

6 Conclusão e sugestões

A representação matemática do fluxo de água na superfície e subsuperfície da Terra é um processo complexo com grande variabilidade temporal e espacial. Dada sua complexidade algumas considerações e simplificações foram adotadas nesse trabalho, restringindo sua aplicação.

O método de elementos finitos apresentou-se muito apropriado, possibilitando representar a grande variabilidade espacial e temporal das variáveis analisadas. A utilização de elementos triangulares na superfície fornece uma boa discretização e representação da superfície topográfica, formando planos bem definidos e possibilitando o cálculo dos declives do terreno para cada elemento. Este método também possibilita que as condições iniciais das cargas de pressão sejam bem caracterizadas espacialmente, no entanto, fazendo-se necessário um pré-processamento. A atribuição das condições de contorno, de forma variável, permite fazer o acoplamento entre os sistemas com trocas de fluxo e/ou carga de pressão entre os nós comuns das malhas. Com isso, obtém-se variações espaciais e temporais durante o processo de solução, enquadrando-se no algoritmo de acoplamento proposto.

A geração de malhas regulares é muito importante, principalmente sabendo que o escoamento superficial é diretamente influenciado pelas características desta. No modelo cinemático, o cálculo do declive é feito diretamente pelos dados das posições nodais e as cargas totais, no modelo de difusão, são funções das elevações nodais.

As condições de contorno não representam unicamente as condições impostas pelo modelador, mas também as condições secundárias ou respostas de um sistema a variações do seu gradiente hidráulico, que modificam seu padrão de fluxo, resultando em vazões no contorno comum entre os sistemas.

A formulação de acoplamento, entre as soluções numéricas das equações governantes, apresenta-se como uma tendência na área de modelos hidrológicos numéricos, visto que, isoladamente, essas soluções já foram desenvolvidas, estando bem relatadas na literatura.

O modelo de escoamento em meios porosos, não apresentou necessidade de validação, sendo consideradas satisfatórias as validações apresentadas em

Simunek et al, 1995. Os modelos de escoamento superficial foram validados, com a solução analítica do modelo cinemático. Nestas comparações foram possibilitados erros da ordem de 5%, justificado pela possibilidade de oscilações numéricas na solução. Analisando as validações, considerou-se positivo os resultados sendo esperadas as diferenças dos modelos difusivos nas zonas de transições como observado nas Figura 5.9, Figura 5.10 e Figura 5.11.

Frente aos métodos hidrológicos de previsão de vazão fundamentados em valores históricos, os modelos determinísticos, apresentam a vantagem em relação à previsão de cenários, permitindo empregar novas características as bacias e obtendo a resposta em termos de vazões e altura da lâmina da água. Ampliando o leque de aplicações, um modelo acoplado, permite analisar as influências do uso da água subterrânea no comportamento e estado das águas superficiais. No entanto, este modelo apresenta a desvantagem do seu custo computacional, que pode limitar sua aplicação. Esta questão ocorre, dada a não convergência do método e conseqüentemente, a diminuição do intervalo de tempo (item 4.3.1), fazendo com que, o tempo de processamento de um passo de tempo numérico seja superior ao tempo real que representa esse intervalo.

A obtenção dos parâmetros hidráulicos do solo e da superfície, assim como a definição da complexa geometria do problema, é um fator de suma importância para se obter bons resultados na modelagem.

O desenvolvimento, dos diferentes modelos de escoamento superficial é justificado, pelas diferenças de aplicabilidades e eficiência computacional. O modelo cinemático restringe o campo de aplicações, contudo, apresenta uma grande eficiência computacional, descartando a solução de sistemas de equações e de processos iterativos. O modelo difusivo é um modelo mais abrangente, que possibilita influências de jusante. No entanto, é necessária a solução de um sistema de equação a cada iteração do processo de solução da não linearidade, aumentando seu custo computacional.

O modelo acoplado sugerido interpreta os sistemas como independentes e interligado, de modo que, no método dos elementos finitos, há a necessidade da solução de dois sistemas de equações a cada iteração, justificando o custo do tempo de processamento.

Dadas essas considerações, é muito importante definir qual modelo superficial utilizar, analisando as condições de escoamento e sua finalidade. Este modelo pode ser uma importante ferramenta na previsão de cenários hidrológicos para diferentes condições do uso, ocupação e características do solo, a partir de boas estimativas dos parâmetros de modelagem.

6.1. Sugestões

Aperfeiçoar os modelos de escoamento superficial, acrescentando novas características reológicas do fluido, a fim de representar fluxos de corridas de massa, ou óleos por exemplo.

Implementar o termo advectivo no modelo superficial, afim de, aumentar o leque de aplicações e confiabilidade do modelo.

Acoplar o modelo difusivo de escoamento superficial, com fluxo em meios fraturados.

Validar o modelo para áreas complexas e com monitoramento real.

Implementar ou adaptar um gerador de malhas específico, que possibilite implementar as condições de contorno e iniciais, de modo amigável para o usuário, através de um sistema visual ligado a um programa de sistema de informação geográfica (SIG).

Aperfeiçoar o modelo computacional, com programações de alto desempenho ou paralelização do código, para melhorar seu desempenho em relação ao tempo de processamento.