

Received:  
February 9, 2024

Accepted:  
October 31, 2024

Published:  
December 2, 2024

## Study on Mass Movement Risk Area in The Manoel Pimenta Neighborhood in the City of Teófilo Otoni/MG

Hélio Soares de Aguiar Júnior<sup>1</sup> , Antônio Jorge de Lima Gomes<sup>1</sup> , Hiago Félix Santos<sup>1</sup> , Thais Mayara Rodrigues Gomes<sup>1</sup> , Thiago Ferreira de Araújo<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, Brasil.

### Email address

helio.junior@ufvjm.edu.br (Hélio S. Aguiar Júnior) – Corresponding author.

antonio.gomes@ufvjm.edu.br (Antônio J.L. Gomes)

hiago.felix@ufvjm.edu.br (Hiago F. Santos)

thais.mayara@ufvjm.edu.br (Thais M.R. Gomes)

thiago.araujo@ufvjm.edu.br (Thiago F. Araújo)

### Abstract

Brazil is a country with great climatic, geological, and socioeconomic diversity. One of the main problems faced in urban centers is the occupation of land, mainly by an economically vulnerable population, in areas at risk of movement of massive soil or in areas of flooding, putting them at risk of material, health, and life. This work aims to identify, classify, and recommend technical solutions in an area at risk of slope sliding in the Manoel Pimenta neighborhood, in the city of Teófilo Otoni. A history of mass movement and the imminence of new mass movement were noted in the study area, where there are 3 residences, all classified as R4 (High Risk), requiring intervention from public bodies and owners to mitigate risks.

**Keywords:** Risk area, Mass movement, Geology, Housing vulnerability

## 1. Introdução

Sabe-se que o Brasil existe um grande problema de ocupação e uso do solo causado pela falta de planejamento urbano, pois com o aumento populacional nos centros urbanos tem levado a população mais vulnerável a ocupar áreas periféricas que não possuem estrutura básica de habitação e que estão localizadas em encostas de taludes. Segundo Lima, Lopes e Façanha (2019) a busca incessante por desenvolvimento econômico tem exaurido os recursos naturais e tirado o poder de autorrecuperação da natureza. Nota-se que principalmente nas áreas periféricas, em que a maioria das edificações são construídas de forma clandestina, não existe um responsável técnico pela execução da obra, como também muitos serviços do Estado são reduzidos, existe a falta de saneamento e grandes problemas socioeconômicos, todos esses fatores agregam para a inserção de moradores em área de risco.

Ademais, em áreas nobres também pode existir áreas suscetíveis a deslizamentos, contudo,

por negligencia do proprietário ou responsável técnico, visando lucro, inclui edificações em área de risco. Desse modo, é preciso maior poder de fiscalização, um plano diretor e lei de uso de solos do município bem estruturado, como também necessita-se de maior poder de fiscalização e planos de ação para a mitigação dos risco.

A cidade de Teófilo Otoni está localizada na mesorregião do Vale do Mucuri, no Estado de Minas Gerais, Figura (1), possui uma área territorial de 3.242,270 km<sup>2</sup> e população estimada em 2022 de 137.418 (IBGE, 2022), sua topografia é marcada por planaltos, sendo o centro, onde é localizado a área comercial, plano próximo ao nível de água, o que causa inundações frequentemente em determinados pontos, devido à falta de drenagem adequada. Já as áreas periféricas são majoritariamente residenciais, sendo morrosíngremes e relevos irregulares (Dutra et al., 2023).

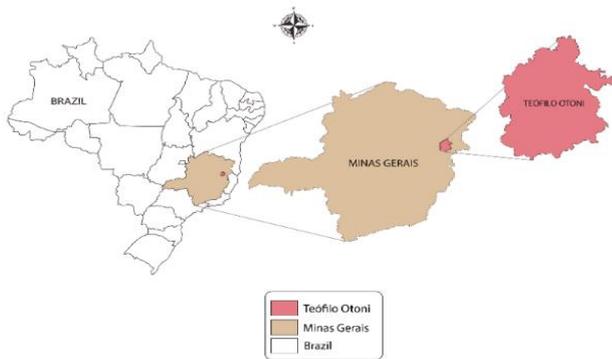


Figura 1 – Localização da cidade de Teófilo Otoni (Dutra et al., 2023)

Devido a inclinação e irregularidades nos terrenos, muitos moradores realizam desmatamento e realização corte ou aterro para a construção das edificações, aumentando o risco de deslizamento de encostas, sem uma análise de estabilidade de talude ou auxílio de um responsável técnico. (Cordeiro et al., 2023). Na cidade de Teófilo Otoni existem diversos pontos de área de risco, como exemplo o bairro Laerte Laender analisado por Dutra et al. (2023) e o Bairro Filadelfia analisado por Cordeiro et. al.

Ademais, o Bairro Manoel Pimenta, bairro localizado ao à margem da av. Luiz Boali, próximo ao córrego São Benedito, e mesmo sendo próximo

ao centro, aproximadamente 1 km, o bairro apresenta residências de baixo padrão, ruas sem asfaltamento e falta de drenagem adequada. A maioria das casas existentes são antigas, fora dos padrões das normas técnicas, majoritariamente residências unifamiliares.

## 2. Objetivo Geral

Esse trabalho tem como objetivo identificar, classificar e recomendar uma solução para uma área de risco localizado entre a Rua Gustavo Kern e Rua Oito, no Bairro Manoel Pimenta, na cidade de Teófilo Otoni/MG.

## 3. Área de Estudo

### 3.1. Localização

Para a realização do estudo desse artigo foi escolhido uma área de risco no Bairro Manoel Pimenta, na rua Gustavo Kern, que apresenta acentuado desnível com a Rua Oito, aproximadamente 20m, foram analisadas 3 casas vizinhas que estão na mesma área de risco e com condições diferentes, a área de estudo pode ser visualizada na Figura (2).

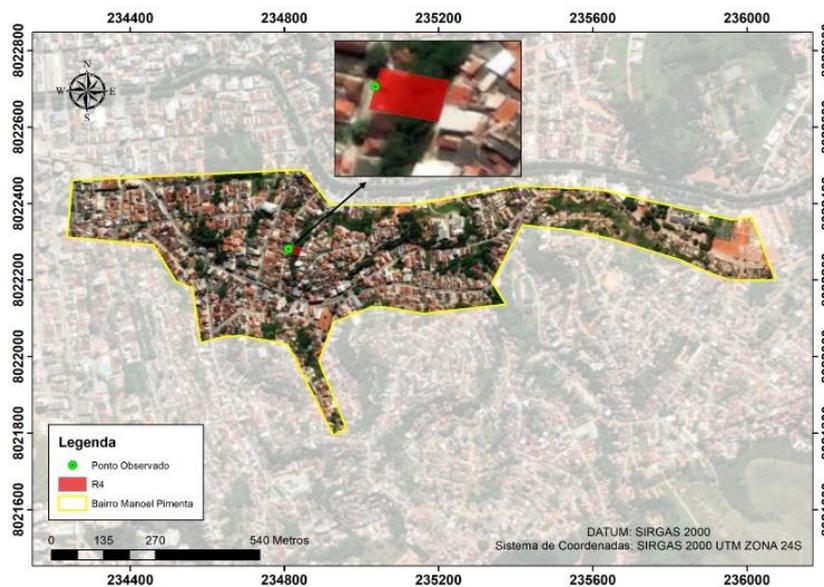


Figure 2 – Delimitação da área de estudo, Bairro Manoel Pimenta.

### 3.2. Geologia Local

De acordo com Dutra et al. (2023) a cidade de Teófilo Otoni as principais formações geológicas são Tumiritinga e Tonalito de São Vitor, como também tem solos do tipo latossolo vermelho-

amarelo e vermelho. No local de estudo foi encontrado latossolo vermelho com a presença de silte. Percebe-se que o silte é responsável por diminuir a resistência nesse solo, facilitando a movimentação do talude.

#### **4. Referencial Teórico**

O planeta terra é algo dinâmico, desde sua formação tem-se moldado e modificado os continentes, relevos, rochas tem sofrido processo de segregação, erupções vulcânicas, e outros fenômenos naturais até formar o solo dos dias atuais. A movimentação de terra é algo comum e inevitável no nosso planeta, ela ocorre devido a gravidade e a topografia local, como também pode ser influenciada pelo clima e vegetação, as atividades antrópicas podem alterar a mecânica da movimentação dos maciços, uma vez que vai interferir na troca de minerais do solo, a remoção de vegetação causa a erosão e lixiviação e os cortes e aterros interferem no equilíbrio do maciço (Lelacher et al., 2023)

Os maciços de solo e rochas estão intermitentemente expostos a intempéries, a chuva, ácidos e diferença de temperatura são os agentes erosivos, fazendo com que haja deslocamento, rolamento, queda, rastreamento dos maciços (Teixeira et al., 2009). O ponto essencial é que a natureza busca seu equilíbrio, tendo a queda do maciço, ela posteriormente ira se regularizar ao longo dos anos, mas com isso vem todo um dano material e a vida das pessoas que estão em condições de risco.

Com o novo panorama da sociedade atual, as pessoas tem uma grande concentração demográfica nos centros urbanos devido ao sistema capitalista, buscando conforto, tecnologia e trabalho. Contudo, os grandes centros urbanos também são palco de grandes problemas socioeconômicos devido a desigualdade de classes, o que favorece que os mais vulneráveis sejam marginalizados para áreas menos nobres, como favelas, cortiços e loteamentos irregulares (Marzulo, Heck e Filippi, 2020).

A solução dessas pessoas é assentar moradia na periferia nas cidades, muitas vezes em encostas de área de risco, residências clandestinas e sem as condições mínimas de conforto e segurança, sem sistemas de saneamento, serviços de atendimento à população pelo Estado e sem acesso a informação de qualidade, muitas vezes conscientes do perigo, porém sua condição vulnerável não lhe traz outra opção a não ser sobreviver em áreas de riscos, dispensando sua segurança em detrimento a moradia e alimentação (Gomes et al., 2021). Contudo, a natureza sempre busca seu equilíbrio, os fenômenos naturais são inevitáveis, a atividade antrópica facilita o acelera o processo, ocorrendo a

movimentação dos maciços e muitas vezes aterrando as edificações que se encontram na área suscetível, trazendo risco a vida e grandes prejuízos econômicos.

As áreas de risco podem ser maciços de solo ou de rocha, como também áreas de inundação e seus sinais são previamente visíveis. Cada solo possui propriedades características da região, dependendo a composição, coesão e sistemas de drenagem e vegetação. A ação humana pode interferir nas propriedades do solo, como também alterar seu percurso e sua mecânica, com uma análise do solo e planejamento de ocupação do solo, os riscos de deslizamento de taludes podem ser mitigadas ou pode-se ter um deslizamento controlado, sem afetar a população.

De acordo com Farias e Oliveira (2022), No Brasil os desastres naturais mais frequentes são enchentes, inundações e movimento de maciço de solo devido à instabilidade de taludes naturais com corte ou aterro, trazendo danos materiais, a saúde e até mesmo óbitos. Desse modo, como parâmetro, tem-se a Lei Lehman, Lei Federal n.º 6766 de 1979 (Brasil, 1979), que define que para taludes com inclinação maior que 30% necessita-se de Laudo Técnico que afirme a não existência de riscos para que seja possível a execução de edificação nessa área. É necessário verificar a existência de fissuras ou trincas no solo ou rocha ou evidências de alguma movimentação de maciço para se assegurar previamente.

O Plano diretor são um conjunto de lei que definem o bem-estar, conforto e segurança da sociedade. Juntamente com o código de obras que estabelece critérios mínimos para a execução de obras civis e conciliado com as leis de uso e ocupação do solo que rege como será distribuído loteamentos, áreas especiais, áreas de preservação e áreas de risco, são ferramentas essenciais para qualquer município, que requer uma boa estruturação e fiscalização para solucionar o problema de população vulnerável e existência de loteamentos clandestinos.

#### **5. Metodologia**

Inicialmente foi estabelecido utilizar o método proposto pelo Ministério das Cidades (Brasil, 2007) para a avaliação e classificação de área de riscos. Previamente foi explorado as áreas de riscos existentes no perímetro estabelecido, buscando vestígios de movimentação de talude. Foi

realizado visita técnica in lócus na área de estudo determinada, sendo realizado registro fotográfico e anotações sobre as características do talude e das residências que se encontravam próximo ao talude. Posteriormente foi realizada a classificação da área de risco de acordo com a Tabela (1), como também foi realizado recomendações de soluções técnicas que podem ser adotadas para prevenção e mitigação dos riscos.

Tabela 1 – Classificação de Áreas de risco (Dutra et al., 2023).

GRAU DE PROBABILIDADE	DESCRIÇÃO
R1 Baixo ou sem risco	Não há indícios de desenvolvimento de processos destrutivos em encostas e margens de drenagens. Mantidas as condições existentes, não se espera a ocorrência de eventos destrutivos.
R2 Médio	Observa-se a presença de alguma(s) evidência(s) de instabilidade (encostas e margens de drenagens), porém incipiente(s). Mantidas as condições existentes, é reduzida a possibilidade de ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R3 Alto	Observa-se a presença de significativa (s) evidência (s) de instabilidade (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes etc.). Mantidas as condições existentes, é perfeitamente possível a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas.
R4 Muito Alto	As evidências de instabilidades (trincas no solo, degraus de abatimento em taludes, trincas em moradias ou em muros de contenção, árvores ou postes inclinados, cicatrizes de escorregamento, feições erosivas, proximidade da moradia em relação ao córrego etc.) são expressivas e estão presentes em grande número e/ou magnitude. Mantidas as condições existentes, é muito provável a ocorrência de eventos destrutivos durante episódios de chuvas intensas e prolongadas

## 6. Resultados

Para fins de melhor compreensão a área de risco analisada foi dividida em Caso 1 (C1), Caso 2 (C2) e Caso 3 (C3), cada um referente a uma residência, como é mostrado nos Círculos em amarelo na Figura (3). Nota-se que com as fortes chuvas ocorridas no início do ano de 2023, ocorreu deslizamentos na área delimitada pelo círculo

vermelho, afetando a residência C1, como é mostrado na Figura (3).



Figura 3 – Deslizamento de maciço de solo no Bairro Manoel Pimenta, Entre Rua Oito e Rua Gustavo Kern.

O caso C1 é uma residência de 2 pavimentos que se encontra na sua encosta, somente a parte dos fundos da casa sofreu danos. Como solução, os proprietários executaram uma obra na tentativa de contenção do talude, porém utilizaram uma fina camada de argamassa juntamente com tela metálica e malha de pequenos tubos pvc para drenagem do talude. Essa solução técnica, mostrada na Figura (4), não é eficiente, pois mesmo que reduza a erosão do talude e possibilite a drenagem, como foi utilizada uma taxa muito pequena de aço e de argamassa, ao longo do tempo surgirá fissuras que permitirão a permeabilidade de agentes erosivos, que se infiltrarão no solo.

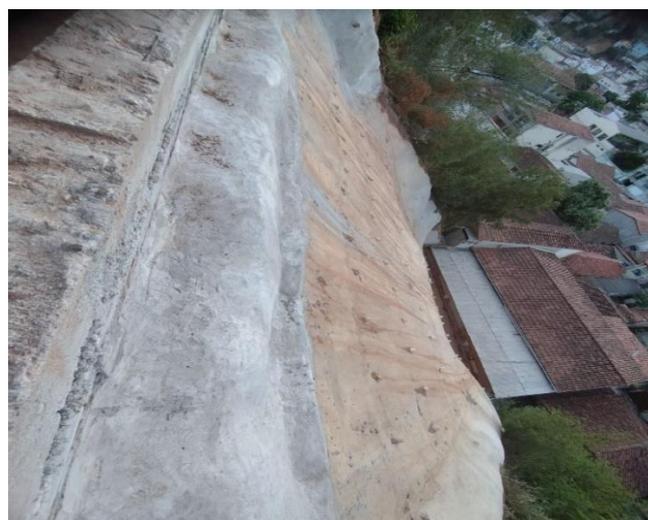


Figura 4 – Talude Argamassado.

No Caso C2, a residência, que apresenta a pior situação, está entre as duas residências apresentadas

C1 e C3, ela apresenta risco iminente de ocorrer um deslizamento, por ter grande declividade e solo altamente erodido, como é mostrado na Figura (5) e Figura (6).

Pode-se perceber que o talude apresenta um latossolo vermelho com a presença de silte, como também apresenta uma fina camada de vegetação. Percebe-se que o curso da água já está formando as voçorocas nesse talude, o que implica ainda mais o seu estado. Na Figura (5) é mostrado a inclinação acentuada existente nesse talude, que chega próximo aos 90°, essa primeira parte do talude possui aproximadamente 10m de altura, enquanto o início do talude está a aproximadamente 20 metros de altura em relação a nível da Rua Gustavo Kern, que implica tanto o deslizamento quanto o tombamento ou deslocamento do maciço. O que chama atenção de alerta é a proximidade da edificação de 2 pavimentos, que está a menos de 2 metros do talude, estando, assim, em risco extremo.



Figura 5 – Talude exposta a erosão vista lateral



Figura 6 – Talude Exposto a erosão.

Outra residência, Caso C3, também com sinais de deslizamentos, utilizou lona preta para a impermeabilização do talude, como é mostrado na Figura (7).



Figura 7 - Talude com Lona preta

Percebe-se que a Lona preta não apresenta nenhuma característica para conter um talude,

apenas para uma impermeabilização superficial para evitar a erosão do solo, esse material é muito frágil, pois é rasgado e apodrecido ao longo do tempo, sendo necessário sua constante manutenção.

Percebe-se que ainda existe uma grande quantidade de camada de vegetação ao longo do talude, como é mostrado na Figura (8).

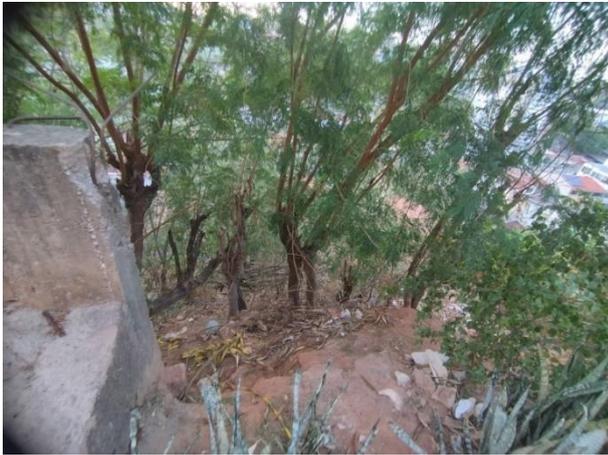


Figura 8 – Vegetação existente no talude.

A presença dessas árvores, que já estão mais velhas, possuem raízes mais profundas, o que auxilia na contenção do maciço e na infiltração da água pelas raízes, contudo, percebe-se a necessidade de plantação de hortaliças de pequeno porte, como grama, para reduzir a erosão do solo entre as árvores. Ademais, percebe-se uma inclinação ao longo do crescimento das árvores, o que indica que também está ocorrendo o processo de rastejo do solo em questão.

Ademais, vistoriando a rua superior, a Rua Oito, onde se inicia o talude, percebe-se a falta de um sistema de drenagem no logradouro, sendo esse uma das causas dos deslizamentos, como é mostrado na Figura (9).



Figura 9 – Ausência de drenagem na Rua Oito.

Percebe-se que não existe nenhum dispositivo de drenagem, como exemplo, canaletas, para a

condução das águas da chuva, com isso a água tende a buscar o melhor caminho, que seriam os taludes, foi constatado que a água dessa rua estava descendo pelo talude e causando as voçorocas, o que provocou o deslizamento da primeira residência, como solução, os próprios moradores realizaram muretas com o intuito de impedir a passagem da água, contudo essa solução é temporária, pois a água vai se infiltrando no solo caso seja represada, como também pode ser conduzida para algum outro ponto do talude que não exista esse bloqueio, causando a instabilidade do talude da mesma forma.

Analisando todas as três residências que estão nessa área de risco, pode-se concluir que todas as três estão em área de risco do tipo R4 (Muito Alto), Como é mostrado na Figura (10).



Figura 10 – Classificação da Área de Risco.

Sendo assim, é necessário a implementação de soluções técnicas para manter a estabilidade do maciço, como também deixar os moradores alertas nos tempos chuvosos, pois já ocorreu deslizamentos do talude e tem o risco iminente de ocorrer novamente.

Como solução técnica, recomenda-se o acompanhamento de responsável técnico especializado em geotécnica para dar um parecer das condições de estabilidade do solo, previamente, pode-se definir a necessidade de cortina atirantada, a execução de platôs, plantação de vegetação para evitar erosão e que seja executado sarjetas e bocas de lobo, na Rua Oito, para a condução de água para o um lugar mais adequado.

Percebe-se que a área de risco analisada apresenta grandes semelhanças com a área de risco analisada por Cordeiro et al. (2023) no Bairro da Filadélfia, porém sua classificação foi R3 por não

ter ocorrido nenhum deslizamento, ao contrário do talude no Manoel Pimenta que já ocorreu e apresentou danos nas residências em estudo.

#### 4. Considerações Finais

A moradia é algo digno e necessário a qualquer cidadão, sendo necessárias condições básicas de habitação, conforto e segurança. Os moradores da área de risco da área de estudo no Bairro Manoel Pimenta estão vulneráveis a dados materiais a sua moradia e mais importante, risco a vida.

A precedência de deslizamentos e o iminente risco de ocorrer novos deslizamentos, requer estado de alerta e monitoramento por parte dos moradores e da Defesa Civil Municipal, principalmente nos períodos de chuva. Todas as três residências analisadas apresentaram grau de risco R4, com isso, é necessário plano de ação antes dos períodos chuvosos. Entre esses planos é necessária iniciativa do poder executivo para a realização do sistema de drenagem na Rua 8, como também conscientização e suporte aos moradores para que executem as obras de contenção e de plantação de vegetação para realização de uma estabilidade do maciço.

Percebeu-se também, que não é um caso isolado, a cidade de Teófilo Otoni apresenta diversos pontos de área de risco de deslizamento de encostas e de áreas de inundação. Considerando as questões geológicas e socioeconômicas da cidade é necessário que o poder legislativo municipal implemente no plano diretor, no código de obras e na lei de uso do solo do municipal, políticas que previnam e impeçam a execução de edificações em área de risco, como também que delegue ao poder executivo a responsabilidade de medidas corretivas nas áreas de risco e suporte a população afetada.

#### Referências

Brasil, Ministério das Cidades, Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), 2007. *Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios*. Brasília.

Brasil, 1979. *Lei n.º 6.766, de 19 de dezembro de 1979: Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências*. Brasil.

Cordeiro, C.A., Dutra, F.A., Ribeiro, R.E., Gomes, A.J.L. and Gomes, J.L.S., 2023. *Survey of geological and environmental risk areas in the*

*Filadélfia neighborhood, city of Teófilo Otoni-MG*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 8(1), pp. 52-58.

Available at: <<https://www.geovales.com/index.php/Journal/article/view/126/99>> [Accessed 06 December 2023].

Dutra, F.A., Cordeiro, C.A., Ribeiro, R.E., Gomes, A.J.L. and Gomes, J.L.S., 2023. *Survey of geological and environmental risk areas in the Doutor Laerte Laender, city of Teófilo Otoni-MG*. International Journal of Geoscience, Engineering and Technology, 7(1), pp. 24-31, Available at: <<https://www.geovales.com/index.php/Journal/article/view/125/91>> [Accessed 06 December 2023].

Farias, C.A., and Oliveira, C.M., 2022, *O impacto ambiental ocasionado pelo movimento de massa nos taludes naturais e construídos*, Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, 13(3), pp. 1-20. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.003.0001>

Gomes, M.F.M., Valerio Filho, M., Mendes, R.M. and Maciel, L.M., 2021. *Loteamentos irregulares em área de risco no município de São José dos Campos/SP, Brasil*. Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, 19, pp. 1-19. <https://doi.org/10.11606/1984-4506.risco.2021.169571>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. *Censo de Teófilo Otoni 2022*. Available at <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/teofilo-otoni/panorama>> [Accessed 09 February 2024].

Lalecher, C.D., Almeida, J.R., Barbosa, O.R., Matta, P.S., Pereira, R.C., Cunha, T.S. and Gurova, T., 2023, *Agentes e Processos de Interferência, Risco, Impacto e Dano Ambiental: Sistemas Terrestres*. Revista Internacional de Ciências, 13(1), pp. 68-75. <https://doi.org/10.12957/ric.2023.72623>

Marzulo, E.P., Heck, M.A. and Filippi, E.E., 2020. *Desigualdades socioeconômicas no Brasil: dinâmicas territoriais no urbano e no rural*. DRd-Revista Desenvolvimento Regional em debate, 10, pp. 1377-1402. <https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.3191>

Teixeira, W., Toledo, C., Fairchild, T. and Taioli, F. (orgs.), 2009. *Decifrando a Terra*. 2ed. São Paulo: Oficina de Textos.