



¹ Prof. Prof. Associado I, Doutor – Depto de Engenharia Agrícola , UFC. Av Mister Hull S/N, Campus do Pici, Bloco: 804, Fortaleza –CE.Fone: (85) 33669764 . E-mail: mtcosta@ufc.br .

² Doutor – Depto de Engenharia Agrícola , UFC. Fortaleza –CE.

³ Mestre em Irrigação e Drenagem, Depto de Engenharia Agrícola , UFC, Fortaleza –CE

⁴ Graduando em Agronomia, UFC, Fortaleza-CE

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar o sistema de drenagem superficial, o sistema de drenagem subterrânea e as condições de transmissão de água no perfil de solo, do estádio Plácido Aderaldo Castelo, Castelão - CE. O estudo da área foi realizado através 88 pontos georreferenciados. As curvas de nível foram elaboradas com o programa de computação “Surfer”, versão 7.0. Avaliaram-se os principais elementos do delineamento do sistema de drenagem subterrânea, além do material utilizado como envoltório. As condições de transmissão de água no solo foram avaliadas através de testes de condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) pelo método do permeâmetro de carga constante. Realizou-se uma prospecção no perfil de solo em 27 pontos, georreferenciados, no intuito de se construir um mapa da espacialização das profundidades da camada de impedimento físico. As condições de drenagem superficial na direção das laterais limitam o escoamento superficial da água. Foi detectada uma camada de impedimento muito forte, com maior frequência entre 0,60m e 0,70m, a qual é determinante da baixíssima eficiência do sistema de drenagem, considerando que os drenos subterrâneos estão instalados abaixo desta camada.

Palavras-chave: drenagem superficial, drenagem subterrânea, transmissão de água.

DRAINAGE SYSTEM EVALUATION OF CASTELÃO STADIUM

ABSTRACT: The objective of the study was to evaluate the system of surface drainage, the subsurface drainage system and water transmission conditions in the soil profile of the Plácido Aderaldo Castelo stadium, Castelão - CE. The area was study through 88 georeferenced points. For the levels curves it was used a computer program “Surfer”, version 7.0. The main elements of the hydraulic system design and the tube were evaluated, in addition to the material that was used as envelope. The water transmission conditions in the soil were evaluated through tests of soil

saturated hydraulic conductivity (K0) by the method of constant head permeameter. There was an exploration of the soil profile on 27 points georeferenced to build a spatial map of the depths of a possible physical impediment layer. The conditions of the surface drainage toward the side limit the runoff of water. It was detected a very strong impediment layer that is critical of the low efficiency of the drainage system, considering that the drains are installed below this layer.

Keywords: surface drainage, subsurface drainage, water transmission.

INTRODUÇÃO

O estádio Plácido Aderaldo Castelo foi inaugurado no dia 11 de novembro de 1973. Foi considerado por bastante tempo um dos melhores gramados do Brasil e com um sistema de drenagem funcionando a contento, apesar de o sistema inicial ter sido constituído por manilhas de barro, material disponível à época no mercado brasileiro.

O sistema de drenagem subterrânea constituído por manilhas de barro foi inteiramente substituído em novembro de 2002, por tubos corrugados flexíveis de PVC, da Kananet, com diâmetros de 150 e 200 mm, espaçamento entre linhas de drenos laterais consecutivos de 11,0 m e profundidade média de 1,0 m. Os tubos de drenagem são envolvidos com um envelope constituído por brita nº 3 e um filtro constituído por uma manta de poliéster tipo bidim OP-20.

Não obstante esta reforma, a drenagem do estádio Castelão vem sendo alvo de críticas já há algum tempo. Neste ano, em razão das intensas recargas pluviométricas, o sistema praticamente chegou a um colapso, culminando com a proibição da entrada do carro-maca, face aos riscos de atolamento do mesmo e, conseqüentemente, maiores estragos ao gramado.

A drenagem subterrânea é efetuada mediante dois sistemas distintos, denominados sistema de alívio e sistema de interceptação. Para sua escolha, instalação e desempenho eficiente é imprescindível conhecer a direção predominante do escoamento do lençol freático, seu gradiente hidráulico, e suas flutuações periódicas no perfil do solo (U.S.D.A. – Soil Conservation Service, 1973).

No delineamento de um sistema de drenagem são necessárias investigações preliminares sobre levantamento topográfico, atributos físicos do solo, estudos

hidrológicos quanto a precipitações intensas e sua previsão, escoamento superficial, materiais de drenagem como tubos e envoltórios, entre outros.

O objetivo do estudo foi avaliar o sistema de drenagem superficial, o sistema de drenagem subterrânea e as condições de transmissão de água no perfil de solo, do estádio Plácido Aderaldo Castelo, Castelão - CE.

MATERIAL E MÉTODOS

No sentido de verificar o relevo do campo, instalou-se uma malha com piquetes regularmente espaçados de 10,0m x 10,0m, compreendendo um total de 88 pontos georreferenciados, tendo como coordenada de origem $(X, Y) = (0, 0)$, o vértice do escanteio localizado do lado esquerdo às cabines de rádio, na lateral que dá acesso aos túneis utilizados pelos atletas. As curvas de nível foram elaboradas com equidistância vertical entre curvas consecutivas de 0,02m. Para obtenção destes gráficos utilizou-se o programa de computação denominado “Surfer”, versão 7.0.

No tocante ao sistema de drenagem subterrânea avaliaram-se os principais elementos do delineamento hidráulico do sistema (espaçamento, diâmetro do tubo e profundidade de instalação), além das características hidráulicas do tubo e do material utilizado como envoltório (envelope e filtro). Análises das condições de transmissão de água foram realizadas tanto na secção transversal de instalação dos drenos subterrâneos, quanto em pontos intermediários na secção do perfil de solo entre drenos subterrâneos. As condições de transmissão de água no solo foram avaliadas em amostras de solo indeformadas através de testes de condutividade hidráulica do solo saturado (K_0) pelo método do permeâmetro de carga constante. Os valores de condutividade hidráulica do solo saturado permitiram em base ao conceito de resistência hidráulica ao fluxo de água preconizado pela FAO (1986), bem como das normas estabelecidas pela ABNT (1998) identificar a existência de camadas de impedimento, e aferir se este impedimento constitui ou não camada impermeável.

Considerando a detecção de zonas retardadoras ao fluxo de água realizou-se de forma complementar, uma prospecção no perfil de solo em 27 pontos,

georreferenciados, no intuito de se construir um mapa da espacialização das profundidades da camada de impedimento físico. Esta informação é de suma importância, uma vez que na prática, a presença da camada impermeável é determinante da profundidade de instalação dos drenos laterais ou subterrâneos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figura 1a e 1b estão representadas respectivamente as curvas de nível do terreno e sua representação espacial. As curvas de nível demonstram existir gradientes de declives a partir do meio de campo, tanto na direção dos gols, quanto na direção das duas laterais. Os gradientes de declives médios são respectivamente de 0,4% na direção dos gols e de 0,2% na direção das laterais. Estas declividades deveriam ser da ordem de 0,5% nos dois sentidos.

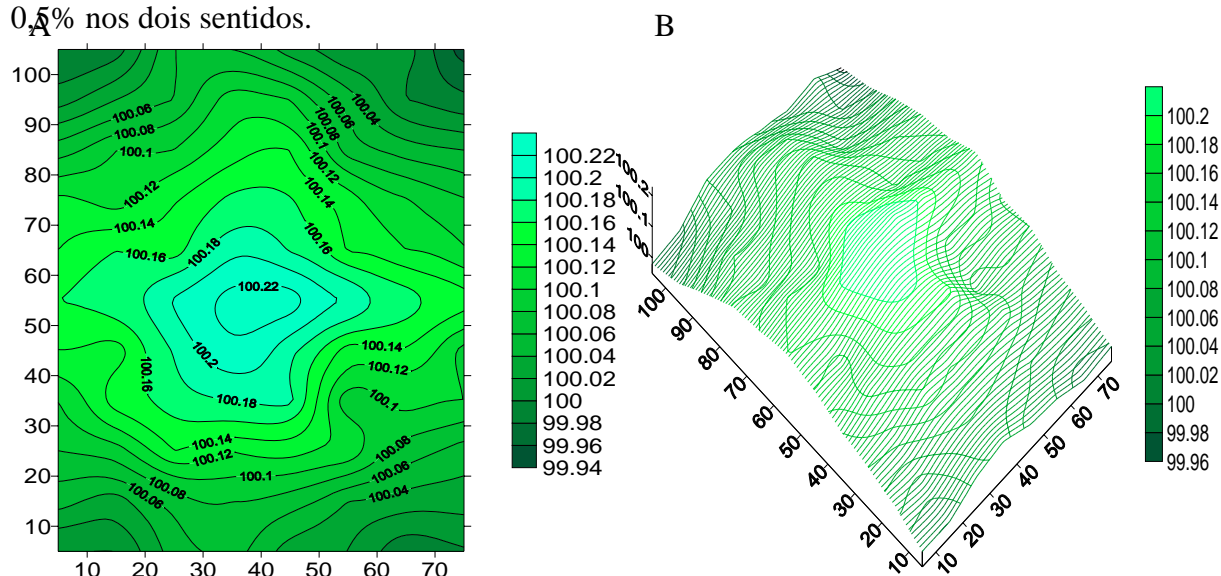


Figura 3. a. Curvas de nível do terreno b. Representação espacial do relevo do campo

A superfície de resposta identifica pontos de depressão no gramado, onde certamente os problemas associados à drenagem superficial irão provocar uma maior elevação do lençol freático. Cabe destacar que para as condições do estádio Castelão, trata-se de um lençol freático secundário, originário de impedimentos físicos fortes no perfil de solo.

Os declives médios das linhas de drenos no sentido do fosso estão dentro da faixa recomendada, porém, não foram detectadas razões técnicas para utilização de dois diâmetros dos tubos de drenagem. O envoltório dos tubos de drenagem são constituídos por envelope (brita nº 3) e filtro (manta de poliéster tipo bidim OP-20), que envolve o tubo conjuntamente com o envelope de brita. O material colocado ao redor do tubo deve funcionar como envoltório, devendo sempre possuir condutividade hidráulica muito superior àquela do solo a ser drenado e área de fluxo, na interface solo-envoltório, suficientemente grande para que a velocidade da água seja pequena (Batista et al., 1999).

Considerando que a maior parte do fluxo de água para o dreno se dá pela parte inferior e pelas laterais (fluxo radial), conclui-se que o desempenho da parte inferior do envoltório é maior que o da parte superior, resultando daí em economia de material, por uma menor espessura do envoltório em sua parte superior. Ao contrário das recomendações técnicas, verifica-se para as condições do estádio Castelhão, que o envolvimento do tubo-dreno com a brita apresentou uma espessura bem maior na parte superior do dreno (25 cm), em detrimento de uma pequena espessura (10 cm) na parte inferior. A escolha do envelope, que tem como função reduzir a resistência de entrada ao fluxo de água no dreno deve ser precedida de análise, conforme recomendação do Bureau of Reclamation (1978).

Testes de condutividade hidráulica realizados em amostras contendo o denominado “solo vegetal” colocado na secção transversal do dreno apresentou resultado de $159,5 \text{ mm h}^{-1}$, considerado excelente do ponto de vista de transmissão de água, porém, verificou-se impedimento físico no final da camada de areia grossa, possivelmente oriundo de carreamento de partículas granulométricas de silte e argila do solo adjacente. Amostras coletadas em pontos localizados entre drenos laterais numa profundidade entre 0,5 m e 0,6 m apresentaram valores de condutividade hidráulica próximo a zero, constituindo-se desta forma em camada impermeável. Nas Figuras 2a e 2b visualizam-se, respectivamente, a superfície de resposta e as curvas de nível da camada impermeável realizadas numa prospecção em 27 pontos, regularmente espaçados no perfil de solo. Verifica-se que esta camada varia de 0,30 a 0,81 m. Esta informação é de extrema relevância na avaliação do sistema de drenagem subterrânea,



justificando daí a baixíssima eficiência deste sistema, porquanto o mesmo foi instalado na profundidade média de 1,0 m, abaixo portanto desta camada. Observam-se também correlações entre as profundidades desta camada e setores no gramado que apresentam encharcamentos.

Figura 2. a. Curvas de nível da camada impermeável;b. Representação espacial da camada impermeável.

CONCLUSÕES

A declividade superficial do terreno na direção das laterais com declives médios de 0,2% limita o escoamento superficial da água. O sistema de drenagem subterrânea apresenta um desequilíbrio na combinação das variáveis espaçamento entre linhas de drenos subterrâneos (11,0 m) e diâmetros dos tubos de drenagem (DN 150 e DN 200). Camada de impedimento muito forte, acima da profundidade de instalação dos drenos constitui a causa determinante da baixa eficiência do sistema subterrâneo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Requisitos para elaboração de projetos de drenagem subterrânea para fins agrícolas. Rio de Janeiro, ABNT, 1998, 3p. NBR 14144:1998.

ALMEIDA, D.M.; COSTA, R.N.T.; SAUNDERS, L.C.U.; FILHO, J.M. Análise comparativa de envoltórios para drenos tubulares em condições de fluxo não-permanente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.1, p.10-15, 2001.

BATISTA, M. J.; NOVAES, F. S.; SANTOS, D. G.; SUGUINO, H. H. Drenagem como instrumento de dessalinização e prevenção da salinização dos solos. Brasília: SRH, 1998. 203p. il.

FAO. Drainage design factors; 28 questions and answers. Rome: FAO, 1986. 52p. (FAO: Irrigation and Drainage Paper, 38).

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Bureau of Reclamation. Drainage Manual: a water resource technical publication. Washington: 1978. 286p. il.