

3. Referencial teórico

3.1. Paisagem

O conceito de paisagem é difundido em várias ciências, porém seu processo de construção se deu de forma gradual e diferenciada, provocando durante séculos estudos para que fosse possível melhor compreensão e definição do termo.

Em 1938, o geógrafo Carl Troll introduz a ecologia da paisagem, que para ele era o casamento entre a Geografia (paisagem) e a Biologia (ecologia). Sua perspectiva salientava que a preocupação com a temática não devia se restringir apenas as paisagens naturais, mas também focalizar as paisagens incluindo o homem. A ecologia das paisagens direciona-se para o estudo das relações entre indivíduos nos grupos de organismos em uma determinada área da superfície da Terra. Troll sintetiza a paisagem como uma combinação dinâmica dos elementos físicos e humanos, conferindo ao território uma fisionomia própria, com habitual repetição de determinados traços. Traz a perspectiva de uma unidade orgânica pertencente a uma taxinomia geográfica, em uma determinada escala (Sansolo, 2007).

Ao pensar na paisagem não cabia percebê-la simplesmente como combinação de elementos ou representações visuais, pois a mesma mudava de acordo com o contexto histórico-temporal. Assim, a paisagem surge como perspectiva de interações e transformações. Por meio do conceito de paisagem, o imaginário social transforma culturalmente a natureza (Vitte, 2007) e seus componentes não estão simplesmente reunidos e sim associados ou interdependentes.

A geografia, inicialmente descritiva, passa a considerar as interações entre o homem e a natureza caracterizando o conceito de paisagem como parte integrante dos estudos geográficos, que servirá como estopim no estudo do espaço.

Nota-se que não é possível formar ideias de paisagem separando suas ações do tempo, bem como suas relações vinculadas ao espaço e também ações antropogênicas que expressam-se por si na paisagem, formando então o que se denomina paisagem cultural. Ressalta-se também que estas paisagens podem-se modificar, havendo sucessão das mesmas devido à própria sucessão de culturas.

Pode-se dizer que a paisagem natural está sendo submetida a uma transformação nas mãos do homem. Por meio de suas culturas faz uso das formas naturais, em muitos casos alterando-as, em alguns as destruindo. A paisagem cultural é modelada a partir de uma paisagem natural por um grupo cultural (Sauer, 2004).

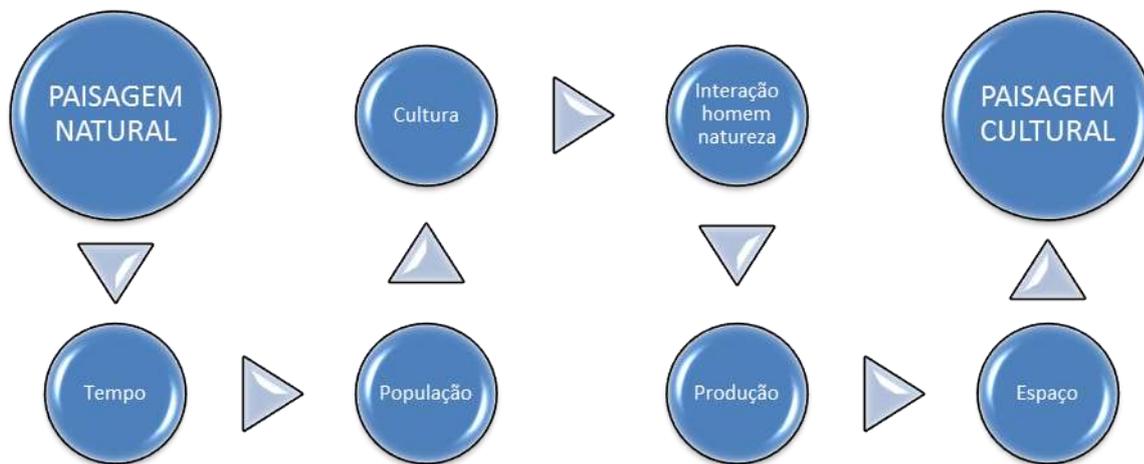


Figura 1: Modelo esquemático da Construção do conceito de Paisagem Cultural.

Apesar do conceito de paisagem não ser exclusivo da geografia, sempre teve grande relevância para a disciplina, estabelecendo-se como um de seus conceitos-chave, em constantes discussões abrangendo uma realidade que reflete as profundas relações, frequentemente não visíveis, entre seus elementos (Tricart, 1977).

Vale aqui ressaltar que a própria Geografia, levou tempo para sua consolidação enquanto ciência. Sendo assim, pode-se dizer que o conceito de paisagem antecede a própria consolidação da ciência geográfica. Porém, também se sabe que o próprio paradigma da ciência apresenta mudanças no decorrer do

tempo (Vasconcellos, 2003). O paradigma tradicional da ciência traz as seguintes descrições.(Figura:2)



Figura 2: Esquema do paradigma tradicional da ciência. Adaptado de Vasconcellos, 2003.

Ao se observar as descrições do paradigma tradicional da ciência, observamos que causalidade linear aparece como ponto importante ou até mesmo determinante, onde:



Figura 3: Modelo esquemático de causalidade linear. Adaptado de Vasconcellos (2003).

Mas ao observar a paisagem, é sabido que seu funcionamento não ocorre de forma linear e sim com variadas transformações, perdas, adição, entradas e saídas de energia, entre tantos outros fatores e processos que não podem deixar de serem destacados. Pois desta forma, o que se terá são fragmentos e não o entendimento real da mesma. O estudo do fenômeno isolado exclui suas interações e cria uma falsa ideia de estabilidade facilmente atingível em sistemas lineares (Vasconcellos, 2003). Vale ressaltar que a estabilidade dos sistemas é

momentânea, pois a própria paisagem está em constante construção, logo, o que chamamos de equilíbrio hoje pode sofrer rupturas e fazer com que o sistema busque novo ponto de equilíbrio. Sendo assim, a condição linear, não contempla as observações científicas recentes.

A fim de se evitar maiores rupturas, surgiram proposições para que a Geografia considerasse e estudasse o fenômeno que então passava a ser global da paisagem como um todo, como um organismo complexo, constituído pela combinação de elementos materiais e recursos naturais, disponíveis em um lugar, possuindo uma interdependência entre eles e não uma simples adição.

Bertrand (1971) vem elucidar esta questão ao trazer que a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Sendo assim pode-se dizer que há a interação entre os organismos que compõem a paisagem, ou podemos dizer que há corologia dentro de uma perspectiva geográfica que, diferente de fisiologia (estudo dos organismos) estuda a interação entre estes (Sauer, 2004). A interação entre os organismos vem refletir o meio ao qual está inserido, fato este que reafirma sua importância na dinâmica das paisagens.

Dentro desta abordagem percebemos como a interação é fator de máxima importância na construção e reconstrução das paisagens e como o entendimento deste se faz necessário para uma compreensão efetiva das mesmas.

À interação entre os componentes, podemos chamar de processos que vão determinar a estabilidade momentânea da paisagem, que como já visto não pode ser pensado de forma estática.

Brunsdén (2001) nos traz o conceito de sensibilidade da paisagem que diz respeito à probabilidade de que uma determinada alteração nos controles de um sistema ou as forças aplicadas ao sistema produzirá uma resposta sensata,

reconhecível, e persistente. As forças perturbadoras incluem a aplicação constante de energia tectônicas, climáticas, bióticas, marinhas e humanas. A mudança ocorre através do tempo e do espaço em função do processo de resposta para estas especificações e envolve o transporte de material, a evolução morfológica e rearranjo estrutural. Estes, por sua vez, progressivamente, alteram as especificações do sistema, que altera o desempenho ao longo do tempo.

A sensibilidade da paisagem pode ser discutida em termos da resposta de sistemas de paisagem para a perturbação no tempo em diferentes escalas espaciais e temporais.

3.2. Abordagem sistêmica na análise da paisagem

A paisagem é vista através de uma visão sistêmica e recebeu atenção na Geografia moderna já com os precursores alemães Alexander Von Humboldt e Carl Ritter quando a Geografia começou a ser produzida e pensada como ciência nas universidades. Tais autores procuravam técnicas e metodologias que buscassem compreender as conexões entre os fenômenos, explicando-os de maneira integrada. Troppmair (2006), em Humboldt já abordava seus estudos de forma holística, integrada, sistêmica e científicista.

Segundo Christofolletti (1999), ao focalizar a questão da definição e objeto da geografia, o conceito de organização espacial, como sistema funcional e estruturado espacialmente é potencialmente a mais adequada. Essa organização expressa a existência de ordem e entrosamento entre as partes ou elementos de um conjunto e seu funcionamento e interação são resultantes da ação dos processos, que mantém a dinâmica entre eles. Segundo Christofolletti (1999), a abordagem sistêmica serve de embasamento para uma das formas mais eficientes de investigação da dinâmica do meio ambiente.

Tricart (1977) referiu-se ao valor da abordagem da teoria dos sistemas como um instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio, porque dá condições de uma visão do conjunto do aspecto dinâmico.

Thornes e Brunsten (1977) definem sistema como sendo “conjunto de objetos ou atributos e das suas relações, que se encontram organizados para executar uma função particular”. Assim, para que algo se constitua como sistema, não lhe basta possuir funcionamento e relacionamento, mas é necessária a existência de um objetivo. Desta forma, pode se definir um sistema como um conjunto de elementos inter-relacionados e organizados para execução de processos com vias a uma dada finalidade, que, no sentido amplo, pode ser considerada como a transformação do *input* em *output* (Christofoletti, 1979).

A importância da Teoria Geral dos Sistemas é significativa tendo em vista a necessidade de se avaliar a organização como um todo e não somente em departamentos ou setores. O mais importante ou tanto quanto é a identificação do maior número de variáveis possíveis, externas e internas que, de alguma forma, influenciam em todo o processo existente na organização. Quanto a sua natureza, eles podem se apresentar como:

Tabela: 1- Tipologias de Sistemas abertos e fechados.

Fechados: não apresentam intercâmbio com o meio ambiente que os circunda, sendo assim não recebem nenhuma influencia do ambiente e por outro lado não influenciam. Não recebem nenhum recurso externo.

Abertos: são os sistemas que apresentam relações de intercâmbio com o ambiente, por meio de entradas e saídas.

Os sistemas abertos trocam matéria, energia e informação regularmente com o meio ambiente e seu equilíbrio dentro dos sistemas abertos é momentâneo. São eminentemente adaptativos, isto é, para sobreviver devem reajustar-se constantemente às condições do meio.

Segundo Gregory (1992), em um sistema fechado a quantidade de energia cedida livre inicial torna-se menos facilmente disponível, à medida que o sistema se desenvolve para um estado de máxima entropia, em que entropia significa o grau no qual a energia se torna incapaz de realizar seu trabalho. Os sistemas abertos, contudo, foram definidos como os que precisam de um suprimento de energia para sua manutenção e preservação, e são mantidos em condição de equilíbrio pelo constante suprimento e remoção de matéria e energia. Os sistemas abertos podem receber energia livre (ou entropia negativa).

A complexidade é um paradigma que permite abordar os vários sistemas existentes e estes só ganham sentido se forem considerados conjuntamente três aspectos: todo, partes e interação. A simples interação entre elementos não forma um sistema se não forem capaz de criar algo que funcione como um todo integrado (Mattos e Perez Filho, 2004).

Algumas peculiaridades permitem distinguir sistemas complexos de outros sistemas, entre elas estão:

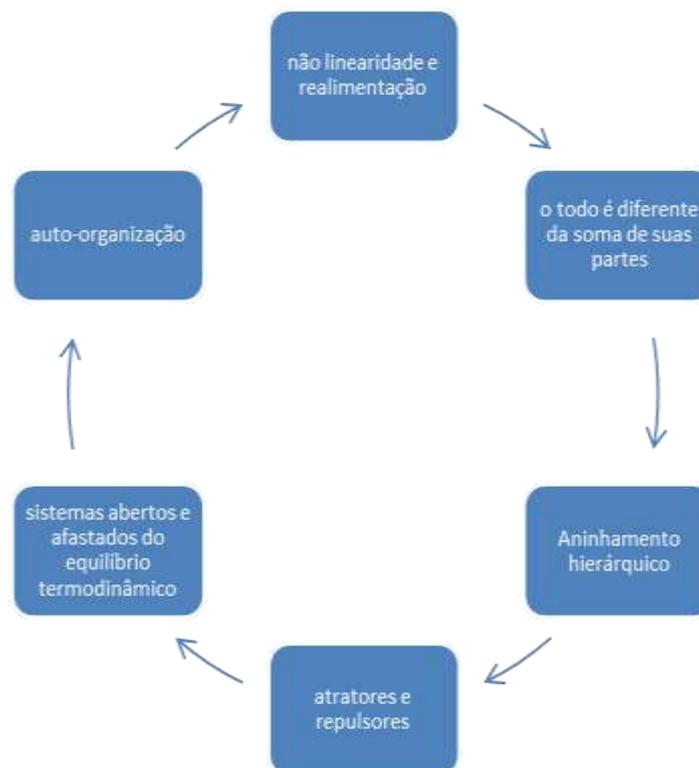


Figura 4: Modelo esquemático de características de sistemas complexos.

Os elementos que compõem um sistema complexo interagem de maneira não linear, o que leva não apenas a relações de causa e efeito. A inter-relação entre os elementos de uma parte propicia o surgimento de novas características que inexistiram caso estes elementos fossem considerados isoladamente. O todo é superior à soma de suas partes. Quando se refere aos elementos que compõem um sistema, na verdade refere-se a subsistemas, onde por conta desse tipo de organização, a questão da escala torna-se fundamental para o estudo da estabilidade. Mas aqui vale ressaltar como nos traz Ab'Saber (2010) que algumas escalas estão inatingíveis ao homem, como por exemplo escalas para entender o complexo processo geomorfológico do quaternário. A evolução de um sistema complexo pode ser graficamente representada no chamado “espaço de fase”, que consiste de um gráfico dimensional no qual cada eixo representa uma variável do sistema. Os sistemas complexos são sistemas abertos e para entendê-los a organização é um conceito fundamental (Mattos e Perez Filho, 2004).

A tabela 2 mostra que a estabilidade de um sistema se apresenta de três formas:

Tabela 2: Modelo esquemático de estabilidades do sistema. Fonte: Modificado de Mattos e Perez Filho, 2004.

RESILIÊNCIA	Capacidade de um sistema que foi perturbado retornar ao estado em que ele se encontrava antes da perturbação ocorrer.
RESISTÊNCIA	A capacidade de um sistema permanecer “imune” às perturbações
MULTIESTABILIDADE OU ESTABILIDADE MÚLTIPLA	Quando um distúrbio pode ser capaz de deslocar um sistema em relação ao outro

Através de todas as contribuições aqui descritas, percebe-se que as interações e os processos vão condicionar a estabilidade de um ou mais elementos da paisagem, a quebra desta e também a reconstrução. Todos estão direcionados a maior compreensão do todo paisagístico.

Dentro desta dinâmica merece destaque os movimentos de massa que identificam na própria paisagem as interações aqui mencionadas.

3.3. Movimentos de Massa

Movimentos de massa é um termo geral para designar todos aqueles movimentos ao longo de uma encosta de uma massa de rocha, solo ou detritos por efeito da força gravitacional (Cruden, 1991). Segundo Tominaga (2007), os movimentos de massa constituem um processo natural de evolução geomorfológica em regiões montanhosas. Sob esta definição existe uma grande variedade de movimentos de massa. Alguns são lentos, pequenos e às vezes imperceptíveis e difusos enquanto outros envolvem grandes volumes de material que alcançam altas velocidades e definem limites claros dentro de superfícies de ruptura. Surgiram, assim, várias classificações para os movimentos de massa, a maioria delas baseadas no tipo de material, os mecanismos do movimento, o grau de deformação do material e o grau de saturação

De acordo com Bigarella et al. (2003) são importantes processos geomorfológicos modeladores da superfície terrestre, constituídos pelo deslocamento de solo, rocha ou material composto encosta abaixo pela força da gravidade, sendo ocasionados pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes, como água, gelo ou ar. São eventos que ocorrem comumente em superfícies acidentadas com elevadas inclinações, entretanto, também podem ocorrer em vertentes de baixa declividade.

Os movimentos de massa são fenômenos naturais que interferem na evolução das formas de relevo e provocam danos de ordens sociais, físicas e econômicas. Carson & Kirkby (1972) classificam os processos relacionados ao movimento de massas quanto à velocidade do movimento e condições de umidade do material. Movimentos de Massa são processos deflagrados na paisagem,

constituindo-se de volumes de solo ou de rocha que se deslocam em conjunto. Augusto Filho e Virgili (1998) apontam que a deflagração destes processos é controlada por uma cadeia de eventos, iniciada pela formação da própria rocha seguida de toda sua história geológica- geomorfológica. A classificação destes fenômenos irá variar de acordo com a velocidade e o/os mecanismos de movimento, material, modo de formação, geometria de massa e conteúdo de água (Selby, 1993).

Variadas são as tipologias dos movimentos de massa e a classificação destas no presente estudo teve como base as os critérios adotados pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) divididas em quatro movimentos principais, sendo as corridas, quedas de blocos, rastejamentos e escorregamentos e suas respectivas variações.

3.3.1. Corridas

As corridas ou fluxos são movimentos rápidos nos quais os materiais se comportam como fluidos altamente viscosos. A distinção entre corridas e escorregamentos nem sempre é no campo.

As corridas simples estão geralmente associadas à concentração excessiva dos fluxos d'água superficiais em algum ponto da encosta e deflagração de um processo de fluxo contínuo de material terroso.

A combinação dos efeitos decorrentes de uma série de atuações antrópicas, tais como: construção de residências nas margens dos canais, desvio e bloqueio parcial dos canais naturais para armamentos, existência de grandes quantidades de material inconsolidado na superfície, decorrentes da atividade de minerais degradantes, contribuem para que o poder de destruição dessa corrida atinja enormes proporções.

3.3.2. Queda de blocos

São movimentos rápidos de blocos ou lascas de rocha caindo pela ação da gravidade sem a presença de uma superfície de deslizamento, na forma de queda livre (Guidicine e Nieble, 1984). Ocorrem nas encostas íngremes de paredes rochosos e contribuem decisivamente para a formação dos depósitos de tálus. A ocorrência de quedas de blocos é favorecida pela presença de descontinuidades na rocha, tais como fraturas, falhas e bandamentos composicionais, assim como pelo avanço dos processos de intemperismo físico e químico.

3.3.3. Rastejo

É um movimento extremamente lento de poucos centímetros ao ano. Basicamente se dá pela movimentação como um todo, do manto de alteração de uma encosta; deslocando e abrindo fendas nas partes inferiores (solo residual e rocha). Este movimento afeta grandes áreas e não apresenta uma superfície de ruptura muito bem definida. Com o aumento da velocidade pode se transformar em um escorregamento.

A existência de rastejo numa área pode ser notada pela inclinação de árvores, cercas ou postes. Normalmente, este é um dos movimentos mais lento que existe, mas, com o aumento da saturação de água no solo, ele pode assumir uma maior velocidade, tornando-se um perigo para as construções que existem nesta vertente ou neste vale.

3.3.4. Escorregamentos

Existe na literatura uma enorme confusão decorrente das diversas definições de escorregamentos. Estes se caracterizam como movimentos rápidos, de curta duração, com plano de ruptura bem definido, permitindo a distinção entre o material deslizado e aquele não movimentado.

Os escorregamentos são geralmente divididos com base na forma do plano de ruptura e no tipo de material em movimento. Quanto à forma do plano de ruptura os escorregamentos subdividem-se em translacionais e rotacionais.

Um aspecto importante na classificação de deslizamentos diz respeito à caracterização e terminologia dos materiais envolvidos, ocorre com frequência, materiais extremamente heterogêneos tais como: solos residuais com estruturas reliquiárias, blocos rochosos *in situ* integrantes de formações residuais e colúviais, depósitos de encostas cuja diferenciação dos solos residuais é complexa quando em perfis de intemperismo em estágio avançado de alteração, depósitos de lixo, apresentam-se misturados a aterros e materiais naturais.

De forma sucinta, podemos dizer que os deslizamentos correspondem ao deslocamento de massa do regolito sobre o embasamento com pressão positiva. A função de nível de deslizamento pode ser dada por uma rocha sã ou por um horizonte do regolito possuidor de maior quantidade de elementos finos, de siltes ou argilas, atingindo de modo mais rápido o limite de plasticidade e o de fluidez (Christofolletti, 1980).

3.3.4.1. Escorregamentos Rotacionais

Estes deslizamentos possuem um plano de ruptura curva, côncava para cima ao longo do qual se dá um movimento rotacional de massa de solo. Dentre as condições que mais favorecem à geração desses movimentos destaca-se a existência de solos espessos e homogêneos, sendo comuns em encostas compostas por material originado de rochas argilosas como argilitos e folhelhos. O início do movimento está muitas vezes associado a cortes na base desses materiais, sejam eles artificiais, como na implantação de uma estrada, ou mesmo naturais, originados, por exemplo, pela erosão fluvial no sopé da encosta.

No entanto, devido às características geológicas e geomorfológicas, eles raramente apresentam todas as feições típicas de deslizamentos rotacionais, tais como escarpas de topo, língua de material acumulado no sopé da encosta, fendas transversais no material mobilizado, entre outras (Sumerfield, 1991).

Ocorrem em solo profundo e relativamente homogêneo, com um horizonte impermeável como substrato. Quanto ao mecanismo de instabilização do solo, não são feitas objeções de que o aparecimento de pressões neutras, originadas pelo fluxo de água através do maciço, confinado inferiormente por um embasamento

rochoso, funcionando como barreira impermeável, deva ser o elemento deflagrador das rupturas.

São movimentos que possuem uma superfície de ruptura curva, côncava para cima, ao longo da qual se dá um movimento rotacional de massa de solo. Na Serra do Mar estão associados aos topos em espigões, bem como, a cortes na base, sejam estes naturais ou artificiais.(Selby, 1993; Wolle e Carvalho,1994)

3.3.4.2. Escorregamentos Translacionais

Representam a forma mais freqüente entre todos os tipos de movimento de massa, possuindo superfície de ruptura com forma planar, a qual acompanha, de modo geral, descontinuidades mecânicas e/ou hidrológicas existente no interior do material.

Os escorregamentos translacionais, na grande maioria das vezes, ocorrem durante períodos de intensa precipitação, pois a dinâmica hidrológica nestes movimentos possui um caráter mais superficial e as rupturas tendem a ocorrer rapidamente, devido ao aumento da poro-pressão positiva durante eventos pluviométricos de alta intensidade ou duração.

Conseqüentemente, tanto as características morfológicas da encosta quanto as propriedades hidráulicas dos materiais envolvidos assumem papel de destaque como fatores condicionantes da geração dos escorregamentos translacionais.

São os tipos mais comuns na Serra do Mar, principalmente nos trechos alto e médio das vertentes, suas cicatrizes apresentam larguras reduzidas (10 a 15m), comprimentos longos e rasos, com espessuras variadas. São movimentos que possuem a ruptura com forma planar, acompanhando em geral a descontinuidade mecânica e/ou hidrológica do interior do material, geralmente ocorrem ou iniciam na alta encosta.(Fernandes e Amaral,1996).

Wolle e Carvalho (1994) observaram as encostas em regiões tropicais úmidas afim de identificar a instabilidade das mesmas, sobretudo na Serra do Mar com base na classificação de Vargas, S. M. (1995). As mesmas foram

classificadas com altos índices a movimentações de massa do tipo escorregamentos. Estes podem ser diferenciados de acordo com as características distintas de suas tipologias. São associados às condições de fluxo de água, resistência do solo e perfis de permeabilidade. Porém também enfatizam que os escorregamentos podem estar associados a mais de um tipo de mecanismos de instabilização.

Entre as distintas tipologias de movimentos, os escorregamentos (*slides*) ocorrem de forma preponderante na área de estudo (Souza, 2011).

3.4. Fatores Condicionantes Naturais dos Escorregamentos

Crozier (1986) nos traz um grupo de três fatores de desestabilização e suas funções: preparatórios, deflagradores e controladores onde posteriormente Guidicini e Nieble (1984) vão dividir em agentes predisponentes e efetivos como pode ser observado a seguir:

- Agentes predisponentes

São aqueles formados pelo conjunto de condições geológicas, geométricas e ambientais que irão oferecer ambiente para que os movimentos de massa ocorram. Neste tipo de agente não há ação antrópica e as características são funções apenas das condições naturais. Como exemplo de agentes predisponentes, podem ser citados os complexos geológicos, morfológicos, climático-hidrológico, gravidade, calor solar e tipo de vegetação original.

- Agentes Efetivos

São aqueles diretamente responsáveis pelo desencadeamento de movimentação de massa. Neste conjunto esta incluída a ação antrópica, e como exemplos devem ser citados: ocorrência de chuva intensa, erosão por água ou vento, entre outros.