vulnerabilidade econômica e área de alto índice de sismos localizados na região Noroeste da cidade de Montes Claros, possibilitando uma análise comparativa do risco ao perigo natural de origem sísmica em dois bairros. Foi comprovado que o bairro Vila Atlântida está em situação de maior risco que o bairro Ibituruna, pois é uma região de maior vulnerabilidade econômica e necessita de maior atenção por parte da Defesa Civil e pela Prefeitura Municipal, para que em curto prazo haja investimentos em reestruturação das residências dos moradores com baixa renda e, posteriormente, medidas que possam minimizar a vulnerabilidade econômica presente na área.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na geografia. **Mercator**, v. 10, n. 23, p. 83-99, set./ dez. 2011. doi: 10.4215/RM2011.1023.0007.

ALMEIDA, L. Q. **Riscos ambientais e vulnerabilidades nas cidades brasileiras**: conceitos, metodologias e aplicações. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012. 215p.

ANEAS DE CASTRO, Susana. D. Riesgos y peligros: una visión desde la Geografía. **Scripta Nova: Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**. Barcelona, n. 60, 15 de mar. 2000. Em: <http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm>.

ASSUMPÇÃO, M. Terremotos e a convivência com as incertezas da natureza. **Revista USP**, São Paulo, n. 91, p. 76-89, setembro/novembro 2011.

ASSUMPÇÃO, M. *et al.* The Montes Claros earthquake sequence in the São Francisco craton: another evidence of inverse faulting and compressional stresses in Eastern Brazil. IN: **Thirteenth International Congress of the Brazilian Geophysical Society (SBGF)**, 2013.

ASSUMPÇÃO, M. Estudo dos tremores de terra de Montes Claros. **Relatório Técnico de 11 de março de 2013**. Centro de Sismologia da Universidade de São Paulo, 14 p. 2013.

BIAS, E. S.; BRITES, R. S.; ROSA, A. N. de C. S.; Imagens de Alta Resolução Espacial. IN: MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. de. (Orgs.). **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Brasília: UnB, 2012.

BRASIL. **Censo - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**, 2010. <http://www.ibge.gov.br/home/> acesso: 21 de janeiro de 2015.

CASTRO, M.; PEIXOTO, M. N. O.; PIRES DO RIO, G. A. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro: UFRJ, v. 28, n. 2, p. 11-30, 2005.

CHIMPLIGANOND, C., M. ASSUMPÇÃO, M. VON HUELSEN & G. S. FRANÇA. The intracratonic Caraíbas-Itacarambi earthquake of December 09, 2007 (4.9 mb), Minas Gerais State, Brazil. **Tectonophysics**, 480, 48-56. 2010.

FERREIRA, M. M. L. de S. A. Risco Sísmico em Sistemas Urbanos. 2012. **Tese de Doutorado**. 342 f. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2012.

GONÇALVES, C. D. A. B.; *et al.* Análise do Ambiente Residencial Urbano Visando a Inferência Populacional a Partir do Uso de Dados de Sensoriamento Remoto Orbital de Alta Resolução. **Geografia**, Rio Claro, v. 31, n. 2, p. 371-402, maio a agosto 2005.

KURKDJIAN, M. L. N. O. Um método para a identificação e análise de setores residenciais urbanos homogêneos, através de dados de sensoriamento remoto, com vistas ao planejamento urbano. São Paulo. 158 p., **Tese (Doutorado)** - USP - FAU, 1986.

LEITE. M. E., Geotecnologias aplicadas ao mapeamento do uso do solo urbano e da dinâmica de favela em cidade média: o caso de Montes Claros/MG. 2011. 287p. **Tese (Doutorado)**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2011.

LEITE. M. E., Geotecnologias Aplicadas Ao Estudo De Formação E De Risco Ambiental Das Favelas De Montes Claros/Mg. IN: **RAEGA** 24 (2012), p. 176-198 / Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, 2012. Disponível em: www.geografia.ufpr.br/raega. Acesso em: 15 de janeiro de 2015.



LOPES, A. E. de V.; NUNES L. C. Intensidades sísmicas de terremotos: formulação de cenários sísmicos no Brasil. IN: **REVISTA USP**, São Paulo, n. 91, p. 90-102, setembro/novembro 2011.

MARTINS, V. N. B. Avaliação da Vulnerabilidade Socioecológica ao Risco Sísmico no Conselho de Vila Franca do Campo (Açores), contributo para a construção de uma comunidade resiliente. Lisboa. **Dissertação de Mestrado - Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa**, setembro de 2010.

OBSIS - Observatório Sismológico. **Sismicidade Brasileira**. Disponível em: <http://www.obsis.unb.br/sismologia/sismicidade-natural-e-antropogenica>. Acesso em: 12 de janeiro de 2015.

REBELO, F. **Geografia física e riscos naturais**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

SOUSA, M. L. Risco Sísmico em Portugal Continental. **Tese de Doutoramento em Engenharia do Território**. IST, UTL, Lisboa. 2006.

SOUZA, I. M. *et al.* Uso de imagens de alta resolução espacial e análise orientada a objeto para caracterização socioeconômica do espaço residencial construído. IN: **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 875-882.

Recebido em 23 de maio de 2017
Aprovado em 27 de setembro de 2017