

ANÁLISE DE RISCO E SUSCEPTIBILIDADE A EROSÃO COM AUXÍLIO DO SENSORIAMENTO REMOTO.

**Conservação de solos e Recuperação
de áreas degradadas (RAD)**

Abílio Silva Nunes
Eula Paula Oliveira Silva¹
Guilherme Coelho Araújo²
Jhenifer Stefany Elói de Paulo³
Lorena Lopes Gonçalves⁴
Diogo Caio Rocha Amorim⁵

¹ Aluno (s) do Curso (graduação em Engenharia Civil,), Instituição UNA – Betim, eulapaula1405@hotmail.com

² Aluno (s) do Curso (graduação em Engenharia Civil,), Instituição UNA – Betim, guilhermecoelhoaraujo@gmail.com

³ Aluno (s) do Curso (graduação em Engenharia Civil,), Instituição UNA – Betim, jheniferstefany26@gmail.com

⁴ Aluno (s) do Curso (graduação em Engenharia Civil,), Instituição UNA – Betim, Lorena.lopesg@gmail.com

⁵ Prof. Me. UNA – Campus Betim, Departamento Engenharia, diogo.amorim@prof.una.br

Resumo

Este trabalho apresenta como objetivo principal o mapeamento por zoneamento e classificação de áreas de risco ambiental no município de Betim- MG, enfatizando os Bairros Duque de Caxias e Jardim Teresópolis. Para o levantamento das áreas que possuem risco ambiental, geológico e pedológico do município de Betim-Mg, faz necessária a utilização da modelagem aplicada ao Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, modulados pelo Sistema de informações Geográficas (SIG). Como resultado principal para os dois bairros obtiveram-se mapas de várias categorias de análise, tais como: Altimetria, Declividade, Mancha urbana, Mancha Vegetal, Drenagem, Pluviometria e Tipo de Solo. O bairro Jardim Teresópolis possui uma área total de 1.9 km² e obteve 0.02 km² de áreas suscetíveis a deslizamentos de massa, isso é o equivalente à 1,05% da área total. Já o bairro Duque de Caxias o mapa abaixo mostra uma área total de 1.43 km² com 0.407km² de áreas suscetíveis a deslizamentos de massa, isso é o equivalente a 28,46% da área total.

Palavras-chave: Solo; SIG; Geoprocessamento; Cobertura Vegetal; Precipitação.

INTRODUÇÃO

A grande utilização do uso do solo no que envolve as atividades humanas e urbanas nas cidades, em sua maioria contempla a eliminação da cobertura vegetal em detrimento às construções urbanas formais e informais, o que promove uma série de processos de erosão dos solos.

Segundo DENGSHENG LU et al, 2006 o grande aumento da população associado a expansão urbana, resulta na diminuição de terras agrícolas e áreas florestais, o que gera uma grande pressão sobre os recursos naturais e as condições ambientais.

O processo de ocupação acelerada com diminuição de áreas de florestas ocorre de forma constante em nosso país e ficou fortemente evidenciado com as chuvas atípicas em toda região metropolitana de Belo Horizonte – MG nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2020, onde podemos destacar o município de Betim, ocasionando uma constante erosão hídrica de superfície com a remoção das camadas superficiais dos solos e sua vegetação.

A seguir o mapa de localização da cidade de Betim – MG, apresentando sua ocupação urbana, fortemente indicada no sentido leste - oeste e também sua vegetação, que circula sua ocupação:

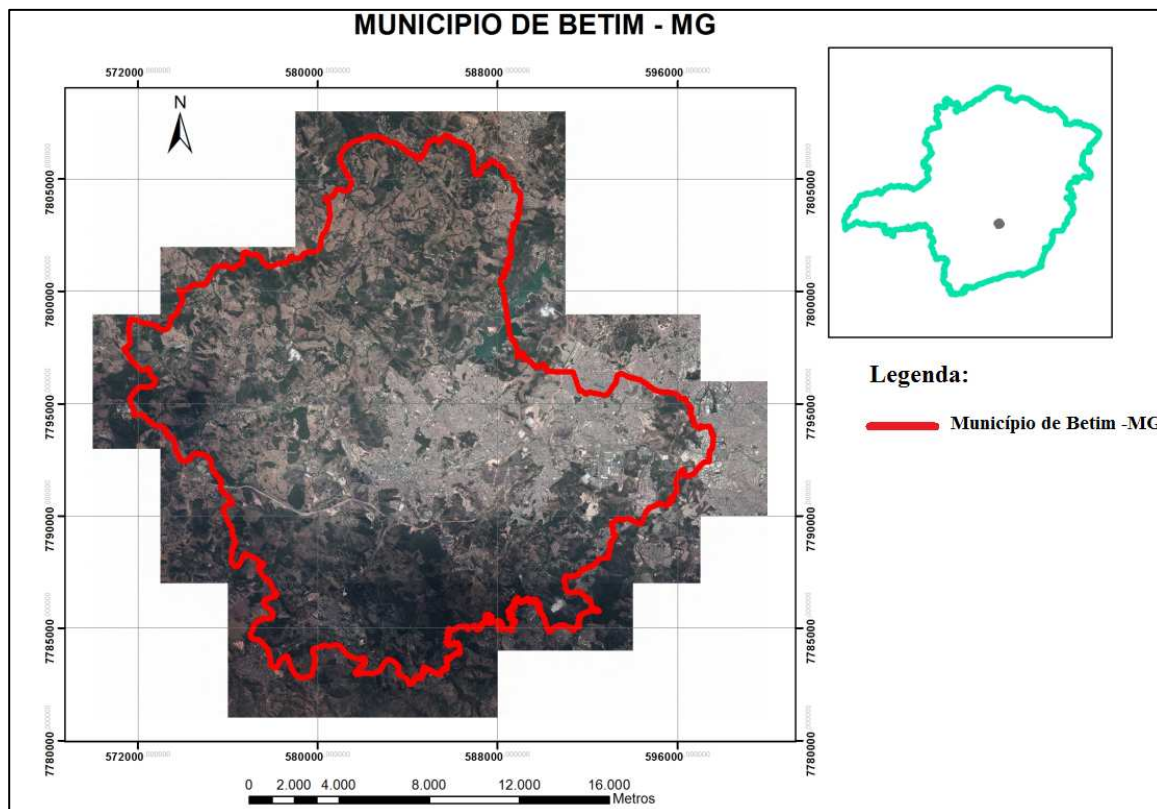


Figura 1: Mapa da cidade de Betim
Fonte: Autoria Própria

O resultado do processo de ocupação é o alagamento constante de vias públicas localizadas em áreas de topografia mais baixa, além de erosões em áreas onde a vegetação foi retirada, principalmente nas regiões mais carentes do município dando lugar a construções precárias, o que as tornam susceptíveis ao desmoronamento e rupturas.

Para WENG, 2012 a utilização do Sensoriamento Remoto aliado ao Geoprocessamento permite realizar e quantificar superfícies urbanas impermeáveis e entender os impactos espaciais, geométricos e espectrais, associados à substituição da camada vegetal para as construções urbanas.

Este presente trabalho apresenta como objetivo principal o mapeamento por zoneamento e classificação de áreas de risco ambiental no município de Betim- MG, com foco nos Bairros Duque de Caxias e Jardim Teresópolis. Esses bairros foram os mais atingidos pelas fortes chuvas ocorridas nos meses de Janeiro e Fevereiro de 2020. O trabalho visa entrar em acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável do Milênio da ONU

ênfatizando o objetivo 11 que se tende a tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (ONU,2015).

METODOLOGIA

Para o levantamento das áreas que possuem risco ambiental, geológico e pedológico do município de Betim-Mg, faz necessária a utilização da modelagem aplicada ao Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, modulados pelo Sistema de informações Geográficas (SIG).

A base de dados utilizada é formada e captada pela distribuição de imagens de satélites, Levantamentos Geológicos, Pedológicos, Hídricos, Pluviométricos, todos disponibilizados de forma atualizada por órgãos governamentais, tais como Prefeitura Municipal de Betim, CPRM (Serviço Geológico do Brasil), INMET (Instituto Meteorológico do Brasil), SISEMA-MG (Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais), entre outros.

Para o levantamento, foram determinadas variáveis, tais como: Altimetria, Declividade, Mancha urbana, Mancha Vegetal, Drenagem, Pluviometria e Tipo de Solo. Todas as classes para cada variável foram padronizadas para uma escala de 0 a 5 pontos de acordo com o risco que direcionam para a ocorrência de erosões, sendo 0 (zero) para risco nulo, 1 (um) para risco baixo, 2 (dois) para risco moderado, 3 (três) para risco alto, 4 (quatro) para risco muito alto e 5 (cinco) para risco extremo.

Altimetria

A definição de altimetria consiste no estudo dos métodos e ferramentas de utilização para determinar a variação que ocorre no relevo do terreno.

Tabela 1 – Classificação de risco quanto a Altimetria

ALTIMETRIA	RISCO	PONTUAÇÃO
Até 600m	Extremo	5
600-900m	Alto	4
900-1200m	Médio	3
1200-1500m	Moderado	2
Acima de 1500	Baixo	1

Declividade

O relevo tem influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos, pois a velocidade do escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno. Deste modo, o grau de declive é um dos fatores mais importantes no processo erosivo, pois do grau de declive depende diretamente o volume e a velocidade das enxurradas que sobre ele escorrem, que em princípio, quanto maior o comprimento de rampa mais enxurrada se acumula e maior energia resultante se traduz por uma erosão maior.

Tabela 2 – Classificação de risco quanto a Declividade

DECLIVIDADE (%)	RISCO	PONTUAÇÃO
Até 15 %	Baixo	1
16% - 25%	Moderado	2
26% - 35%	Médio	3
36% - 45%	Alto	4
Acima de 45%	Extremo	5

Mancha Urbana

A relação da mancha urbana com o processo erosivo induz que a retirada da camada vegetal para dar lugar ao forte adensamento urbano contribui de forma contundente um processo erosivo acelerado.

Tabela 3 – Classificação de risco quanto a Mancha Urbana

MANCHA URBANA	RISCO	PONTUAÇÃO
Fortemente adensado	Extremo	5
Pouco adensado	Médio	3
Sem Adensamento	Baixo	1

Mancha Vegetal

A mancha vegetal leva em consideração o quantitativo de árvores e sua contribuição para a movimentação de massas. Essa movimentação está relacionada diretamente com o percentual de infiltração de água precipitada no solo, ou seja, quanto mais árvores em um determinado local, maior será o percentual de infiltração e conseqüentemente haverá menos erosões.

Tabela 4 – Classificação de risco quanto a Mancha Vegetal

MANCHA VEGETAL	RISCO	PONTUAÇÃO
Árvores de Grande Porte	Baixo	1
Árvores de Médio Porte	Moderado	2
Árvores de Pequeno Porte	Médio	3
Vegetação Rasteira	Extremo	5

Tipo de Solo

A classificação dos tipos de solo leva em consideração os três tipos solos encontrados no município de Betim (Latosolo, Cambissolo, Argissolo).

Tabela 5 – Classificação de risco quanto ao Tipo de Solo

TIPO DE SOLO	RISCO	PONTUAÇÃO
Latosolo	Baixo	1
Argissolo	Moderado	2
Cambissolo	Alto	4

Drenagem

As drenagens fluviais quando respeitadas os seus limites de conservação apresentam um risco moderado.

Tabela 6 – Classificação de risco quanto ao Tipo de Drenagem

DRENAGEM	RISCO	PONTUAÇÃO
Pluvial	Extremo	5
Fluvial	Moderado	2

Precipitação

A intensidade das precipitações pode ser um fator fundamental para acelerar os níveis de saturação de um solo, contribuindo de forma imprevisível para o processo erosivo de uma região.

Tabela 07 – Classificação de risco quanto ao Tipo de Pluviometria

PLUVIOMETRIA (mm/mês)	RISCO	PONTUAÇÃO
0 - 50mm	Muito Baixo	0
51 - 150mm	Baixo	1
151 - 200mm	Moderado	2
201 - 250mm	Médio	3
251 - 350mm	Alto	4
Acima de 350mm	Extremo	5

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Bairro Jardim Teresópolis

Declividade

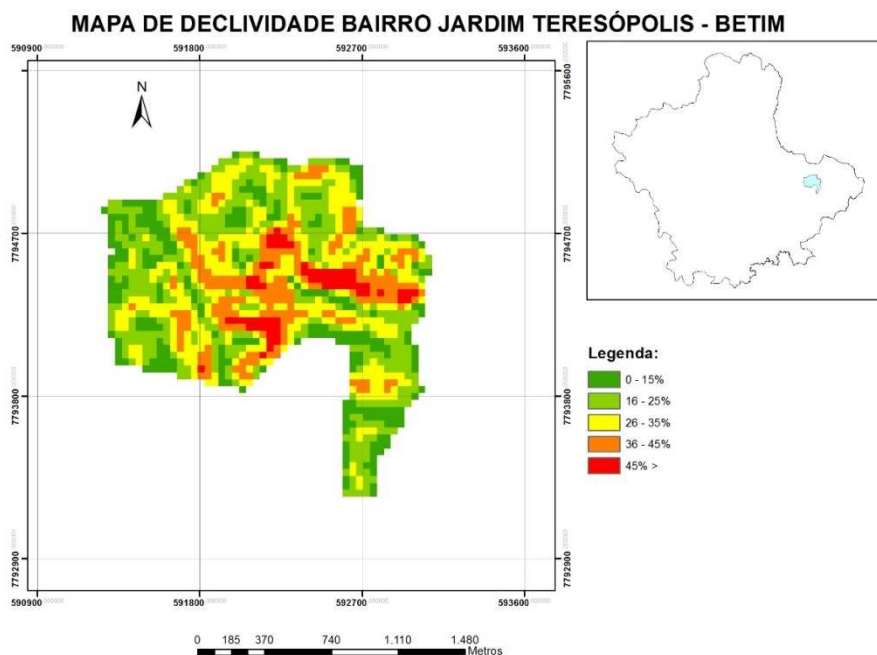


Figura 02: Declividade Jardim Teresópolis

Fonte: Autoria Própria

Ao analisar o mapa de declividade do bairro Jardim Teresópolis pode-se inferir que o fator declividade influi em situações de deslizamentos, pois onde o mapa apresenta índices de 45% ou mais de declividade representa alguns pontos que já sofreram com deslizamentos, como o ponto localizado no Beco Fagundes. Algo que é majorado pela redução das áreas verdes e permeáveis, como é o caso do Bairro.

Mancha de Vegetação

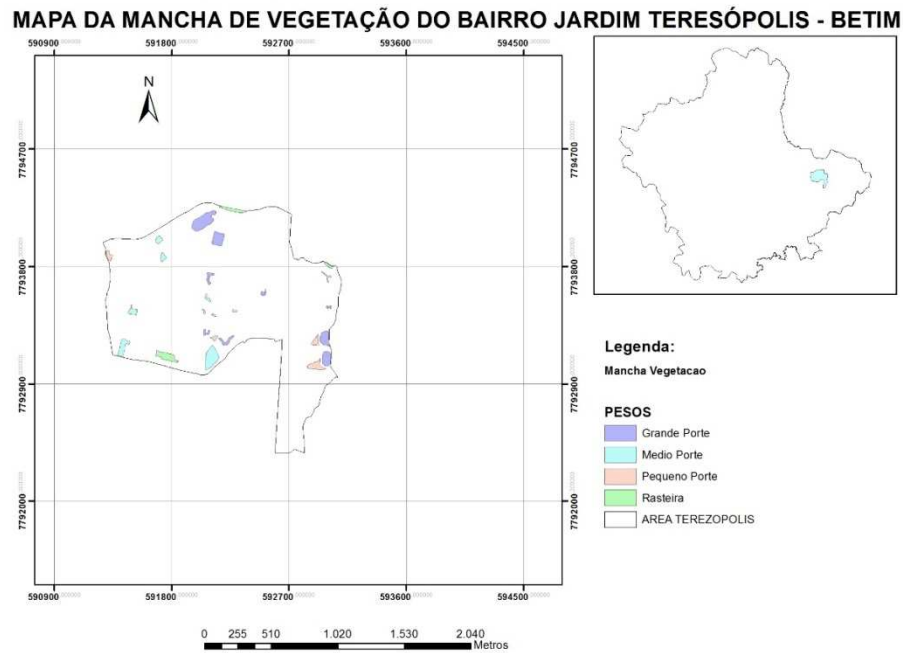


Figura 03: Mancha de Vegetação Jardim Teresópolis
Fonte: Autoria Própria

Após analisar a mancha de vegetação no Bairro Jardim Teresópolis, pode-se concluir que as regiões onde a maior concentração da população e menor vegetação tem uma tendência maior e natural, para ocorrência de deslizamentos. Toda a vegetação restante da região se encontra localizada nas regiões de médio e baixo declívio, onde a possibilidade de ocorrência de deslizamento é menor.

Os desmatamentos e ocupações irregulares em regiões de alta declividade são considerados fatores de risco para que tais problemas ocorram nessas regiões.

Apesar dos deslizamentos serem fenômenos naturais os mesmos pode ocorrer mesmo em áreas onde a vegetação não tenha sofrido interferência do homem; porém a vegetação

pode ajudar a minimizar os impactos provocados pelas chuvas, já que as raízes das vegetações ajudam na estabilidade do solo.

Mancha Urbana

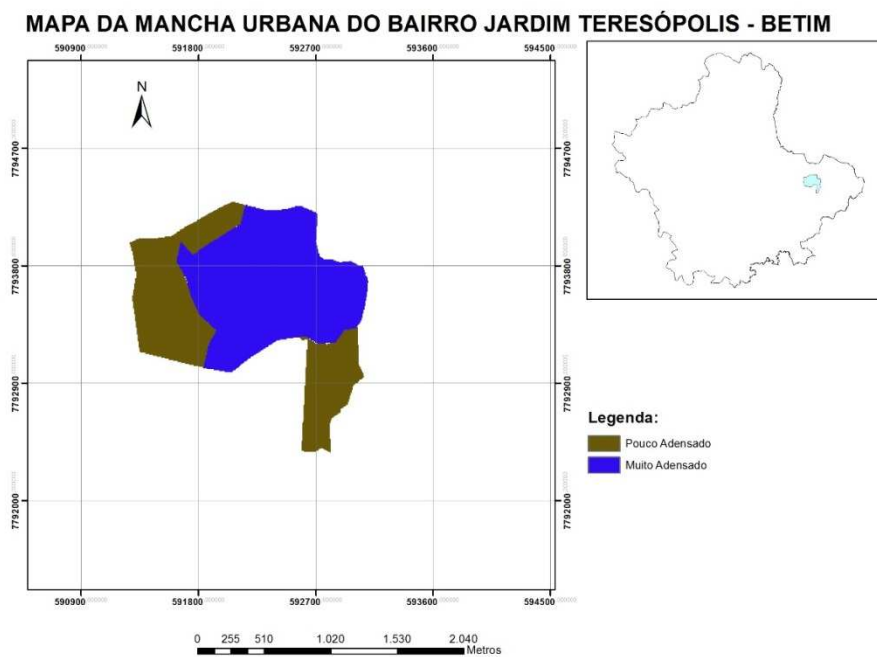


Figura 04: Mancha Urbana Jardim Teresópolis
Fonte: Autoria Própria

Como podemos analisar neste mapa podem ser verificados os dados de mancha urbana no Bairro Jardim Teresópolis, onde as áreas de cor marrom são as áreas pouco adensadas e em azul as áreas mais adensadas. Podemos inferir com este mapa que a população do bairro está mais concentrada na área central do bairro Jardim Teresópolis, já mais próximo da Fiat e na região Oeste do bairro a população está menos concentrada.

Altimetria

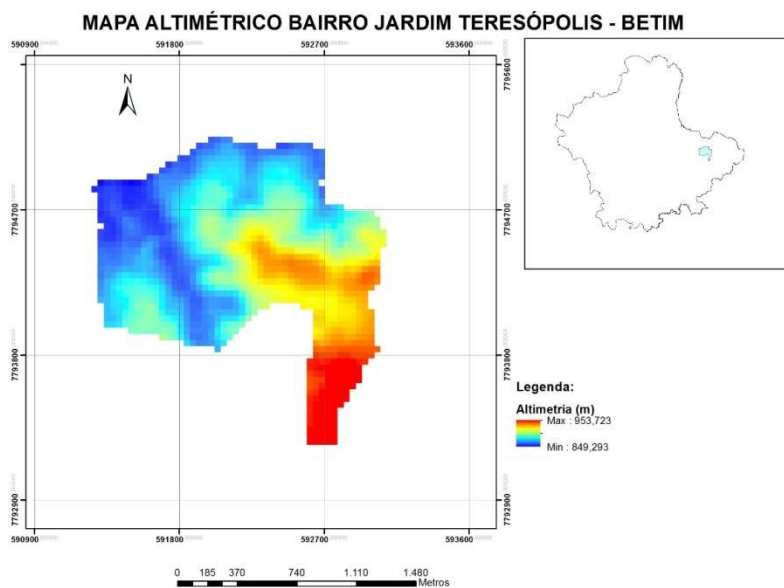


Figura 05: Altimetria Jardim Teresópolis

Fonte: Autoria Própria

Através desse mapa conseguimos analisar os pontos mais altos e baixos do Bairro Jardim Teresópolis, onde as áreas mais altas estão destacadas com as cores laranja e vermelho e as áreas mais baixas estão de azul e verde. Podemos inferir com esse mapa que os pontos mais altos estão localizados na entrada do Bairro Jardim Teresópolis e os mais baixos estão localizados no Centro-Oeste do Bairro.

Drenagem

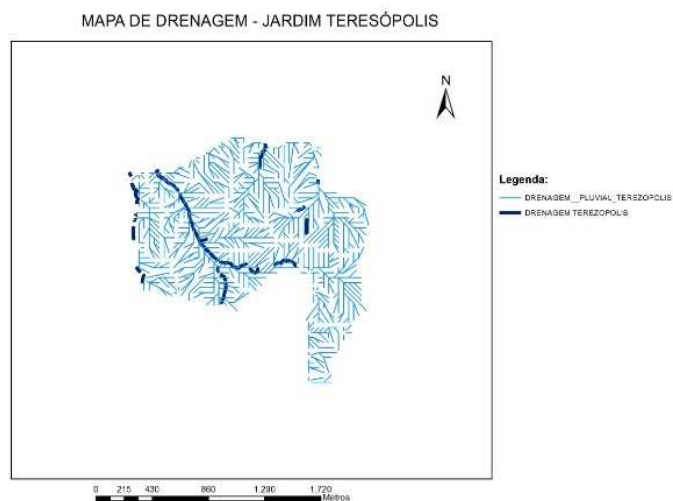


Figura 06: Drenagem Jardim Teresópolis

Fonte: Autoria Própria

Ao analisar o mapa de drenagem, é identificada em azul escuro a Bacia Riacho das Areias e em azul claro o sentido do escoamento pluvial. Avaliando os pontos de maior deslizamento no bairro, é possível relacionar a erosão no solo dessa região a esse sentido de drenagem pluvial que circunda essas vertentes. O que aponta para uma maior saturação do solo e o seu risco de rompimento, o que desencadeia deslizamentos de terras. Fator que alerta a necessidade de trabalhar a drenagem dessa área, interceptando e conduzindo esse fluxo pluvial com segurança.

Solo

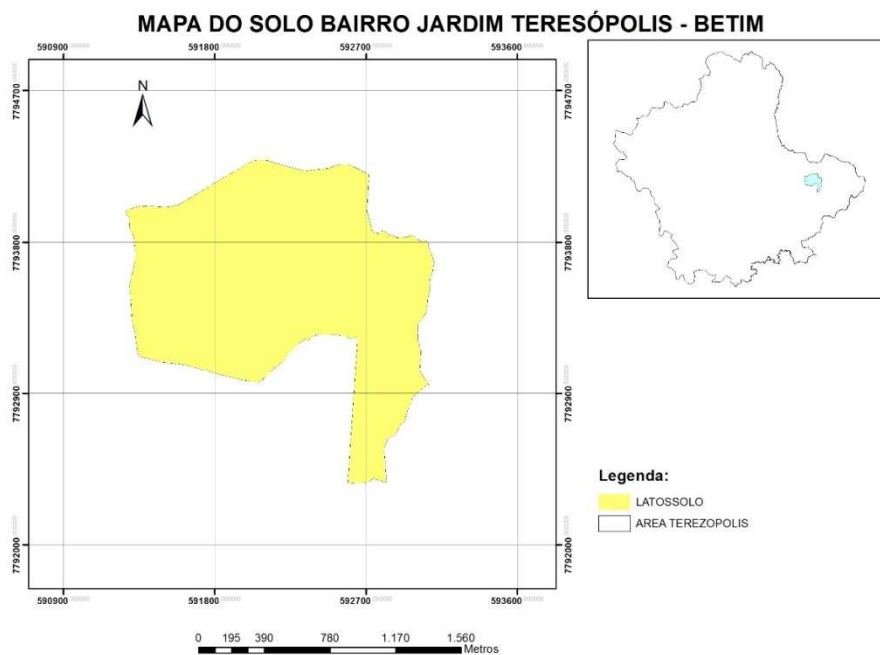


Figura 07: Solo Jardim Teresópolis
Fonte: Autoria Própria

Com este mapa foi possível perceber o tipo de solo presente no Bairro Jardim Teresópolis e a área é inteiramente constituída pelo tipo de solo latossólico, estes solos caracterizado por apresentar predominância de material mineral, bastante intemperizado, com horizonte diagnóstico B.

5.2 Bairro Duque de Caxias Solo

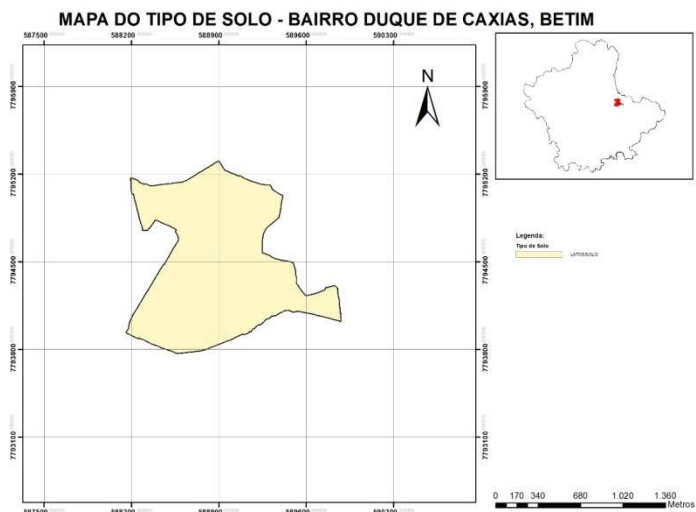


Figura 08: Solo Duque de Caxias
Fonte: Autoria Própria

Através do mapa de solos, é possível identificar que no bairro Duque de Caxias o tipo solo predominantemente encontrado naquela região é o tipo Latossolo.

Altimetria

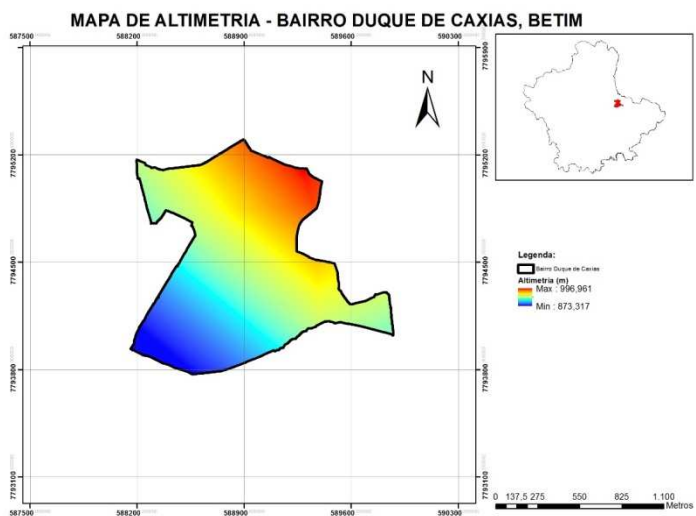


Figura 09: Altimetria Duque de Caxias
Fonte: Autoria Própria

No mapa acima é demonstrada a altimetria do bairro Duque de Caxias, onde é possível observar que o mesmo possui na parte superior do bairro, em sua extremidade direita uma

altimetria em torno de 996,00 metros. Enquanto que na parte inferior em sua extremidade esquerda a altimetria gira em torno de 873,32 metros.

Declividade

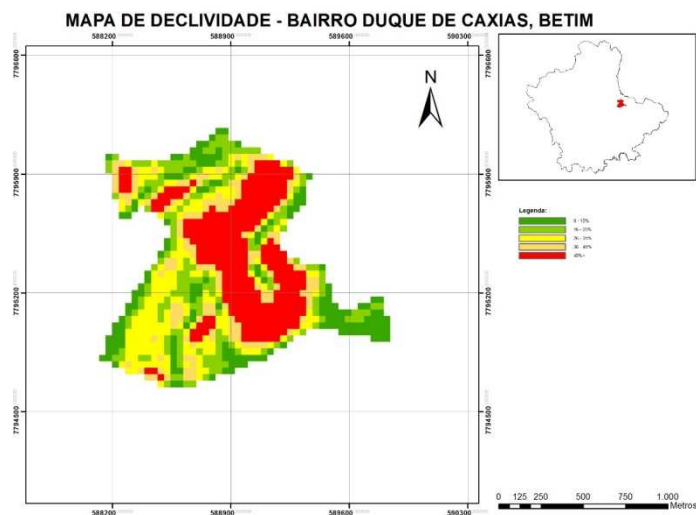


Figura 10: Declividade Duque de Caxias

Fonte: Autoria Própria

No mapa acima é possível encontrar o mapa de declividade do bairro. É possível observar que há uma grande área no centro do bairro que possui uma declividade superior a 45%, enquanto que nas extremidades do mesmo a declividade está entre 15% a 32%.

Drenagem

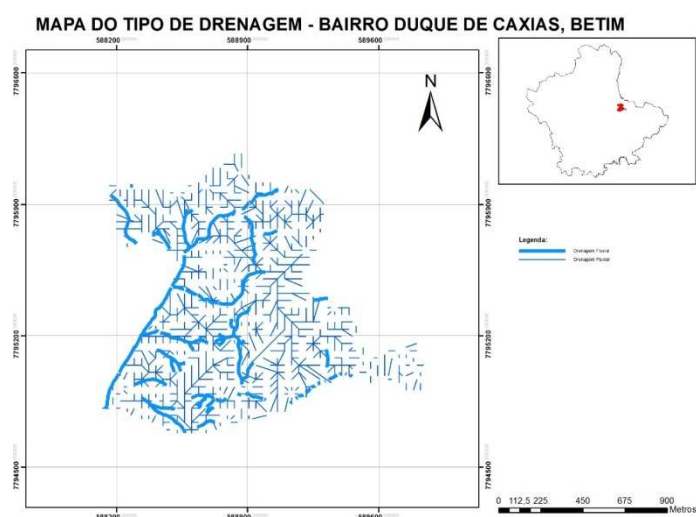


Figura 11: Drenagem Duque de Caxias

Fonte: Autoria Própria

Através do mapa acima foi possível então estabelecer um mapa com a possível drenagem que ocorre no Bairro Duque de Caxias, tanto a drenagem fluvial (representada pelas linhas em azul mais espessas) como a drenagem fluvial (linha em azul mais estreita).

Mancha Urbana

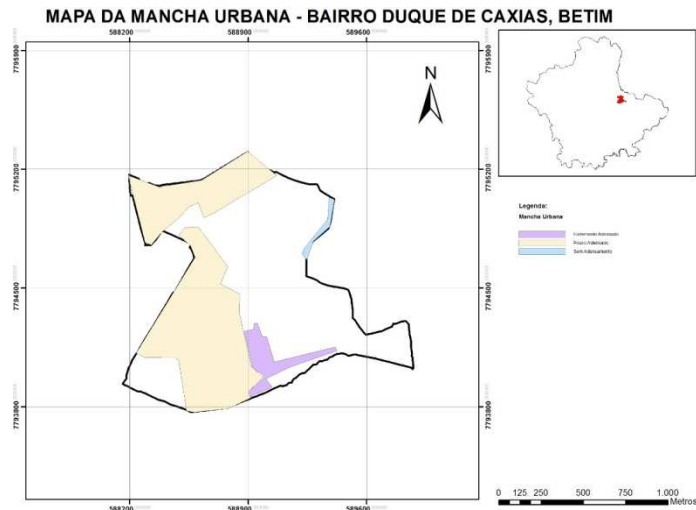


Figura 12: Mancha Urbana Duque de Caxias
Fonte: Autoria Própria

A mancha urbana encontrada no Bairro Duque de Caxias. Representada pela cor rosa se encontra uma área com pouco adensamento, a cor roxa mais ao centro do mapa apresenta uma área fortemente adensada enquanto que a cor azul que se encontra na extremidade direita da imagem representa uma área sem adensamento.

Mancha da Vegetação

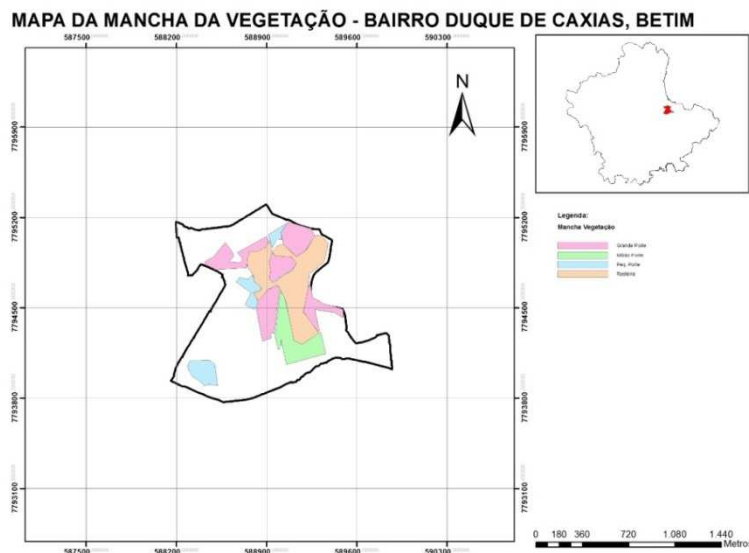


Figura 13: Mancha de Vegetação Duque de Caxias
Fonte: Autoria Própria

A representação da vegetação presente no bairro. Nas áreas que se encontra um tom de rosa mais escuro é possível ser encontrada uma vegetação de grande porte. Nas áreas representadas pela cor verde a vegetação existente ali é considerada de médio porte e nas áreas em azul e rosa claro, são encontradas respectivamente, uma vegetação de pequeno porte e rasteiras.

CONCLUSÕES

O bairro Jardim Teresópolis possui uma área total de 1.9 km² e obtiveram 0.02 km² de áreas suscetíveis a deslizamentos de massa, isso é o equivalente a 1,05%.

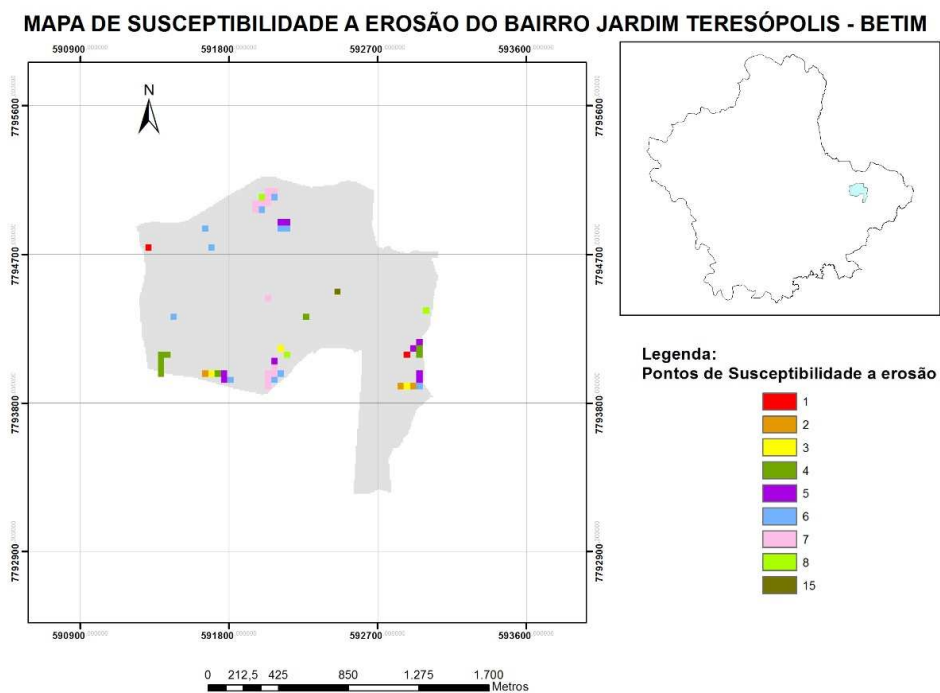


Figura 14: Susceptibilidade a erosão Jardim Teresópolis
Fonte: Autoria Própria

O Duque de Caxias apresenta uma área total de 1.43 km² com 0.407 km² de áreas suscetíveis a deslizamentos de massa, isso é o equivalente a 28,46%.

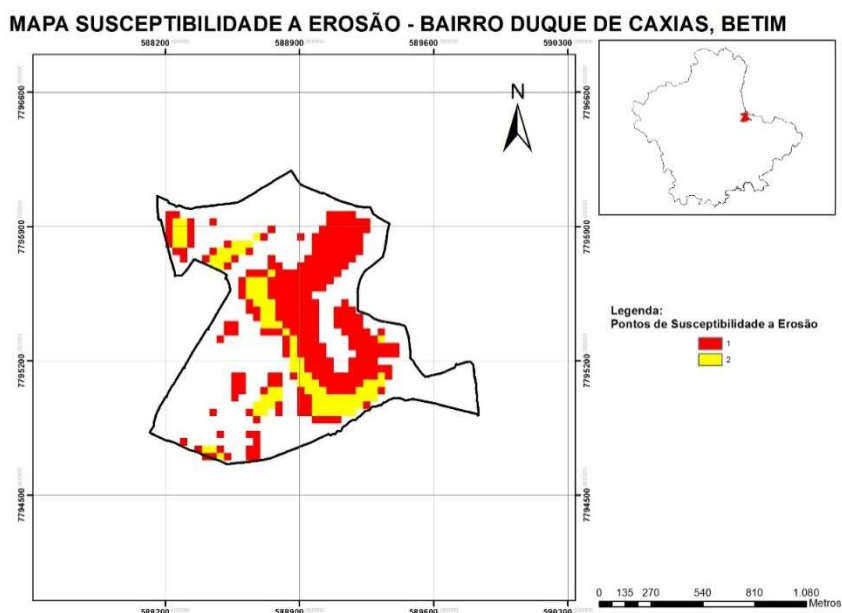


Figura 15: Susceptibilidade a erosão Duque de Caxias
Fonte: Autoria Própria

Mesmo os dois bairros apresentando no começo do ano de 2020 um elevado potencial de erosões, percebe-se que o bairro Duque de Caxias apresenta um percentual de susceptibilidade superior ao bairro Jardim Teresópolis, os fatores evidenciados pelo cruzamento das variáveis justificam-se pela alta declividade e por possuir uma grande área sem vegetação. A relação do Jardim Teresópolis possuir um baixo potencial é justificada pelo adensamento urbano em detrimento a sua baixa declividade. A análise não leva em consideração a precariedade das construções e suas fundações, algo que foi determinante nas chuvas do início de 2020.

REFERÊNCIAS

BETIM (Município). Lei Complementar n°. 07, de 28 de dezembro de 2018. Dispõe Sobre A Revisão Do Plano Diretor Do Município De Betim (3590), Minas Gerais, p. 13-20, 27-38, 2020. Disponível em: < <http://www.dpurb.betim.mg.gov.br/site/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=527>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

BRASIL, Agência Nacional de Águas - Diretrizes e análises recomendadas para a consistência de dados pluviométricos / Agência Nacional de Águas; Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. -- Brasília: ANA, SGH, 2011.

CASU, F. et al. Big Remotely Sensed Data: tools, applications and experiences. Remote Sens. Environ, v. 202, n. 1, p. 1-2, 2017.

DENGSHENG Lu, QIHAO WENG & GUIYING Li (2006) Estimativa de população residencial usando uma abordagem de superfície impermeável derivada de sensoriamento remoto, International Journal of Remote Sensing, 27:16, 3553-3570, DOI: 10.1080 / 01431160600617202

EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2018. 5ª edição.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. Hidrologia. 2ª edição. São Paulo: Ed. Edgard Blücher, 1988.

LEI COMPLEMENTAR N° 07, DE 28 DE DEZEMBRO DE 2018. Disponível em: <<http://www.dpurb.betim.mg.gov.br/site/index.php/legislacao-2/plano-diretor/>> Acesso em 08 de maio de 2020.

NETO, Queiroz. J.P. Pedologia: Conceito, Método e Aplicações. 1982.

OLIVEIRA, S.T. Paulo et al. Zoneamento Ambiental Aplicado à Conservação do Solo e da Água. Revista Brasileira de Solos. 2011.

PLANTA Geral (1846). Lei Complementar 007/18 - Plano Diretor Do Município De Betim. Escala Gráfica. Disponível em: < <http://www.dpurb.betim.mg.gov.br/site/wp->

content/plugins/download-monitor/download.php?id=531>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SANTOS, I. dos et al. Hidrometria aplicada. Curitiba: Instituto de Tecnologia para o desenvolvimento, 2001.

SCHIEBELBEIN, Luis Miguel. Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade. 2019.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e Aplicação / organizado por Carlos E. M. Tucci – 2ª Ed.; 2. Reimp. – Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS: ABRH, 2001

VALERIANO, M, Márcio e ALBUQUERQUE, C.G. Paulo, Derivação de Modelos Digitais de Elevação (MDE) em coordenadas geográficas. INPE. 2008.

WENG, Qihao. Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. Remote Sensing of Environment, v. 117, p. 34-49, 2012

ALVES, José Augusto. Sobe para 167 o número de ocorrências em Betim por causa das chuvas. O Tempo Betim, Minas Gerais, 24 de jan. de 2020. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/otempo-betim/sobe-para-167-o-numero-de-ocorrencias-em-betim-por-causa-das-chuvas-1.2288557>. Acesso em: 18 de mai. de 2020.

Jornal Hoje Em Dia. Oito ficam soterrados em desmoronamentos no Jardim Teresópolis e Duque de Caxias, em Betim. Disponível em : < <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/cidades/oito-ficam-soterrados-em-desmoronamentos-no-jardim-teres%C3%B3polis-e-duque-de-caxias-em-betim-1.768853>>. Acesso em: 08 de maio de 2020.

Oliveira, Cinthya. Duas vítimas de desmoronamento em Betim são resgatadas com vida; seis morreram durante tempestade. Hoje em Dia, Minas Gerais, 25 de jan. de 2020. Disponível em: <https://www.hojeemdia.com.br/horizontes/duas-v%C3%ADtimas-de-desmoronamento-em-betim-s%C3%A3o-resgatadas-com-vida-seis-morreram-durante-tempestade-1.768923> Acesso em: 18 de mai. de 2020.

Pereira, Maria Irenilda. Deslizamento de encosta soterra duas casas e mata quatro pessoas em

Betim. Estado de Minas Gerais, Minas Gerais, 25 de jan. de 2020. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/01/25/interna_gerais,1116950/deslizamento-de-encosta-soterra-duas-casas-e-mata-quatro-pessoas-em-be.shtml Acesso em: 18 de mai. de 2020.

WMO (2018). Guide to climatological practices. World Meteorological Organization – WMO Geneva, 117 p.

http://www.betim.mg.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/relatoriobetim;0724280503;20070213.pdf – Acessado 05/05/2020 às 18:30h

CNPS-Procedimentos-normativos-levantamentos-pedologicos1995.pdf – Acessado 05/05/2020 às 18:40h

<http://vpcbrasil.com.br/portfolio-view/levantamento-geologico/> - Acessado dia 11/05/2020 às 23:04h

<https://nacoesunidas.org/pos2015/ods11/> - Acessado dia 23/08/2020 às 00:54h