

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA**  
**SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS**

**CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE *CREEP* EM TALUDE ARTIFICIAL: ESTUDO  
DE CASO NA RUA MELVIN JONES, PONTA GROSSA, PR.**

**PONTA GROSSA**

**2023**

## DECLARAÇÃO DE COMPROMISSO ÉTICO

Eu, Maria Lucia Camargo, RA: 19007802, RG: 9.290.690-6, asseguro que o Trabalho de Conclusão de Curso foi por mim elaborado e, portanto, responsabilizo-me pelo texto escrito que apresenta os resultados de minha pesquisa científica.

Atesto que todo e qualquer texto, que não seja de minha autoria, transcrito em sua íntegra ou parafraseado de outros documentos, estejam eles publicados ou não, estão devidamente referenciados conforme reza a boa conduta ética, o respeito aos direitos autorais e à propriedade intelectual.

Tenho conhecimento de que os textos transcritos na íntegra de outras fontes devem apontar a autoria, o ano da obra, a página de onde foi extraído e ainda apresentar a marcação de tal transcrição, conforme as regras da ABNT. No caso de paráfrase, o trecho deve vir com a referência de autoria e ano da obra utilizada.

Além disso, declaro ter sido informado pelos responsáveis do Curso de Licenciatura em Geografia das leis que regulam os direitos autorais e das penalidades a serem aplicadas em caso de infração, conforme constam na Lei 10.695 de julho de 2003.

Sendo assim, declaro que estou ciente de que, caso infrinja as disposições que constam na Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998, serei responsabilizado juridicamente pelos meus atos e terei que arcar com qualquer prejuízo moral e financeiro deles decorrentes.

Ponta Grossa, 10 de março de 2023



Assinatura do Acadêmico



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA  
GROSSA SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E  
NATURAIS DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS



COLEGIADO DO CURSO DE LICENCIATURA EM  
GEOGRAFIA

FOLHA DE APROVAÇÃO ATA DE  
DEFESA

Aos 8 dias do mês de fevereiro de dois mil e vinte e três, na sala virtual do *google meet*, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos(as) professores(as): Dr. Isonel Sandino Meneguzzo (Presidente-Orientadora), Dra. Edineia Vilanova Grizio-Orita (membro) e Dr. Fábio Augusto Meira Cássaro (membro) para a análise do trabalho de Conclusão de Curso sob o Título "Causas Consequências de *Creep* em Talude Artificial: Estudo de Caso na Rua Melvin Jones Ponta Grossa, PR.", elaborado por Maria Lucia Camargo concluinte do Curso de Licenciatura em Geografia. Aberta a sessão, a autora teve vinte minutos para a apresentação do seu trabalho, sendo, posteriormente, arguida pelos integrantes da Banca. Após o procedimento da avaliação, chegou-se os seguintes resultados:

O trabalho foi considerado aprovado.

Nada mais havendo a tratar, encerrou-se a presente sessão, da qual lavrou-se a presente ata que vai assinada por todos os membros da Banca Examinadora.

1) Presidente: Dr. Isonel Sandino Meneguzzo:

*Edineia Vilanova Grizio-Orita*

1) Membro 1: Dra. Edineia Vilanova Grizio-Orita

2) Membro 2: Dr. Fábio Augusto Meira Cássaro:

Ponta Grossa, 8 de fevereiro de 2023.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA

SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS

DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DE *CREEP* EM TALUDE ARTIFICIAL: ESTUDO  
DE CASO NA RUA MELVIN JONES, PONTA GROSSA, PR.**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao curso de Licenciatura  
em Geografia da UEPG para a  
obtenção do título de Licenciatura em  
Geografia.

Orientador: Prof. O Dr. Isonel Sandino  
Meneguzzo

PONTA GROSSA

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>3</b>
2.1 TALUDES.....	3
2.2 MOVIMENTOS DE MASSA.....	4
2.3 <i>CREEP</i> .....	8
2.4 DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS.....	10
<b>3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>13</b>
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
4.1 MATERIAIS.....	17
4.2 MÉTODOS.....	17
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>19</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No território brasileiro, a concentração da população em áreas urbanas, atrelada à falta de planejamento do uso e ocupação do solo têm afetado de forma negativa não somente o meio físico, como também as próprias pessoas que residem e circulam em áreas com características ambientalmente adversas. Nesse sentido, a área objeto deste estudo, não foge a este contexto.

Situa-se nos Campos Gerais no Paraná, mais especificamente no município de Ponta Grossa, em uma via pública que faz a ligação entre os bairros Jardim Sabará e Jardim Verona. Na área urbana de Ponta Grossa, a área de estudo constitui-se em um talude artificial com ocorrência de um processo de *creep* (ou rastejo).

Existem diversos movimentos de massa que podem ocorrer em taludes. No caso da área a ser pesquisada, o movimento de massa previamente identificado é rastejo, ou *creep*, que é um movimento lento de massa de solo ocasionado pela força da gravidade, que afeta áreas superficiais dos solos com movimentos descendentes. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Os taludes são áreas inclinadas que fazem parte da paisagem, podendo ocorrer de forma natural ou serem construídos pelo ser humano. Suas principais características são a declividade, constituição geológica e pedológica. Estes, associados a outros fatores como ocorrência de chuvas intensas e alterações na cobertura superficial do terreno, podem constituir-se em fatores que interferem na ocorrência de movimentos de massa. Os taludes, sejam eles artificiais ou de corte, quando mal planejados, podem constituir-se em áreas de risco, suscetíveis a processos do meio físico, tal como deslizamentos, quedas de blocos *creep*.

Este tipo de movimento gravitacional de massa pode causar impactos negativos para a população que utiliza vias públicas urbanas e, também para pessoas que possuem residências em locais próximos de áreas com esta tipologia de processo.

A execução de estudos, como o que aqui se apresenta, podem fornecer subsídios técnicos para a minimização e/ou anulação dos efeitos adversos deste tipo de processo.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo averiguar as causas e consequências de um processo de *creep* em talude artificial no espaço urbano de Ponta Grossa, tal como o mencionado anteriormente, estado do Paraná.

Deste modo, tem também por finalidade verificar os aspectos morfométricos do talude, tais como declividade, geometria, amplitude e comprimento. Da mesma forma, identificar os solos sob a ótica da Geologia de Engenharia, e descrever as consequências do *creep*, em obras de engenharia na área objeto de estudo, por meio de observações de campo e aplicação de formulário de entrevista com questões abertas e fechadas.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 TALUDES

De acordo com Filho, Virgíli e Diláscio (2018) taludes ou encostas são determinados como uma superfície inclinada, sendo constituídos de rocha ou solo. Podem possuir alterações devido à ação antrópica, como descarga de dejetos, desmatamento e cortes.

Ainda de acordo com os autores citados acima, distinguem-se dois tipos de talude: o talude de corte, classificado como um talude edificado através de escavações antrópicas diversas; e o talude artificial que se refere ao declive de aterros com diversos tipos de materiais com diferentes granulometrias incluindo efluentes urbanos. (FILHO; VIRGILI; DILÁCIO, 2018).

De acordo com Gerscovich (2016), taludes são áreas inclinadas de uma superfície, constituídas por maciços de solo ou rocha. Os taludes podem ser naturais, formados a partir de processos geológicos ou geomorfológicos os quais são denominados de naturais. Existem também aqueles que são construídos pelo ser humano, os quais são chamados de aterros e cortes.

Segundo Oliveira e Brito (1998) os taludes naturais são definidos como áreas inclinadas de maciços terrosos, rochosos ou misto (solo e rocha), os quais são originados por processos geológicos e geomorfológicos. Dessa maneira estes podem ser modificados por processos antrópicos, tais como cortes, desmatamentos, introdução de cargas entre outras.

Cabe aqui, também fazer menção à definição de vertente, termo empregado com frequência na ciência geográfica e, em especial, na geomorfologia. Para Christofolletti (1980), a vertente constitui-se numa superfície inclinada, sem qualquer conotação genética ou locacional.

Nesse sentido, destaca-se que neste estudo, optou-se pelo emprego da expressão talude de corte, considerando-se que as características antrópicas do local são marcantes, e se adequam de forma mais coerente ao conceito talude de corte, tal como apresenta (GERSCOVICH, 2016).



## 2.2 MOVIMENTOS DE MASSA

Considerando o grande interesse do reconhecimento de variedades de movimentos de massa, bem como sua classificação, procurou-se alguns autores que tratam deste assunto.

De acordo com Christofolletti (1980) os movimentos de massa correspondem a movimentação de partículas ou parte do regolito pela encosta abaixo. Entende-se, portanto, que a força da gravidade é parte importante no processo de movimentação das partículas. A água em movimento constitui-se também em fator relevante no processo, pois a presença dela torna-se significativa no movimento do regolito, uma vez que reduz o atrito entre as partículas sólidas, fazendo com que aumente o peso da massa intemperizada, preenchendo assim, os espaços vazios entre os poros.

Guerra (2004), conceitua os movimentos de massa com um caráter mais genérico e o seu transporte se dá pela força gravitacional. E dentro deste, existe uma complexidade de inúmeros movimentos, podendo ser movimentos individuais de materiais na superfície do solo ou deslocamentos superficiais do solo e da rocha.

Ainda de acordo com este autor, no Brasil a ocorrência de acidentes associados aos movimentos de massa nas encostas é bem ampla, principalmente, por condições climáticas e por existir grandes extensões de maciços montanhosos. Além da frequência daqueles ocorridos de origem natural, decorrem também por indução antrópica. Nos centros urbanos há uma grande ocorrência de acidentes por deslizamentos que são devidos a cortes em taludes para, por exemplo, a implantação de moradias e estradas.

Cabe destacar que na natureza podem ser encontradas variedades de movimentos de massa, as quais envolvem uma complexidade de materiais, processos e fatores condicionantes. Dentre eles, destacam-se o tipo de material existente, a velocidade, o mecanismo do movimento, a geometria da massa movimentada e a quantidade de água envolvida nesse movimento (GUERRA, 2004).

Maciel Filho (1998) descreve os movimentos de massa como sendo o de uma massa ou volume de solo ou rocha que se desloca em conjunto, o que diferencia da erosão, pois, este é um fenômeno que ocorre de forma diferenciada em termos físicos. Aponta ainda, que no decorrer das chuvas, o nível freático ou piezométrico sobe, fazendo com que a pressão onde está localizado um talude de corte ou aterro aumenta sua pressão.

Existem basicamente dois episódios, para a ascensão da água em subsuperfície. O primeiro acontece em materiais porosos, como aterros, alguns tipos de rochas sedimentares e solos. Conseqüentemente, esse material poderá absorver mais água sem que o nível do lençol freático se eleve. O segundo acontece em materiais rochosos fraturados, os quais absorvem pouca água por possuírem porosidade insignificante. Nesse caso, devido ao preenchimento de fraturas pela água da chuva, o nível piezométrico sofrerá uma ascensão rápida. Para que se evite tais problemas, existem técnicas a serem aplicadas em taludes terrosos, como mudança na geometria do talude, drenagem de água subterrânea e reforço do maciço (MACIEL FILHO, 1998).

Oliveira e Brito (1998), mencionam escorregamentos como movimentos rápidos de massa de solo ou rocha, se deslocando para baixo ou ao redor do talude. Já os movimentos de blocos rochosos, consistem nos deslocamentos por gravidade, podendo ser classificados de diferentes formas, como queda de blocos, tombamento de blocos, rolamento de blocos e deslocamento.

De acordo com Oliveira e Brito (1998), existem diversas formas de vertentes ou encostas, podendo ocorrer sob declividades também distintas. Suas modificações ocorrem por inúmeros fatores, como intemperismo, erosão e escorregamentos. O processo de desenvolvimento das encostas é lento, por isso as deduções são fundamentadas em hipóteses.

Ainda de acordo com os autores acima citados, as corridas são classificadas como movimentos de massas de grandes proporções, que se movem em forma de escoamento rápido. Se caracteriza pelo grande volume de material, podendo se deslocar até alguns quilômetros, resultando num grande potencial destrutivo. Existem variedades de materiais envolvidos nas corridas de massa, por isso, recebem diferentes denominações. Como corrida de lama (*mud flow*), onde existe uma grande quantidade de água. Já a corrida de terra (*earth flow*), o material principal é solo, porém com menor quantidade de água, e a corrida de detritos (*debris flow*), o material predominante é grosseiro, e é constituído de fragmentos de rocha de tamanhos variados.

Segundo Oliveira e Brito (1998, p. 140), existem duas classes de mecanismos fundamentais para as corridas de massa:

Origem primária: formação das corridas a partir da desestruturação total do material mobilizado de escoamentos nas encostas. Origem secundária: formação das corridas nas drenagens principais a partir da remobilização de detritos acumulados no leito e por barramentos naturais, acrescidos do material de escorregamentos nas encostas e grandes volumes de água gerados em picos de cheias nas drenagens.

Guidicini e Nieble (1983) citam que as escarpas de regiões montanhosas no Brasil, são portadoras de uma rica mata pluvial e com isso, acontecem com frequência movimentos coletivos de solos e rochas, o que eles chamam de escorregamentos. Os movimentos de massa ocorrem devido à própria dinâmica da evolução das encostas, pois com a alteração química das rochas, acontece a formação das massas de solo, que formam as vertentes, que acabam atingindo paulatinamente espessuras que podem ser consideradas como críticas para a estabilidade, acontecendo de forma isolada ou simultânea. Um outro fator a ser considerado importante, são as ocorrências de chuvas, pois quase todos os deslizamentos registrados no meio físico, estão relacionados a episódios de elevada pluviosidade. Trata-se de um aspecto bem significativo para ocorrência de deslizamentos (GUIDICINI; NIEBLE 1983).

Para equilibrar os deslizamentos em taludes terrosos são usadas algumas técnicas, como a drenagem da água subterrânea, mudança na geometria do talude e reforço do maciço. Esses são alguns dos métodos utilizados para a estabilização de taludes (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Para Zuquette (2011) os movimentos de massa podem ser vistos como vários tipos de escorregamentos, como em ocorrências de adensamento ou de subsidência. Nos escorregamentos o movimento de massa está ligado a topografia, estrutura do solo, a cobertura vegetal, à quantidade de chuva no local, entre outros. Desta forma, episódios como estes acontecem em áreas de serra, as quais são propícias para a ocorrência de escorregamentos.

Os condicionantes de movimento de massa, podem ocorrer por fatores geológicos e climáticos, associados a atividades antrópicas como construções em vias de transporte. O desmatamento entre diversas formas de apropriação, fazem destas regiões favoráveis a acidentes.

Segundo Penteado (1974) os movimentos de massa podem ser classificados como lentos ou rápidos e as principais causas estão relacionadas a atividades biológicas ou por processos físicos, como aqueles induzidos pelas condições climáticas, mas o principal fator é a ação da força da gravidade. Quando uma força

atua sobre os materiais que se encontram soltos na superfície, a exemplos das rochas, estas se movem, assim a força da gravidade atua fazendo com que ocorra o movimento descendente deste material.

Os movimentos de massa rápidos como deslizamentos e avalanches, são movimentos considerados intermitentes, repentinos ou contínuos. Os deslizamentos podem ocorrer de forma natural ou ocasionada por ação humana. Quando produzido por ação antrópica, acontece o rompimento do equilíbrio morfogenético, o que acelera o processo. Para controlar esses desmoronamentos existem alguns métodos que buscam restabelecer a estabilidade das encostas, tal como a colocação de rochas para impedir que a massa do terreno deslize, e ao mesmo tempo permita a drenagem da água do material da encosta (PENTEADO, 1974).

Já a avalanche, acontece de maneira mais rápida, geralmente se inicia com quedas de blocos de rochas, formando-se uma massa que se movimenta com grande velocidade. Quando acontece, massas de 1 a 4 quilômetros de largura e 10 a 30 metros de espessura percorrem, em poucos instantes, dezenas de quilômetros (PENTEADO, 1974).

Os movimentos de massa considerados lentos, segundo Penteado (1974), são rastejamento ou *creep*, escoamento difuso e escoamento em lençol.

O escoamento difuso, geralmente acontece em vertentes estabilizadas com cobertura vegetal, o escoamento acontece por um conjunto de filetes de água, o processo erosivo é tênue e vai depender de diversos fatores como: clima, rocha, detritos, solos, e cobertura vegetal para ser considerado fraco (PENTEADO, 1974).

O escoamento em lençol é uma onda de detritos carregados pela água, no início com maior velocidade, podendo tornar-se mais lento e se dispersando na superfície. O escoamento difuso é zonal nas regiões secas e diferente das outras, tudo depende de algumas características, tais como chuva e o grau da declividade da encosta (PENTEADO, 1974).

Os processos geomorfológicos são ações naturais que ocorrem no planeta. E dentro destes processos acontecem também movimentos de massa, podendo ser movimentos coletivos, nos quais solo e rocha são envolvidos. Segundo os autores a força gravidade e a declividade, são fatores relevantes no processo que envolve movimentos de massa, da mesma forma a água também pode interferir, e alguns casos podem ser catastróficos. (GUERRA; JORGE, 2014).

Os movimentos de massa têm se tornado muito impactantes e muito destes são devido ao uso antrópico próximos às encostas naturais, devido à produção de encostas artificiais para construção de estradas, casas, mineração, represas entre outras, causando em impactos locais (GUERRA; JORGE, 2018).

### 2.3 CREEP

Conforme Christofolletti (1980) *creep* ou reptação, representa o deslocamento dos fragmentos em movimentos lentos, em grandes partes dos horizontes do solo. O processo é mais lento na superfície do solo e conforme sua profundidade aumenta, a velocidade do movimento diminui. Fatores como o pisoteio do gado, onde o solo pode ficar mais compactado gerando um fácil escoamento das partículas na superfície do solo podem também contribuir na gênese do processo. (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Guerra e Guerra (1997), classificam *creep* como movimento coletivo lento de solo, e em zonas mais íngremes esse processo pode ser observado com mais frequência, sendo mais rápido na parte superficial e conforme sua profundidade e espessura diminui gradativamente.

Para Oliveira e Monticeli (2017), os rastejos correspondem ao movimento descendente e constante da massa de solo em um talude, ocorrendo uma deformação de caráter plástico. Além dos rastejos afetarem os horizontes de solo que estão em transição, afetam também as rochas alteradas e fraturadas em maiores profundidades.

O movimento de *creep* caracteriza-se pelo movimento descendente, lento e contínuo, que configura a existência de troncos e árvores curvos, deslocamentos de barreiras, cercas, muros, paredes e postes, podendo também ocorrer rachaduras em estradas (OLIVEIRA; BRITO, 1998).

Segundo Guidicini e Nieble (1983), os rastejos são movimentos lentos e contínuos, que podem envolver grandes massas de solo, a exemplo dos taludes, podendo ser de qualquer tipo de material, como solo, rocha ou a mistura dos dois, presentes nas encostas. Esses movimentos, podem ter semelhanças com outros tipos de movimentos de massa por provocar a movimentação de qualquer tipo de material. A movimentação é causada pela ação da força da gravidade, porém a decorrência

desta é devido às variações de temperatura e umidade, pois conforme a contração e a expansão do material, acontece a movimentação encosta abaixo, e sua espessura vai depender da variação térmica que ocorreu no local, e, conforme a profundidade da massa, somente haverá rastejo por ação da gravidade. Os elementos que evidenciam a presença do rastejo são: árvores inclinadas, deslocamentos de barreiras, cercas, muros, paredes e postes inclinados. Também há presença de trincas ou rachaduras em estradas sofrendo inflexões no alinhamento e deformações estruturais de rocha ou solo (GUIDICINI; NIEBLE, 1983).

Para Guidicini e Nieble (1983, p. 19):

O rastejo se diferencia dos escorregamentos (*stricto sensu*) por outro fator bem característico, além da continuidade e da lentidão da movimentação. Trata-se de uma diferença no mecanismo de deformação. Se nos escorregamentos, o mecanismo de deformação do terreno é o de um sólido que tenha atingido, ao longo da superfície de movimentação, a respectiva tensão de cedência ao cisalhamento, o mecanismo de deformação nos rastejos se assemelha ao de um líquido muito viscoso.

Filho (1997), considera rastejo como aqueles tipos de movimentos menos evidentes, porém, com vários planos de deslocamento interno, e a velocidade é muito baixa (cm/ano). Destaca que existe uma grande importância, pois estes podem afetar grandes áreas, sobretudo aquelas com média e altas declividades e com argilas expansivas, uma vez que estas são susceptíveis a mudança de volume devido a alterações de umidade e temperatura. Deste modo, devido a oscilações térmicas diárias ou sazonais variações volumétricas em massas rochosas podem vir a ocorrer, levando a destaque de blocos. A ocorrência deste evento atinge sua expressão máxima em condições climáticas em domínio do intemperismo físico sobre o químico. Com tal característica, com a variação diurna de temperatura, não sendo o principal fator, mas pode ajudar no desencadeamento de processo de rastejo. (FILHO, 1997).

Para Oliveira e Brito (1998) os rastejos constituem em movimentos descendentes, lentos e contínuos da massa do solo de um talude podendo afetar os horizontes superficiais de solos, os horizontes de transição solo/rocha, incluindo até mesmo a rocha alterada e fraturada e aquelas que se encontram em maiores profundidades. Esses processos são evidenciados por meio de indícios indiretos como o “embarrigamento” de árvores, o movimento de muros e outras estruturas adjacentes a obras civis, ou seja, aquelas que se encontram próximas a esses locais.

Penteado (1974) considera *creep* como um movimento lento de massa dos detritos na superfície, os quais ocorrem em velocidades de cerca de centímetros por ano. A ocorrência deste movimento acontece pela movimentação do manto, conforme se move ocorre a descida, sem interferência da água, decorrente apenas com a força da gravidade. Conforme aumenta a profundidade a velocidade diminui gradativamente chegando a ser considerado nulo em alguns centímetros abaixo da superfície.

## 2.4 DEPÓSITOS TECNOGÊNICOS

Segundo Oliveira (2005), a água, gelo, vento entre outros, podem estar associados como agentes geológicos naturais. Contudo, pesquisas efetuadas sobre temas geológicos abordados no Brasil na década de 1990, notou-se que o homem pode ser o mais novo agente geológico.

Tratam-se dos ambientes tecnogênicos que compreendem os ambientes transformados pela urbanização, agricultura, estradas, mineração entre outras. Assim, amplia-se o estudo da Geologia, a qual, além de tratar das formações geológicas naturais do passado, passa a englobar também os ambientes transformados pelo homem, os depósitos tecnogênicos, que modificam os ambientes naturais. Apesar da existência do homem ser insignificante comparada ao tempo geológico, o que implica é a intensidade e a frequência que os efeitos da transformação do meio natural modificados pela ação antrópica vêm ocorrendo, ou seja, isso supera as áreas naturais existentes. (OLIVEIRA, 2005).

Oliveira e Monticeli (2018) comentam que os processos geológicos naturais acontecem por meio de agentes como vento, água, gelo entre outros, sendo reconhecidos como aspectos naturais. Mas, no último século, a ação antrópica vem crescendo de forma desordenada cada vez mais, alterando o uso e ocupação do solo de forma intensa e isso vem acarretando uma série de distúrbios na dinâmica natural do planeta, como a aceleração dos processos de erosão, transporte, e deposição de sedimentos, os quais geram diversas deformações de feições geológicas, geomorfológicas e pedológicas na superfície terrestre. Isto significa que a ação antrópica vem sendo um novo agente geológico, pois seus processos modificadores constituem-se em ações tecnológicas que alteram cotidianamente os processos

naturais. Um exemplo bem significativo de influência, são os desmatamentos ou a terraplenagem, os quais não são considerados mais geológicos e sim geotecnogênicos. (OLIVEIRA; MONTICELLI, 2018).

Segundo Oliveira e Monticeli (2018, p. 442):

Os processos tecnogênicos criam solos modificados *in situ*, quando os solos ou rochas sofrem alteração sem transporte, ou solos transportados, quando formam depósitos tecnogênicos que também podem ser chamados de formações geológicas antropogênicas.

Ainda de acordo com estes autores, eles descrevem que os processos tecnogênicos implicam na movimentação de materiais, também produzem novas superfícies, novas formas de relevo, podendo ser escavadas ou aterradas. Isto significa, que a ação humana constrói novas formas de relevo que não existiam, isto é, processos parecidos aos naturais, realizados com máquinas e equipamentos. Os ambientes artificiais ou geotecnogênicos, compreendem os ambientes transformados pela agricultura, urbanização, estradas, barragens entre outras (OLIVEIRA; MONTICELLI, 2018)

Segundo os autores supracitados, existem três tipos de depósitos tecnogênicos: os depósitos induzidos, aqueles induzidos pelas forças naturais, como a força da gravidade e das águas de infiltração e de percolação, essas ocorrem em áreas alteradas e potencialmente instabilizadas pela ação humana. Tais forças acabam por erodir e mover os solos ou deslocar rochas, formando uma massa que é capaz de formar novos depósitos de baixa estabilidade. O segundo depósito induzido são os sedimentares, que ocorre nos fundos de vales, os quais possuem características semelhantes aos depósitos naturais, no entanto com estratificações que apresentam fases temporais de deposição.

Já os depósitos induzidos de massa, são aqueles gerados por escorregamentos, ou terrenos constituídos por diferentes misturas de materiais, como solos, rochas e restos vegetais, podendo incluir materiais artificiais, como resíduos domésticos e entulhos, entre diferentes proporções nas áreas urbanizadas (OLIVEIRA; MONTICELI, 2018).

Oliveira (2005) conceitua que a erosão antrópica é a responsável pelos depósitos tecnogênicos, que acontecem a partir do uso intenso do solo, como pastagens e agricultura intensiva. Mas a erosão não é a única origem dos depósitos



tecnogênicos, pois os aterros, os depósitos de resíduos industriais e de mineração também são vistos como depósito tecnogênico.

Segundo Oliveira (2005) pesquisas feitas nos fundos dos vales do oeste do estado de São Paulo revelam depósitos tecnogênicos. Essas transformações vêm ocorrendo desde a sua ocupação quando houve a expansão da cultura de café no final do século XIX e início do século XX. Com base nisso, a retirada da vegetação natural para o uso do solo foi se intensificando e causando mudanças severas, as quais provocaram assoreamento em rios, alterações pedológicas e pedogenéticas, processos erosivos e formação de depósitos tecnogênicos. Esse estudo revela que provavelmente foi a primeira pesquisa feita em área urbana tendo como diretriz a ação geológica do homem.

Para Peloggia (2005), um dos aspectos mais expressivos sobre a paisagem, são as modificações realizadas pela ação do homem, o que torna o relevo mais suscetível a erosão e a sedimentação, causando a deposição destes e, juntamente com a transformação do relevo também causada pelo homem, denomina-se de geotecnogênese, isto significa, a mudança do ambiente geológico realizada pela ação antrópica.

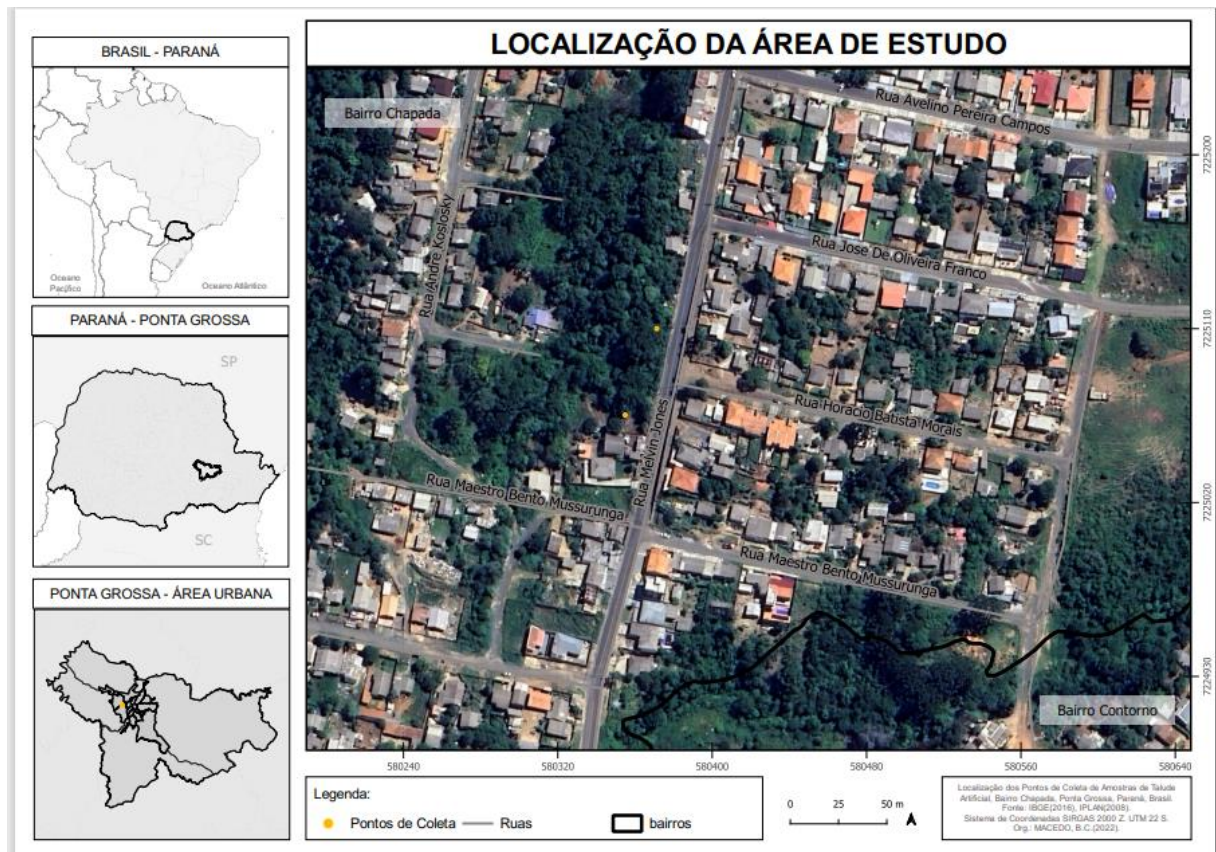
Ainda de acordo com o autor citado acima, a criação do relevo tecnogênico, pode acontecer de forma direta ou indireta, em que o homem seja o motivador, tanto da erosão como da deposição, podendo reduzir ou aumentar incidentes como ravinamentos e alagamentos.

Outros fatores que permitem a construção dos depósitos tecnogênicos são as condições hidrológicas na paisagem, causando-se assim, os relevos tecnogênicos, essas condições são dadas como ação direta, aquela que ocorre sem a intervenção humana, onde esses processos acontecem de forma mecânica. Os depósitos tecnogênicos, podem também ocorrer através da acumulação de material geológico, por meio da degradação do material geológico, sendo assim, formas como planícies aterradas, aterros e morretes artificiais. Os materiais carregados por processos erosivos das vertentes e encostas, preenchendo suas bases, irão formar feições específicas como rampas e terraços. (PELLOGIA, 2005).

### 3 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a um talude artificial localizado no Segundo Planalto Paranaense, na rua Melvin Jones, divisa entre o Jardim Sabará, próximo ao Arroio Gertrudes, área urbana de Ponta Grossa, Paraná (Figura 1 – Mapa de Localização). As coordenadas geográficas UTM da área são: 0580376 e 7225056.

FIGURA 1: Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: O autor.

Com relação à geologia, de acordo com Guimarães (2007), o Estado do Paraná dispõe de estruturas geológicas e de paisagens e relevos naturais. Onde é possível notar uma especificidade em cada um dos seus diferentes compartimentos geológicos como, Serra do Mar, terrenos e planaltos, cada um destes com suas histórias particulares. No Paraná existem grandes domínios geológicos como, rochas expostas da Bacia do Paraná e em grande extensão do Segundo e Terceiro Planaltos.

Encontram-se diferentes tipos de rochas, com diferentes idades em especial proterozóicas, as quais foram responsáveis pela acumulação dos sedimentos observadas no litoral paranaense, Serra do Mar e no Primeiro Planalto.

Segundo Guimarães (2007), a formação geológica Ponta Grossa é basicamente composta por rochas de granulação fina, devido às condições de sedimentação marinha. Por sua vez, grande parte das rochas são folhelhos, arenitos e siltitos. A formação foi dividida em três membros, da base para o topo: Jaguariaíva, Tibagi e São Domingos. O membro Jaguariaíva é composto por folhelhos e é rico em fósseis. Já o Membro Tibagi, é formado por arenitos finos e no membro São Domingos são predominantemente compostos por folhelhos laminados de cor acinzentada.

Já com relação à hidrografia, de acordo com Melo (2007) grande parte dos rios dos Campos Gerais, fazem parte do Rio Paraná, apenas dois destes rios têm suas nascentes no reverso da Escarpa Devoniana são eles: o rio Ribeira e o Açungui, Vale ressaltar que o rio mais importante dessa região é o Tibagi, em que sua drenagem ocorre nos Campos Gerais, acompanhando o declive do relevo regional, possuindo suas cabeceiras no Primeiro Planalto Paranaense. (Meneguzzo, 2007), ao estudar a Bacia do Arroio Gertrudes, destaca que diversos os rios possuem suas fontes de drenagem no ponto mais alto da cidade, localizado no seu centro, e que grande parte da água que escoar vai no sentido dos bairros (MENEGUZZO, 2007).

Os solos são formados por meio do intemperismo químico e intemperismo físico das rochas, compostos por matéria orgânica, animais e microorganismos.

Segundo Sá (2007) para compreender os solos de determinadas regiões é preciso compreender os fatores e processos ocorridos na sua formação, tais como clima, hidrologia, relevo, vegetação e o uso da terra. A fração mineral que compõe os solos decorre das transformações químicas, físicas e biológicas. No caso dos Campos Gerais, essa fração mineral é formada principalmente por rochas sedimentares, como folhelhos, arenito, argilitos e siltitos.

Os solos dos Campos Gerais são vistos como arenosos, rasos e pobres, isto acontece devido à sua formação, a qual foi feita a partir de rochas denominadas de arenito, as quais possuem em sua composição o quartzo que é um mineral muito resistente ao intemperismo. Ou seja, não sofre alterações pelo intemperismo e permanece presente na fração areia e silte do solo. Isto significa, que areia e silte, quase não disponibiliza água, o que torna o empobrecimento dos solos (SÁ, 2007).

De acordo com Sá (2007) os solos mais característicos dos Campos Gerais são os Latossolos, Neossolos, Cambissolos, Argissolos, Gleissolos e Organossolos. Porém, existem três subordens para o Latossolo nos Campos Gerais, o Latossolo Vermelho (LV), normalmente sua textura é argilosa e os LV com a presença de bastante argila são formados sobre os folhelhos formação Ponta Grossa e argilitos. Já os de textura média são desenvolvidos em arenitos de diferentes formações. O Latossolo Vermelho Amarelo (LVA), já são de textura média e o Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf), a presença destes existem em pequenas áreas. Segundo Meneguzzo (2007), ao estudar a área objeto de estudo do Arroio Gertrudes, verificou a presença de três classes de solos, Gleissolos, Latossolos e Cambissolos.

Os Gleissolos são assim definidos por (Embrapa, p. 175):

Gleissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo, ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos.

Os Latossolos são solos minerais com alto grau de desenvolvimento pedogenético, são solos antigos sua profundidade é superior a 2,0 metros.

Os Cambissolos são compostos por material mineral, ocupando 37,12 % dos Campos Gerais (Sá, 2007).

A vegetação dos campos Gerais é constituída por vegetação campestre e vegetação florestal. Segundo Moro e Carmo (2007) a vegetação campestre do Segundo Planalto paranaense compõe-se de uma extensa área de campos com afloramentos rochosos, solos pobres e rasos, a vegetação predominante são as herbáceas, com elementos arbustivos lenhosos. Os campos são apontados áreas

De acordo com Cruz (2007), nos Campos Gerais do Paraná é possível identificar dois tipos de clima, tais como Cfb na maior parte e Cfa na menor parte da região. Existem também grandes variações ligadas ao clima da região, devido a localização, índices de precipitação, número de horas de insolação e direção do vento entre outros fatores.

Cfa é o clima subtropical com verões quentes, geadas pouco frequentes, e verões com tendência de serem mais chuvosos. A temperatura média nos meses mais frios é inferior a 18°C (mesotérmico) e a temperatura média para os meses mais quentes passa dos 22°C.

Cfb representa clima temperado com verões frescos com temperaturas de 22°C, nos meses mais quentes, os meses mais frios com temperatura média no mês abaixo dos 18°C. (CRUZ 2007).

Segundo Cruz (2007) o clima no Paraná e nos Campos Gerais decorre de vários fatores:

- a) Infiltração das massas de ar frio principalmente durante o inverno:
- b) Ação dos ventos marítimos úmidos influenciados pelo Anticiclone do Atlântico Sul, que provocam chuvas orográficas na Serra do Mar, mas que podem avançar e ocasionar chuvas nos planaltos interiores.
- c) Variação na posição do Equador Térmico e do Atlântico Sul, que no verão posicionam-se ao Sul e interferem na dinâmica climática do estado e dos Campos Gerais, alterando significativamente as condições das precipitações, temperaturas, umidade relativa do ar e dos ventos.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 MATERIAIS

Os materiais utilizados para a realização da pesquisa na área de estudo foram:

Carta Topográfica

Mapa Geológico

Martelo Geológico

Trado manual

Trena

Aparelho receptor GPS

Pá

Balizas

Nível

Bússola

Formulário de entrevista

### 4.2 MÉTODOS

**Revisão bibliográfica:** Num primeiro momento foram compiladas e analisadas informações pertinentes à revisão de literatura, contemplando os assuntos diretamente relacionados à temática do estudo. Num segundo momento foram redigidos os itens alusivos à fundamentação teórica.

**Trabalhos de campo:** Os trabalhos de campo foram realizados durante o mês de agosto de 2022. Ressalta-se que nos trabalhos de campo, foram coletados dados específicos do talude, tais como: declividade, geometria do talude, amplitude e

constituição pedológica. Adicionalmente, foram levantados dados referentes às evidências do processo de *creep*, tais como interferências em estruturas urbanas (alterações na topografia de calçadas, inclinação de postes de iluminação pública, árvores embarrigadas e muros inclinados).

Análise de Carta topográfica e geológica: Para conhecimento de aspectos geológicos e topográficos da área de estudo, foram necessárias consultas à carta topográfica em escala 1/50.000 e à carta geológica em escala 1/50.000 (DNPN – BADEP – UFPR, 1977).

Análise tátil visual de solos: Com emprego de trado manual, foram realizadas duas perfurações na face do talude, a fim de identificar o material pedológico que constitui o talude. As profundidades atingiram aproximadamente 30 centímetros, sendo que a partir desta profundidade, não se obteve êxito na perfuração do talude, devido à resistência mecânica apresentada pelo do material nele depositado.

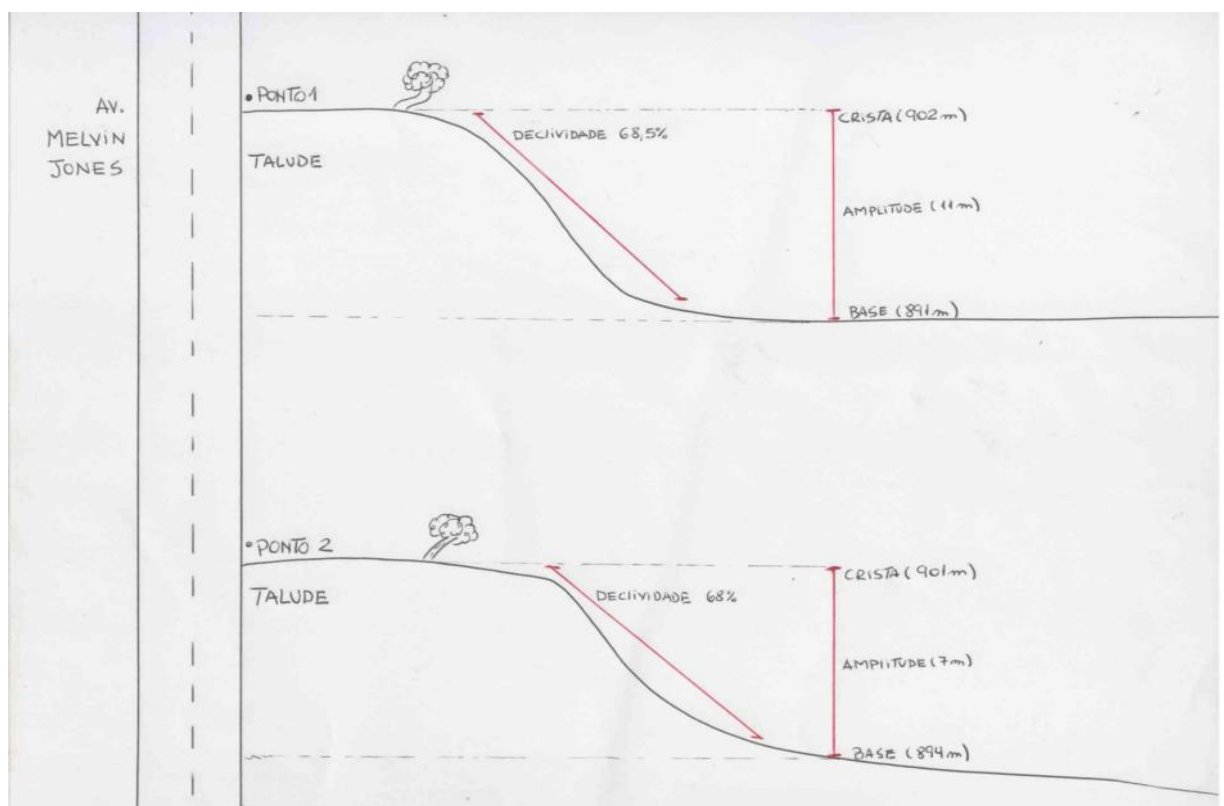
Após esta etapa, foi realizada classificação tátil-visual do material. Para o material pedológico foi empregada a técnica apresentada por Lemos e Santos (2005), em que o material é umedecido e realizado seu estudo a partir do contato deste material sendo esmagado pelas mãos.

Para realização do cálculo de declividade do talude, foi realizado um procedimento de campo, fundamentado em Ferreira (1981). Para tanto, foram empregadas duas balizas, distantes 100 centímetros uma da outra. A partir disso, foi alocada uma régua, entre elas, com o auxílio de nível, permitindo que a mesma permanecesse sem declive. Sequencialmente, foi feita a medida de desnível entre a base da baliza situada a montante do talude e o nível da régua na baliza jusante.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir de realização dos trabalhos de campo realizados entre 06/08/2022 e 12/11/2022, pôde-se levantar informações referentes ao local de estudo conforme imagem 6.

FIGURA 2: Croqui da área de estudo (sem escala).



Fonte: O autor

Com relação à amplitude do talude, foram realizadas medidas de dois pontos, (ponto 1 e ponto 2).

No ponto 1, a crista do talude está a 902 metros acima do nível do mar e a base do talude está a 891 metros, portanto a amplitude total é de 11 metros. A extensão horizontal do talude é de 25 metros. Sua declividade, medida em campo, foi de 68,5%. Em relação ao ponto 2 a crista do talude está a 901 metros acima do nível do mar e a base do talude está a 894 metros, portanto a amplitude é de 7 metros, já a sua declividade é de 68%. Quanto a extensão horizontal do talude é de 25 metros.



FIGURA: 3 Imagem da área de estudo



Fonte: Google Earth

Com relação aos solos, foram coletadas amostras do ponto 1 e ponto 2. Foram identificados solos siltosos, com presença de materiais com características de depósitos tecnogênicos. Brita (diabásio), quartzito e presença de cerâmica, evidenciam este fato. Apesar do diabásio ser relativamente comum, na região de Ponta Grossa, não se observou a presença desta rocha, quando se consultou o mapa geológico que cobre a área de estudo. O mesmo se aplica ao quartzito, porém, ressalta-se que o mesmo, se faz presente naturalmente no 1º Planalto Paranaense (região de Itaiacoca).

Portanto, tais materiais constituem-se em depósito tecnogênico e fazem parte da estrutura constituinte do talude, ora estudado. Ressalta-se que, do ponto de vista da Geologia de Engenharia, tais solos caracterizam-se como materiais alóctones, ou seja, foram trazidos de outros locais por interferência antrópica.

Tendo em vista que o objeto de estudo consistiu em caracterizar o processo de (*creep*) em talude artificial situado em uma via pública, através de observações de campo, pôde-se notar determinadas evidências, como estruturas de casas antigas demolidas, que demonstram a presença de moradores que por algum motivo deixaram o local. Além dos destroços, constatou-se a ocorrência de indícios de rastejo, tais como troncos curvos de árvores (Figura 4), cerca adernada (Figura 5), rachaduras na pavimentação da calçada (Figura 6), trincas na superfície do solo.



Também foram encontrados diversos tipos de materiais em meio ao solo coletado, como concreto, cerâmica, brita, bateria de celular e resíduos sólidos urbanos provindos de casas antigas e de descarte irregular.

FIGURA 4: Árvore apresentando tronco curvado



Fonte: O autor

FIGURA 5: Cerca Adernada



Fonte: O autor



FIGURA 5: Árvore inclinada



Fonte: O autor

FIGURA 6: Rachaduras na pavimentação da calçada



Fonte: O autor

A fim de entender o motivo do abandono e demolição de casas nas cercanias do processo de *creep*, foram realizadas entrevistas com moradores da região. Para tal, foram elaboradas entrevistas estruturadas, contendo cinco perguntas, sendo quatro fechadas e uma aberta. No total foram realizadas cinco entrevistas com moradores de diferentes casas, todas próximas ao local do estudo.

De acordo com as entrevistas realizadas com os moradores, todos residentes há mais de 18 anos na região do estudo. O morador 1 mora no local há mais de 18 anos, o morador 2 há mais de 20 anos, os moradores 3 e 4 há mais de 40 anos, e o morador 5 há mais de 50 anos.

A pergunta (1): Sua residência apresenta algum problema estrutural? Como rachaduras nas paredes, rachaduras no piso, afundamento no piso? O morador 1 respondeu “não”. O morador 2 respondeu “sim, tem rachaduras na calçada e nas paredes”. O morador 3 respondeu “sim, afundamento de 10cm”. O morador 4 respondeu “sim, rachaduras nas paredes, rachaduras no piso e rachaduras na entrada da casa, na calçada”. O morador 5 respondeu “sim, rachaduras nas paredes”.

Na pergunta (2): Na área de estudo existem resquícios de moradias. Sabe dizer por que motivo essas pessoas se retiraram do local? o morador 1 respondeu “se retiraram do local devido à construção do asfalto”. O morador 2 respondeu “os moradores saíram do local em 2010, segundo relato foi o governo que retirou as famílias”. O morador 3 respondeu “as famílias se retiraram do local, devido à construção do asfalto”. O morador 4 respondeu “por ação do governo”. O morador 5 respondeu “o governo foi quem realizou a retirada das famílias”.

Na pergunta (3): O senhor (a) tem observado alguma alteração (erosão, trincas no solo entre outras ou alteração ao longo do tempo)? O morador 1 respondeu “quando era mais jovem a área não era tão declivosa como se encontra hoje”. O morador 2 respondeu “a calçada está descendo”. O morador 3 respondeu “sim”. O morador 4 respondeu “sim, houve alteração na calçada, ela está afundando”. O morador 5 respondeu “não, a casa é da minha filha, eu não acompanhei nenhuma alteração”.

Na pergunta (4): Sabe dizer se no local já foi ou é depositado algum tipo de resíduos sólidos? Como, resíduos residenciais, solo ou resto de construção? O morador 1 respondeu “sim, resíduos residenciais e restos de construção”. O morador 2 respondeu “sim, solo e restos de construção”. O morador 3 respondeu “sim, resíduos residenciais e animais mortos”. O morador 4 respondeu “sim, resíduos residências,

resto de construção e animais mortos”. O morador 5 respondeu “sim, resíduos residências, solo e restos de construção”.

Na pergunta (5): Existe algum tipo de ação do poder público em relação à área de risco? O morador 1 respondeu “não”, O morador 2 respondeu “não”, O morador 3 respondeu “não”. O morador 4 respondeu “não”, O morador 5 não soube responder.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo investigar as causas e consequências de um processo de *creep* em um talude, situado no espaço urbano de Ponta Grossa, estado do Paraná. Para tanto, empregou-se uma metodologia que envolveu diversos procedimentos metodológicos.

Desta forma, constatou-se, por meio da metodologia empregada, a existência de um processo de *creep*, que contribui para a existência de danos nas estruturas das casas, cercas adernadas, vegetação alterada (árvores inclinadas e embarrigadas), afundamento de asfalto em via pública e rachaduras em calçadas.

Recomenda-se que estudos mais detalhados sejam realizados para verificar a dinâmica deste processo numa escala temporal, com possíveis consequências futuras.

Observou-se que a ocorrência desse movimento gravitacional de massa afeta socialmente e financeiramente os moradores e transeuntes locais.

Apesar de não ter sido foco deste estudo, recomenda-se que o poder público realize o monitoramento geoambiental da área, para que medidas sejam tomadas no sentido de prevenir possíveis acidentes geológico-geomorfológicos, e demais danos à população que vive no entorno do processo.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, N, A; LOPES. J, I. **Mapa Geológico**. Curitiba: DNPM – BADEP – UFPR, 1997. 1 mapa: color. 55 x 50cm. Escala 1: 50.000.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.
- FERREIRA, P. H. M. **Princípios de manejo e de conservação do solo**. São Paulo: Nobel, 1981.
- FILHO, C. L. M. **Introdução à Geologia de Engenharia** 2. ed. Santa Maria. editora: UFSM, 1997.
- GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de Taludes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.
- GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia e Meio Ambiente**: 5. ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2004.
- GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico Geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- GUERRA, A. J. T. JORGE, M. C. O. **Degradação dos Solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.
- GUIDICINI, G; NIEBLE, C.M. **Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983.
- LEMOS, C. L; SANTOS. R. D. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 84p, 3. ed. Campinas, 1996.
- MELO, S. M; MORO, S. R; GUIMARÃES, B. G. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2007.
- MENEGUZZO, I. S. **Análise da Degradação Ambiental na Área Urbana do Arroio Gertrudes**: Uma contribuição ao Planejamento Ambiental. Ponta Grossa, 2006.
- OLIVEIRA, M. S. O; BRITO, N. A. B; **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação de Geologia de Engenharia, 1998.
- OLIVEIRA, A. M. S; BRANNSTROM, C; NOLASCO, M. C; PELLOGGIA, A. U. G; PEIXOTO, M.N.O; COLTRINARI. L. Técno: **Registros da Ação Geológica do Homem**. São Paulo, 2005.
- OLIVEIRA, A. M. S; MONTICELI, J. J. **Geologia de Engenharia e Ambiental**. São Paulo, 2018.
- PELOGGIA, A. U. G. **A Cidade das Vertentes e as Vazeadas: A transformação do Relevo Pela Ação do Homem no Município de São Paulo**. São Paulo, 2005.

PENTEADO, M. M. **Fundamentos de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 1974.

ZUQUETTE, L. V; KERTZMAN, F. F. **O Brasil e a Geologia no Planejamento Territorial e Urbano**. Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental. 123p, volume 1. São Paulo, 2011.