



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPEs – LATINDEX
Nº. 19 – Ano X – 05/2021
<http://www.ufvjm.edu.br/vozes>

MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS DE MASSA NA LITERATURA GEOMORFOLÓGICA: OS ESCORREGAMENTOS NO MEIO URBANO, EM PERSPECTIVA CONCEITUAL

Prof. Dr. Caio Mario Leal Ferraz
Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)
Docente da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
<http://lattes.cnpq.br/5030555619653926>
E-mail: caio.ferraz@ufvjm.edu.br

Prof. Dr. Roberto Célio Valadão
Doutor em Geologia pela Universidade Federal da Bahia (UFBA)
Professor Titular do Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) – Belo Horizonte – MG – Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7250719881028769>
E-mail: valadaobh@gmail.com

Resumo: Escorregamentos são fenômenos que, embora possam ocorrer naturalmente, se tornaram cada vez mais frequentes em meio urbano em função de alterações promovidas pela ocupação destes ambientes. Notadamente em países subdesenvolvidos e de urbanização tardia, o crescimento das cidades ocorre, em geral, desacompanhada de planejamento e de políticas públicas eficientes para gestão territorial. A literatura geomorfológica é rica em informações relacionadas à conceituação dos escorregamentos, assim como na definição das suas tipificações. Mesmo assim, ainda há lacunas que possibilitam uma revisão conciliatória de conhecimentos que auxiliem no reconhecimento, identificação e avaliação dos escorregamentos, bem como das relações de causa e consequência entre estes fenômenos e a urbanização. Com o objetivo de apresentar contribuições a respeito dessa discussão, neste artigo são apresentadas as principais definições técnico-

científicas de escorregamentos, sua tipologia e condicionantes para a sua ocorrência, com atenção especial ao contexto urbano brasileiro.

Palavras-chave: Desastres naturais; suscetibilidade; planejamento territorial.

1. Introdução

Fenômenos como escorregamentos apresentam, em geral, ocorrências que podem ser naturais, embora suas manifestações possam ser potencializadas ou induzidas pela ação humana, em função de alterações promovidas na morfologia das vertentes, nas propriedades dos solos ou nas condições de drenagem (GUIDICINI e NIEBLE, 1983; SELBY, 1993; FERNANDES e AMARAL, 1996; OGURA *et al.*, 2004; MENDIONDO, 2005; CARMO, 2014). O uso inadequado do solo, ditado pelas características de sua ocupação em contexto de sistemática intensificação do crescimento populacional, tal qual tem ocorrido historicamente quanto ao processo de urbanização no Brasil, ocasionou severas interferências na dinâmica dos condicionantes dos escorregamentos. É comum hoje no país a ocorrência de desastres cujas dimensões se relacionam às características intrínsecas do território, à sua interação com um sistema em desequilíbrio e à magnitude dos eventos (GUIMARÃES *et al.*, 2008; GONÇALVES e GUERRA, 2009; AMARAL, 2013; BERTONE e MARIANO, 2013; AMARAL e REIS, 2017).

Notadamente nos países subdesenvolvidos, a formação das cidades se iniciou em áreas adjacentes aos cursos d'água, quer pela facilidade promovida pela topografia plana, quer pelo acesso à água (ALMEIDA e CARVALHO, 2010), posteriormente ocupando feições mais declivosas do relevo (FERRAZ, 2019). Para Tominaga *et al.* (2009), no meio urbano as alterações morfológicas promovidas pela ocupação devem ser entendidas como o elemento desencadeador de movimentos gravitacionais de massa. Na opinião de Cunha (1991), em concordância com Augusto Filho (1995), o escoamento e a concentração de águas servidas e pluviais, vazamentos nas redes de abastecimento de água, retirada da vegetação, alteração na geometria da encosta mediante cortes e aterros, deposição de lixo e entulhos e o emprego de fossas sanitárias são elementos que contribuem para a instabilidade das encostas nas áreas urbanas. Nesse contexto, tratam os autores

da existência dos escorregamentos induzidos, que resultam de intervenções nas encostas que contribuem para a deflagração do movimento.

Os escorregamentos são causas de preocupações, acidentes ou desastres que podem assumir dimensões de catástrofe, especialmente quando ocorrem em áreas urbanas. Para Tominaga *et al.* (2009, p.27), escorregamentos “são processos de movimentos de massa envolvendo materiais que recobrem as superfícies das vertentes ou encostas”, mais comuns em “regiões montanhosas e serranas em várias partes do mundo”, principalmente naquelas onde predominam climas úmidos, a exemplo das regiões Sudeste, Sul e mesmo setores do Nordeste do Brasil. Nesse cenário, Ogura *et al.* (2004) consideram que reconhecer as tipologias e os condicionantes dos escorregamentos é fundamental para avaliar os riscos de ocorrência do fenômeno.

Embora exista abundante literatura, com destaque para aquela das geociências, que permita compreender, identificar e avaliar os escorregamentos, bem como seus condicionantes, ainda ocorrem situações em que estes fenômenos são indiferenciados de processos erosivos diversos ou mesmo imprecisões na percepção dos escorregamentos em meio a outras ocorrências dos distintos movimentos gravitacionais de massa. Da mesma forma, em função da inobservância da geometria e da natureza dos materiais mobilizados, comumente são incorretamente distinguidos os escorregamentos rotacionais ou circulares, translacionais ou planares e em cunha.

Nesse contexto, objetiva-se com este trabalho propor uma revisão conceitual, com base na literatura geomorfológica, sobre o significado de conceitos associados aos movimentos gravitacionais de massa, com foco nos escorregamentos. Espera-se contribuir não com uma nova proposta a ser inserida neste panorama, mas com uma discussão que auxilie na conciliação da terminologia associada a estes fenômenos.

2. Os movimentos gravitacionais de massa: definição, tipologia e fatores condicionantes

Para Tominaga *et al.* (2009, p.27) o “movimento do solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente sob a ação direta da gravidade” é denominado movimento gravitacional de massa. Os autores destacam que “a contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos”. Guerra e Marçal (2006, p.75-76), por sua vez, conceituam movimento gravitacional de massa como “o transporte coletivo de material rochoso e/ou de solo” em que “a ação da gravidade tem papel preponderante, podendo ser potencializado, ou não, pela ação da água”.

Essas definições têm em comum, dentre outros aspectos, (i) a ação da gravidade deslocando (ii) volumes de solo, rocha ou outros, (iii) podendo ou não haver contribuição de diferentes meios. Embora não pareça controversa a definição dos movimentos gravitacionais de massa, sua classificação ou tipologia é seara que divide opiniões.

Em se tratando dos movimentos de massa, para Zezêre (2005) há diversas combinações entre materiais e agentes perturbadores, o que resulta em propostas de classificações igualmente distintas. Há aquelas que se utilizam de terminologias e conceitos que integram movimentos idênticos em diferentes classes, bem como as que empregam uma mesma designação para tipificar movimentos com características desiguais. Fernandes e Amaral (1996) ponderam sobre as limitações que caracterizam todas as propostas de tipificação dos movimentos de massa, visto que estes tendem a ser mais complexos do que as classificações determinam e que os eventos podem ser caracterizados pela manifestação de várias classes, num mesmo movimento. Já Tominaga *et al.* (2009) avaliam que os movimentos de massa podem ser de diversos tipos, já que envolvem também materiais e processos variados, merecendo destaque a classificação proposta por Varnes em 1978 largamente utilizada internacionalmente, embora ressaltem que a contribuição de Augusto Filho (1992), é uma das que encontra maior respaldo nas

pesquisas geomorfológicas brasileiras, segundo Tominaga *et al.* (2009) e Gerscovich (2016).

Essa classificação divide os movimentos gravitacionais de massa em quatro processos, a saber: rastejo, escorregamento, queda e fluência, sendo que o segundo, foco de interesse para o escopo deste trabalho, se refere ao movimento coletivo de solo, material sólido (rochas) ou ambos, no sentido da declividade da encosta, sob a influência direta da gravidade (SELBY, 1993). Os escorregamentos são “movimentos rápidos, de porções de terrenos (solos e rochas), com volumes definidos, deslocando-se sob ação da gravidade, para baixo e para fora do talude ou da vertente” (TOMINAGA *et al.*, 2009, p.28).

Para Fornassari Filho e Infanti Jr. (1998), de modo semelhante a Fernandes e Amaral (1996) e Zêzere (2005), os escorregamentos envolvem solo, rocha ou uma intrincada combinação de ambos, podendo ainda o lixo doméstico fazer parte dos materiais deslocados. Para os autores, o volume do material que se desloca para baixo e fora da vertente gera movimentos rápidos (velozes) de duração (tempo) geralmente curta. A velocidade de ocorrência dos escorregamentos varia também em função da declividade do terreno, podendo alcançar alguns metros por segundo (TOMINAGA *et al.*, 2009). Para Guidicini e Nieble (1983), movimentos bruscos ocorrem em terrenos relativamente homogêneos, nos quais a superfície de escorregamento é mais inclinada (maior declividade).

No que se refere à dinâmica e deflagração do movimento, Guidicini e Nieble (1983) consideram que um escorregamento é deflagrado quando a força gravitacional é maior que o atrito interno das partículas do material que será movimentado. Quando o atrito é superado pela força da gravidade, a massa de solo se desloca encosta abaixo. Para tanto, a infiltração de água no solo é responsável pela redução ou total perda do atrito entre as partículas, momento em que ocorre o escorregamento. Em outras palavras, quando o solo atinge o limite de liquidez, caracterizado por perda total do atrito entre as partículas (solifluxão), se movimenta para baixo e fora da encosta (TOMINAGA *et al.*, 2009). Para Fornassari Filho e Infanti Jr (1998) rupturas por cisalhamento ocorrem por aumento de tensões

atuantes, queda da resistência do material ou ambos os casos em associações diversas.

A esse respeito, Kobiyama *et al.* (2006) explicam que escorregamentos podem ocorrer principalmente associados a elevados volumes pluviométricos, tanto em função de chuvas intensas de curta duração quanto resultantes de longos períodos (chuvas contínuas). Em ambos os casos, há condições propícias para a diminuição da resistência do solo, sendo a água percolante um dos principais agentes deflagradores de movimentos de encostas em ambientes tropicais úmidos. Fernandes e Amaral (1996) explicam que rupturas ocorrem em curto intervalo de tempo, devido ao rápido aumento da umidade durante eventos pluviométricos de alta intensidade.

Tominaga *et al.* (2009) entendem que em função da geometria e da natureza dos materiais mobilizados, pode-se subdividir os escorregamentos em três tipos: rotacionais ou circulares; translacionais ou planares; e em cunha. Na mesma linha, para Fernandes e Amaral (1996), escorregamentos apresentam planos de ruptura e volumes definidos, que podem apresentar forma planar, côncava ou em cunha. Quando adquirem forma planar configuram escorregamentos translacionais, já aqueles cujos planos de ruptura possuem formas côncavas são denominados escorregamentos rotacionais – *slumps*.

Os escorregamentos planares ou translacionais são, para Fernandes e Amaral (1996) e Tominaga *et al.* (2009), os mais frequentes dos movimentos gravitacionais de massa e formam superfícies de ruptura planar, associadas a solos heterogêneos e rochas dotadas de descontinuidades mecânicas e hidrológicas. Os autores consideram que esses movimentos são caracterizados por serem rasos, cujo plano de ruptura geralmente ocorre entre as profundidades de 50 centímetros a 5 metros, sendo mais extensos do que profundos (Figura 1).

Estes movimentos tendem a ocorrer tanto em vertentes de alta quanto de baixa declividade, podendo atingir centenas ou até milhares de metros de comprimento (FERNANDES e AMARAL, 1996; TOMINAGA *et al.*, 2009). A largura das cicatrizes dos escorregamentos planares geralmente é de 10 a 15 metros, com profundidade

de cerca de um metro e comprimento que pode chegar a 200 metros (WOLLE e CARVALHO, 1989).

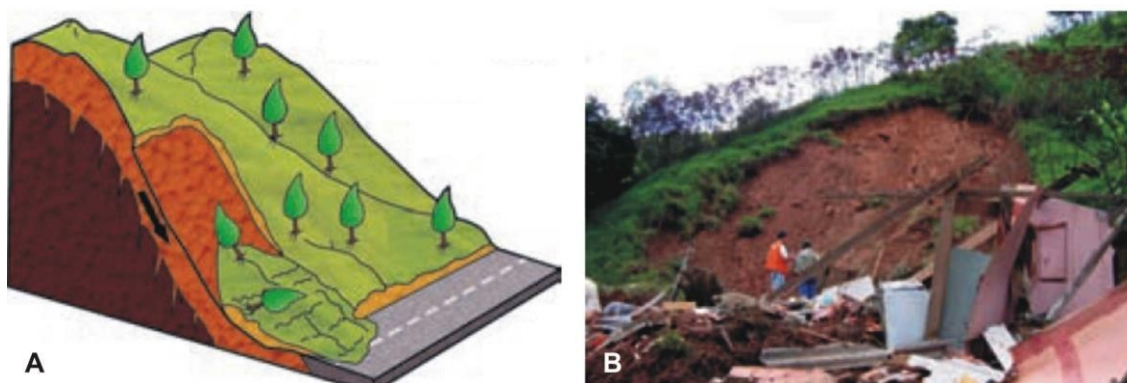


Figura 1 – Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento translacional ou planar, segundo Tominaga *et al.* (2009). Observar o plano de ruptura conforme indicado por seta (A) e cicatriz que corresponde à exumação do mesmo em (B).

No que diz respeito às características das superfícies de ruptura dos escorregamentos planares ou translacionais, Fernandes e Amaral (1996) consideram que estas tendem a acompanhar descontinuidades mecânicas e hidrológicas do meio. Essas descontinuidades são resultantes de processos geológicos, como acomodamentos ou fraturas; geomorfológicos, a exemplo de depósitos de encostas; ou pedológicos, podendo ser estes contatos entre horizontes ou entre solos e rochas. Feições planares no maciço rochoso condicionam os deslizamentos translacionais, como foliação, fraturas, falhas, entre outros (FORNASSARI FILHO e INFANTI JR., 1998). Fornassari Filho e Infanti Jr. (1998) compreendem que em encostas de áreas serranas caracterizadas por mais elevadas declividades e solos rasos, estes escorregamentos mobilizam horizontes de solo geralmente até o contato com a rocha alterada ou sã. Já em taludes, mobilizam o solo saprolítico que pode conter também rocha fragmentada. Segundo Fernandes e Amaral (1996) estes escorregamentos podem ser classificados quanto ao material transportado: escorregamentos translacionais de rocha, de solo residual de tálus/colúvio, e de detritos (incluindo lixo) ou uma mistura de ambos.

Para algumas áreas do conhecimento, sobretudo nas engenharias ou mesmo na geologia, os solos são divididos em residuais e sedimentares. Os primeiros evoluem do material *in situ*, ao passo que os segundos requerem transporte de partículas de solo. Em função disso, as estruturas reliquias e feições da rocha matriz estão, em geral, ausentes (MENDES, 2008). Já para Tominaga (2007) trata-se do horizonte de solo formado pela alteração da rocha matriz *in situ*, que evolui pela atuação de processos pedogenéticos que promovem mudanças mineralógicas.

Nos escorregamentos translacionais de rocha, a movimentação ocorre nos planos de fraqueza que correspondem à estruturação geológica, como, estratificação, xistosidade, gnaissificação, acamamento, falhas, juntas de alívio de tensões e outras. Quando os escorregamentos mobilizam solo e rocha, a massa transportada costuma apresentar volume rochoso significativo, especialmente quando envolvem massas de tálus, em colúvios (TOMINAGA *et al.*, 2009).

Os escorregamentos circulares ou rotacionais ocorrem quando a superfície de ruptura se caracteriza por curva côncava ao longo da qual ocorre movimento rotacional do perfil do solo (FERNANDES e AMARAL, 1996; HIGHLAND e BOBROWSKY, 2008; TOMINAGA *et al.*, 2009), conforme representação na Figura 2. Para Fernandes e Amaral (1996) estes geralmente ocorrem em solos espessos e homogêneos, tendo início, muitas vezes, a partir de cortes na base das encostas – ou por erosão fluvial no sopé das vertentes. Nestes casos, o movimento apresenta rotação em torno do seu centro de gravidade ou em torno de um eixo paralelo ao talude.

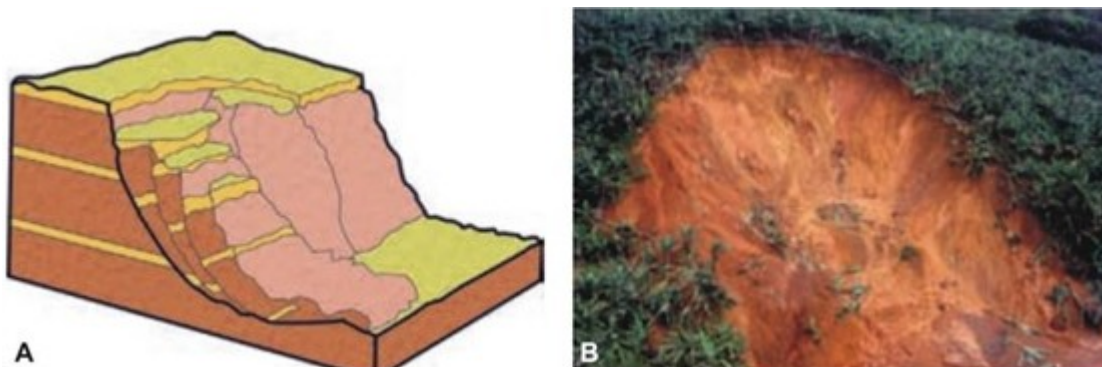


Figura 2 – Representação esquemática (A) e fotografia (B) de escorregamento rotacional, segundo Tominaga *et al.* (2009). Observar o plano de ruptura em forma côncava em A e cicatriz que corresponde ao afloramento do mesmo em B.

Para Fornassari Filho e Infanti Jr (1998), podem se formar múltiplas superfícies de ruptura, combinadas e sucessivas (Figura 2 – B), casos nos quais os escorregamentos são capazes de assumir proporções catastróficas, quando ocorrem de modo súbito (TOMINAGA *et al.*, 2009). Segundo Guidicini e Nieble (1983), no Brasil, escorregamentos rotacionais são também comuns e geralmente catastróficos.

Os escorregamentos em cunha, em princípio de natureza mais específica, são restritos a áreas que apresentam relevo fortemente controlado pela estruturação geológica, associados a maciços rochosos em diferentes estágios de alteração, nos quais duas estruturas planares condicionam o deslocamento de um prisma ao longo do eixo de interseção dos planos estruturais – Figura 3 (TOMINAGA *et al.*, 2009).

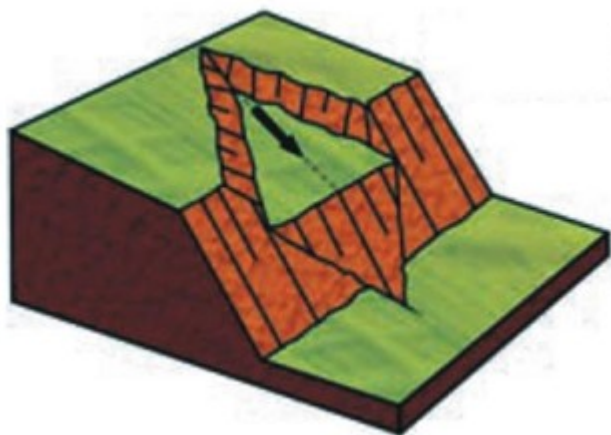


Figura 3 – Representação esquemática de escorregamento em cunha, segundo Tominaga *et al.* (2009). Notar a morfologia do material deslocado e da superfície de deslocamento, as quais indicam controle estrutural.

Para Infanti Jr e Fornasari Filho (1998), estes movimentos ocorrem em taludes de corte ou encostas que sofreram desconfinamento natural ou antrópico, que tenham causado instabilidade e mobilização ao longo dos planos estruturais.

2.1. Os fatores condicionantes dos movimentos gravitacionais de massa

A ocorrência de um movimento gravitacional de massa resulta, em geral, da combinação de fenômenos naturais e induzidos, os quais podem se associar de distintas maneiras. Em função da heterogeneidade da natureza destes fenômenos, Zêzere (2005) considera que os movimentos de massa são, na maior parte dos casos, extremamente complexos, sendo suas causas múltiplas e simultâneas.

Apesar das classificações que permitem identificar as características mais comuns para a ocorrência dos diversos movimentos gravitacionais de massa, Fernandes *et al.* (2001, p.53), esclarecem que: “a aplicação direta desses sistemas de classificação aos movimentos observados na natureza não é tarefa simples” e que:

(...) além das dificuldades derivadas das atividades antrópicas e das rápidas transformações que ocorrem nas cicatrizes dos deslizamentos, há problemas associados à própria complexidade dos fenômenos, onde muitos movimentos são deflagrados como escorregamentos translacionais e se transformam gradativamente em corridas de massa devido ao excesso de água (FERNANDES *et al.*, 2001, p.53).

Sobre as causas da mobilidade de materiais nas vertentes, na opinião de Zêzere (2005, p.62), “tentar definir qual delas é responsável pela ruptura pode ser, não só difícil, como incorreto”, visto que “frequentemente, o fator final não é mais do que um mecanismo desencadeante (*triggering factor*) que coloca em movimento uma massa que se encontrava já no limiar da ruptura”. Por esse motivo, entende o autor que os movimentos que ocorrem nas vertentes devem ser analisados com base na existência de fatores condicionantes dos movimentos. Segundo Tominaga *et al.* (2009, p.34) a ocorrência de escorregamentos é determinada por fatores condicionantes, os quais “correspondem principalmente aos elementos do meio físico e, secundariamente do meio biótico” que contribuem para o desencadeamento dos eventos.

Para Crozier (1986) são três os fatores que desencadeiam os movimentos gravitacionais de massa: os agentes preparatórios; os deflagradores e os controladores. Para Guidicini e Nieble (1983) estes se resumem em dois: os agentes predisponentes e efetivos. Estes autores lembram que os agentes predisponentes e os efetivos são parte da dinâmica dos processos naturais.

Os primeiros, agentes predisponentes, correspondem ao conjunto de condições geológicas, topográficas e ambientais da área onde se desenvolve o movimento de massa. Tominaga *et al.* (2009, p.34) reforçam que os agentes predisponentes são “as condições naturais dadas pelas características intrínsecas dos materiais, sem a ação do homem”.

Zêzere (2005, p.62) reconhece esses agentes sob a nomenclatura de fatores de predisposição dos movimentos de massa, os quais “são estáticos e inerentes ao terreno”, mas “condicionam o grau de instabilidade potencial da vertente e determinam a variação espacial do grau de susceptibilidade do território à instabilidade”. Os agentes predisponentes (ou fatores de predisposição) podem ser divididos em fatores geológicos e fatores morfológicos e morfométricos, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Os fatores de predisposição dos movimentos gravitacionais de massa, segundo ZÊZERE (2005).

FATORES DE PREDISPOSIÇÃO	DESCRIÇÃO
Geológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Presença de rochas argilosas com comportamento mecânico plástico; - Presença de depósitos sedimentares não consolidados ou fracamente consolidados; - Presença de solos pouco espessos assentes sobre rochas maciças, impermeáveis; - Presença de rochas alteradas, esmagadas ou fissuradas; - Descontinuidades estruturais concordantes com o declive; - Contrastes na permeabilidade e seus efeitos no regime hidrológico dos terrenos.
Morfológicos e Morfométricos	<ul style="list-style-type: none"> - A forma e declive das vertentes.

Além dos agentes predisponentes, existem os agentes efetivos – para Zêzere (2005) fatores desencadeantes –, que podem ser definidos como aqueles que se referem:

(...) ao conjunto de fatores diretamente responsáveis pelo desencadeamento do movimento de massa, incluindo-se a ação humana. Podem ser agentes efetivos preparatórios como: pluviosidade, erosão pela água ou vento, oscilação de nível dos lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e ação humana como desmatamento, entre outros. Podem se tratar também de agentes efetivos imediatos como: chuva intensa, erosão, terremotos, ondas, vento, interferência do homem etc. (TOMINAGA, *et al.*, 2009, p. 34).

Tominaga *et al.* (2009) e Guidicini e Nieble (1983), compreendem os agentes efetivos dos movimentos gravitacionais de massa como conjunto de elementos deflagradores dos fenômenos, estando entre estes a ação do homem sobre o meio. Subdividem os agentes efetivos em preparatórios e imediatos, sendo que os primeiros podem ser exemplificados por meio de pluviosidade, ação de cursos d'água, oscilações do lençol freático e ação humana.

Para Guidicini e Nieble (1983) são agentes efetivos imediatos aqueles que tratam de fatores desencadeantes da mobilidade, representando a causa imediata da instabilidade, assim como determinam o ritmo temporal dos movimentos de vertente, sendo exemplos destes: chuvas intensas, fusão de neve e gelo, erosão, terremotos, ondas, ventos ou ação do homem, dentre outros, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Agentes dos movimentos gravitacionais de massa para Guidicini e Nieble (1983), conforme síntese de Reckziegel (2012).

Predisponen-tes	Condições geológicas (mineralógica, tectônica e estratigráfica); geomorfológicas (inclinação e forma das vertentes) e climatológicas (regime hidrológico), além da ação gravitacional, calor e vegetação.
------------------------	---

Efetivos	Preparatórios	Pluviosidade, erosão pela água e vento, congelamento e degelo, variação de temperatura, dissolução química, ação de fontes e mananciais, oscilação do nível de lagos e marés e do lençol freático, ação de animais e humana, inclusive desflorestamento.
	Imediatos	Chuvas intensas, fusão de gelo e neve, erosão, terremotos, ondas, ventos, ação do homem etc.

Em síntese, os fatores ou agentes preparatórios ou predisponentes são aqueles que tornam a encosta suscetível à ocorrência do movimento inicial, mas não necessariamente desencadeiam o fenômeno. Estão associados a condições ambientais da vertente ou encosta, a exemplo do substrato litoestrutural ou características morfométricas. Já os fatores desencadeantes dão início, deflagram o movimento ou, em outras palavras, tornam as encostas ativas, dentre os quais se inclui a atividade antrópica, como aspecto que induz o movimento (GUIDICINI e NIEBLE, 1983; CROZIER, 1986; AUGUSTO FILHO e VIRGILI, 1998).

2.2. Considerações sobre o crescimento urbano e a suscetibilidade a escorregamentos

A urbanização ocorrida na maior parte dos países subdesenvolvidos se deve, em grande parte, à matriz de industrialização periférica tardia na qual, via de regra, revelou-se insuficiente o empenho do poder público em gerar condições adequadas de assentamento das populações (FERREIRA, 2000). Resultou disso a produção do risco no espaço urbano, uma vez que os riscos aos quais as populações estão submetidas são também decorrentes da produção desigual das cidades (CARMO, 2014):

Os desastres, assim como as cidades, são socialmente construídos. Os desastres, em sua maioria, são reveladores de quais espaços, econômico e social, estão reservados para os diferentes grupos sociais. E em que medida cada um desses grupos sociais está exposto aos riscos de desastres (CARMO, 2014, p. 01).

A esse respeito, Benedet (2015) esclarece que, ao longo da formação das cidades, se produziu uma transferência de um problema social das planícies para as encostas, executado sem conhecimento das características do relevo em morros, gerando ocupação em áreas de risco. Na opinião da autora, a partir da década de 1970, com o predomínio da população urbana no Brasil, a concentração habitacional desvinculada de planejamento urbano induziu “populações a ocupar áreas de morros e planícies de inundação, configurando áreas de risco” (BENEDET, 2015, p.82). A conclusão é que a “ação humana por negligência (...) colabora na construção das situações de risco de movimentos de massa por intermédio do ambiente edificado e organização do espaço no entorno da moradia” (BENEDET, 2015, p.83).

Nesse cenário, é importante considerar que tanto a formação e quanto o crescimento das cidades inevitavelmente produzem alterações significativas no ambiente natural, o que leva Nery (2011) a discutir os avanços recentes dos métodos de avaliação e monitoramento para previsão de desastres. Kobiyama *et al.* (2003) ressaltam que o ideal a ser perseguido seria o impedimento de danos por meio de previsão perfeita, mas as possibilidades alcançáveis estão ainda no campo da redução dos impactos, isto é, mitigação destes. Valencio (2009, p.180) contribui ao lembrar que os “perigos preexistentes se somam àqueles que são produzidos *a posteriori*, incluindo as práticas estabelecidas na própria fixação, sem serem devidamente identificados e discutidos”. Tornam-se de difícil previsão os resultados das alterações promovidas pela ocupação irregular em áreas inadequadas, panorama em que Torres (2000) conclui que muitos problemas ambientais nas cidades estão relacionados a fontes difusas, sendo a somatória destes os inúmeros efeitos de degradação do ambiente urbano.

García-Tornel (1984), por sua vez, aponta a urbanização como risco para cidadãos, uma vez que quando o crescimento urbano avança sobre os entornos das cidades leva à ocupação de áreas que não apresentam características ambientais adequadas – como as encostas. Cita como resultados adversos do modelo de urbanização os movimentos gravitacionais de massa, os quais resultam

de denudação das encostas e impermeabilização dos solos, alterando a drenagem e infiltração da água das chuvas.

Já Bigarella e Passos (2003, p.1035-1038) enfatizam que:

A ação antrópica tem tido uma participação ponderável na desestabilização das vertentes da paisagem moderna. O homem ultimamente está alterando as vertentes de tal forma que ocasionalmente vastas áreas procuram um novo equilíbrio através de extensas movimentações de massa.

De modo complementar, Pinto *et al.* (2015) entendem que uso e ocupação do solo são processos que influenciam na dinâmica natural das encostas. No entanto, relatam que:

(...) embora ocorram alguns casos de interferência no sentido de diminuir os movimentos de massa e seus efeitos, geralmente as diversas atividades realizadas pelo homem como desmatamentos, recortes nos terrenos, aterros para construção, retificação de canais fluviais, entre outras, acabam por interferir no equilíbrio das vertentes, induzindo a ocorrência desses processos, por vezes culminando em efeitos catastróficos (PINTO *et al.*, 2015, p.113-114).

O crescimento urbano indiscriminado, concentrado muitas vezes em áreas desfavoráveis e desacompanhado de planejamento do uso do solo e de técnicas adequadas de estabilização, propaga a ocorrência de movimentos de massa, que muitas vezes se tornam desastres. Polivanov e Barroso (2011) acrescentam que, em períodos de pluviosidade elevada e concentrada, as encostas existentes nas cidades são frequentemente palco de escorregamentos, enquanto Freitas *et al.* (2016, s.p.) consideram os escorregamentos como eventos naturais, mas entendem que alterações antrópicas junto ao relevo “resultam em uma maior frequência desses acontecimentos, que, por vezes, são catastróficos”. Nesse cenário, Kobiyama *et al.* (2006, p.54) destacam que “escorregamentos nas encostas urbanas vêm ocorrendo com uma frequência alarmante”, e a “principal causa é a ocupação desordenada de áreas que apresentam elevada susceptibilidade a escorregamentos”.

Fernandes e Amaral (1996) e Tominaga (2007) ressaltam que o homem tem importante ação como agente modificador da dinâmica natural do relevo e, como

consequência, altera a estabilidade das vertentes. Tominaga (2007) afirma que a ocupação humana sobre as encostas tem provocado inúmeros acidentes, especialmente as regiões serranas brasileiras. Para estes autores, escorregamentos são induzidos por obras de construção de vias de acesso, desmatamento, mineração, acúmulo de lixo, lançamento de águas servidas e outros causadores de danos. Além dessas ações, Augusto Filho e Virgili (1998) citam vazamento nas redes de abastecimento e esgoto, construção de fossas, cortes de taludes com geometria inadequada (altura e inclinação), aterros (mal executados e com compactação insuficiente ou incorreta), vibrações (tráfego ou explosões) como ações que contribuem para a ocorrência de escorregamentos. Já Guerra e Cunha (2003) entendem que as encostas, quaisquer que sejam, possuem características próprias, mas aquelas situadas nas cidades passam por inúmeras transformações ao longo do tempo, modificações essas são capazes de torná-las distintas daquelas situadas em áreas rurais.

Pedró *et al.* (2004) enfatizam não apenas as modificações na forma e dinâmica superficial das vertentes, mas as alterações produzidas pela urbanização sobre os solos em ambientes urbanos. Para os autores, a urbanização afeta a morfologia dos solos nas cidades, que se tornam compactados e mais suscetíveis à ação de processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa. Cursio *et al.* (2004) entendem que resultam disso solos caracterizados por menor resiliência e comportamentos geotécnicos distintos, especialmente quando ocorre ocupação em ambientes instáveis, o que gera áreas vulneráveis a desastres socionaturais (PEDRÓN *et al.*, 2004).

3. Considerações Oportunas

Os escorregamentos, que configuram fenômenos de interesse das geociências e outras áreas do conhecimento, tiveram sua relevância majorada para a sociedade, na medida em que se tornaram cada vez mais correlacionados à formação e expansão das cidades. Não mais apenas restrito à pesquisa científica, os conhecimentos sobre sua ocorrência, condicionantes e mapeamento de áreas suscetíveis é de interesse dos diversos atores da constante produção do ambiente urbano, com especial ênfase aos gestores destes espaços.

Políticas públicas, aí incluídas aquelas com enfoque habitacional, devem conciliar o – muitas vezes inevitável – movimento de expansão das cidades com as características do sítio ocupacional, sempre que possível evitando alterações de áreas suscetíveis a escorregamentos, ou mesmo aquelas que podem ser fragilizadas pela ocupação humana.

A Geomorfologia oferece conhecimentos que podem embasar a tomada de decisões, orientando a produção racional dos ambientes das cidades e subsidiando a busca pelo equilíbrio entre as necessidades econômicas e sociais com as especificidades territoriais. A riqueza desta literatura não deve ser subestimada, mas sim considerada ferramenta a serviço da ciência e da sociedade, possibilitando não apenas mitigar os efeitos da ocorrência de escorregamentos, como também no sentido de evitar ocorrências futuras.

Referências

ALMEIDA, L. Q. de; CARVALHO, P. F. de. Representações, riscos e potencialidades de rios urbanos: análise de um (des)caso histórico. **Caminhos da Geografia**, Uberlândia, v. 11, n. 34, p. 145-161, jul. 2010. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15918>>. Acesso em: 31 maio 2017.

AMARAL, C. M. **Análise da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do córrego Matirumbide em Juiz de Fora-MG**. 2013. 88 f. Monografia (Gradação em Geografia) – Curso de Geografia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

AMARAL, C. M.; REIS, C. H. Suscetibilidade a escorregamentos e inundações: hierarquização dos graus de riscos na área urbana de Viçosa-MG. **Revista da Anpege**, [S.l.], v. 13, n. 21, p. 199-219, maio/ago. 2017. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6948/3882>>. Acesso em: 21 maio 2018.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA SOBRE ESTABILIDADE DE ENCOSTAS, 1, 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/PUC-RJ, 1992. v.2, p.721-733.

AUGUSTO FILHO, O. Escorregamentos em encostas naturais e ocupadas: análises e controle. In.: BITAR, O. Y. **Curso de geologia aplicada ao meio Ambiente**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia/Instituto de Pesquisas de Tecnológicas, 1995, p. 77-100.

AUGUSTO FILHO, O.; VIRGILI, J. C. Estabilidade de Taludes. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de Engenharia**, São Paulo: ABGE, 1998, p. 243-269.

BENEDET, C. **Análise dos processos de movimentos gravitacionais de massa nas encostas dos bairros Prado e Saudade...** 2015. 285 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/171993>>. Acesso em: 05 maio 2017.

BERTONE, P.; MARINHO, C. Gestão de riscos e respostas a desastres naturais: a visão do planejamento. In.: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 6, 2013, Brasília. **Anais...** Brasília: CONSAD, 2013. p. 1-24. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2013-12/gestao-de-riscos-e-resposta-a-desastres-naturais.pdf>>. Acesso em: 13 de jul. de 2017.

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2003. v. 3, 1436 p.

CARMO, L. R. Urbanização e desastres: Desafio para a segurança humana no Brasil. In: CARMO, L. R.; VALENCIO, N. (Org.). **Segurança Humana no contexto dos Desastres**. São Carlos: Rima, 2014. cap. 1, p. 1-14.

CROZIER, M. J. **Landslides**: causes, consequences and environment. New Hampshire: Croom Helm, 1986. 252 p.

CUNHA, M. A. (Coord.). **Ocupação de encostas**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991.

CURSIO, G. R.; LIMA, V. C.; GIAROLA, N. F. B. **Antropossolos**: proposta de Ordem. Colombo (PR): EMBRAPA/MAPA, 2004.

FERNANDES, N. F. GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; VIEIRA, B. C. MONTGOMERY, D. R.; GREENBERG, H. Condicionantes geomorfológicas dos deslizamentos nas encostas: Avaliação de metodologias e aplicação de modelo de previsão de áreas susceptíveis. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 51-71, 2001. Disponível em: <http://www.ugb.org.br/home/artigos/SEPARATAS_RBG_Ano_2001/Revista2_Artigo05_2001.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **Geomorfologia e Meio ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1996. cap. 3, p. 123-194.

FERRAZ, C. M. L. **Inundações e escorregamentos em Teófilo Otoni, Minas Gerais: uma situação de risco ambiental em continuada construção, segundo indicadores geomorfológicos**. 2019. 202f. (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

FERREIRA, J. S. W. Globalização e Urbanização subdesenvolvida. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 10-20, out./dez. 2000. Disponível: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000400003>. Acesso em: 06 dez. 2017.

FORNASSARI FILHO, N.; INFANTI JUNIOR, N. Processos de Dinâmica Superficial. In: BRITO, S. N. A.; OLIVEIRA, A. M. S. (Ed.). **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1998. cap. 9, p.131-152.

FREITAS, D. R.; VALÉRIO FILHO, M.; MENDES, R. M. Loteamentos irregulares em área de risco a escorregamentos no município de São José dos Campos-SP: um estudo dos loteamentos águas de Canindú I e II e Chácaras Havaí. **Revista UNIVAP Online**. São José dos Campos, v. 22, n. 41, p. 32-44, dez. 2016. Disponível em: <<https://revista.univap.br/index.php/revistaunivap/article/view/396>>. Acesso em: 11 set. 2018.

GARCÍA-TORNEL, F. C. La geografía de los riesgos. **Geocrítica**, Barcelona, v. 9, n. 54, nov. 1984. [não paginado]. Disponível em: <[http:// www.ub.es/geocrit/geo54.ht](http://www.ub.es/geocrit/geo54.ht)>. Acesso em: 3 ago. 2017.

GERSCOVICH, D. M. S. **Estabilidade de taludes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2016. 192 p.

GONÇALVES, L. F. H.; GUERRA, A. J. T. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: CUNHA, S. B; GUERRA, A. J. T. (Orgs.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. p. 189-252.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 458p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192 p.

GUIDICINI, G.; NIEBLE, C. M. **Estabilidade de Taludes naturais e de escavação**. São Paulo: Edgard Blucher, 1983. 216 p.

GUIMARÃES, R. F.; CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; FERNANDES, N. F. Movimentos de massa. In: FLORENZANO, T. G. (Org.). **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p. 159-184.

HIGHLAND, L. M.; BOBROWSKY, P. **The landslide handbook: A guide to understanding landslides**. Reston: Geological Survey Circular, 2008. 129 p.

KOBIYAMA, M.; CHECCHIA, T.; SILVA, R. V.; ALVES, A.; POMPÊO, C. A. Papel da engenharia ambiental para prevenção de desastres naturais: monitoramento e modelagem. In: ENCONTRO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 1, 2003, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2003. v. 1, p. 23-24. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/ARTI_2009/ENEEAmb2003_Goias.pdf>. Acesso em: 07 jul. 2017.

KOBIYAMA, M.; MENDONÇA, M.; MORENO, D. A.; MARCELINO, I. P. V. de O.; MARCELINO, E. V.; GONÇALVES, E. F.; BRAZETTI, L. L. P.; GOERL, R. F.; MORELLI, G. S. F.; RUDORFF, F. de M. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Florianópolis: Organic Trading, 2006. 109 p. Disponível em: <<http://logatti.edu.br/images/prevencaodesastres.pdf>>. Acesso em: 07 jul. 2017.

MENDES, R. M. **Estudo das propriedades geotécnicas de solos residuais não saturados de Ubatuba (SP)**. 2008. 236 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3145/tde-02022009-175315/pt-br.php>>. Acesso em: 30 set. 2017.

MENDIONDO, E. M. Flood risk management of urban waters in humid tropics: early warning, protection and rehabilitation. In: TUCCI, C. E.; GOLDENFUM, J. (Org.). **Workshop on Integrated Urban Water Management in Humid Tropics**. Foz do Iguaçu: UNESCO, 2005. p. 1-14.

NERY, T. D. **Avaliação da suscetibilidade a escorregamentos translacionais rasos na bacia ultrafértil, Serra do Mar-SP, São Paulo**. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - USP, São Paulo, 2011.

OGURA, A. T.; SILVA, F. C.; VIEIRA, A. J. N. L. Zoneamento de risco de escorregamento das encostas ocupadas por vilas operárias como subsídio à elaboração do plano de gerenciamento das áreas de risco da Estância Climática de Campos do Jordão - SP. In: 220 SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1, 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GDN/UFSC, 2004. p. 44-58.

PEDRÓN, F. de A.; DALMOLI, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. V.; KAMINSKI, J. Solos urbanos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1647-1653, set./out. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n5/a53v34n5.pdf>>. Acesso em: 17 dez. 2017.

PINTO, R. C.; PASSOS, E.; CANEPARO, S. C. Mapeamento de suscetibilidade aos movimentos de massa com uso da Avaliação Multicritério pelo método da Média Ponderada Ordenada. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 25, n. 43, p. 116-143, 2015. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/8276>>. Acesso em: 20 maio 2017.

POLIVANOV, H.; BARROSO, E. V. Geotecnia Urbana. In: GUERRA, A. J. T. (Org.) **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. cap. 6.

RECKZIEGEL, E. W. **Identificação e mapeamento das áreas com perigo de movimentos de massa no município de Porto Alegre, RS**. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociência, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/38651>>. Acesso em: 30 maio 2017.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993. 480 p.

SELBY, M. J. **Hillslope materials and processes**. 2ed. Oxford: Oxford Univ. Press, 1993. 480 p.

TOMINAGA, L. K. **Avaliação de Metodologias de Análise de Risco a Escorregamentos: Aplicação de um Ensaio em Ubatuba, SP**. 2007. 220 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18102007-155204/en.php>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres naturais**: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 197 p. Disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/livros/DesastresNaturais.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

TORRES, H. G. A demografia do risco ambiental. In: TORRES, H. G.; COSTA, H. (Org.). **População e meio ambiente**: debates e desafios. São Paulo: SENAC, 2000. p. 53-73.

VALENCIO, N. Vivência de um desastre: uma análise sociológica das dimensões políticas e psicossociais envolvidas no colapso de barragens. In: VALENCIO, N. *et al.* (Org.). **Sociologia dos desastres**: construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos: RiMa, 2009. cap. 14, p. 176-198.

VARNES, D.J. Slope movement types and processes. In: SCHUSTER, R. L.; KRIZEK, R.J. (Ed.). **Landslides**: analysis and control. Washington: National Academy of Sciences, 1978. p. 11-33.

WOLLE, C. M.; CARVALHO, C. S. Deslizamentos em encostas na Serra do Mar - Brasil. **Revista Solos e Rochas**, [S.l.], n. 12, p. 27-36, 1989.

ZÊZERE, J. L. Dinâmica de vertentes e riscos geomorfológicos. **Centro de Estudos Geográficos**, Lisboa: Universidade de Lisboa, n. 41, 129 p. 2005.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Publicado na Revista Vozes dos Vales - www.ufvjm.edu.br/vozes em: 05/2021

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

www.facebook.com/revistavozesdosvales

UFVJM: 120.2.095-2011 - QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524 - ISSN: 2238-6424