

Uso de Geocomposto Drenante em Campos de Futebol

Santos, J. P.

Maccaferri do Brasil Ltda., Jundiaí, São Paulo, Brasil, petrucio.jose@terra.com.br

RESUMO: A construção e gerenciamento de campos de futebol devem prover estabilidade e durabilidade adequada às superfícies gramadas, além de minimizar a chance de danos físicos aos jogadores. O processo mais importante para manter tais características é a drenagem. Baseados neste propósito são utilizados dois critérios de projeto: a drenagem superficial e a subsuperficial. Ambos são igualmente importantes para o bom comportamento de um sistema completo de drenagem, cada um com características próprias e capacidades de drenagem específica. Atualmente com o advento dos geocompostos drenantes em diversas áreas da engenharia como solução definitiva, sua adoção no meio desportivo não poderia ser diferente. Através da mesma metodologia utilizada em projetos tradicionais, é possível oferecer um sistema de drenagem completo para ser empregado em gramados para campos de futebol aperfeiçoando a distância entre trincheiras e ampliando a atuação das drenagens horizontais.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem, Geocomposto, Futebol, Vazão

1 INTRODUÇÃO

A qualidade da superfície gramada de áreas desportivas, como campos de futebol, é fundamental para que o evento seja corretamente realizado. Durante uma partida de futebol não pode haver interrupções devido o acúmulo de água na superfície gramada causada por períodos chuvosos não previstos ou chuvas inesperadas levando a formação de poças de água. É imperativo que o sistema de drenagem mantenha a área gramada suficientemente seca, a fim de garantir o bom desenvolvimento da partida de futebol.

O problema é que, mesmo com um sistema de drenagem subsuperficial efetivo, a superfície de um campo de futebol sofre o pisoteio dos jogadores, e as partículas de solo sob a grama (topsoil) são quebradas, preenchendo os vazios existentes em sua estrutura (compactação) e assim reduzindo cada vez mais sua permeabilidade. Dessa maneira, a funcionalidade do sistema de drenagem depende da quantidade de água de chuva que passa pelo topsoil, e caso ele se torne “impermeável” o sistema de drenagem será inviabilizado. Então, além de escolher o tipo correto de topsoil, sua manutenção também deve ser regularmente realizada. O objetivo dessa manutenção específica é “inverter” a consolidação da camada de solo empregando equipamento especializado que permita sua aeração, aumentando assim seu índice de vazios e conseqüentemente restabelecendo certo grau

de permeabilidade. Sendo assim, para que exista uma operacionalidade favorável do sistema de drenagem de um campo de futebol é fundamental a correta escolha do “topsoil” e que sua preservação seja continuada. Tendo por base esses preceitos, é possível desenvolver uma metodologia conceitual, a fim de definir as características corretas de um sistema de drenagem para campos de futebol, onde posteriormente será apresentado o resultado desse método em um caso real utilizando geocomposto drenante.

2 PERMEABILIDADE DOS SOLOS

A permeabilidade do solo é definida através do coeficiente de permeabilidade, e este é determinado em função do tipo de solo a ser atravessado pela água. A Lei de Darcy correlaciona esse coeficiente com o gradiente hidráulico em materiais porosos, através da seguinte equação: $V=k.i$, onde “V” é a velocidade média para um fluxo laminar, “k” é o coeficiente de permeabilidade do material, e “i” é o gradiente hidráulico. O valor de k pode ser obtido facilmente em laboratório, e como seus resultados são bem definidos em determinados intervalos granulométricos, faz-se em geral, uso de tabelas (Tabela 1) encontradas comumente em literatura apropriada, porém isso não dispensa sua determinação através de ensaios laboratoriais. A escolha correta do “topsoil” depende primordialmente do

coeficiente de permeabilidade, porque bem como será mostrado posteriormente, este valor pode ser associado diretamente com o índice de precipitação pluviométrica.

Tabela 1. Intervalo de variação para o coeficiente de permeabilidade

CONDIÇÕES DE DRENAGEM	COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (cm/s)									
	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹	1	10
	PRATICAMENTE IMPERMEÁVEL OU DRENAGEM SUPERFICIAL					ADEQUADO PARA DRENAGEM				
TIPO DE SOLO	AREIAS HOMOGÊNEAS		ARGILAS SILTOSAS			AREIAS COM POUCO OU NENHUM SILTOS OU ARGILA		AREIAS LIMPAS E REGULARS		

3 DRENAGEM EM CAMPO DE FUTEBOL

A drenagem em campos de futebol ocorre basicamente de duas maneiras: drenagem superficial e subsuperficial. O primeiro é fundamental para que não haja a ocorrência da formação de poças e para que resulte adequada captação e dispersão da água da chuva. O segundo é de importância maior em relação à drenagem de superfície porque capta o fluxo de água que cruza o “topsoil” e acelera o processo de expulsão da água do campo a fim de minimizar o seu acúmulo na área onde a precipitação realmente acontece.

Como previamente declarado, o “topsoil” tem uma participação muito importante no processo de drenagem, pois além de permitir o desenvolvimento adequado da vegetação, permite a infiltração da água que se acumula devido à precipitação pluviométrica. Por esse motivo o solo deve apresentar permeabilidade superior à intensidade da precipitação (mm/h) da região onde o campo de futebol será construído. Se o coeficiente de permeabilidade for inferior, poderá haver a formação subsequente de poças de água. Desse modo, existe uma seqüência lógica para o dimensionamento da drenagem subsuperficial. Primeiro, o índice pluviométrico da região deve ser conhecido, segundo o “topsoil” proposto deve apresentar permeabilidade suficiente que absorva a precipitação estimada por esse índice, a fim de determinar o volume de água que será

enviado para o sistema de drenagem subsuperficial.

3.1 Drenagem Superficial

Apesar da maioria dos treinadores e jogadores de futebol preferir ter um campo com o gramado perfeitamente plano, isto é apenas possível com custos muito elevados e fora de padrões pré-estabelecidos. Uma declividade de 2% é evidenciada na maioria das superfícies de áreas desportivas, mas uma declividade de 1% é aceitável para campos onde o solo é da própria região, dada às considerações de “jogabilidade”. Para solo local, é imperativo alcançar uma declividade de 1% do centro do campo em direção as laterais. No centro campo deve existir uma superfície horizontal de 23 a 45 cm dependendo da largura do campo (Figura 1). Uma alternativa não aconselhável é atribuir declividade de uma lateral a outra do campo, onde esta configuração proverá um campo plano e permitirá drenagem de superfície fora deste, mas não apresentará melhor eficiência quando comparado a um campo “coroad” no centro.

Muitos consideram a drenagem superficial como definitiva para campos de futebol oficiais, porém é constatado efetivamente que a água precipitada não é removida tão rapidamente quanto necessário por drenagem de superfície apenas, mesmo após algumas horas do final da chuva.

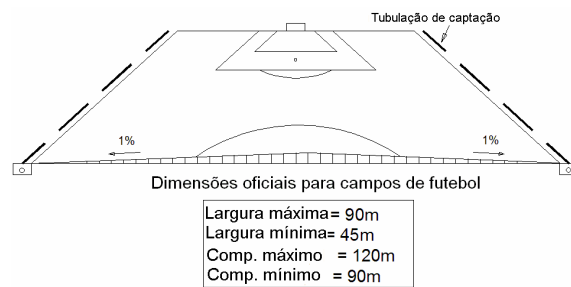


Figura 1. Esquema de dimensões e superfície drenante em campos de futebol

3.2 Drenagem Subsuperficial

O sistema de drenagem subsuperficial pode ser construído em três modos básicos, colchão drenante subsuperficial, trincheiras drenantes, e colchão e trincheiras drenantes, havendo a responsabilidade de escolha por parte do projeto. Vale salientar que em alguns casos um sistema de drenagem profundo é exigido para

que haja a captura das águas que podem se infiltrar por locais adjacentes a área a ser drenada, ou seja, necessidade de rebaixamento do lençol freático. Neste caso as trincheiras drenantes apresentarão critérios distintos de dimensionamento havendo apenas em alguns casos semelhança construtiva.

4 O DRENO GEOCOMPOSTO

O dreno geocomposto pode ser usado como colchão drenante mais trincheiras drenantes (Figura 2), permitindo a captura da água que passará pelo “topsoil” transportando-a em seguida às trincheiras. Em alguns casos se opta por não usar o colchão drenante, onde as trincheiras drenantes atuam como coletores e transportadores de fluxo, todavia, é necessário que o topsoil apresente as características de drenagem “ideais”, uma vez que o fluxo de água deverá ser enviado as trincheiras sem ajuda agentes externos.

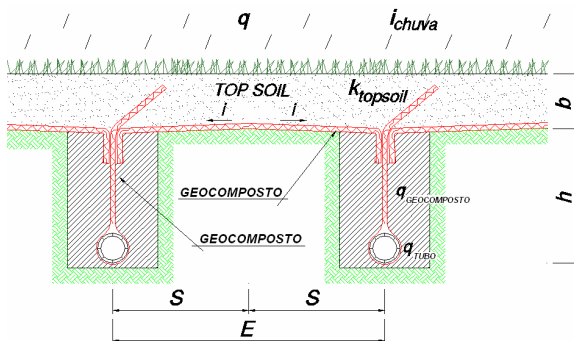


Figura 2. Detalhe de aplicação do geocomposto

5 O TOPSOIL

Topsoil é uma mistura de areia e matéria orgânica, em uma camada com espessura que pode variar de 20 cm a 30 cm, de fundamental importância no desenvolvimento da vegetação. A correta mistura de areia e matéria orgânica contribui para boa drenagem do solo, pois este irá reter umidade e nutrientes necessários ao crescimento e fortalecimento da grama. Existem condicionadores de solo que podem ser usadas como aditivos excelentes a matéria orgânica na composição do topsoil. A composição ideal para a elaboração de topsoil está entre 80 a 90% de areia média e 10 a 20%

de matéria orgânica. A fonte destes materiais é muito importante, porque eles podem conter ervas prejudiciais, pedras e até produtos tóxicos que podem ser obstáculos para a propagação da grama.

Além dos aditivos condicionadores de solo, pode ser necessário incorporar o uso de fertilizantes e corretivo adicional pré-planejado para determinados níveis de pH, a fim de melhorar a fertilidade do solo. Os fertilizantes com conteúdo alto de “pega” são os aconselhados para esta fase.

6 CASO DE OBRA

O estudo de um caso real reforça a necessidade da aplicação de geocompostos drenantes em um sistema de drenagem. Este estudo enfoca a aplicação de um geocomposto drenante para drenagem subsuperficial em um campo de futebol localizado na cidade de Marília, São Paulo, Brasil. As características geotécnicas do “topsoil” são importantes no cálculo de um sistema de drenagem, porém o parâmetro principal usado no dimensionamento ao ar livre é o índice de precipitação pluviométrico, onde é facilmente entendida a razão do por que. O topsoil deve apresentar permeabilidade coerente com o índice de precipitação pluviométrico da região. Como esse índice é medido em mm/h, em outras palavras, representa um parâmetro de velocidade, e a permeabilidade do solo é medida em m/s ou cm/s, representando também um parâmetro de velocidade, para que o sistema de drenagem subsuperficial esteja em equilíbrio e a água atravesse o topsoil sem criar poças é necessário que $k_{topsoil}$ seja maior que i_{rain} (Figura 3) existindo, teoricamente, uma infiltração imediata da chuva pela camada do topsoil.

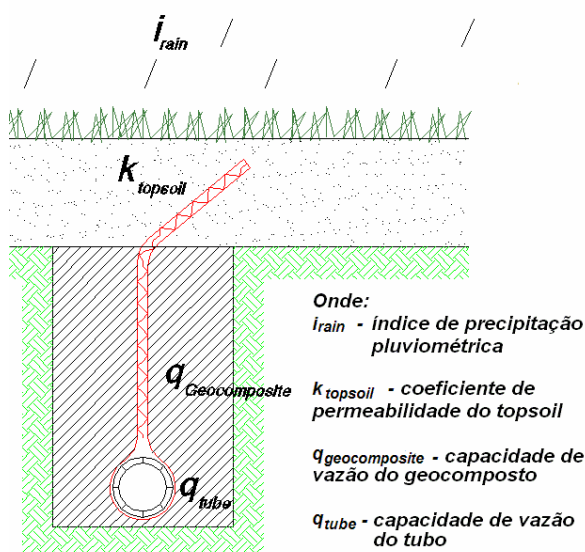


Figura 3. Parâmetros hidráulicos e hidrológicos utilizados em projetos de trincheiras drenantes

Através da precipitação pluviométrica do estado de São Paulo foi possível derivar uma média de 10mm/h como sendo a intensidade mais alta de chuva em um período de 48 horas e usar este valor como parâmetro inicial para os cálculos. Fazendo uma conversão de unidade se verifica que 10 mm/h é igual a aproximadamente 2.78×10^{-6} m/s, e daí se conclui que o topsoil deve apresentar uma permeabilidade maior que esse valor para que atenda as condições apresentadas anteriormente. Deste modo foi adotada a permeabilidade de 2.80×10^{-6} m/s como parâmetro de referência para o cálculo de capacidade de vazão.

Tendo definido a permeabilidade do topsoil, é possível determinar o fluxo que o atravessará usando a Lei de Darcy para regimes permanentes:

$$q_{\text{topsoil}} = k_{\text{topsoil}} \cdot i \cdot A \quad (1)$$

Onde, foi considerado $A = L \times 1$ ($L =$ comprimento transversal para o fluxo horizontal) como sendo a área transversal por onde o fluxo passará com gradiente hidráulico i igual a 1 (drenagem vertical). Então, substituindo esses valores na equação 1 se obtém a capacidade de vazão da camada de “topsoil”:

$$q_{\text{topsoil}} = 2.80 \times 10^{-6} \text{ m/s} \cdot 1 \cdot L(\text{m}) \cdot 1(\text{m}) = 0.0028 \times L \text{ l/m.s}$$

De acordo com regras internacionais de futebol, as dimensões oficiais de um campo de futebol são como as mostradas na Figura 1. Considerando um campo de dimensões máximas, trincheiras drenantes posicionadas perpendiculares ao comprimento e a direção do fluxo do centro para as laterais, a largura poderá ser tomada como metade da máxima oficial, em outras palavras, 45.00 m. Por isso, estimando que cada trincheira seja espaçada em 7.00 m, é possível determinar a capacidade de vazão máxima admissível que cada tubo perfurado deverá suportar,

$$q_{\text{adm}} = 0.0028 \text{ l/s} \times 3.50 \text{ m} \times 45.00 \text{ m} = 0.441 \text{ l/s}$$

Como existirá contribuição em ambos os lados da trincheira a capacidade de vazão obtida deverá ser multiplicada por 2,

$$q_{\text{Madm}} = 2 \times q_{\text{adm}} = 0.882 \text{ l/s}$$

Em geral são usados tubos perfurados de 100mm para os casos de drenagem, e estes possuem uma capacidade de aproximadamente $q_{\text{tube}} = 2.60$ l/s para uma declividade de 1%, ou seja, esses tubos apresentam uma capacidade de vazão maior que a necessária para receber a água captada pelas trincheiras ($q_{\text{Madm}} = 0.882$ l/s). Considerando trincheiras submetidas a uma pressão horizontal de 10kPa (pressão mais que suficiente para campos de futebol) e utilizando a folha de especificação técnica do geocomposto drenante – MacDrain® 2L TD, para um gradiente hidráulico igual a um (tabela 2), foi possível obter uma capacidade de vazão nominal para as trincheiras de 2.84 l/m.s.

Tabela 2. Capacidade de vazão do geocomposto para um gradiente hidráulico (i) igual a 1

Especificação Técnica	
Tensão [kPa]	Vazão [l/m.s]
10	2,84
20	2,17
50	1,35
100	0,41

De acordo com normas internacionais é necessário aplicar alguns fatores de segurança ao geocomposto em contato com o solo:

$$FR_{IN} = 1.05 \text{ (intrusão do solo);}$$

$$FR_{CR} = 1.20 \text{ (fluência);}$$

$$FR_{CC} = 1.10 \text{ (colmatação química);}$$

$$FR_{BC} = 1.15 \text{ (colmatação biológica).}$$

Portanto, a capacidade de vazão útil para o geocomposto será:

$$q_{admTD} = 2.84 / (1.05 \times 1.20 \times 1.10 \times 1.15)$$

$$q_{admTD} = 1.78 \text{ l/m.s.}$$

Todos os fatores de segurança usados sob o geocomposto drenante foram determinados através de ensaios laboratoriais.

Durante a construção do sistema de drenagem foi necessária a abertura de trincheiras com apenas 20 cm de largura para a inserção dos geodrenos e posterior recompactação do solo antes retirado, o que mostra uma produtividade e simplicidade construtiva superior quando comparados aos drenos tradicionais. As Figuras 4 e 5 mostram partes da seqüência de instalação das trincheiras utilizando geocomposto drenante no campo de futebol da cidade de Marília em São Paulo, Brasil.



Figura 4. Durante a construção das trincheiras e inserção do geocomposto drenante.



Figura 5. Inserção do geocomposto drenante e recompactação do solo retirado.

7 CONCLUSÕES

A metodologia de cálculo apresentada para determinar a capacidade de vazão das trincheiras utilizando geocomposto drenante foi o mesmo empregado no sistema de drenagem tradicional. Na prática os resultados foram excelentes e isso pôde ser constatado depois de assistir uma partida de futebol no campo onde os geodrenos foram aplicados. Depois de uma chuva de grande intensidade ocasionada durante todo o evento o campo permaneceu suficientemente seco, permitindo com que a bola deslizasse normalmente por toda a área gramada e não existisse nenhuma formação de

poças ou risco para os jogadores. Os resultados “in-situ” mostram que é possível substituir a drenagem tradicional com grandes benefícios na instalação e na captação da chuva garantido à realização efetiva dos eventos na área drenada.

AGRADECIMENTOS

O autor gostaria de registrar seus agradecimentos a Maccaferri do Brasil, ao Prof. Eng. Benedito de S. Bueno, o Eng. Jaime Duran, o Eng. Alexandre Texeira e a Sra. Elisângela Marques, onde foi possível a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- Cedergren, H.R. (1977). “*Seepage, Drainage and Flow nets*”, 2nd ed. McGraw Hill., New York, USA.
- Lambe, T.W. and Whitman, R.V. (1979). “*Soil Mechanics*”, SI Version, 2nd ed. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Koerner, R. M. (1998). “*Designing with Geosynthetics*”, 4th Edition, Prentice Hall, USA.
- McClelland, B. (1943). “*Large Scale Model Studies of Highway Subdrainage*”, Proceedings Highway Research Board, Vol. 23.