

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
ENGENHARIA CIVIL**

**MAURÍCIO GARCEZ DOS SANTOS PINTO
RAPHAEL RAMACCIOTTI POZZI BARBOSA
YURI MONTEIRO PASSOS**

SISTEMA DE DRENAGEM DE GRAMADOS ESPORTIVOS

**SANTOS
2019**

**MAURÍCIO GARCEZ DOS SANTOS PINTO
RAPHAEL RAMACCIOTTI POZZI BARBOSA
YURI MONTEIRO PASSOS**

SISTEMA DE DRENAGEM DE GRAMADOS ESPORTIVOS

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Santa Cecília - UNISANTA,

Prof.^a Ma. Rosa Marina Zárate Vilchez

**SANTOS
2019**

Dedicamos esta monografia a nossa família, que nos apoiaram, nossos amigos e a todos os meus colegas de curso que contribuíram para o nosso crescimento e aprendizagem.

AGRADECIMENTO

A Deus, que nos deu forças e coragem para vencer todos os obstáculos e dificuldades enfrentadas durante o curso.

A professora Rosa Marina Zárate Vilchez, nossa orientadora, por ter acreditado na possibilidade da realização deste trabalho, pelo encorajamento, pela disponibilidade dispensada e sugestões que foram preciosas para a concretização desta monografia.

A nossa família, com eles compartilho a realização deste trabalho que é um dos momentos mais importante da nossa vida.

A todos os membros da Universidade Santa Cecilia, meus colegas de classe que foram verdadeiros e companheiros, e especialmente aos professores, que nos incentivaram a continuar lutando com garra e coragem e ao desempenho dos mesmos.

RESUMO

No Brasil, o futebol é o esporte de maior apelo populacional, assim melhorias são sempre um fato a ser buscado. Alguns fatores, como a drenagem eficiente do campo, precisam ser considerados para a prática do esporte com intensidade e eficiência afim de não prejudicar os atletas e conservar o gramado do local. A engenharia aliada ao esporte, com estudos e novos sistemas propostos, auxiliam a contemplar o espetáculo. Para o desenvolvimento de um eficiente sistema de drenagem, são necessários estudos prévios como: levantamento topográfico, atributos físicos do solo (compactação, resistência mecânica à penetração, taxa de infiltração da água, porosidade e densidade) e intensidade pluviométrica anual. A drenagem deve ser planejada, encontrando o método mais eficiente e eficaz para sua utilização. Há dois tipos de drenagem mais utilizadas no Brasil: a drenagem a vácuo e a drenagem gravitacional. São métodos com disposições diferentes, tendo em vista que possuem o mesmo objetivo e dependendo da localização, recursos e necessidade sempre será escolhida a que estiver com o melhor custo-benefício. A Vila Belmiro – Urbano Caldeira, possui o sistema de drenagem à vácuo, onde bombas exercem pressão negativa succionando ar e água dos drenos. O sistema a vácuo se comparado ao gravitacional tende a drenar a água com mais rapidez, sendo assim, uma solução interessante para gramados que possuem muita área sombreada e de regiões com altas taxas de precipitação. Por ser tratar de uma tecnologia mais eficiente e eficaz, a escolha feita pelo Santos Futebol Clube para a implementação desse novo sistema de drenagem foi de excelência para as suas necessidades, tendo em vista que após o período na qual foi testado o novo sistema, o gramado não apresentou problemas com relação a água.

Palavras-chave: Drenagem; Sistema de drenagem; Campos de futebol; Gramados; Drenagem a Vácuo.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTÁDIO URBANO CALDEIRA.....	12
FIGURA 2 – GRAMADO DO ESTÁDIO URBANO CALDEIRA ENCHARCADO..	14
FIGURA 3 – GRAMADO DO ESTÁDIO URBANO CALDEIRA ENCHARCADO..	14
FIGURA 4 – TIPOS BÁSICOS DE SISTEMAS DRENANTES	15
FIGURA 5 – SISTEMA DE COLCHÃO DRENANTE	16
FIGURA 6 – SOLUÇÕES DE DISPOSIÇÃO DE TRINCHEIRAS DRENANTES..	17
FIGURA 7 – ESPINHA DE PEIXE	17
FIGURA 8 – ESPINHA DE PEIXE	18
FIGURA 9 – ESPINHA PARALELA	18
FIGURA 10 – CAMADA DO TOPSOIL.....	22
FIGURA 11 – DIFERENÇA NA UTILIZAÇÃO DOS TUBOS CORRUGADOS.....	23
FIGURA 12 – CALCULO DO ESPAÇAMENTO ENTRE DRENOS.....	24
FIGURA 13 – BOMBAS DE VÁCUO	25
FIGURA 14 – RESERVATÓRIOS.....	26
FIGURA 15 – ESCAVAÇÃO E INSTALAÇÃO DA MANTA GEOTÊXTIL.....	27
FIGURA 16 – INSTALAÇÃO DO TUBO DRENO	27
FIGURA 17 – DETALHAMENTO DOS TUBOS DRENOS	28
FIGURA 18 – COBRIMENTO COM A MANTA GEOTÊXTIL	28
FIGURA 19 – PAINEL DE CONTROLE DA DRENAGEM A VÁCUO	29
FIGURA 20 – SISTEMA DE DRENAGEM A VÁCUO	29
FIGURA 21 – DESCOMPACTADOR.....	30
FIGURA 22 – TUBO DE INSPEÇÃO	31
FIGURA 23 – TUBO DE INSPEÇÃO	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PERMEABILIDADE DO SOLO COMO FUNÇÃO DO TIPO DE MATERIAL	21
-------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – DRENAGEM GRAVITACIONAL X VÁCUO	32
--------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. OBJETIVO	11
1.1.1. GERAL	11
1.1.2. ESPECÍFICO	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3. DESENVOLVIMENTO.....	13
3.1. DRENAGEM	13
3.2. HISTÓRICO	15
3.3. SISTEMAS DRENANTES.....	15
3.4. DETERMINAÇÃO DAS CHUVAS INTENSAS	19
3.5. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO SOLO	20
3.6. TOPSOIL	22
3.7. O USO DOS TUBOS CORRUGADOS	22
3.8. ESPAÇAMENTO DOS DRENOS	23
3.9. BOMBAS	25
3.10. EXECUÇÃO – PROCESSO DE MONTAGEM	26
3.11. MANUTENÇÃO	30
4. RESULTADOS	32
5. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA	34

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o futebol é o esporte de maior apelo populacional, desta forma há uma preocupação com o rendimento do esporte. Um dos fatores mais expressivos é o gramado. Acompanhando outros países, o Brasil vem aumentando o uso de tecnologias para a implantação e manejo de gramados esportivos. Essas tecnologias de construção e manutenção, inicialmente geradas para serem utilizadas em campos de golfe, começaram a ser transferidas para os outros esportes, principalmente para os campos de futebol.

Um fator importante para o melhor desempenho do futebol é a drenagem do campo. Drenagem é a condução adequada das águas de um terreno encharcado. Dessa forma, a drenagem, passou a ter importância cada vez maior em gramados de práticas esportivas. Existem diversos layouts e sistemas de drenagem de gramados. Os mais utilizados no Brasil são os sistemas a vácuo e gravitacional, apesar de suas formas de atuação diferente, os dois sistemas tem o mesmo propósito de retirar a água que fica sobre o gramado, não prejudicando o espetáculo e a integridade física dos atletas. Em um campo de futebol, o sistema de drenagem está localizado em torno de 50 cm centímetros abaixo do gramado, completando o sistema, logo acima se tem uma camada de brita, coberta por uma camada de terra e grama, que ajudam no desenvolvimento completo da drenagem (Melo, 2015).

O sistema de drenagem a vácuo adotado em estádios como a Vila Belmiro e Arena Grêmio consiste em uma bomba que suga a água por drenos através de uma pressão negativa e expelida para as galerias. O sistema gravitacional consiste em deixar com que a água penetre no gramado, escoando para drenos com pequenos furos, instalados abaixo do gramado, retirando a água superficial do campo de futebol.

Para que a drenagem seja bem executada é necessário o estudo climático, e do solo, para que o sistema possa ser efetivo (L.J.G de Godoy, et.al,2010).

Por ser um assunto pouco abordado no Brasil, buscou-se realizar a pesquisa com o objetivo de obter informações sobre esses sistemas de drenagem em campos de futebol, tendo em vista que nos maiores centros do futebol, o índice pluviométrico é de grande relevância. Será usando como base de estudos o estádio Urbano Caldeira – Vila Belmiro, casa do time Santos Futebol Clube.

1.1.OBJETIVO

1.1.1. GERAL

Apresentar o sistema de drenagem de gramados esportivos.

1.1.2. ESPECÍFICO

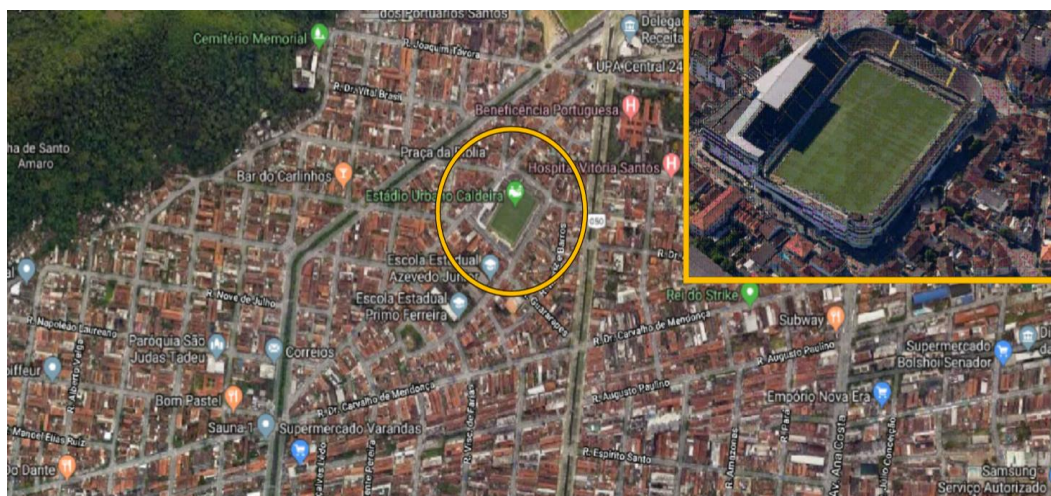
Analisar o sistema de drenagem utilizado no campo do Estádio Urbano Caldeira - Vila Belmiro em Santos/SP.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho de conclusão de curso consiste em pesquisa bibliográfica descritiva e estudo de caso, será desenvolvido estudo científico sobre sistemas de drenagem de campos de futebol. Para avaliação do sistema de drenagem e coleta de dados, serão realizadas visitas ao Estádio Urbano Caldeira (Vila Belmiro). Buscou-se dados de precipitação, estudos do tipo de solo, espécies de gramíneas para cobertura de campos, dimensionamento das tubulações e tipos de bomba para sistema a vácuo, esta coleta de dados foi feita através de registros fotográficos, análise dos projetos como plantas, memoriais de cálculo e documentações pertinentes.

Localizada na Rua Princesa Isabel, S/N, Vila Belmiro, Santos - SP, o estádio Urbano Caldeira- Vila Belmiro (Figura 1), foi fundado em 12 de outubro de 1916 por dirigentes do clube na época, com uma área de 16.500 m², tendo as dimensões do gramado de 105x68m e uma capacidade de ocupação atualmente de 16.899 pessoas. De acordo com o Santos Futebol Clube o estádio ganhou o nome de Urbano Caldeira em 1933, uma homenagem a um dos maiores benfeitores da história do Clube. O primeiro jogo foi realizado dez dias depois da inauguração, contra o Ypiranga, pelo Campeonato Paulista.

Figura 1: Estádio Urbano Caldeira



Fonte: Google Maps (10/05/2019)

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. DRENAGEM

Ao construir um estádio de futebol, é necessário estudar todas as possibilidades de drenagem, tanto externa quanto interna. Antes de implantar o gramado, deve-se levar em consideração alguns fatores que influenciam de forma direta na boa execução do campo, como: área total do gramado, facilidade de acesso, disponibilidade e proximidade de água para irrigação. Já para o desenvolvimento de um eficiente sistema de drenagem, são necessários alguns planejamentos prévios a serem realizados, como: levantamento topográfico e atributos físicos do solo (compactação, resistência mecânica à penetração, taxa de infiltração da água, porosidade e densidade).

Os campos profissionais de futebol são munidos de sistemas de drenagem para evitar que fiquem encharcados (Figura 2), favorecendo as condições de jogo e prolongando a conservação do gramado (Figura 3). Existem diversos layouts e sistemas de drenagem de gramados. A grande maioria dos estádios utiliza tubos com escoamento da água por ação da gravidade - um sistema subsuperficial complexo que emprega subcamadas drenantes e tubos perfurados. Mas existem, também, sistemas pressurizados (a vácuo, com pressão negativa nos drenos para acelerar a drenagem), com colchão drenante (MELO, 2015).

Figura 02 – Gramado do Estádio Urbano Caldeira Encharcado



Fonte: Globo Esporte

Figura 03 – Gramado do Estádio Urbano Caldeira Encharcado



Fonte: Globo Esporte

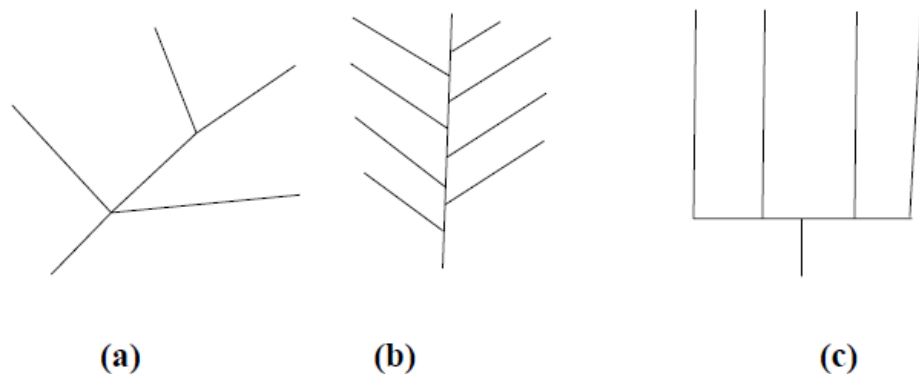
3.2. HISTÓRICO

Os primeiros registros de sistemas de drenagem em meio urbano, datam de mais de 5.000 anos, os avanços globais que se verificaram nesse domínio, não foram, exceto raras exceções, significativos. Nas últimas décadas, no entanto, ocorreu enorme progresso no setor, motivado, em grande parte, pelos problemas e desafios criados pelo aumento populacional, crescimento industrial, concentração das populações nas zonas litorais e agravamento geral das condições ambientais (MATOS, 2003).

3.3. SISTEMAS DRENANTES

Os sistemas sejam eles em série ou em paralelo apresentam a utilização de conjuntos de elementos drenantes associados, se interpenetrando, ou até mesmo mesclado. A maioria das drenagens depende do conhecimento e bom senso do técnico responsável para que haja uma maior flexibilidade de soluções onde a criatividade produz obras eficientes e de baixo custo. As combinações de drenos subterrâneos lineares e planares (horizontais, verticais e inclinados) produzem infinitos números de sistemas possíveis de serem executados cada um com sua finalidade (Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2006). Alguns dos sistemas mais utilizados são representados na (Figura 04).

Figura 04 – Tipos Básicos de Sistemas Drenantes



Onde:

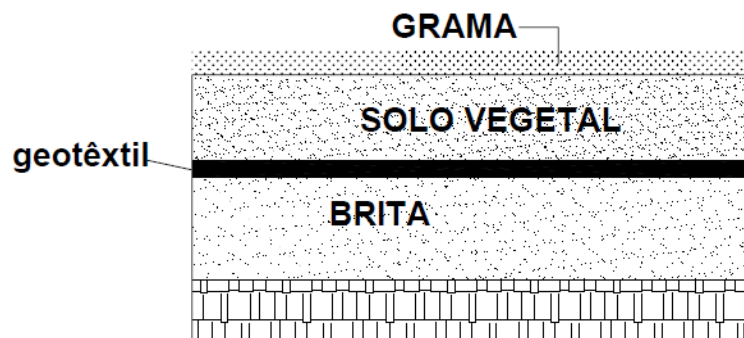
(a e b): tubos em formato de espinha de peixe.

(c): tubos em paralelo.

O processo de construção desses sistemas precisa seguir as normas citadas pelo congresso brasileiro de engenharia ambiental e sanitária.

Colchão drenante, segundo Vertematti é o sistema mais eficiente do ponto de vista global, sendo constituído basicamente do meio drenante (geralmente brita, ou até materiais sintéticos), do geotêxtil como filtro e do solo destinado ao plantio da vegetação, além da própria vegetação (Figura 05). Conforme a utilização da área, o solo pode ser substituído por outro tipo de material para outra prática esportiva, como futebol Society.

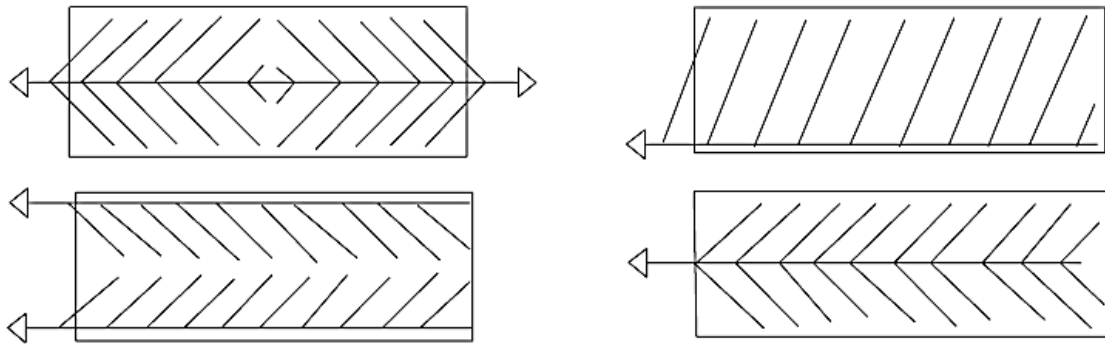
Figura 05 – Sistema de colchão drenante



Fonte: Vertematti J.C.

As Trincheiras Drenantes não são eficientes como o colchão drenante, devido a sua área de captação e infiltração se limitar à sua largura, os sistemas com trincheiras drenantes, dependendo das exigências e da importância da obra, apresentam bons resultados e por isso são bastante utilizados. O sistema geralmente é composto por trincheiras dispostas como as indicadas na (Figura 06) e pode ser constituído por drenos cegos (sem tubos) protegidos por geotêxtis, com espaçamentos fixos, geralmente paralelos entre si, e convergentes para uma trincheira principal (Vertematti, 1998).

Figura 06 – Soluções de Disposição de Trincheiras Drenantes

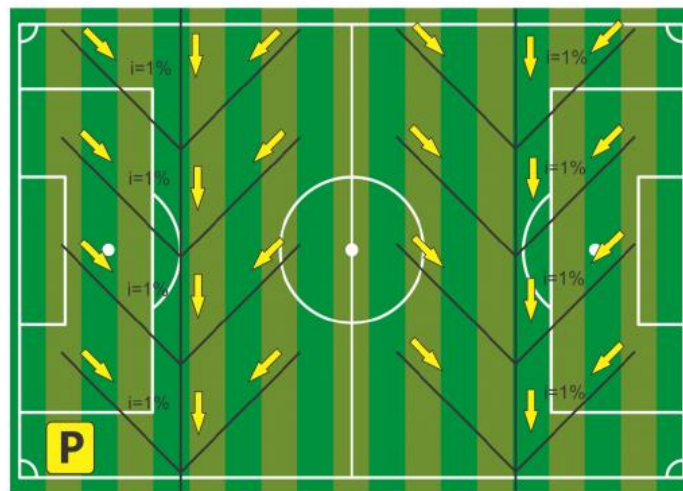


Fonte: Vertematti J.C.

Os dois sistemas mais utilizados no futebol brasileiro são as disposições dos drenos em formas de “espinha de peixe” e espinhas paralelas.

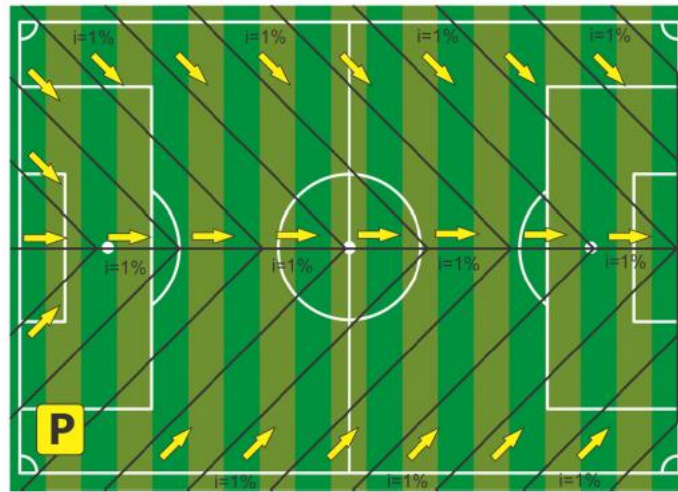
O dreno espinha de peixe (Figura 07 e 08) faz com que toda a água de sub-ramais de dreno vá para um único ramal ligado à rede de drenagem. Esse tipo de dreno consegue cobrir toda a área do campo e também podem trabalhar com profundidades menores. A declividade ideal é de 1%, para que não acumule água na rede de drenagem.

Figura 07 – Espinha de peixe



Fonte: Rossi F.

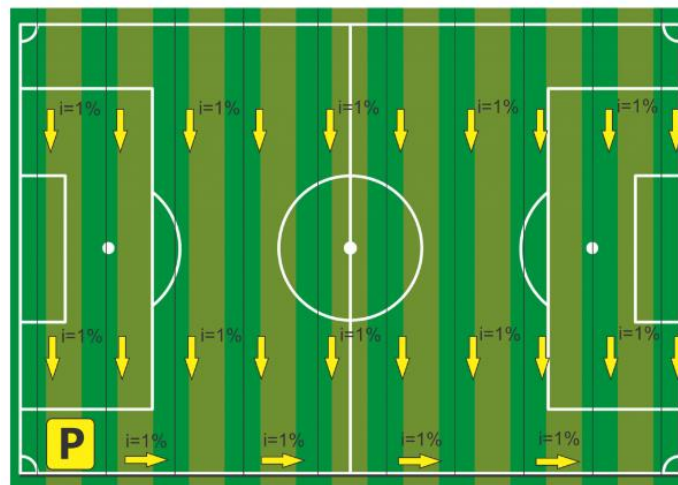
Figura 08 – Espinha de peixe



Fonte: Rossi F.

A Drenagem Espinha Paralela (Figura 09), também cobre todo o campo por terem drenos de maiores comprimentos, o que exige uma maior profundidade para a sua implementação, mesmo com a declividade de 1%.

Figura 09 – Espinha paralelas



Fonte: Rossi F.

3.4. DETERMINAÇÃO DAS CHUVAS INTENSAS

O projeto do sistema de drenagem é baseado, principalmente, na climatologia da região. Nas localidades com maiores níveis de precipitação, procura-se trabalhar com drenos mais fundos, aumento da porção de brita e utilização de areia com textura de granulometria mais elevada. Nas regiões menos chuvosas, as precauções são menores. É preciso bom senso. Dimensionar uma drenagem fantástica e que atenda qualquer situação de chuva em um local com baixo índice pluviométrico é um investimento desnecessário, causando alto custo com irrigação e adubação.

Antes de serem coletados dados pluviométricos, devem-se conhecer suas características para que assim possa ser visto com maior clareza e entendimento, as características da chuva: intensidade, duração frequência e distribuição. Esses dados são coletados a partir da quantidade de chuva pela altura (h) de água acumulada sobre uma superfície plana e impermeável, em pontos estratégicos, utilizando aparelhos como o pluviômetro ou pluviógrafo, que registram essas alturas no decorrer do tempo. As medidas são coletadas em geral, em intervalos de 24 horas, de forma que a altura pluviométrica seja dada em milímetros. Para obter-se dados das precipitações intensas, são coletados os registros pluviográficos, sob a forma de pluviogramas de precipitação acumulada ao longo do tempo, cujo comprimento corresponde a 24 horas de registros contínuos. A distribuição superficial das precipitações, neste caso, é obtida sobre a área desejada por uma análise regional dos dados pluviométricos (Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária, 2006).

Pode-se estabelecer as máximas intensidades ocorridas durante uma dada chuva, sem que necessariamente as durações maiores devam incluir as menores. As durações usuais são de 5, 10, 15, 30 e 45 minutos e 1, 2, 3, 6, 12 e 24 horas. Os limites de duração são fixados em 5 minutos, e 24 horas, porque 5 minutos representam o menor intervalo que se pode ler com precisão adequada e 24 horas, para durações maiores, pode-se utilizar dados obtidos em pluviômetros. (VILIELA&MATTOS, 1975).

A intensidade de chuva i (em mm/h) será dada normalmente com a configuração específica para o local na qual está sendo estudado. Abaixo é

apresentada o exemplo da equação de chuvas intensas para a cidade de São Paulo (Equação 1):

$$i = \frac{3462,7 T^{0,172}}{(t+22)^{1,025}} \quad (1)$$

Onde:

i = Intensidade da chuva (mm/h)

T = Período de retorno (anos)

t = Duração da chuva (minutos)

3.5. DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DO SOLO

Segundo Vertematti a caracterização das principais propriedades físicas do solo é de extrema importância para o dimensionamento de drenagens, pois influenciam diretamente no comportamento do escoamento da água e nas ações a serem tomadas. Destacam-se a granulometria, a estrutura, a compactidade e consistência:

- **A granulometria do solo:** refere-se ao tamanho das partículas que o constituem em uma dada distribuição percentual, é a característica mais importante desse solo quando o encaramos como meio condutor de fluídos.
- **A porosidade do solo:** refere-se à distribuição dos seus poros e aberturas, ou parâmetros significativos que permitam medir sua capacidade de retenção das partículas sólidas e sua respectiva permeabilidade.
- **A permeabilidade do solo:** Denomina-se material permeável aquele que possuir poros interligados, fendas ou fissuras pelas quais a água e gases possam fluir. A permeabilidade é medida pelo coeficiente de permeabilidade k, que correlaciona o gradiente hidráulico à velocidade média do fluxo laminar em meios porosos, coeficiente esse que é dado pela Lei de Darcy (Equação 2).

$$Q = K \cdot i \cdot A \quad (2)$$

Onde:

Q = Vazão (m³/s)

K = Coeficiente de permeabilidade (m/s)

I = Intensidade de chuva (mm/h)

A= Área de Contribuição (m²)

A Lei de Darcy, só é válida para regimes laminares de escoamento. Na Tabela 01, apresentam-se os valores típicos do coeficiente de permeabilidade dos materiais e solos ocorrentes em drenagem.

Tabela 01 – Permeabilidade do solo como função do tipo de material

Tipo de Material	Granulometria (cm)	K(cm/s)
Brita 5	7,5 a 10,0	100
Brita 4	5,0 a 10,0	80
Brita 3	2,5 a 5,0	45
Brita 2	2,0 a 2,5	25
Brita 1	1,0 a 2,0	15
Brita 0 ou Pedrisco	0,5 a 1,0	5
Areia Grossa	0,2 a 0,5	0,1
Geotêxteis	0,010 ≤ AOS ≤ 0,130	0,001 ≤ kn ≤ 0,500
Areia Fina	0,005 a 0,004	0,001
Silte	0,0005 a 0,005	0,00001
Argila	Menor que 0,0005	0,00000001

Fonte: Catalogo do Bidim

3.6. TOPSOIL

Topsoil ou solo superficial, é a camada adicionada acima dos drenos propriamente ditos, essencial para a vida útil da drenagem como um todo (Figura 10). A composição do Topsoil pode variar em função do material a ser usado, mas normalmente a mistura ideal é 80% de solo arenoso e 20% de matéria orgânica. Há padrões específicos da espessura dessas camadas, para garantir que haja elevada condutividade hidráulica nestes e a água chegue aos drenos com eficiência, sem prejudicar a sobrevivência da grama. Sua composição física permite uma boa drenagem, pouca compactação e boa retenção de água (MELO, 2016).

Figura 10 – Camada do Topsoil



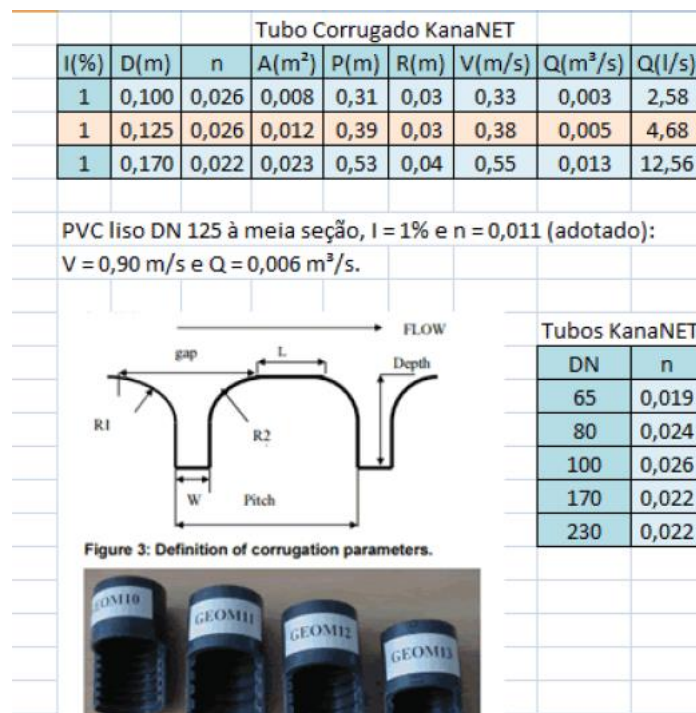
Fonte: Catalogo do Bidim

3.7. O USO DOS TUBOS CORRUGADOS

No sistema a vácuo os tubos drenos principais podem chegar a 750mm de diâmetro, a utilização de tubos corrugados nos projetos de drenagem subterrânea vem se consolidando a cada ano, por sua, resistência, leveza, durabilidade e elevada captação da água em comparação aos tubos usados tradicionalmente. São fabricados com polietileno de alta densidade e aplicados em campos de esporte, drenagem agrícola, aterros sanitários, parques e jardins e outros. Há uma comparação entre os cálculos realizados em um projeto de campo de futebol usando tubo liso de PVC com diâmetro nominal de 125 mm, com os tubos corrugados, que

não dispõem esse diâmetro (Figura 11). Observa-se que, com o diâmetro de 100mm, como a rugosidade é bem maior, apesar de trabalhar à seção plena (tubo cheio), a vazão só atingiu a metade da necessária. Mesmo fosse fabricado um diâmetro de 125 mm, mostrado em rosa na (Figura 11), ainda não satisfaria o projeto, assim, necessita-se usar o diâmetro nominal de 170 mm. Em compensação, este diâmetro conduz mais do dobro da vazão de projeto e, portanto, se a condutividade hidráulica do solo permitisse, pode-se aumentar o espaçamento entre drenos, economizando em material (COUTO, 2017).

Figura 11 – Diferença na Utilização dos Tubos Corrugados



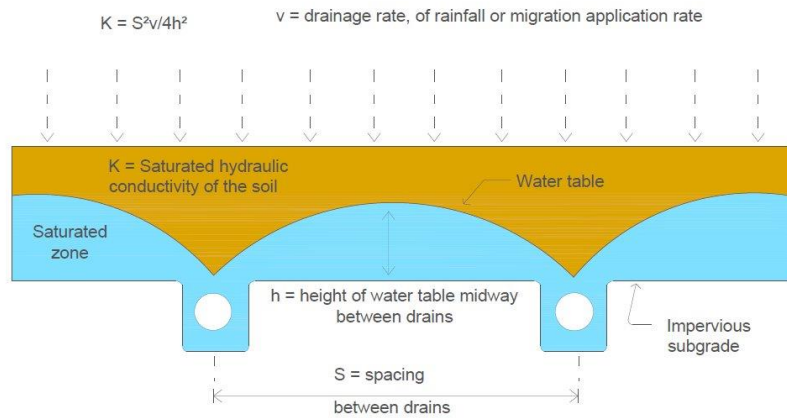
Fonte: Couto J.L.V.

3.8. ESPAÇAMENTO DOS DRENOS

O espaçamento dos drenos é calculado através da Lei de HoogHoudt (Figura 12). É a equação de uma elipse, que admite como verdadeira a hipótese em que se pressupõe a ocorrência apenas de um fluxo horizontal para os drenos, admite, ainda, ser o solo homogêneo, os drenos paralelos, a lei de Darcy válida, e a

taxa de precipitação, igual ao fluxo de água que sai pelos drenos (LUTHIN et.al, 1973).

Figura 12 – Cálculo do Espaçamento entre Drenos



Calcular o espaçamento entre drenos num solo cuja condutividade hidráulica é de $k=0,0787\text{cm/s}$, de modo a rebaixar o lençol freático de 50cm (h), no caso de uma chuva de $114,2\text{mm/h}$:

$$S^2 = 4 \cdot k \cdot h^2 / v$$

$$K = 0,787\text{cm/s}$$

$$K = 6800\text{cm/d}$$

$$K = 68\text{m/d}$$

$$v = 114,2\text{mm/h}$$

$$v = 2,7\text{m/d}$$

$$h = 50\text{cm}$$

$$h = 0,5\text{m}$$

$$S^2 = 24,8\text{m}^2$$

$$S = 5,0\text{m}$$

Fonte: Adaptado de Couto J.L.V. (25/04/2019)

Onde:

$S =$ espaçamento entre drenos (m)

$K =$ condutividade hidráulica saturada (cm/s)

$h =$ altura máxima do LF sobre os drenos (m)

$v =$ taxa de precipitação (mm/h)

3.9. BOMBAS

Bombas de vácuo têm como função sugar ar dos tubos gerando uma pressão negativa fazendo com que a água seja puxada para dentro dos tubos de dreno, de modo a garantir o transporte da água da superfície do gramado até a estação de vácuo. As bombas de vácuo devem ter a capacidade de fornecer níveis de vácuo superiores às condições normais de funcionamento, tipicamente até 10,4 (mca), para o caso de se verificarem deficiências de funcionamento. Do mesmo modo, devem prever-se bombas de reserva capazes de assegurar os mesmos níveis de vácuo no sistema, permitindo assim diminuir o tempo de funcionamento de cada bomba e proceder-se a eventuais manobras de reparação ou manutenção do equipamento. Apesar das bombas funcionarem apenas em ciclos de pequena duração, estas devem ser passíveis de funcionarem em contínuo (Figura 13).

Figura 13 – Bombas de Vácuo



Fonte: Acervo Pessoal (22/04/2019)

Os sistemas de bombas a vácuo, além de retirar a água mais rápida, pode inflar ar no perfil do solo (onde estão as raízes) reduzindo problemas de doenças na grama em estádios tipo arenas (fechados, sombreados e sem ventilação).

O acionamento delas são feitos por boias sapos que ficam instaladas nas extremidades do campo dentro de tubos enterrados na vertical que por sua vez quando o nível de água sobe dentro desses tubos ocorre o acionamentos das

bombas de vácuo. Nos reservatórios de água (Figura 14) existem outras duas bombas submersas chamadas de Bombas Sapo que quando atingem o nível programado acionam fazendo o trabalho de recalcar a mesma para fora do estádio.

Figura 14 – Reservatórios



Fonte: Acervo Pessoal (22/04/2019)

3.10. EXECUÇÃO – PROCESSO DE MONTAGEM

A escavação deve ser feita de acordo com a marcação topográfica respeitando a declividade, nesse caso, 1%. Uma declividade de 1% significa: a cada 1 metro escavado na horizontal, declina-se 1 centímetro na vertical. A manta geotêxtil deve ser colocada de modo que preencha todo o espaço, e que, ainda sobre espaço para o fechamento superior como mostrado na (Figura15).

Figura 15 – Escavação e Instalação da Manta Geotêxtil



Fonte: Rossi F.

A brita 19mm (brita 01) deve ser colocada no fundo formando uma camada ao longo de toda a vala. Em seguida coloca-se o tubo dreno perfurado (Figura 17) e completa-se toda a vala com brita. Ilustrado na (Figura 16).

Figura 16 – Instalação do Tubo Dreno



Fonte: Rossi F.

Figura 17 – Detalhamento dos Tubos Drenos



Fonte: Rossi F.

Após feito o enchimento com brita fecha-se a parte superior do dreno com a manta geotêxtil, inclusive com trespasse entre as abas, como demonstrado a seguir na (Figura 18).

Figura 18 – Cobrimento com a Manta Geotêxtil



Fonte: Rossi F.

Os sistemas de drenagem por gravidade são diferenciados pelo à vácuo através da bomba de sucção que é instalada para acelerar a retirada da água do

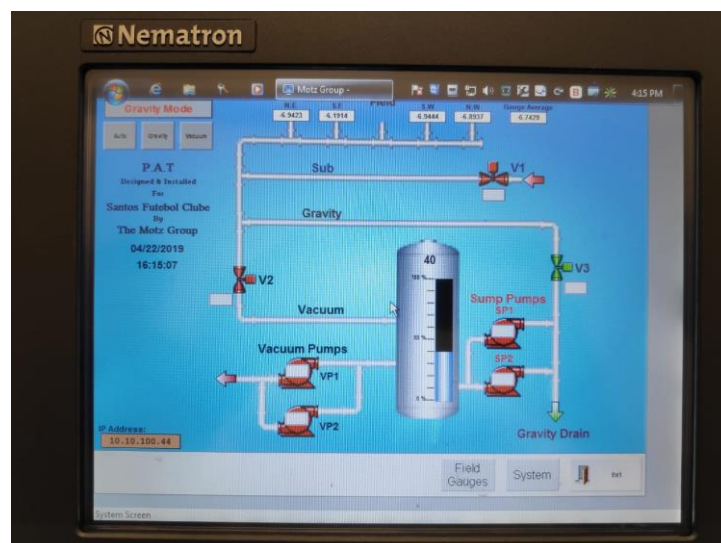
campo, tornando-a mais eficiente, mas também mais cara. Exemplo a seguir (Figura 19 e 20).

Figura 19 – Painel de Controle da Drenagem a Vácuo



Fonte: Acervo Pessoal (22/04/2019)

Figura 20 – Sistema de Drenagem a Vácuo



Fonte: Murray Equipment inc.

3.11. MANUTENÇÃO

O sistema de drenagem não tem uma manutenção propriamente dita, o que é feito é uma troca do painel de controle do sistema ou reparo das bombas, assim como devido o próprio uso do campo, através de jogos ou até mesmo o uso de equipamentos de corte da grama, provoca uma compactação, que diminui a infiltração de água no solo impossibilitando que chegue aos tubos dreno, por conta disso é feita a manutenção do gramado por um descompactador (Figura 21), que passa por toda a extensão do campo de jogo, quebrando o solo compactado, fazendo com que sejam criados meios por onde a água possa passar, e também chegar ar às raízes, esse processo é chamado de Aerificação, ou Aeração (MELO, 2016). O recomendado é ser executado esse processo pelo menos uma vez ao mês dependendo da quantidade de jogos.

Figura 21 – Descompactador



Fonte: World Sports

O entupimento do dreno é verificado através de tubos de inspeção (Figura 22 e 23) que possibilitam verificar qual a cor e o fluxo de água, se ela estiver muito suja é um sinal de que há algo errado.

Todo esse processo de manutenção é colocado em contrato entre o clube e

a empresa que executa o serviço, tendo um valor estipulado, mas, por conta da confidencialidade, esses valores não são divulgados.

Figura 22 – Tubo de inspeção



Fonte: Acervo Pessoal (22/04/2019)

Figura 23 – Tubo de inspeção



Fonte: Acerto Pessoal (22/04/2019)

4. RESULTADOS

Segundo Melo há quatro anos o metro quadrado do gramado esportivo de alta performance custava entre R\$100,00 e R\$200,00. Agremiações e construtoras não davam ênfase por achar que se tratava de um gasto excessivo. Atualmente, para adquirir um gramado com nível de Copa do Mundo é necessário investir mais de R\$600,00 por metro quadrado, e esse valor é absorvido com certa naturalidade, dado o avanço tecnológico. A maioria das arenas construídas a partir de 2004 reutilizam tanto a água da drenagem como a água captada na cobertura para irrigação do campo. A água fica armazenada em cisternas que têm determinado limite. O excedente é encaminhado para as galerias pluviais.

Na drenagem por gravidade, 100% do material é produzido no Brasil. Já na solução a vácuo, 90% do sistema tem produção nacional e os 10%, que representam basicamente a casa de máquinas, são importados dos Estados Unidos e Europa.

De acordo com Melo a drenagem, num projeto de gramado de alto desempenho, pode representar 30% do custo total de execução do campo (drenagem + topsoil) e, no caso de drenagens pressurizadas (a vácuo), este valor pode ultrapassar os 50% do custo total do campo. O custo total de um sistema de drenagem gravitacional pode chegar até R\$250.000,00, já um sistema a vácuo tem uma média estimada de R\$1.000.000,00 (Gráfico 1)

Gráfico 1: Drenagem Gravitacional x Vácuo



Fonte: Acervo Pessoal (22/04/2019)

Os estudos feitos mostraram a eficiência do sistema de drenagem a vácuo e o motivo pelo qual o mesmo foi implantado. Ao analisar o gramado do estádio Urbano Caldeira – Vila Belmiro, onde os dois sistemas, a vácuo e gravitacional, estão sendo utilizados verificou-se que, o sistema de bombas a vácuo pode retirar entre 450 a 500mm/h e, o sistema por gravidade, o nível satisfatório está entre 150 a 200mm/h. A brita e areia não tem alteração, mandando com frequência para análise em laboratório e fazendo o acompanhamento tecnológico do material conforme acordado com a empresa na qual foi responsável pela construção do gramado.

Devido à necessidade, por conta do índice pluviométrico na região de Santos/SP, o Santos Futebol Clube, em 1998, junto da empresa World Sports, implantaram o sistema a vácuo, junto ao gravitacional, já existente, fazendo com que esse sistema misto fosse capaz de suprir as exigências para que o gramado suportasse as chuvas mais intensas. Na última reforma do gramado, foi atualizado o computador que controla o sistema de drenagem a vácuo. Nos dias de hoje, o Santos Futebol Clube tem um dos mais modernos sistemas do país, e um dos mais elogiados.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

Catalogo de Bidim – Aplicação em Obras de Engenharia-Rhodia-ster S/A, 1990

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande - Mato Grosso do Sul. **SOLUÇÕES EM DRENAGEM DE CAMPO DE FUTEBOL**. Campo Grande - Mato Grosso do Sul: ABES, 2005. 13 p.

COUTO, José Luiz Viana do. **Drenagem de Campo de Futebol**. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/drenagem-de-campo-de-futebol>>. Acesso em: 10 out. 2018.

GLOBO ESPORTE. **Como é feita a drenagem em um campo de futebol?** GloboEsporte,2015. Disponível em:<[Http://globoesporte.globo.com/futebol/noticia/2015/03/como-e-feita-drenagem-em-um-campo-de-futebol-ge-explica.html](http://globoesporte.globo.com/futebol/noticia/2015/03/como-e-feita-drenagem-em-um-campo-de-futebol-ge-explica.html)> Acesso em 11 set. 2018.

L.J.G de Godoy, et.al.Tópicos Atuais em Gramados II, Botucatu-SP Editora UNESP, 2010.

MATOS, José de Saldanha. **Aspectos Históricos a Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano**. Lisboa, Portugal, Departamento de Engenharia Civil e Arquitectura do Instituto Superior Técnico, 2003.

MELO, Artur Jorge Pinto Borges de. **Drenagem de Estádios**. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/drenagem-de-estadios-mantem-gramado-seco-e-saudavel_7051_0_0>. Acesso em: 15/03/2019.

MELO, Artur Jorge Pinto Borges de. **Drenagem em Gramados**. Disponível em: <<http://www.mundohusqvarna.com.br/coluna/drenagem-gramados/>> Acesso: 22/04/2019.

MELO, Artur Jorge Pinto Borges de. **Manutenção de Gramados Esportivos**. Disponível em: <<http://www.mundohusqvarna.com.br/coluna/manutencao-de-gramados-esportivos/>> Acesso: 22/04/2019.

Murray Equipment inc. **Systems, Equipament & Parts Catalog**.<<http://www.murrayequipment.com/images/pdf/meicatalog.pdf>>- Acesso: 22/04/2019

ROSSI, Fabrício. **Drenagem de Campo de Futebol, Passo a Passo!**. Disponível em: <<https://pedreiro.com.br/drenagem-de-campo-de-futebol-passo-a-passo/>>. Acesso em: 14 set. 2018.

SANTOS FUTEBOL CLUBE. **Vila Belmiro**. Disponível em: <<https://www.santosfc.com.br/vila-belmiro-2/>> Acesso: 05/03/2019.

VERTEMATTI, J.C..Drenagem subterrânea: **Aspectos Teóricos, Construtivos e Econômicos**. Curitiba, CASA DOS TENISTAS, 1998.

VILLELA, Swami Marcondes; MATTOS, Arthur. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo Mcgraw-hill do Brasil, 1975.

WORD SPORTS. **Vila Belmiro**. Disponível em:<<http://worldsports.com.br/portfolio/vila-belmiro/>>. Acesso:22/04/2019