

7 Conclusões

O principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver uma ferramenta numérica capaz de simular o fluxo em meios porosos quanto ao aspecto de drenagem, implementando os elementos drenantes na malha do solo, representados por poços e drenos subhorizontais. Os programas de fluxo utilizados foram SWMS_2D e SWMS_3D (Simunek e outros, 1994 e 1995).

A inclusão da linha drenante na malha de elementos finitos, representando o poço ou dreno subhorizontal, passa interceptando uma série de elementos finitos, gerando os elementos drenantes. A estratégia numérica baseia-se no cálculo da vazão gerada no elemento drenante e a distribuição para os nós do elemento interceptado, através das funções de interpolação armazenadas na matriz transformação.

A validação da implementação do elemento de poço foi feita comparando as soluções analíticas e numéricas que dispunha na literatura. As soluções analíticas possuem uma série de simplificações impostas ao modelo que, muitas das vezes, não representam a realidade.

As validações do poço confinado apresentaram resultados satisfatórios quando comparados com a solução analítica de Theis (1935), e com a solução numérica de Sudicky et al (1995) que inclui o efeito de armazenamento do poço. As validações para o caso de poços não confinados foram feitas através de comparações com a solução aproximada (analítica) de Neumann (1975). Os resultados obtidos apresentaram uma discrepância, na fase inicial do rebaixamento (item 6.1.2.2), provavelmente associado ao tamanho do elemento interceptado e devido a não linearidade da região não saturada do solo. Entretanto, do ponto de vista prático, os resultados finais podem ser considerados satisfatórios, principalmente para a condição de fluxo permanente.

A ferramenta numérica desenvolvida é capaz de analisar o comportamento de poços em qualquer estratigrafia e topografia. Além de simular o efeito das condições atmosféricas que alimentam o aquífero.

Para os drenos subhorizontais foi proposta uma metodologia de cálculo, baseado no comportamento hidráulico do elemento de dreno. Suas validações não foram realizadas devido à falta de modelo comparativo na literatura, podendo ainda ser feito em comparação com dados de campo ou, ainda, com modelos reduzidos em laboratório. O estudo de Kenney et al (1977) visa à aplicação dos drenos em modelo reduzido, porém seus modelos não apresentam parâmetros necessários para uma análise comparativa.

Para o elemento de dreno o modelo de cálculo da permeabilidade foi inspirado pela formulação de Manning, devido ao comportamento do escoamento podendo ser em seção parcial como em um canal aberto. A equação 4.79 define o valor da permeabilidade, sendo esta altamente não linear e quando somada à não linearidade do solo pode-se gerar algumas instabilidades numéricas na hora de convergir o resultado. Cabe aqui a sugestão de melhorar este modelo adicionando, se necessário, os efeitos de inércia que podem ser gerados caso as velocidades forem significativas, já que na hidráulica isto é representativo.

Todo o algoritmo passou por uma primeira implementação na versão 2D do programa de fluxo. Como o comportamento do fluxo em poços e drenos é de caráter tridimensional, os resultados obtidos representariam o valor correspondente à seção média do espaçamento entre linhas drenantes. Como não existe solução analítica para as validações os resultados são apenas qualitativos.