

Índices pluviométricos e sistemas de alerta para movimentos gravitacionais de massa: utilidade e restrições

Edir E. Arioli, Geólogo, Serviço Geológico do Paraná - MINEROPAR

Resumo

Índices pluviométricos são utilizados como critérios de decisão, na implementação de planos preventivos de defesa civil, no Brasil e em outros países. Esses índices são obtidos a partir de uma grande variedade de modelos matemáticos e de um número maior ainda de variáveis. A literatura especializada registra 125 índices pluviométricos, resultantes da combinação de 25 variáveis em 16 tipos de modelos matemáticos. Esta diversidade de soluções reflete a complexidade do comportamento dos sistemas naturais, especialmente das interações entre clima e meio físico. Sendo complexos por definição, os sistemas naturais não contêm relações lineares de causa e efeito entre os seus componentes, tais como o volume de precipitação e a umidade das camadas de solo. Isto significa, entre outras implicações, que as respostas às perturbações de equilíbrio são desproporcionais à magnitude das oscilações nas variáveis independentes e flutuam ao longo do tempo por efeito dos processos de retroalimentação positiva ou negativa. Além disto, os modelos matemáticos não conseguem incorporar a variação regional dos fatores que controlam o desencadeamento de movimentos gravitacionais de massa em cada encosta, principalmente vegetação, geologia, tipos e espessuras de solo, feições topográficas locais, hidrologia de subsuperfície e intervenção antrópica. Por outro lado, os modelos assumem que toda água precipitada infiltra no solo, enquanto efetivamente a maior parte escoar na superfície até a rede de drenagem, é absorvida pela vegetação e evapora na atmosfera. A incerteza da modelagem deve-se, portanto, a três fatores principais: inconsistência dos dados regionais sobre movimentos gravitacionais de massa, séries históricas de precipitação com testes de significância estatística insuficientes e limitações dos modelos propriamente ditos. Por isto, o grau de incerteza envolvido na análise de probabilidades de ocorrência de eventos perigosos é muito elevado. Na Europa, onde existe avaliação periódica de desempenho desses modelos, o número de erros devidos a alarmes falsos e desastres imprevistos supera o número de acertos. A falta deste tipo de avaliação no Brasil testemunha a fragilidade dos nossos modelos previsionais. Esta síntese demonstra que a complexidade das interações entre chuvas e movimentos de massa requer o uso de modelagem matemática probabilística para se projetar o comportamento futuro do meio físico, em resposta a determinados padrões de pluviosidade. Não se pode esperar altos graus de acerto nas previsões baseadas em índices pluviométricos isolados e fixos, sem o apoio de dados de monitoramento em encostas representativas de cada região. Mais do que índices de referência gerados a partir de séries históricas de dados coletados em estações pluviométricas distantes das áreas estudadas, é o monitoramento contínuo das variações de parâmetros geotécnicos do terreno que pode permitir progresso no controle das probabilidades de ocorrência de movimentos de massa. O aumento do número de radares meteorológicos e dos estudos interdisciplinares, combinando modelagens nas escalas regionais e locais, poderá contribuir para melhorar os índices de sucesso dos sistemas de alerta.