

## 6 Conclusões

Nessa dissertação buscou-se programar, aplicar e testar um modelo de mapeamento de áreas susceptíveis a movimentos de massa, levando em consideração a temporalidade. Para tal, foram consideradas as teorias de Green-Ampt e de O'Loughlin (1986), no que tange o estudo hidrológico, e do talude infinito 2D e 3D, para o cálculo do fator de segurança.

Os resultados gerados pelo modelo de infiltração no solo não saturado aqui apresentados ficaram próximos dos gerados pelo programa de referência Hydrus 1D, que considera a teoria dos elementos finitos em sua solução. Por outro lado, o desenvolvimento do modelo hidrológico quando da saturação do solo, onde aparece o conceito de área de contribuição, se baseou no apresentado no desenvolvimento do programa de análise de susceptibilidade SHALSTAB (Montgomery e Dietrich, 1994), esse consagrado no meio acadêmico. Tais constatações mostram que os modelos hidrológicos adotado neste programa são adequados para os fins aqui propostos.

Para a aplicação e teste do modelo, estudou-se o caso das bacias do Quitite e Papagaio, antes e após o período chuvoso, nas configurações de sucção inicial de 5, 20 e 40 kPa. Após, adicionou-se ao modelo os efeitos da vegetação, considerando reforços radiculares de 7 e 14 kPa. Gerou-se também um mapa de susceptibilidade considerando os efeitos da tridimensionalidade. Além dos mapas de susceptibilidade, foram gerados mapas de escoamento superficial para cada um dos casos de sucção inicial. Em todos os mapas foram sobrepostas às cicatrizes mapeadas no evento de 1996.

Através das análises dos resultados chegaram-se as seguintes conclusões:

- A concentração de fluxo nos canais de drenagem pode ter gerado movimentos de massa pela simples ação erosiva do escoamento superficial. Chega-se a essa conclusão pela observação de que algumas das cicatrizes se localizam justamente em áreas calculadas pelo programa como de grande concentração de escoamento

superficial, e onde não necessariamente estão as áreas mais declivosas;

- O modelo de susceptibilidade aqui apresentado com a teoria do talude infinito 3D não é adequado para o estudo de áreas de risco, caso se considere como unidade de ruptura o *pixel* do grid. Como observado nos resultados, ao se limitar a largura do movimento com as dimensões do *pixel*, nesse caso com 2m x 2m, os fatores de segurança atingem valores consideravelmente altos, tendo em vista que a largura do movimento é inversamente proporcional à influência das contribuições laterais no fator de segurança. A modelagem 3D pode ser adotada caso se consiga definir *a priori* os limites das áreas sujeitas a ruptura e se utilizar tais dimensões no cálculo do fator de segurança, como apresentado por XIE et al., 2003;
- A condição inicial de sucção da área de estudo provavelmente se encontrava elevada. Nos modelos simulados neste estudo, os melhores resultados se deram com a sucção inicial de 40 kPa.
- A consideração do reforço radicular no modelo se mostrou de grande importância para um resultado mais próximo do real. Os modelos gerados sem os efeitos da vegetação mostraram como instável grande parte das bacias, o que está em desacordo com o ocorrido no caso estudado. Da mesma forma, o reforço realizado pelas raízes aparentemente era significativo. O modelo gerado com o reforço de 7 kPa foi o que melhor se adequou ao evento. A simulação com um reforço radicular de 14 kPa sobreestimou os valores do fator de segurança;
- A análise conjunta do mapa de susceptibilidade (sucção inicial de 40 kPa, reforço radicular de 7 kPa e teoria do talude infinito 2D) com o de escoamento superficial consegue abranger grande parte das cicatrizes. Apesar de o resultado apresentar certa imprecisão com relação às cicatrizes mapeadas, deve-se considerar que aqui se fixou valores considerados médios para os parâmetros hidráulicos, de resistência e geométricos do solo em duas bacias hidrográficas.

Isso sem dúvida gerou imprecisão nos resultados.

No geral, o modelo se mostrou adequado para previsibilidade de áreas suscetíveis a movimentos de massa, ficando a seguir algumas sugestões para continuidade e aprimoramento do mesmo:

- Teste em outros casos e consideração da variabilidade dos parâmetros do solo na bacia de estudo;
- Adequação do modelo 3D;
- Consideração de métodos lógicos para distribuição dos parâmetros na área de estudo (redes neurais, *fuzzy*, entre outros), assim como grau de confiabilidade do método com a quantidade e qualidade dos parâmetros de entrada, e quantificando a taxa de acerto.